2020

ВЕНТИЛЯЦИЯ | ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ | ВОДОСНАБЖЕНИЕ ГАЗОСНАБЖЕНИЕ | ЭКОЛОГИЯ | ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Сравнительные исследования по оценке эффективности работы отопительных приборов

Жилище в умном городе: проблема и пути решения

CTP. 18

CTP. 14

Сравнительная оценка нормативных и расчетных значений величины коэффициента гидравлического сопротивления труб из полимерных материалов

СТР. 44





ПРОИЗВОДСТВО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ОТОТО ПЛЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

C K Y C C T B O O M P O P T A

типоразмеры Увеличенная высота защищаемых проемов

> Серия ТЭВ

Новые

'Шит

Добавлены "Заслоны" с электрическим нагревом

"Классик"

Новые типоразмеры

TETAOBEHTMASTOPSI Улучшенные расходные характеристики

ТВВ "Гольфстрим"

"ЛУЧ-Термо" мощность 0,3 и 0,6 кВт

″ЛУЧ″

мощность

от 0,6 до 4 кВт

ДФР

HHBPAKPACHBIE OSOTPEBAIENU для завес, тепловентиляторов и изделий с водяными теплообменниками

ВДЛ

AECTP ATHONIX ATOP b Высота установки до 18 метров

ДФВ

ARCIPATHOMARATORS Расход воздуха от 1450 до 5200 м³/ч

СКАЧАТЬ KATANOF PDF

Серия Крепыш"





СКАЧАТЬ ΚΑΤΑΛΟΓ B P D F



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

Канализационное оборудование HL HUTTERER & LECHNER





105187, г. Москва, ул. Вольная, д. 39, стр. 4 Тел./факс: +7 (495) 780-7000

www.interma.ru

14



BHOMEPE:

А. П. Рафалович 6 Модель и полуэмпирический метод расчета пристенной турбулентности



Простые решения. Пресс-фитинг в монтаже 26 систем отопления и водоснабжения



О. В. Канашина

Сравнительные исследования по оценке эффективности работы отопительных приборов



28

В. И. Ливчак

Предложения по изменению нормативных актов для реализации повышения энергоэффективности в 2020 году и правил ее оценки по результатам измерения расхода тепловой энергии на отопление МКД

С. В. Корниенко 18 Жилище в умном городе: проблема и пути решения



Л. А. Сугробов Парапетные воронки, и для чего они нужны (продолжение)





УНИВЕРСАЛЬНАЯ • МНОГОГРАННАЯ • РАЗНОСТОРОННЯЯ



17-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

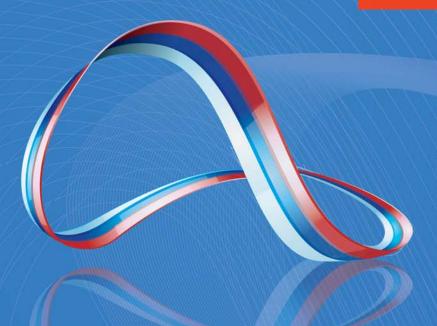
СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ, ОТОПЛЕНИЕ, ПРОМЫШЛЕННЫЙ И КОММЕРЧЕСКИЙ ХОЛОД







ГЛАВНОЕ ОТРАСЛЕВОЕ СОБЫТИЕ ГОДА*



Бесконечный МИР технологий КЛИМАТА

9-12 MAPTA 2021 москва, цвк «экспоцентр»

Получить новых поставщиков и клиентов

Договориться о выгодных условиях и скидках

Найти новые возможности заработать Узнать о крутых продуктах и технологиях

ОРГАНИЗАТОРЫ:





ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:



www.climatexpo.ru

















44

48

56

60

О. А. Продоус

Сравнительная оценка нормативных и расчетных значений величины коэффициента гидравлического сопротивления труб из полимерных материалов



В. М. Максименко

Универсальная аппаратнопрограммная платформа автоматизации инженерного оборудования зданий



В. В. Степанов

Нур Закирзянович Битколов (к 90-летию со дня рождения)



100 лет со дня рождения профессора А. А. Рымкевича



XIX Международный конгресс «Энергоэффективность.

XXI век. Архитектура. Инженерия. Цифровизация. Экология»

Цифровизация. Экология прошел в Санкт-Петербурге



64 Подготовка к Сибирской строительной неделе продолжается



Саморегулируемая организация Некоммерческое партнерство энергоаудиторо «Инженерные системы — аудит № СРО 3-023 cg 3-6, 10, 2010.

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

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

www.sro-isa.ru





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

РЕДАКЦИЯ:

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

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

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

УЧРЕДИТЕЛИ:

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

ИЗДАТЕЛЬ: АС СЗ Центр ABOK

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. 5В

Подписано в печать 24.12.2020, заказ №198. 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+



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

AGUA THERM MOSCOW

2—5 февраля 2021 Крокус Экспо, Москва

Забронируйте стенд aquatherm-moscow.ru

Developed by

Организаторы

Специализированные разделы













МОДЕЛЬ И ПОЛУЭМПИРИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА ПРИСТЕННОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ

А.П.Рафалович, научный консультант АО «НПО «Тепломаш»



АЛЕКСАНДР ПИНХУСОВИЧ РАФАЛОВИЧ Научный консультант АО «НПО «Тепломаш». Кандидат технически наук. В 1964 году окончил энергомашиностроительный факультет Ленинградского политехнического института. Там же в 1973 году защитил кандидатскую диссертацию. С 1964 по 1989 гг. работал в ЛенНИИхиммаше на научных должностях. С 1990 года проживает в США. Работал над исследовательскими и производственными задачами по созданию новой продукции в крупнейших в мире компаниях по производству холодильного оборудования — Copeland Corporation, Sidney, OH, US u General Electric, Louisville, KY, US. Публикации на русском и английском языках. Автор 31 авторского свидетельства и 43 патентов USA.

6

Проектирование инженерных систем для создания определенных климатических условий всегда связано с оптимизацией теплообменной аппаратуры, требующей расчетов гидродинамики, а также массо- и теплообмена. Практически все такие аппараты работают в турбулентных режимах.

Несмотря на наличие в уравнениях турбулентного движения (уравнениях Рейнольдса) дополнительных неизвестных, делающих систему уравнений незамкнутой, расчет турбулентных потоков не представляется неразрешимой задачей благодаря быстродействующим компьютерам и значительному количеству опытных данных. Однако для получения оптимизационных решений, связанных с изменением не только геометрии, но и самой теплообменной поверхности (как, например, при выборе оптимальной шероховатости), каждый новый аппарат, так же как и новая поверхность, должны быть экспериментально проверены, что не только усложняет оптимизацию, но порой делает ее невозможной. Это касается расчета как сопротивления, так и массо- и теплообмена. Поэтому создание обобщенной модели турбулентного течения, применимой для различных поверхностей и контуров обтекаемых тел, остается крайне важной задачей.

Широко известна двуслойная модель Прандтля [1], в которой турбулентный поток разбивается на вязкий подслой и турбулентное ядро. Эта модель дает удовлетворительные результаты для расчета сопротивления и поля скоростей в турбулентном ядре на пластинах и в трубах. Для расчетов массо- и теплообмена Карман предложил трехслойную модель [2], содержащую также переходную область от вязкого подслоя к турбулентному ядру, которая, наряду с вязким подслоем, является крайне важной как при гидродинамических расчетах, так и при расчетах массо- и теплообмена. Модель Кармана позволила расширить область применения аналогии Рейнольдса между переносом импульса и переносом тепла и массы, но заложенные в нее константы не универсальны. Поэтому при решении прикладных задач наибольшее распространение получили модели, основанные на различных допущениях о степенной зависимости турбулентной вязкости от расстояния до стенки. Как пример можно привести модели Ландау [3] и Левича [4].

В основе излагаемой ниже модели лежит следующая гипотеза. Турбулентные пульсации из внешней части пограничного слоя проникают в вязкий подслой. Вязкий подслой получает дополнительное количество движения от привнесенной этими пульсациями жидкости. Часть вязкого подслоя, в виде вихря, отрывается и расширяется в направлении внешней части погранслоя. Таким образом, в турбулентном погранслое наблюдается два типа возмущений: пульсации из ядра погранслоя, являющиеся причиной срывов части вязкого подслоя, которые, в свою очередь, генерируют другой тип возмущений — пульсации из вязкого подслоя. Последние привносят в ядро погранслоя энергию, связанную с



трением на обтекаемой поверхности, и, таким образом, поддерживают турбулентное пульсационное движение во внешней части погранслоя.

Впервые предположение о воздействии на параметры турбулентного погранслоя пульсаций с двумя различными характерными масштабами было сделано Маньковским, Марром и Рафаловичем в главе 4 монографии [5]. К сожалению, в работе [5] авторы, в число которых входит и автор настоящей работы, не сумели довести предложенную модель до расчета поля осредненных скоростей в трубе и на пластине, что повлияло на точность и область применения предложенных расчетных зависимостей.

В настоящей работе приводятся результаты расчета и моделирования турбулентного потока, выполненные на основе предлагаемой модели для труб с гладкой и шероховатой поверхностью, а также для течения при обтекании гладких и шероховатых пластин.

Присвоим пульсациям из ядра потока индекс 1. Эти пульсации имеют внутренний масштаб δ_1 . Пульсации из вязкого подслоя, с индексом 2, имеют внутренний масштаб δ_2 . Внутренним масштабом здесь называется размер такого вихря, в котором кажущаяся турбулентная вязкость равна кинематической вязкости жидкости. Оба типа пульсаций действуют периодично. Часть периода доминируют пульсации с внутренним масштабом δ_1 , которые обретают форму вихрей малого диаметра, приносящих с собой в вязкий подслой вместе с массой жидкости и ее скорость, сопоставимую со скоростью переходного подслоя. Соприкасаясь около стенки с вязким подслоем, вихри с внутренним масштабом δ₁ замедляются до скорости вязкого подслоя. Замедление вихрей с внутренним масштабом δ₁ приводит к повышению давления и, в конечном итоге, к отрыву участка вязкого подслоя с внутренним масштабом δ_2 . Вязкий подслой определяется безразмерной толщиной y₀/d и безразмерным параметром η_0 :

$$\eta_0 = y_0 U^* / \nu, \qquad (1)$$

где y_0 — расстояние от поверхности до верхней границы вязкого подслоя;

d — внутренний диаметр трубы; ν — молекулярная (кинематическая) вязкость;

 $U^{\star} = (\tau_{cr}/\rho)^{1/2} = (f/2)^{1/2} \bar{U}$ — динамическая скорость;

 $au_{c\tau}$ — касательное напряжение на стенке;

ρ — плотность жидкости;

$$f = \frac{2\tau}{\rho \bar{U}^2}$$
 — фактор трения;

 \bar{U} — скорость жидкости на внешней границе погранслоя для пластины или среднерасходная скорость жидкости для трубы. В другой форме равенство (1) можно записать, как

$$\eta_0 = (y_0/d)(f/2)^{1/2}Re.$$
 (11)

Эксперименты с визуализацией погранслоя [6], [7] показали, что при отрыве вязкий подслой теряет примерно половину толщины. Учитывая это, модель, предложенная в настоящей работе, предполагает, что вязкий подслой состоит из двух частей: первая, квазиламинарная часть, прилегающая к стенке, с постоянной при заданном числе Re толщиной $y_0/2$, и вторая часть с переменной по времени толщиной, меняющейся от 0 до δ_{20} . При этом среднестатистическая высота всего вязкого подслоя равняется величине у₀, т. е. удвоенной толщине пристеночной квазиламинарной части. Мгновенная толщина потока жидкости в вязком подслое периодически меняется. После отрыва из переходного подслоя в вязкий подслой проникают вихри с внутренним масштабом δ₁. Эти вихри привносят поток импульса к оставшейся, квазиламинарной части подслоя. Вязкий подслой утолщается, пока привнесенная часть не достигнет критической толщины δ_{20} , после чего срывается в виде исходящих из вязкого подслоя вихрей. Оторвавшиеся вихри при движении к внешней части погранслоя расширяются и переходят в пульсации с внутренним масштабом δ_2 .

Одной из важнейших характеристик турбулентного погранслоя является введенное Буссинеском понятие кажущейся турбулентной вязкости ν_t . Введение ν_t позволило описать касательное напряжение при турбулентном движении аналогично касательному напряжению в ла-

минарном потоке, как $\frac{\tau}{\rho} = v_t \frac{dU}{dy}$.

Легко показать, что из предло-

Новый каталог завода «Арктос» — Климатическое оборудование. Издание 2

Каталог содержит максимум информации: особенности применения, монтажа, технические характеристики и конструкторские схемы по воздушным завесам, тепловентиляторам, инфракрасным обогревателям, а также по новому виду изделий — дестратификаторам.

Для технически грамотного применения оборудования разработана и представлена методика подбора инфракрасных обогревателей «ЛУЧ» и «ЛУЧ-Термо», тепловентиляторов ТВВ «Гольфстрим» и дестратификаторов ДФР, ДФВ.

Переиздание каталога стало итогом сложной комплексной работы по модернизации продукции и получения в ходе лабораторных испытаний новых технических характеристик.

Благодаря модернизации воздушных завес был увеличен исходный расход воздуха и, соответственно, увеличена дальнобойность завес. Это позволяет увеличить высоту защищаемых проемов и конкурировать с изделиями других производителей в соответствующих классах завес по дальнобойности.

Изменения также коснулись тепловентиляторов «ТВВ Гольфстрим», а именно: расходных характеристик по воздуху, теплотехнических характеристик для различных параметров теплоносителя и температур окружающего воздуха — мощности нагрева, температуры воздуха на выходе, расхода воды и перепада давления воды. По данному изделию улучшились акустические характеристики.

Также в каталоге представлен новый вид продукции — узлы обвязки ВДЛ, предназначенные для изделий с водяными теплообменниками.

По вопросам приобретения: официальный дистрибьютор — компания «Арктика»:

+7 (495) 981-15-15 — в Москве; +7 (812) 441-35-30 — в СПб. www.arktika.ru, www.spb-arktika.ru.

Скачать каталог можно на www.arktoscomfort.ru.

женной Прандтлем логарифмической зависимости безразмерной осредненной по времени скорости в ядре турбулентного погранслоя от безразмерного расстояния до стенки, $\varphi = ln\eta + C$, следует линейная зависимость турбулентной вязкости от расстояния от стенки:

$$v_{ty} = v_{ty_0} \left(\frac{y}{y_0} \right).$$

Можно также предположить, что в модели, где рассматриваются два типа пульсаций, кажущаяся турбулентная вязкость обоих типов также линейно зависит от расстояния до стенки как в вязком, так и в переходном подслое. Учитывая, что кажущаяся турбулентная вязкость пульсаций внутреннего масштаба δ равна кинематической вязкости жидкости $\nu_{t\delta} = \nu$, получим

$$v_{t1} \sim v\left(\frac{y}{\delta_1}\right); v_{t2} \sim v\left(\frac{y}{\delta_2}\right).$$
 (2)

Следуя предположению о периодичном характере пульсаций в верхней части вязкого подслоя и в переходном подслое, выражение для определения касательного напряжения можно представить как

$$\begin{split} &\frac{\tau}{\rho} = (av_{t1})\frac{dU_1}{dy} + (bv_{t2})\frac{dU_2}{dy} = \\ &v\left(\frac{a}{\delta_1}\right)y\frac{dU_1}{dy} + v\left(\frac{b}{\delta_2}\right)y\frac{dU_2}{dy} \;. \end{aligned} \tag{3}$$

Коэффициенты a и b в выражении (3) отражают периодичность и взаимовлияние пульсаций. Если пульсации действуют по очереди с одинаковым по времени периодом, то a = b = 0.5, и средняя по вре-

мени скорость в сечении y определяется как $U=0,5(U_1+U_2)$. Если пульсации действуют совместно, U_1+U_2 , и турбулентные вязкости в выражении (3) можно просуммировать. Если пульсации часть времени действуют вместе, а часть — попеременно, коэффициенты a и b отражают время попеременного действия пульсаций, а при равенстве скоростей U_1 и U_2 — время их совместного действия.

Из уравнения (3) можно также вывести следующую зависимость для коэффициента переноса импульса или фактора трения *f*:

$$fRe \sim a(\delta_1^{-1}) + b(\delta_2^{-1}).$$
 (4)

Положим, что внутренний масштаб пульсаций в ядре потока δ_1 отвечает соотношению $\delta_1 \sim \nu^{3/4} \epsilon^{-1/4}$, где ϵ — поток диссипации, т. е. закону 3 4. Тогда безразмерный внутренний масштаб δ_1/d пропорционален $Re^{-3/4}$. Относительно вихрей, отрывающихся из вязкого подслоя, можно предположить, что безразмерный масштаб δ_2/d пропорционален толщине вязкого подслоя [см. уравнение (1)], т. е. $\delta_2/d \sim f^{-1/2}Re^{-1}$, и уравнение (4) можно переписать следующим образом:

$$fRe = A_1 f^n Re^{3/4} + B_1 f^{1/2} Re.$$
 (5)

Из опытных данных и расчетных зависимостей для гладкой трубы были найдены постоянные n=1/4, $A_1=1/6$ и $B_1=1/32$. Разделим также обе части уравнения (5) на 2Re

$$(f/2) = 0.099(f/2)^{1/4} Re^{-1/4} + 0.0221(f/2)^{1/2}.$$
 (51)

Если сократить теперь обе части уравнения (5^1) на (f/2)^{1/2}, получим более удобное уравнение для коэффициента сопротивления в гладкой трубе:

$$(f/2)^{1/2} = 0.099(f/2)^{-1/4}Re^{-1/4} + 0.0221.$$
 (6)

Табл. 1 демонстрирует точность формулы (6) в сравнении с эмпирической формулой Прандтля (по опытным данным Никурадзе): $f = [4\lg(2Re \cdot f^{1/2}) - 1,6]^{-2}$.

Данные табл. 1 показывают, что результаты расчета по уравнению (6) хорошо согласуются с результатами расчетов по эмпирическому уравнению Прандтля в диапазоне $Re = 10^4 - 10^7$.

$$(f_{\min}/2)^{1/2} = 0.0221.$$
 (61)

Логарифмический характер зависимости безразмерной скорости от безразмерного расстояния до стенки в ядре погранслоя хорошо известен. Для вычисления поля скоростей в промежуточном подслое рассмотрим сначала вяз-

Таблица 1.

Значения фактора трения f при различных числах Re

Число Re	Формула (6)	Закон сопротивления Прандтля	Расхождение, %
4.00E+03	0.00963	0.00998	-3.50%
1.00E+04	0.00768	0.00772	-0.55%
3.00E+04	0.00593	0.00587	0.99%
1.00E+05	0.00454	0.00450	0.93%
3.00E+05	0.00364	0.00362	0.66%
1.00E+06	0.002914	0.00291	0.08%
3.00E+06	0.002433	0.00243	0.10%
1.00E+07	0.002044	0.00203	0.89%



кий подслой. Согласно классической модели Прандтля, Шлихтинга и пр., безразмерный параметр вязкого подслоя η_0 является константой, а средняя безразмерная высота вязкого подслоя (y_0/d) зависит от $(f/2)^{-1/2}$ и числа Re^{-1} . Как упоминалось выше, постоянная часть подслоя, имеющая среднюю толщину $y_0/2$, во многом формируется пульсациями с внутренним масштабом δ_1 , и, при заданном числе Re, эта толщина определяется как

$$(y_0/d)/2 = (A_0/2) (f/2)^{-1/2} Re^{-1}$$
. (7)

В свою очередь, переменная часть вязкого подслоя формирует пульсации масштаба вязкого подслоя δ_{20} , который следует зависимости:

$$(\delta_{20}/d) = B_0 Re^{-1}.$$
 (8)

В равенствах (7), (8) A_0 и B_0 — константы.

Для нахождения связи между y_0 и δ_{20} и, соответственно, между константами A_0 и B_0 обратимся к уравнению (6). Если умножить обе части уравнения (6) на комплекс $B_0(f/2)^{-1/2}Re^{-1}$, получим равенство:

$$B_0Re^{-1} = 0.099B_0(f/2)^{-3/4}Re^{-5/4} + 0.0221B_0(f/2)^{-1/2}Re^{-1}.$$
 (9)

При Re → ∞ первым слагаемым в правой части можно пренебречь, откуда:

$$B_0Re^{-1} = 0.0221B_0 (f/2)^{-1/2}Re^{-1}$$
. (10)

Заменяя левую часть равенства (10) на (δ_{20}/d) из (8), т. е. на половинную толщину вязкого подслоя, получим следующую связь между константами A_0 и B_0 : A_0 = 0,0442 B_0 . Из равенств (1¹) и (7) следует $\eta_{v0} = A_0$. Общепринятая величина

безразмерного параметра η_{y0} = 5. Отсюда A_0 = 5, B_0 = 113.

Принимая, что кажущаяся турбулентная вязкость по мере удаления от стенки линейно возрастает, для турбулентной вязкости пульсаций, генерируемых в вязком подслое v₂₀, можно записать

$$v_{20} = v(y/\delta_{20}) = B_0^{-1}v(y/d)\cdot Re =$$

= 0,00884·v·(y/d)·Re. (11)

Как показывает опыт, средняя скорость жидкости в вязком подслое линейно зависит от расстояния до стенки. Формула $\phi = \eta$, где безразмерный параметр скорости $\phi = U/U^*$, хорошо работает во всей области вязкого подслоя, включая верхний участок, где турбулентная вязкость внутреннего масштаба каждой из пульсаций имеет вязкость, равную молекулярной кинематической вязкости жидкости и в течение периода формирования, и отрыва переменной области вязкости подслоя, турбулентная вязкость вихрей обоих масштабов попеременно заменяет собой кинетиче-СКУЮ ВЯЗКОСТЬ ЖИДКОСТИ.

В принципе, формулы (5), (6), где слагаемые определяются масштабами соответствующих пульсаций [см. уравнение (4)], отражают периодичность чередования этих пульсаций. В качестве еще одного, хотя и косвенного, доказательства предлагаемой модели приложим формулу (5) к вычислению теплоотдачи. Поскольку при малых числах Прандтля (Pr) толщина теплового пограничного слоя значительно больше, чем диффузионного, теплоотдача в такой жидкости будет следовать логарифмическому закону ядра потока. Для жидкостей со средним ($Pr \approx 1$) и, особенно, с большим (Pr >> 1) числом Прандтля, когда весь тепловой пограничный слой находится в вязкой части гидродинамического подслоя, теплоотдача должна следовать уравнению (5¹). Подсчитаем число Nu по уравнению, вытекающему из уравнения (5¹), сохраняя все постоянные:

$$Nu = 0.099 f^{1/4} Pr^{1/4} Re^{3/4} + 0.0221 f^{1/2} Pr^{1/2} Re.$$
 (12)

Табл. 2 демонстрирует результаты расчета по формуле (12) в сравнении с эмпирическими данными Кутателадзе [8].

Данные табл. 2 демонстрируют, что вычисления по уравнению (12) дают очень близкие значения к осредненным значениям эмпирических уравнений, приведенных в монографии [8]. Кроме того, ни один результат из уравнения (12) не выходит из зоны разброса данных [8].

Переходный подслой расположен между верхней границей вязкого подслоя у₀ и нижней границей турбулентного ядра у₁. В этом подслое также действуют пульсации обоих масштабов: с внутренним масштабом δ_2 , исходящие из вязкого подслоя, и с внутренним масштабом δ_1 , формирующиеся в турбулентном ядре. В вязком подслое, где пульсации периодически сменяют одна другую, нужно рассматривать турбулентную вязкость в каждом из полупериодов. Однако, поскольку, начиная с верхней границы вязкого подслоя, размер вихрей увеличивается, пульсации начинают действовать не только поочередно, но и одновременно, сначала частично, а к верхней границе переходного подслоя пульсаций сливаются в единое целое. Соответственно вязкость, начиная с верхней границы переходно-

Таблица 2.

Число Nu при различных значениях чисел Pr и Re

	Pr									
Источник	0.7		1		10		100		200	
	Re									
	10⁴	10 ⁶	10⁴	10 ⁶	10⁴	10 ⁶	10⁴	10 ⁶	10⁴	10 ⁶
Кутателадзе [8]	37.7	1200	39.5	1440	96.5	5020	198.0	11 500	238	14 100
Кутателадзе [8]	31.1	1150	36.5	1450	89	4890	196.0	12 000	248	15 300
Кутателадзе [8]	31.6	1260	36.5	1450	89.5	3640	230.0	9150	304	12 000
Среднее по данным Кутателадзе [8]	33.5	1203	37.5	1447	91.7	4517	208	10 883	263	13 800
По уравнению (12)	34	1265	38.3	1455	87.1	3755	215.0	10 370	286	14 230



Система вентиляции Uponor: здоровый микроклимат в доме

Система вентиляции Uponor гарантирует приток свежего воздуха в жилое помещение, а уникальная технология соединения воздуховодов и фасонных элементов обеспечивает герметичность.

Uponor предлагает стандартную систему вентиляции и предварительно изолированную систему. При производстве используется нетоксичный полипропилен с антистатическими свойствами, устойчивый к коррозии и загрязнениям, что позволяет избежать накапливания пыли и грязи в ходе эксплуатации. Соединения выполняются путем надевания воздуховода на фитинг до упора без саморезов или заклепок.

Одно из преимуществ конструкций — возможность производить резку воздуховодов с помощью ручного инструмента, что повышает скорость монтажа в ограниченном пространстве и неудобных условиях на 20–30% и снижает шанс появления негерметичных стыков до нуля. Минимальная температура воздуха для монтажа системы –15 °С, что особенно актуально при разнообразных климатических условиях на территории России.

Предварительно изолированные продукты аналогичны стандартной вентиляционной системе, но предварительно они покрыты вспененным полиэтиленом толщиной 15 мм. Продукт позволяет осуществлять подачу чистого воздуха с минимальными потерями теплоты, так как энергия не расходуется на охлаждение строительных конструкций, предотвращается появление конденсата на наружных поверхностях.

Изоляция изготавливается из легкого вспененного полиэтилена, который не выделяет аллергенной пыли, вызывающей зуд. го подслоя, выражается следующим образом:

$$v_{v1} = v_{11} + v_{21}$$
. (13)

Согласно уравнению (2), турбулентные вязкости на верхней границе переходного подслоя y_1 :

$$v_{11} = (y_1/d)v(C_1)^{-1} (f/2)^{-1/4} Re^{3/4}$$
. (14)

$$v_{21} = v(y_1/\delta_2) =$$
= 0,00884(y₁/d)vRe. (14¹)

Подставим вязкости, обусловленные обеими пульсациями, в уравнение (13). Поскольку молекулярная вязкость на границе переходного подслоя и ядра погранслоя много меньше каждой из составляющих турбулентной вязкости, этой вязкостью можно пренебречь.

$$v_{y1} = (y_1/d) \cdot v \cdot (C_1)^{-1} (f/2)^{-1/4} Re^{3/4} + 0.00884 (y_1/d) \cdot v \cdot Re^{1}.$$
 (15)

Для нахождения двух неизвестных y_1 и C_1 обратимся к уравнению (6), перемножив все слагаемые на $K(y_1/d)v(f/2)^{1/4}Re$:

$$K \cdot (y_1/d) \cdot (f/2)^{1/2} \cdot v \cdot Re = 0,099 \cdot K \cdot (y_1/d) \cdot v \cdot (f/2)^{-1/4} Re^{3/4} + 0,0221 \cdot K \cdot (y_1/d) v Re).$$
 (16)

Сравнивая вторые слагаемые в правой части уравнений (15) и (16), получим K = 0,4, а из сравнения первых слагаемых правой части $C_1 = 25,25$.

Для нахождения координаты верхней границы переходного подслоя у₁ обратимся опять к модели взаимодействия обоих типов пульсаций. Согласно модели пульсации с внутренним масштабом δ₁ срывают часть вязкого подслоя, генерируя вихри, переходящие в пульсации с внутренним масштабом δ_2 которые, в свою очередь, поддерживают пульсации с внутренним масштабом δ₁. Можно предположить, что переход потока из ламинарного движения в турбулентное связан с возможностью реализации этой цепочки. Отсюда следует, что начало турбулентного движения совпадает с моментом, когда координата у₁ оказывается внутри погранслоя. Для гладкой круглой трубы это значит, что при достижении критического числа Рейнольдса ($Re_{\kappa p}$) соблюдается равенство $y_1 = d/2$. Безразмерный параметр $\eta_{(d/2)} = (f/2)^{1/2} Re/2$. Общепринято, что в трубах переход от ламинарного

течения к турбулентному происходит при $Re_{\kappa p}$ в диапазоне между 2100 и 2300. Экспериментальные данные, приведенные в монографии Шлихтинга [1], показывают, что и в гладких, и в шероховатых трубах $Re_{\kappa p}$ ≈ 2300, причем в точке перехода коэффициент трения при чисто ламинарном движении равен коэффициенту трения в турбулентном движении. Далее, начиная от $Re_{\kappa p}$, фактор трения fувеличивается, достигая при *Re* ≥ ≥ 3300 значений, соответствующих уравнению (6), а также решениям Прандтля, Кармана, Блазиуса и др. Логично предположить, что при $Re = Re_{KD}$ в потоке сначала действуют только пульсации из внешней части погранслоя, к которым при дальнейшем росте числа Рейнольдса Re в диапазоне от $Re_{\kappa \rho}$ до Re ≈ 3350 добавляются и пульсации из вязкого подслоя. Для нахождения переходного числа $Re_{\kappa o}$ оставим в уравнении (5¹) только первое слагаемое:

$$(f/2) = 0.099(f/2)^{1/4}Re_{\kappa p}^{-1/4}.$$
 (5²)

Расчет показывает, что равенство между фактором трения по (5²) и фактором трения при ламинарном движении в трубе f=16/Re соблюдается при $Re_{\rm kp}=2300$. Подставляя это значение в параметр $\eta_{\rm v1}$, получим $\eta_{\rm (d/2)}=68$.

Поле скоростей в переходном полслое

Как упоминалось выше, в вязком подслое и на нижней границе переходного подслоя оба типа пульсаций действуют попеременно, сменяя друг друга. На верхней границе переходного подслоя и в ядре погранслоя оба типа пульсаций действуют одновременно. Если в течение периода время действия каждой из пульсаций одинаково, то при попеременной смене пульсаций скорость потока определяется по среднему значению

$$U = \frac{U_1 + U_2}{2}. (17)$$

$$U_{y1} = \int_{v_0}^{y_1} \frac{\tau}{\rho v_{y1}} dy.$$
 (171)

$$U_{y2} = \int_{v_0}^{y_1} \frac{\tau}{\rho v_{y2}} dy.$$
 (17²)

Здесь V_{y1} и V_{y2} — турбулентные вязкости вихрей с внутренними масштабами δ_1 и δ_2 .



Когда пульсации действуют совместно, скорость определяется из выражения

$$U_{y} = \int_{y_{1}}^{y} \frac{\tau}{\rho(\nu_{y1} + \nu_{y2})} dy.$$
 (18)

Для построения профиля осредненной скорости нужно знать, какую часть времени занимают пульсации, действующие независимо, и какую часть — пульсации, действующие совместно. Положим, что взаимодействие пульсаций, как и кажущаяся турбулентная вязкость, линейно зависит от координаты у и, соответственно, от безразмерной координаты η_y . Тогда доля времени существования профиля скорости, сформированного независимыми пульсациями, составляет $\sigma_{H} = (\eta_{y1} - \eta_{y})/(\eta_{y1} - \eta_{y0})$, а доля времени существования профиля скорости, сформированного совместными пульсациями, составляет σ_c = 1- σ_H = $(\eta_y - \eta_{y0})/(\eta_{y1} - \eta_{y0})$. Выражение для осредненной скорости поперек переходного подслоя принимает вид:

$$U = \sigma_{H} (U_1 + U_2)/2 + \sigma_{C}U.$$
 (19)

Подстановка вязкостей от обеих пульсаций с учетом указанных выше долей, а также частично объединенных пульсаций в уравнение (19) и последующее интегрирование уравнения (19) от η_{y0} до η_{y} позволяют получить все поле скорости от стенки до внешней границы погранслоя. Поскольку окончательное выражение содержит слишком много слагаемых, представим это выражение в сокращенной форме:

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 =$$
= 1,25 $(f/2)^{1/2}$ Re $(C_1/B_1 + C_2/B_2)$, (20)

где $B_1 = 0.099[\eta_{y_1}/(\eta_{y_1} - \eta_{y_0})](f/2)^{-1/4} \times \times \text{Re}^{3/4} - \eta_{y_0}/(\eta_{y_1} - \eta_{y_0})(f/2)^{1/2}Re, (20^1)$

$$B_2 = 0.0221 [\eta_{y1}/(\eta_{y1} - \eta_{y0})] Re - \eta_{y0}/(\eta_{y1} - \eta_{y0}) (f/2)^{1/2} Re, \quad (20^2)$$

$$C_1 = \ln[\eta/(B1 + 0.0221/(\eta_{y1} - \eta_{y0}) \times Re \, \eta]/\{\eta_{y0}/[B1 + 0.0221Re\eta_{y0}/(\eta_{y1} - \eta_{y0})]\},$$
 (20³)

$$C_2 = \ln(\eta/[B2 + 0.099(f/2)^{-1/4}Re^{3/4} \times \eta/(\eta_{y_1} - \eta_{y_0})]/\{(\eta_{y_0}/[B2 + 0.099(f/2)^{-1/4} \times Re^{3/4}\eta_{y_0}/(\eta_{y_1} - \eta_{y_0})]\}.$$
(204)

Автор приводит уравнения (20), как инструмент для дальнейшего изучения при оптимизации теплои массообмена. На рис. 1 показано поле скоростей турбулентного потока в диапазоне чисел *Re* от 10⁴ до 10^{7} , рассчитанное по формуле (20) для переходного подслоя от $\eta_{v_0} = 5$ до η_{v1} = 70. Кривая на рис. 1 хорошо совпадает с кривой, приводимой Шлихтингом в монографии [1]. Видно, что кривые на рис. 1, построенные для различных чисел Re, при приближении к внешней границе переходного слоя несколько отличаются друг от друга, но это отличие крайне невелико: соответствующее среднее стандартное отклонение составляет 1,5%, и максимальное отклонение нигде не превышает 2%. Это означает, что для проведения практических расчетов они могут быть аппроксимированы некоторой универсальной зависимостью вида $\phi = \phi(\eta)$, которая может быть сопряжена с универсальным профилем Прандтля для ядра пограничного слоя.

Поле скоростей в ядре погранслоя

В режимах развитой турбулентности в трубах ядро включает

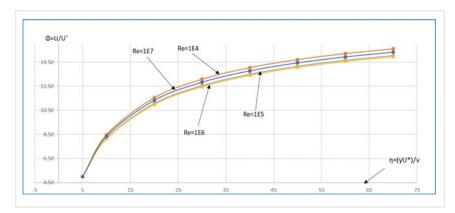


Рис. 1. Поле осредненных скоростей в переходном подслое

большую часть пограничного слоя от внешней границы переходного подслоя y_1 до внешней границы погранслоя d/2. Как следует из модели, в этой области оба типа пульсаций сливаются в одно целое, т. е. при расчете поля осредненных скоростей в ядре погранслоя можно пользоваться единой турбулентной вязкостью, рассчитанной как сумма двух компонентов:

$$v_y = v_{y\delta 1} + v_{y\delta 2} = (y/\delta_1)v + (y/\delta_2)v.$$
 (21)

Подставляя в уравнение (21) значения δ_1 и δ_2 , а также C_1 = 25,25, B_0 = 113 = 45,25*2,5, для сечения y внутри турбулентного ядра получим

$$v_y = (y/d)v[(f/2)^{-1/4}Re^{-3/4}/C_1 + Re/B_0] = 0.4(y/d)v[0.099 (f/2^{-1/4}Re^{3/4} + 0.0221Re].$$
(22)

Выражение, приведенное в квадратных скобках, может быть заменено на $(f/2)^{1/2}$ Re в соответствии с уравнением (6). Отсюда:

$$v_y = 0.4(y/d)v(f/2)^{1/2}Re.$$
 (23)

Подставляя (23) в уравнение Буссинеска $\tau/\rho = v_t (dU/dy)$, получим

$$U(dy) = 2.5 \int_{y_1}^{y} \tau / \left[\mu \left(\frac{f}{2} \right)^{1/2} \text{Re} \right] \frac{dy}{y}, (24)$$

где $\mu = \nu \rho$ — динамическая молекулярная вязкость жидкости.

Заменяя в уравнении (24) скорость U и координату y на безразмерные параметры ϕ и η и интегрируя, приходим к уравнению Прантля:

$$\varphi = 2.5 \cdot \ln(\eta) + 5.5,$$
 (25)

где ϕ — безразмерный параметр скорости, ϕ = *U/U**.

Течение в трубах с песочной шероховатостью

Так же как и в гладкой трубе, течение жидкости в трубах с песочной шероховатостью хорошо изучено и описано в работах Никурадзе, Кармана, Прандтля и пр. При этом наибольшее влияние уделено режимам с полным проявлением шероховатости при безразмерном параметре расстояния от стенки $\eta_{\rm m} = (kU^*)/\nu > 70$. Многочисленные эксперименты показывают, что при полном проявлении шероховатости, т. е. при значении $\eta_{\rm m} > 70$, фактор трения становится



Паяные пластинчатые теплообменники «Кельвион» с рифлением пластин М

Эксперты в теплообмене «Кельвион» представляют новые пластины типа М для паяных пластинчатых теплообменников (ТО) серии GB1000 с присоединениями DN100. Новое рифление — это промежуточный вариант между существующими типом Н, характеризующимися максимальной удельной производительностью, и типом L с низкими потерями давления.

Новинка оптимальна для применения в системах холодоснабжения и кондиционирования воздуха, в системах отопления и горячего водоснабжения, а также при использовании в тепловых насосах.

Рифление М обладает большой «термической длиной», позволяющей передавать тепло даже при небольших значениях температурного напора. При этом ТО с пластинами М характеризуются более низкими потерями давления по сравнению с пластинами Н и большей мощностью, чем с рифлением L.

ТО GB1000M работают с высокими расходами — до 150 м³/ч — и обеспечивают максимальные значения коэффициентов теплопередачи. Они отличаются высокой безопасностью и отсутствием протечек благодаря 100%-ным гидравлическим испытаниям, а также проверке инертным газом на утечки.

Входные патрубки привариваются как к передней панели, так и к первой теплообменной пластине, обеспечивая двойную герметизацию. Специальная камера безопасности поглощает вызванное колебаниями температуры напряжение, снижая механическую нагрузку на присоединения и аппарат в целом.

Паяные ТО GB1000M подходят для применения в диапазоне от -196 до +200 °C и для давления до 45 бар.

величиной постоянной, не зависящей от числа Re. Относительная шероховатость определяется как $k_s = k/R$, здесь k — высота элементов шероховатости (для песочной шероховатости — размер песчинок), R = d/2 — радиус трубы.

Для профиля скоростей при $\eta_y > \eta_{\text{ш}}$ в трубе с песочной шероховатостью по экспериментальным данным Никурадзе было получено уравнение [1]:

$$\Phi = 2.5 \cdot \ln(y/k) + 8.5.$$
 (26)

Уравнение (26) похоже на уравнение (25). Отличаются только выражения под знаком логарифма (yU^*/v) в (25) и y/k в (26) и значения постоянных 5,5 в (25) и 8.5 в (26). Карманом [1] была получена формула для коэффициента сопротивления в шероховатой трубе:

$$f = [4*\log(R/k) + 3,48]^{-2}$$
. (27)

Однако формула Прандтля $f^{1/2}$ = [4lg(2 $Ref^{1/2}$) – 1,6] -1 для расчета коэффициента сопротивления в гладкой трубе при высоких числах Re не согласуется с выражением (27). Чтобы доказать это, приравняем правые части обеих формул. Положим, что коэффициент k в выражении (31) достаточно мал, а число Re достаточно велико, что позволяет рассматривать шероховатую трубу как гладкую. Тогда:

$$4*\log(2Re\ f^{\frac{1}{2}}) - 1,6 = 4*\log(R/k) + 3,48,$$

откуда $Re \cdot f^{1/2} = 9,3 \cdot (R/k)$. Однако, если исходить из общепринятого и экспериментально подтвержденного понятия о том, что полное проявление шероховатости начинается от $\eta_{\rm m} = kU^*/v = 70$, связь между числом Re и параметром шероховатости: $Re \cdot f = 280 \ (R/k)$.

Чтобы устранить несоответствие уравнений Прандтля и Кармана, решение должно обеспечить соответствие обоих уравнений в области, где шероховатая труба становится гладкой, т. е. уравнение для расчета трения, учитывающее влияние шероховатости на сопротивление трубы, должно превращаться в уравнение Прандтля, когда значение абсолютной k и относительной $k_s = k/R$ шероховатостей устремляются к 0. Такому условию отвечает, в частности, уравнение (6) для коэффициента трения в гладких трубах:

$$(f/2)^{\frac{1}{2}} = 0.099 \cdot (f/2)^{-1/4} \cdot Re^{-1/4} + 0.0221.$$

В этом уравнении первое слагаемое в правой части представляет влияние пульсаций из ядра пограничного слоя, а второе слагаемое описывает пульсации, генерируемые в вязком подслое и не зависящие от свойств поверхности. Таким образом, для коэффициента трения в шероховатой трубе можно записать:

$$(f/2)^{\frac{1}{2}} =$$

= $C \cdot (f/2)^{-1/4} Re_{\kappa p}^{-1/4} + 0.0221.$ (28)

Здесь C — постоянный коэффициент, определяемый из опытных данных, а $Re_{\rm kp}$ — значение числа Re, при котором величина фактора трения для заданной шероховатости становится постоянной. Из опытов Никурадзе можно определить, что фактор трения f становится постоянным при числе $Re_{\rm kp}$, отвечающем условию $(f/2)\cdot(k\cdot U^*)/v\cdot 1212 = 70$, где высота шероховатостей k определяется из коэффициента относительной шероховатости $k = k_{\rm s}d/2$, и

$$Re_{KD} = 140 \cdot k_s^{-1} \cdot (f/2)^{-1}$$
. (29)

Подставив (29) в (28), получим:

$$(f/2)^{1/2} = (C/3,44) \cdot k_s^{1/4} + 0,0221.$$
 (30)

Из опытных данных находим постоянную C = 0,427. Отсюда закон сопротивления для шероховатых труб выражается через число Re

$$(f/2)^{1/2} = 0.427 \cdot (f/2^{-1/4} \cdot Re_{\kappa p}^{-1/4} + 0.0221$$
 (31)

или через относительную шероховатость

$$(f/2)^{1/2}$$
 = = 0,124· k_s ^{1/4} + 0,0221. (31¹)

Для получения профиля скоростей в трубе с шероховатой поверхностью используем тот же метод, что и для вычисления профиля скорости в гладкой трубе.

Как и для гладкой трубы, принимаем, что кажущаяся турбулентная вязкость по мере удаления от стенки линейно возрастает. Для турбулентной вязкости пульсаций с внутренним масштабом δ_2 , определяющих правое слагаемое в правой части уравнения (31), аналогично равенству (14) можно записать:



$$v_{2y} = (y/\delta_2) \cdot v = 0.00884 \cdot (y/d) \times v \cdot Re_{KP}.$$
 (32)

Для турбулентной вязкости пульсаций с внутренним масштабом δ_1 аналогично гладким трубам имеет место уравнение (13)

$$\delta_1/d = C_1 \cdot (f/2)^{1/4} \cdot Re_{\kappa p}^{-3/4}, \quad (33)$$

где C_1 — константа.

Турбулентная вязкость пульсаций с внутренним масштабом δ_1 , аналогично турбулентной вязкости пульсаций из вязкого подслоя с внутренним масштабом δ_2 , определяется как $\nu_{\delta 1} = \nu$, а турбулентная вязкость в сечении ν_1 равна

$$v_{1y} = (y_1/d) \cdot v \cdot (C_1)^{-1} \times (f/2)^{-1/4} Re_{Kp}^{-34}.$$
(34)

Представленная здесь модель предполагает, что, как и в гладкой трубе, в вязком и переходном подслоях действуют пульсации обоих масштабов, которые объединяются в ядре турбулентного подслоя. Если в вязком подслое оба типа пульсаций действуют попеременно, то в переходном подслое они сливаются сначала частично, а к верхней границе — полностью. Поэтому в вязком подслое, где пульсации периодически сменяют одна другую, нужно рассматривать вязкость в каждом из полупериодов. Соответственно вязкость определяется следующим образом начиная с верхней границы переходного подслоя у₁:

$$v_{ty} = v_{1y} + v_{2y}$$
. (35)

Подставив в (35) компоненты турбулентной вязкости из (32) и (34), получим:

$$v_{\text{ty}} = 0.4v(y/d)Re_{\kappa p} \times \\ \times [(2,5/C_1)(f/2)^{-1/4}Re_{\kappa p}^{-1/4} + \\ + 0.0221v].$$
 (36)

Заменив теперь выражения в прямоугольных скобках на (f/2)^{1/2}, из уравнения (31) получим:

$$v_{ty} = 0.4v(y/d)Re_{\kappa p} f^{1/2}$$
. (37)

Профиль скорости может быть найден из ранее приведенного выражения (18). После соответствующих подстановок (18) принимает вид:

$$\varphi = \frac{U_y}{U^*} = 2.5 \int_{y_1}^{y} \frac{dy}{y}.$$
 (37)

Если переписать уравнение (38), добавив высоту шероховатостей *k*, получим общепринятую формулу

$$\varphi = 2.5 \cdot \ln(y/k) \tag{39}$$

Как уже указывалось, поскольку в вязком подслое оба типа пульсаций действуют попеременно, полностью сменяя друг друга, скорость потока, как и в гладкой трубе, определяется по среднему значению системой уравнений (17).

Для расчета профиля осредненной скорости в переходном подслое, как и для гладкой поверхности, нужно учитывать долю пульсаций масштабов δ_1 и δ_2 , действующих независимо друг от друга, и долю пульсаций, действующих совместно.

Гладкая и шероховатая пластины

Поскольку методика, изложенная в настоящей работе, предполагается универсальной, ограничимся здесь только расчетными зависимостями для вычисления коэффициента трения. Для гладкой пластины:

$$(f/2)^{1/2}$$
 = = 0,135 $(f/2)^{-1/4}Re_x^{-1/4}$ + + 0,0221. (40)

Здесь f = f(x) — локальный коэффициент трения $Re_x = (Ux)/v$, x — расстояние от рассматриваемого сечения до передней кромки пластины. В диапазоне чисел Re_x от 10^6 до 10^8 расхождение с опытными данными Вигхардта и Шлихтинга [1] не превышает 2%.

Для шероховатой пластины уравнение (40) принимает следующий вид:

$$(f/2)^{1/2}$$
 = = 0,54 $(f/2)^{-1/4}Re_{x\kappa p}^{-1/4}$ + + 0,0221. (41)

Используя относительную шероховатость k_s как отношение высоты шероховатости k к длине x, получим:

$$(f/2)^{1/2}$$
 = = 0,056· $(f/2)^{-1/4}$ · $k_s^{1/4}$ + + 0,0221. (41)

Результаты расчетов по обеим формулам (41) и (41¹) хорошо совпадают как между собой, так и с

опытными данными, а также с результатами расчета по интерполяционной формуле, приведенной в монографии Шлихтинга [1]: $f = [2,87-1,58 \cdot \log(k_s)]^{-2.5}$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнение зависимостей (6), (31), (40) и (41) для гладкой и шероховатой труб и для пластины показывает, что все зависимости выглядят подобно: во всех перечисленных уравнениях первые слагаемые в правой части характеризуют пульсации с внутренним масштабом δ_1 , генерируемые в ядре турбулентного подслоя. Во всех этих слагаемых содержится число Рейнольдса в степени -1/4, что является следствием потока диссипации в ядре погранслоя и следует закону 34. Второе слагаемое во всех зависимостях — константа 0,0221, представляющая влияние пульсаций, генерируемых в вязком подслое. Можно назвать это слагаемое константой пристенной турбулентности. Все это подчеркивает возможность создания единой теории пристенной турбулентности для широкого поля поверхностей и геометрий на основе предлагаемой полуэмпирической модели с универсальными константами.

Автор выражает глубокую благодарность за ценные советы и редактирование к.т.н. М. Реузу и к.т.н. О. Маньковскому.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М., Наука, 1974.
- 2. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. М., Наука, 1973.
- 3. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика, т. 2. Гидродинамика. М., Гостехиздат, 1953.
- 4. Левич В. Г. Физико-химическая гидродинамика. М., Физматгиз, 1959.
- 5. Берман Я. А., Маньковский О. Н., Марр Ю. Н., Рафалович А. П. Системы охлаждения компрессорных установок. Л., Машиностроение, 1984.
- 6. Деменок С. Л., Сивуха С. М., Медведев В. В. Визуализация течения жидкости в каналах. Страта, 2015.
- 7. Репник Е. У., Соседко Ю. П. Турбулентный пограничный слой. М., Физматлит, 2007.
- 8. Кутателадзе С. С. Основы теории теплообмена. М., Атомиздат, 1979.



СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

О. В. Канашина, ведущий специалист по работе с проектными организациями АО «Фирма Изотерм»

При проектировании систем инженерного оборудования зданий и, в частности, систем отопления решаются задачи обеспечения требуемых параметров микроклимата, определяемых условиями комфортного пребывания человека и требованиями технологических процессов. От их решения зависят самочувствие и работоспособность людей, а также качество производимой продукции.

Распределение параметров микроклимата в отапливаемом помещении представляет собой результат взаимодействия множества факторов: теплотехнические характеристики ограждений, режим погоды, геометрия помещения с размещенной внутри мебелью, оборудование, температурный режим сопряженных помещений, тип, мощность и расположение отопительных приборов, параметры системы вентиляции, наличие внутренних источников теплоты и т. д.

Параметры микроклимата обслуживаемой зоны помещений жилых, детских дошкольных, административных и бытовых зданий, а также качества воздуха в обслуживаемой зоне указанных помещений и общие требования к оптимальным и допустимым параметрам микроклимата, к качеству воздуха устанавливает ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

В создании комфортного микроклимата ответственная и решающая роль возложена на системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Отопительные приборы являются одним из основных элементов системы отопления, и предназначены для передачи тепла от теплоносителя в помещения зданий, в которых необходимо обеспечить требуемый температурный режим. Расчетный тепловой поток от теплоносителя определяется пу-

тем составления теплового баланса для каждого отапливаемого помещения в зависимости от его назначения и режима эксплуатации с выявлением общей потребности в тепле. Данный тепловой поток определяет мощность отопительного прибора.

Для отопления зданий на современном рынке существует огромный выбор решений от лаконичных стальных панельных радиаторов до высокоэнергоффективных современных медно-алюминиевых конвекторов.

Эффективность работы отопительных приборов зависит от нескольких факторов, в том числе от их конструкции, способов их монтажа и установки в помещении, а также от схемы подключения к системе отопления. Все эти факторы должны быть всесторонне оценены по экономическим, техническим, эстетическим показателям, а также по теплотехническим свойствам (количество затрачиваемого на обогрев помещения тепла, доля отдаваемого прибором конвективного и лучистого тепла и др.) и учтены на стадии проектирования системы отопления.

Отопительные приборы по преобладающему способу передачи тепловой энергии делятся на три группы:

1. Радиационные приборы, передающие излучением не менее 50% общего теплового потока. К первой группе относятся потолочные отопительные панели и излучатели.

- 2. Конвективно-радиационные приборы, передающие конвекцией от 50 до 75% общего теплового потока. Вторая группа включает радиаторы секционные и панельные, гладкотрубные приборы, напольные отопительные панели.
- 3. Конвективные приборы, передающие конвекцией не менее 75% общего теплового потока. К третьей группе принадлежат конвекторы с кожухом и без кожуха, ребристые трубы.

Существенными факторами, от которых зависит самочувствие человека в помещении, является распределение температуры и скорости движения воздуха в объеме помещения. Особенности формирования поля температуры и скорости в помещении в значительной степени также зависят от типа отопительного прибора и его размещения. Многообразие типов отопительных приборов, предлагаемых отечественными и зарубежными производителями, приводит к необходимости проведения сравнительных исследований по оценке их эффективности. Такие исследования, направленные на изучение формирования температурного поля отапливаемых жилых помещений, представляют интерес как для проектировщиков, так и для производителей отопительных приборов.

В данной статье приведены исследования двух работ, результаты которых иллюстрируют влияние работы системы отопления с отопительными приборами разного ти-





Рис. 1. Медно-алюминиевый конвектор «Атолл» (АО «Фирма Изотерм»)

па на формирование параметров микроклимата помещения, полученные методом численного моделирования.

Работа № 1. Исследовательская работа по сравнению эффективности работы конвектора и радиатора, выполненная методом численного моделирования

Для изучения особенностей формирования микроклимата в помещениях с притоком через вентиляционные клапаны и отопительными приборами различного типа была проведена исследовательская работа методом численного моделирования — конвектор и радиатор [1]. Расчет проводился с помощью программы STAR CD, предназначенной для изучения и расчета гидродинамики и теплообмена различных сред.

Моделирование работы отопительных приборов (конвектора и радиатора) выполнено на примере типовой комнаты: 6 х 3 м, высота 2,56 м, с одним окном 1,5 х 1,5 м. Поступление приточного воздуха в помещение осуществлялось через приточные клапаны. Температура наружного воздуха принималась минус 26 °C. Сопротивление теплопередаче оконного блока принималось $R = 0.51 \text{ м}^2\text{K/BT}$. Теплообмен с соседними помещениями не учитывался. В качестве исследования применялись настенный медно-алюминиевый конвектор «Атолл» (производства АО «Фирма Изотерм») и стальной панельный радиатор (рис. 1, 2).

Математическое моделирование нестационарной задачи формирования температурного поля в помещении комнаты объемом с использованием результатов экспериментальной оценки конвективной и лучистой составляющих теплового потока отопительных приборов позволило выяснить характерные особенности приборов:

- Поля температуры и скорости воздуха в жилых помещениях при подаче наружного воздуха через вентиляционные клапаны неоднородны.
- Формирование поля температуры и скорости воздуха в помещении в значительной степени зависит от типа отопительного прибора.
- Изучение особенностей формирования полей температуры и скорости в объеме жилой комнаты, выполненное методом численного моделирования, показало, что конвектор, имеющий более мощную конвективную струю по сравнению с радиатором, обеспечивает более стабильное и равномерное температурное и скоростное поле в объеме помещения при открытых приточных вентиляционных клапанах.
- Использование конвекторов в качестве отопительных приборов предпочтительнее радиаторов, т. к. они более динамичны.
- При расположении конвектора под окном за счет более мощной конвективной струи снижается влияние холодной поверхности окна, что улучшает тепловой комфорт помещения, уменьшая радиационное охлаждение людей. Взаимодействие конвективной струи конвектора и холодной приточного воздуха обеспечивает вблизи наружной стены более равномерное вертикальное распределение температуры.

Анализ конструкций сравниваемых отопительных приборов и их инерционных качеств показывает, что наилучшими с точки зрения регулирования являются конвекторы.



Рис. 2. Стальной панельный радиатор

В качестве иллюстрации работы отопительных приборов на рис. 3, 4 приведены расчетные поля температуры и модуля скорости через 49 минут от момента включения приборов — при достижении стационарного режима для конвектора.

При работе конвектора поле температуры в комнате более равномерное по сравнению с радиатором (рис. 3, б). Четко прослеживается конвективная струя от конвектора, препятствующая проникновению холодного воздуха в нижнюю зону комнаты. Поле температуры однородно — температура во всех точках равна 22 °C. Зона с модулем скорости 0,2 м/с локализована в середине комнаты (рис. 4, б). В течение десяти минут поступления холодного воздуха в комнату при работе конвектора изменений в распределении температуры не наблюдается. По-

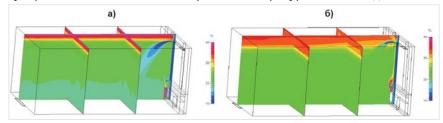


Рис. 3. Поле температуры в вертикальном сечении комнаты: а) при работе радиатора; б) при работе конвектора

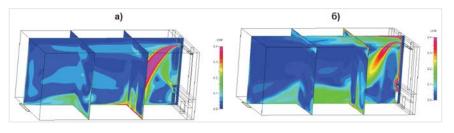


Рис. 4. Поле модуля скорости в вертикальном сечении комнаты: а) при работе радиатора; б) при работе конвектора



ле скорости за это время выравнивается. При работе конвектора струя холодного воздуха не достигает пола. Скорость струи на уровне высоты подоконника составляет 0,2 м/с.

При работе радиатора холодный воздух от клапана опускается в нижнюю зону; температура в нижней части комнаты по всей длине ниже 20 °С (рис. 3, а). В нижней зоне комнаты по всей длине наблюдается большая, чем для конвектора, подвижность воздуха, модуль скорости равен 0,2–0,3 м/с. Для радиатора зона более высоких значений скорости локализована в центре нижней части комнаты (рис. 4, а).

Факел холодного воздуха из клапана при работе радиатора достигает пола и захватывает почти всю 2-метровую зону, прилегающую к окну. Скорость потока воздуха у пола достигает 0,4 м/с. Струя достигает пола в пределах 2-метровой зоны вблизи окна. В случае конвектора нагретая конвективная струя препятствует опусканию холодного воздуха; в нижней зоне комнаты поддерживается более высокая температура.

Сравнение полей температуры в объеме помещения при работе

конвектора и радиатора позволяет сделать вывод о том, что при работе конвектора поле температуры в комнате более однородно вследствие преобладания конвективной составляющей теплообмена. Распределение модуля скорости потока при работе конвектора также более равномерно по объему комнаты. Использование конвекторов в качестве отопительных приборов предпочтительнее радиаторов, т. к. они более динамичны, обладают низкой тепловой инерцией, имеют более мощную конвективную струю, что позволяет создать тепловую завесу у окон, препятствовать наличию сквозняков в помещении и образованию конденсата на остеклении.

Работа № 2. Результаты численного моделирования и экспериментальных испытаний внутрипольного конвектора «Гольфстрим»

В данной работе приводятся данные исследований испытаний внутрипольного конвектора с естественной конвекцией «Гольфстрим» КРК 20.11.150 (производства АО «Фирма Изотерм»), полученных экспериментально в лаборатории и ме-

тодом математического моделирования.

Силами инженерно-технической службы компании АО «Фирма Изотерм» проводились численные расчеты на базе современной специализированной программы FloEFD. FloEFD (производитель — американская компания Mentor, а Siemens Business) — это полностью интегрированный в системы CAD пакет для решения задач гидрогазодинамики и теплообмена, который позволяет инженерам создавать более качественные решения за меньшее время.

Чтобы рассчитать физический процесс, то есть изменение физических параметров в пространстве и времени, его надо сначала смоделировать. Для решения численных задач были построены трехмерные модели внутрипольного конвектора «Гольфстрим» КРК 20.11.150 (рис. 5) и испытательная камера (с размерами и условиями согласно требованиям DIN EN 16430-2).

Результаты математического моделирования сопоставлены с данными, полученными в испытательной лаборатории института HLK Stuttgart (Германия).

Результаты испытаний и расчета приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Данные испытаний и моделирования отопительного прибора

	Условное		Да	Данные			
Наименование величин	обозначения	Ед. изм.	испытаний	моделирования			
Атмосферное давление	В	кПа	97,0	97,0			
Температура воздуха (определяющая температура)	$t_{\scriptscriptstyle B}$	°C	20	20,55			
Температура теплоносителя на входе в отопительный прибор	t_1	°C	85,4	85,4			
Температура теплоносителя на выходе из отопительного прибора	t_2	°C	73,0	73,77			
Разность температур теплоносителя в приборе	$t_1 - t_2$	°C	12,4	11,63			
Средняя температура теплоносителя в приборе	$t_m = (t_1 - t_2)/2$	°C	79,2	79,59			
Разность между средней температурой теплоносителя в приборе и определяющей температурой воздуха в помещении (температурный напор)	$\Delta T = t_m - t_{\scriptscriptstyle \rm B}$	°C	59,2	59,04			
Расход теплоносителя	$M_{\sf np}$	кг/с	7,4916·10-3	7,4916·10-3			
Тепловой поток испытываемого отопительного прибора	$Q_{\scriptscriptstyleИЗМ}$	Вт	390	371			
Тепловой поток испытываемого отопительного прибора при стандартном (нормальном) атмосферном давлении В = 1013,3	<i>Q</i> _{изм. 1013,3}	Вт	403	383			
Номинальный тепловой поток испытываемого отопительного прибора при нормальных условиях	$Q_{ин.\;y}$	Вт	590	563			



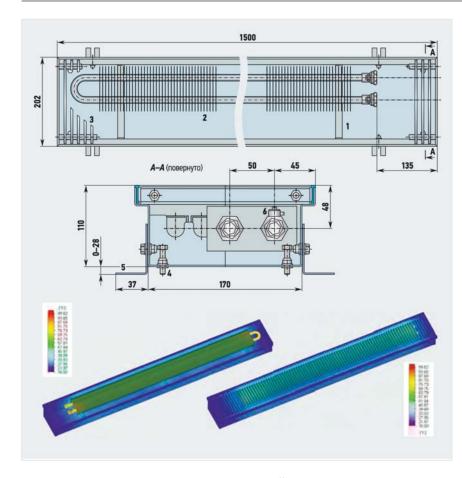


Рис. 5. Конвектор КРК 20.11.150 концевой (АО «Фирма Изотерм»): 1— короб установочный; 2— теплообменник; 3— решетка; 4— болты упорные; 5— кронштейны; 6— клапан воздухоспускной

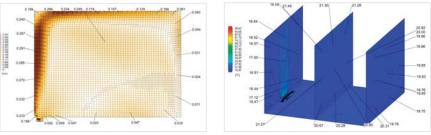
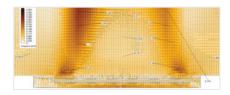


Рис. 6. Скоростные и температурные поля в камере



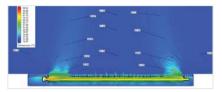


Рис. 7. Скоростные и температурные поля в камере и конвекторе

Как следует из табл. 1, при численном моделировании значение теплового потока на 4,9% меньше полученного при испытаниях в камере.

Проведение виртуальных тепловых испытаний (моделирование) при помощи программных средств позволяет

получить более полную информацию об отопительных приборах и условиях их работы. Например, на рис. 6 и 7 показаны скоростные и температурные поля в камере и встроенном в конструкцию пола конвекторе, на основе которых возможно проводить оптимизацию конструк-

тивных решений и определять условия их работы.

Как следует из рис. 6, 7, программа предоставляет достаточно подробные данные, позволяющие оценить распределение всех параметров микроклимата в любой области помещения, в том числе не только воздушной среды, но и твердых тел (строительных ограждений, приборов отопления, охлаждения).

Таким образом, привлечение современных методов математического моделирования микроклимата расширяет возможности проектирования, позволяет получить более полную и четкую картину распределения всех необходимых параметров микроклимата в помещении, сравнить эффективность работы различных отопительных приборов и выбрать достойное решение.

Постоянно работая над оптимизацией конструкции конвекторов для систем водяного отопления и расширения линейки продукции, компания АО «Фирма Изотерм» учитывает данные не только от результатов лабораторных исследований, но и широкие возможности компьютерного моделирования как самих изделий, так и условий, близких к реальным, в которых прибор будет эксплуатироваться. Данный подход позволяет, помимо усовершенствования конструкции приборов отопления в целях получения высоких показателей тепловой мощности и энергоэффективности, еще и математически смоделировать микроклимат в различных типах помещений и обеспечить необходимый тепловой комфорт.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Дацюк Т. А., Пухкал В. А., Ивлев Ю. П. Результаты моделирования микроклимата жилых помещений при различных типах отопительных приборов. Инженерно-строительный журнал. № 6, 2013.
- 2. СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».
- 3. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».
- 4. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. М.: Энергоатомиздат, 1984. 152 с., ил.



ЖИЛИЩЕ В УМНОМ ГОРОДЕ: ПРОБЛЕМА И ПУТИ РЕШЕНИЯ

С. В. Корниенко, и. о. заведующего кафедрой «Архитектура зданий и сооружений», профессор кафедры «Урбанистика и теория архитектуры» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»

Аннотация. Систематизированы основные требования к жилищу в умном городе. Указанные требования являются основой построения системы понятий, необходимых для разработки целостной концепции «Умный город».

Ключевые слова: жилище, умный город, комфорт, климат, энергоэффективные здания, зеленое строительство, солнечная энергия, цифровизация, энергоэффективность, энергосбережение.



СЕРГЕЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ КОРНИЕНКО Российский ученый, доктор технических наук, педагог, инженер-архитектор.

Основные направления научной деятельности — теория и методы расчета температурно-влажностного режима ограждающих конструкций, научные основы повышения энергоэффективности зданий, разработка нормативных документов. Является научным руководителем подготовки магистров по направлению «Энергоэффективное градостроительное проектирование». Подготовил свыше 15 лауреатов и дипломантов международных и всероссийских конкурсов в области архитектуры и строительных наук. Автор более чем 170 научных и учебнометодических работ.

Поиск идеального жилища всегда волновал человека. Еще в IV в. до н. э. Платоном в диалоге «Государство» были заложены основы античной концепции идеального города. В основу этой концепции были положены представления о наиболее совершенных моделях расселения людей. В дальнейшем идеи Платона получили развитие в творчестве архитекторов, а также теоретиков, разрабатывавших социальные утопии.

Сегодня эта проблема приобретает особую значимость в связи с развитием концепции «умный город» [1–10].

Так каким же должно быть жилище в умном городе?

1. Полицентричный город как эффективная модель расселения

Следует обратить особое внимание на совершенствование системы расселения. Структура моноцентричного города, сформировавшегося вокруг одного городского центра, не всегда устойчива. В таком мегаполисе существуют риски деградации городской среды, обусловленные высокой стоимостью земельных участков, транспортным коллапсом, плохой экологией, регулярными вирусными эпидемиями.

Более эффективной моделью расселения является полицентрич-

ный город, основанный на существовании нескольких взаимосвязанных городских центров. Они могут располагаться в удалении от исторического центра, в том числе и в пригородах, дополняя старый городской центр и конкурируя с ним. Специфическая черта полицентричного города — наличие на его территории нескольких центров притяжения. Это принципиально отличает его от моноцентричного города, в границах которого выделяется один центр притяжения. Пространственная структура полицентричного мегаполиса или агломерации определяется взаиморасположением центров притяжения различных уровней. Такая структура центров усложняет конфигурацию потоков различной природы (энергии, вещества, информации), но обеспечивает многофункциональность и вариантность потребления городского пространства жителями (рис. 1, 2).

Географы построили модель, определяющую оптимальное пространственное распределение центров экономической деятельности, — модель Кристаллера (рис. 3).

Согласно этой модели крупные городские центры располагаются в узлах шестиугольной решетки [11]. Каждый из центров окружен кольцом городов меньшего масштаба;



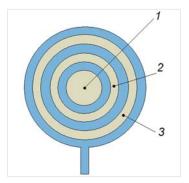


Рис. 1. Модель города-государства по Платону: 1 — философы; 2 — воины; 3 — ремесленники и крестьяне

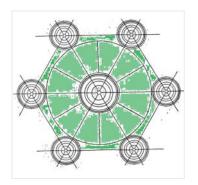


Рис. 2. Идеальная схема городов-садов Говарда



Рис. 3. Модель Кристаллера

те, в свою очередь, окружены тяготеющими к ним еще меньшими населенными пунктами. Ясно, что в действительности такое правильное иерархическое распределение встречается очень редко: множество исторических, политических, географических факторов нарушает пространственную симметрию. Описываемая статическая модель оптимизации является возможным, но маловероятным исходом эволюции [12].

В более совершенной динамической модели оптимизации — модели полицентричного города — авторы исходят из гипотезы о том, что в городе существует ряд взаимосвязанных общественно-деловых зон, которые могут располагаться в удалении от городского ядра. Новые зоны функционально связаны между собой и эволюционируют во времени. Модель позволяет определить возможную «историю урбанизации» и проследить возникновение иерархически упорядоченной активности. Модель показывает, что даже если начальное состояние системы совершенно однородно, то одной лишь игры случайных факторов достаточно для нарушения симметрии — появление зон с высокой концентрацией активности и одновременным спадом экономической активности в других областях и оттоком из них населения. Система сама выбирает сценарии развития событий.

Создание полицентричного города нацелено на образование компактных планировочных структур, что очень важно для решения глобальной задачи зеленой экономики — энергосбережения и повышения энергетической эффективности [13–16].

2. Регулирование климатических воздействий — важный аспект создания комфортной энергоэффективной среды

Еще Витрувий в «Десяти книгах об архитектуре» писал, что «…при устройстве домов надо… принимать во внимание свойства отдельных стран и различия в их

климатических условиях». В правильно спроектированном здании всегда должно обеспечиваться регулирование климатических воздействий. Это означает, что в таком здании наилучшим образом должны быть использованы положительные и нейтрализованы отрицательные воздействия наружного климата на энергетический баланс здания. Подвергаясь различным климатическим воздействиям, внешняя оболочка здания должна обеспечивать требуемую теплозащиту помещений, защиту от влаги, иметь необходимые воздухоизоляционные свойства.

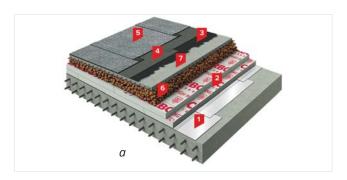
Климат большей части территории нашей страны более суров и разнообразен, чем в других государствах. Это требует повышенного внимания к теплозащите зданий в холодный период года. Но в жарких районах необходимо защищать здания от перегрева вследствие солнечного излучения и обеспечивать искусственное охлаждение помещений в течение теплого периода года.





Рис. 4. Энергоэффективные здания: а — купольный дом; б — скандинавский дом





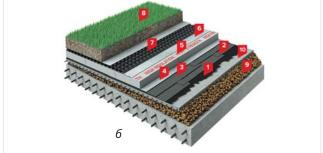


Рис. 5. Традиционная крыша по бетонному основанию (а) и зеленая крыша (б) [21]

Здание должно иметь компактную форму и высокий уровень теплозащиты [17]. Сокращение площади внешней оболочки позволяет существенно снизить климатическую нагрузку на здание, уменьшить тепловые потери, сократить материально-технические ресурсы (рис. 4). В идеальном здании нет «мостиков холода», в результате чего тепловые потери через оболочку сокращаются примерно на 40% [18]. Для максимального снижения инфильтрационных тепловых потерь оболочка здания должна быть герметичной. При этом требуемый воздухообмен в помещениях может быть обеспечен как за счет естественной вентиляции, так и путем применения механической вентиляции с рекуперацией теплоты.

Важно отметить, что регулирование климатических воздействий градостроительными, архитектурно-планировочными и инженернотехническими методами открывает широкие возможности для создания комфортной энергоэффективной среды, обеспечивая наилучшее самочувствие человека и сокращая энергетические нагрузки на систему климатизации зданий.

3. «Зеленое строительство» — высокий потенциал энергосбережения

Следует отметить необходимость широкого применения в идеальном доме технологий «зеленого строительства». Ярким преимуществом «зеленых технологий» является формирование условий для здорового образа жизни прежде всего за счет поглощения пыли, сокращения уровня шума и защиты строительных ограждающих конструкций от атмосферных воздействий.

Благодаря применению технологий «зеленого строительства» достигается высокий эффект за счет снижения тепловых потерь через

внешнюю оболочку здания, что позволяет сократить количество потребляемой тепловой энергии. Повышается комфорт в помещениях вследствие уменьшения интенсивности лучистого и конвективного теплообмена на внутренней поверхности ограждающих конструкций. Снижается загрязненность окружающей среды ввиду сокращения выбросов вредных веществ в атмосферу. Зеленые крыши являются эффективным способом увеличения площади зеленой зоны в городской среде и улучшения микроклимата зданий [19, 20].

Конструкции зеленых крыш широко применяют в целях энергосбережения во многих странах с различными климатическими условиями. Область их применения в отапливаемых и охлаждаемых зданиях зависит от особенностей конструкции и наружного климата. Ярким преимуществом зеленых крыш является их высокая теплоустойчивость за счет устройства растительного грунта (рис. 5). Толщина наружного слоя резких колебаний температуры незначительна, поэтому большая часть конструкции находится в зоне постоянной температуры. Это существенно повышает эксплуатационные свойства конструкции летом. Полезный тепловой эффект от применения зеленых крыш зимой зависит от типа климата, местоположения здания, конструкции крыши, вида растительности.

Большое влияние на тепловой режим крыш также оказывает цвет покрытия. В качестве параметра, характеризующего тепловое воздействие конструкции на окружающую среду, удобно использовать разность температур наружной поверхности и наружного воздуха (ΔT). Этот параметр является своеобразным индикатором теплового загрязнения среды. В [19] выполнена сравнительная оценка теплового воздействия различных типов крыш на окружающую среду, результаты которой приведены на рис. 6.

Анализ результатов показывает, что наибольшее тепловое воздействие на внешнюю среду оказывает традиционная крыша с темной кровлей. Применение светлой кровли существенно уменьшает тепловую нагрузку, снижая температуру наружной поверхности конструкции вследствие высокого отражения солнечного излучения. Максимальный эффект выравнивания температуры дает зеленая крыша, главным образом за счет теплового аккумулирования поверхностным массивным слоем.

Озеленение фасадов и крыш способствует смягчению тепло-

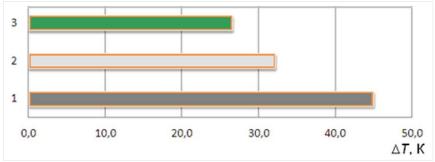
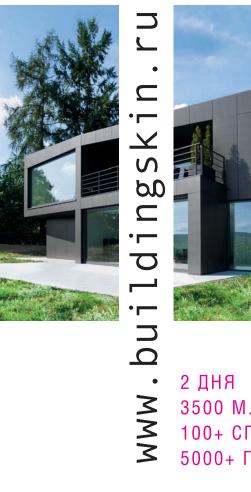


Рис. 6. Тепловое воздействие различных типов крыш на окружающую среду [19]: 1— традиционная крыша с темной кровлей; 2— то же, со светлой кровлей; 3— зеленая крыша

BUILDING 2 SKIN RUSSIA 2021

ДНИ ОКНА В РОССИИ ФАСАДНЫЙ ЧЕМПИОНАТ ПО СФТК ФАСАДНЫЙ ЧЕМПИОНАТ ПО НФС АНКЕР ТЕСТ ШОУ





2 ДНЯ 3500 М.КВ. 100+ СПИКЕРОВ 5000+ ГОСТЕЙ СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ ФАСАДЫ.
НАВЕСНЫЕ ФАСАДЫ.
ШТУКАТУРНЫЕ ФАСАДЫ.
ОКОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ.
ФАСАДНАЯ АРХИТЕКТУРА.
ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Фасадная академия: +7 495 374-8905 info@buildingskin.ru www.buildingskin.ru







вого режима городской среды посредством затенения, испарительного охлаждения и тепловой изоляции. Применение зеленых крыш сглаживает эффект «тепловых островов» за счет выравнивания температуры поверхностей и может существенно понизить среднюю температуру целого города [22, 23].

4. Солнечная архитектура значимый фактор повышения устойчивости городской среды

Зарождение солнечной архитектуры, по-видимому, восходит к V в. до н. э., когда Сократ предложил концепцию солнечного дома. В основу этой концепции положено пассивное использование солнечной энергии путем прямого улавливания солнечного излучения через большие окна южной ориентации. В современной архитектуре нашли применение и более сложные системы: солнечная теплица, пристроенная к зданию, и стена Тромба. КПД современных пассивных систем солнечного теплоснабжения зданий может достигать 60-75%. Пассивные системы не требуют применения специального дорогостоящего оборудования, а потому их часто применяют в энергоэкономичных зданиях (рис. 7).

Активное использование солнечной энергии основано на применении гелиоустановок, преобразующих солнечную энергию в тепловую. Для отопления и кондиционирования зданий ши-

роко применяют теплонасосные системы, использующие теплоту верхних слоев земли и грунтовых вод [24].

В ближайшей перспективе эффективным методом преобразования солнечной энергии в электрическую может стать преобразование на основе полупроводниковых солнечных батарей. Специалисты утверждают: через 20–30 лет этот тип солнечной энергетики станет экономически сравнимым с другими видами энергетики.

Применение солнечной энергетики в умном городе позволит полностью решить вопрос о сохранении природных богатств для будущих поколений.

5. Цифровизация

Цифровизация — это процесс создания новой цифровой среды обитания за счет широкого применения научно обоснованных инновационных систем и механизмов искусственного интеллекта. Главной целью внедрения цифровых технологий в умном городе является: повышение безопасности, создание оптимального уровня комфорта, обеспечение максимальной эффективности потребления энергии и ресурсов.

Инженерные системы объекта должны быть интегрированы в единый комплекс контроля и управления:

— комфортом среды обитания объекта (тепловлажностный, воздушный, световой и акустический режимы);

- сбором и утилизацией отходов с замкнутым циклом мусорооборота [25];
- водоснабжением и утилизацией стоков;
- расходами тепловой энергии на отопление и вентиляцию, горячее водоснабжение, расходом электрической энергии;
- потреблением возобновляемых и вторичных энергоресурсов;
- воздействием объекта на окружающую среду.

Результат достигается за счет существенного повышения качества работы систем жизнеобеспечения среды обитания объекта.

Использование прорывных IT-технологий самообучения позволяет реализовать оптимальную стратегию управления на основе математической модели теплофизических характеристик здания как единой энергетической системы [26]. При этом алгоритм оптимального управления направлен на оптимизацию теплового комфорта при минимизации энергопотребления.

Сформулированные принципы являются теоретической основой построения системы понятий, необходимых для разработки целостной концепции «Умный город», что позволяет выйти на новый уровень комфорта, энергоэффективности и защиты окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Табунщиков Ю. А. Москва умный безуглеродный город: возможности современного строи-





Рис. 7. Энергоэкономичный (а) и энергоактивный (б) дом



25-Я ЮБИЛЕЙНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ



ВЫСТАВКА СТРОИМ ДОМ

24-25 апреля

ЭКСПОФОРУМ

Павильон F, Петербургское шоссе, 64/1, с 11.00-18.00





- КАМИНЫ
- UHTEPLEP
- ЛАНДШАФТ
- СТРОЙМАТЕРИАЛЫ
- ИНЖЕНЕРИЯ





монолит

£501-03-03



















В Подмосковье появится новое производство холодильного оборудования для ледовых арен

В Московской области будет построен производственный комплекс холодильного оборудования компании ООО «Простор Л». Он появится в Щелковском городком округе.

Уже согласован архитектурноградостроительный облик комплекса площадью 18,5 тыс. кв. м, получено разрешение на строительство, завершен монтаж железобетонных колонн и металлоконструкций. Планируемый срок завершения проекта — III квартал 2021 года.

Предприятие будет полностью покрывать нужды в технологическом и холодильном оборудовании для ледовых арен и любительского спорта (ледовых катков), различных отраслей пищевой и химической промышленности, низкотемпературных складов. Комплекс создаст полноценную базу для выполнения всех видов работ: проектирования и производства продукции, дальнейшего ввода в эксплуатацию и сервисного обслуживания объектов. Планируется, что компания будет выпускать пятнадцать холодильных агрегатов, двадцать венткамер и двадцать хоккейных бортов в месяц.

«Подмосковная компания "Простор Л" уже более 25 лет реализует крупные проекты в области холода не только в Московской области, но и в других регионах, обеспечивая необходимым оборудованием ледовые дворцы в Москве и Красноярске. Объем инвестиций в проект компании в г. о. Щелково составляет 60 млн рублей. Рабочими местами на производстве будет обеспечено 100 человек», — отметила министр инвестиций, промышленности и науки Московской области Екатерина Зиновьева.

- тельства . Энергосбережение. 2019. № 6. С. 12–13.
- 2. Антюфеев А. В., Птичникова Г. А. Умный город, архитектура и человек. Социология города. 2019. № 2. С. 6–13.
- 3. Monteiro C. S., Costa C., Pina A., Santos M. Y., Ferrão P. An urban building database (UBD) supporting a smart city information system. Energy and Buildings. 2018. Vol. 158. Pp. 244–260.
- 4. Nilsson A., Wester M., Lazarevic D., Brandt N. Smart homes, home energy management systems and real-time feedback: Lessons for influencing household energy consumption from a Swedish field study. Energy and Buildings. 2018. Vol. 179. Pp. 15–25.
- 5. Less B. D., Dutton S. M., Walker I. S., Sherman M. H., Clark J. D. Energy savings with outdoor temperature-based smart ventilation control strategies in advanced California homes. Energy and Buildings. 2019. Vol. 194. Pp. 317–327.
- 6. Huang J., Jones P., Zhang A., Peng R., Chan P. Urban Building Energy and Climate (UrBEC) simulation: Example application and field evaluation in Sai Ying Pun, Hong Kong. Energy and Buildings. 2020. Vol. 207.
- 7. Кодолова П.Г. «Умный город» как улучшение качества жизни. Градостроительство. 2019. № 4 (62). С. 37–42.
- 8. Волков А. А. Urban Health: новый уровень развития «умного города». Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 9. С. 6–11.
- 9. Корниенко С. В., Ишмаметов Р. Х. Принципы умного города. Социология города. 2019. № 2. С. 37–45.
- 10. Zhu S., Li D., Feng H. Is smart city resilient? Evidence from China. Sustainable Cities and Society. 2019. Vol. 50.
- 11. Бунин А. В., Саваренская Т. Ф. История градостроительного искусства. М.: Стройиздат, 1979. Т. 1. 496 с.
- 12. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. М.: Прогресс, 1986. 432 с.
- 13. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. М.: АВОК-ПРЕСС, 2002. 194 с.
- 14. Бродач М. М., Шилкин Н. В. #Рурализация: мегатренд постинду-

- стриального общества. Энергосбережение. 2019. № 1. С. 4–8.
- 15. Borodinecs A., Zemitis J., Sorokins J., Baranova D. V., Sovetnikov D. O. Renovation need for apartment buildings in Latvia. Magazine of Civil Engineering. 2016. No. 68 (8). Pp. 58–64.
- 16. Корниенко С. В. Технопарк как способ системного обновления города. Социология города. 2019. № 3. С. 30–43.
- 17. Корниенко С. В. Учет формы при оценке теплозащиты оболочки здания. Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 5 (10). С. 20–27.
- 18. Корниенко С. В. Повышение энергоэффективности зданий за счет снижения теплопотерь в краевых зонах ограждающих конструкций. Волгоград: ВолгГАСУ, 2011.
- 19. Корниенко С. В., Попова Е. Д. «Зеленое» строительство в России и за рубежом. Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. № 4 (55). С. 67–93.
- 20. He Y., Yu H., Dong N., Ye H. Thermal and energy performance assessment of extensive green roof in summer: A case study of a lightweight building in Shanghai. Energy and Buildings. 2016. No. 127. Pp. 762–773.
- 21. Технический портал Техно-НИКОЛЬ [сайт]. URL: http://nav.tn.ru/ systems/fasad-i-stena/tn-fasad-profi/ (дата обращения: 26.03.2020).
- 22. Rosenfeld A. H., Akbari H., Bretz S., Fishman B. L., Kurn D. M., Sailor D., Taha H. Mitigation of urban heat islands: materials, utility programs, updates. Energy and Buildings. 1995. No. 22. Pp. 255–265.
- 23. Sproul J., Wan M. P., Mandel B. H., Rosenfeld A. H. Economic comparison of white, green, and black flat roofs in the United States. Energy and Buildings. 2014. Vol. 71. Pp. 20–27.
- 24. Vasilyev G. P., Gornov V. F., Kolesova M. V. Ground source heat pump systems efficiency in Russia economical estimations and territory zoning. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Pp. 012033.
- 25. Корниенко С. В. Ревитализация: новый взгляд на «мусорную» проблему. Энергосбережение. 2020. № 1. С. 30–32.
- 26. Табунщиков Ю. А. Прорывные IT-технологии: Интеллектуальные автоматизированные системы управления энергопотреблением и микроклиматом зданий. Энергосбережение. 2020. № 1. С. 14–16.



Главное событие строительной индустрии Северо-Запада

27-я Международная выставка строительных и отделочных материалов

13|14|15 апреля 2021

Санкт-Петербург КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»



Одновременно состоятся международные выставки:





Организатор — компания MVK Офис в Санкт-Петербурге



Подробнее о выставке: interstroyexpo.com



ПРОСТЫЕ РЕШЕНИЯ. ПРЕСС-ФИТИНГ В МОНТАЖЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ВОДОСНАБЖЕНИЯ

В настоящее время в системах отопления, водоснабжения, канализации все реже используются полностью стальные трубы. Современные технологии позволяют задействовать вместо них металлопластиковые трубные конструкции. Соединять их между собой оптимальнее всего такими специализированными неразъемными элементами как пресс-фитинг.

Изготавливаются пресс-фитинги в большинстве случаев из латуни или нержавеющей стали. Данные соединительные элементы относительно просты, но позволяют сформировать долговечную трубную систему отопления, теплоснабжения, канализации и т. д. Видов прессфитингов достаточно много. Подобрать их можно под любую трубную конструкцию.

Особенности монтажа

Действительно, отмечает заместитель руководителя технического отдела компании «Альтерпласт» Александр Самоделко, пресс-фитинги являются одними из самых популярных способов монтажа современных труб. Чаще всего применяются при соединении металлопластиковых труб. Пресс-фитинги являются абсолютно надежным соединением трубопроводных систем при правильном монтаже. Конструкция и материалы данных устройств допускают замоноличивание, использование в стяжке и т. д.

При выборе пресс-фитнгов, добавляет эксперт, необходимо обращать внимание на такие параметры, как вес, маркировка, качество гильзы, а также на профиль опрессовки. К примеру, у пресс-фитингов Altstream профиль вкладышей — тип ТН. Данный тип пресс-вкладышей производится ведущими инструментальными компаниями-производителями REMS и ROTENBERGER.

По словам генерального директора Непсо в России и странах СНГ Романа Ломаева, говоря о трубных системах, всегда нужно смотреть на бренд, его репутацию, ассортимент и наличие в точках продаж, сертификаты (желательно европейские) и гарантию на продукцию. При монтаже должны работать профессионалы, имеющие качественный инструмент и прошедшие обучение как

на специализированных курсах, так и у конкретных производителей трубных систем. Это должно подтверждаться дипломами и сертификатами.

«В современных трубных системах в основном применяются полимерные материалы, поэтому ошибки монтажа, эксплуатации и выбора продукции очень распространены. Вопреки ожиданиям ошибки в трубных системах являются самыми дорогими, так как требуют капитального ремонта и замены дорогостоящего оборудования. Самые частые из них — выбор недопустимого типа труб для определенных условий эксплуатации (например, для 5-го класса применения ГОСТ 32415-2013), труба и фитинг разных производителей (противоречие СП 60.13330.2016), нарушение технологии монтажа (встречается сплошь и рядом, особенно со сваркой труб), применение недопустимых материалов (например, ППР на системах отопления). Остро стоит проблема отсутствия контроля за качеством трубных систем со стороны государства, чем умело пользуются неевропейские производители, необоснованно заявляя высокие эксплуатационные параметры своей продукции», — сообщил Роман Ломаев.

Улучшая качественное

В настоящее время на рынке действительно представлено множество производителей. Серьезные профессиональные компании, как правило, они также выпускают и трубные системы, стараются постоянно улучшать, расширять возможности данных соединительных элементов.



Александр Самоделко



Роман Ломаев



По словам Александра Самоделко, пресс-фитинги ALTSTREAM — оптимальное решение для системы теплых полов и в скрытых разводках систем отопления и водоснабжения. Улучшенная конструкция изделий существенно повышает общую надежность монтируемой системы. «Две проточки разной ширины на хвостовиках фитинга расположены под местами прессования гильзы, что обеспечивает наличие максимального объема материала трубы на фитинге, противостоящего срыву трубы. Кроме того, увеличенное количество проточек и конических поверхностей по всей длине хвостовика фитинга способствует усиленному креплению трубы на фитинге. Полная герметизация соединения «хвостовик-труба» обеспечивается за счет двух уплотнительных колец из EPDM, не подверженных максимальной деформации при прессовании гильзы. Конструкция пресс-фитингов ALTSTREAM предусматривает возможность контроля правильного монтажа трубы двумя способами — через три контрольных отверстия на гильзе и через полупрозрачный пластиковый фиксатор. Добавлю, что корпус наших пресс-фитингов изготавливается из латуни марки CW617N по EN12165 и после всей механической обработки покрывается никелем, что гарантирует высокую коррозионную стойкость и прочность. Съемная гильза изготавливается из нержавеющей стали марки AISI 304, соответствует марке 08X18H9 по ГОСТ 5632-72. Гильзы производятся путем холодного деформирования трубы из нержавеющей стали марки AISI 304. Конструкция пресс-фитингов ALTSTREAM запатентована», — подчеркнул он.

Компания HERZ Armaturen занимается производством металлопластиковых труб и фитингов не одно десятилетие, рассказал **Алексей Гонышев, технический директор HERZ Armaturen**. На рынке различные варианты радиальных пресс-фитингов: из стойкой к цинковой коррозии латуни с прессгильзами из высококачественной стали, которые разрешены к применению в системах подачи горячей и холодной воды, в системах отопления; из полимера PPSU с пресс-гильзами из высококачественной стали — данный материал не боится коррозии при соприкосновении с бетоном или кирпичной кладкой.



Алексей Гонышев



«Абсолютная герметичность обеспечивается с помощью двух уплотнительных колец, а электрическое размыкание алюминиевого слоя трубы препятствует электрохимической коррозии. Фитинги опрессовываются пресс-губками, с профилем ТН для латунных фитингов, ТН-И для фитинов из полимера PPSU. Перед насадкой на фитинг трубу необходимо откалибровать и снять фаску. Это препятствует повреждению или смещению уплотнительных колец. Через отверстия в опрессовочной гильзе фитинга можно контролировать правильность глубины присоединения трубы», — отметил представительНЕRZ.

«Мы всегда собираем обратную связь с рынка, которую инженеры завода используют, чтобы улучшить уже хороший продукт, — заострил внимание Роман Ломаев. — Самые простые решения оказываются самыми надежными. Так пресс-фитинги нового поколения вставляются в трубу и не вылетают из нее еще до обжатия

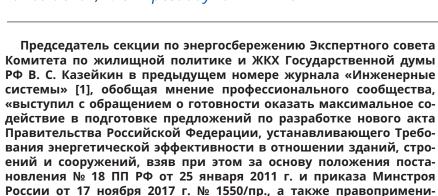
благодаря небольшому незаметному выступу в фитинге. Это дает возможность собрать систему, посмотреть, что все элементы соединяются идеально, и только потом зафиксировать, отпрессовать фитинги и пустить воду. Ни одна другая система водоснабжения на рынке, даже европейских производителей, не позволяет это сделать. Поэтому Непсо предоставляет самую большую гарантию на рынке — пятнадцать лет и срок службы — более 50 лет», — добавил он.

Виктор Краснов



ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИЗМЕНЕНИЮ НОРМАТИВНЫХ АКТОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В 2020 ГОДУ И ПРАВИЛ ЕЕ ОЦЕНКИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ МКД

В. И. Ливчак, член президиума НП «АВОК»





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

Следует добавить к этому перечню, принятому за основу при разработке нового акта и подвергшимся «регуляторной гильотине, утвержденной Правительством РФ от 29. 05.2019 г. № 4714п-П36», еще приказ Минстроя РФ от 6 июня 2016 г. № 399/пр «Об утверждении Правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов» (п. 26 Перечня отмененных актов федеративных органов исполнительной власти) и Постановление Правительства РФ от 20 мая 2017 г. № 603 «О внесении изменений в Постановление Правительством РФ от 25 января 2011 г. № 18» (п. 18 Перечня нормативных правовых актов РФ, признанных утратившими силу).

тельную практику указанных актов».

Последний документ более профессионально рассматривает требования по энергоэффективности к зданиям по сравнению с Комплекс-

ным планом, утвержденным распоряжением Правительства РФ от 19.04.2018 г. № 703-р, на который ссылаются авторы статьи, поскольку в нем в качестве основной задачи рассматриваются мероприятия по повышению энергоэффективности экономики РФ, а в качестве целевых показателей многоквартирных домов приводятся, с точки зрения специалиста в области технологий установления фактического теплопотребления зданий, неправдоподобно точные величины. Например, фактическое значение теплопотребления базового 2016 года — 397 497,47 тыс. Гкал (для подобных расчетов можно было бы округлить до 397,5 млн Гкал), что сыграло с составителями таблицы злую шутку — в плановых значениях на 2025 год ими пропущена цифра 9 между 3 и 7, а это означает снижение плановых значений



Выписка из целевых показателей Комплексного плана, утвержденного 19.04.2018, № 703-р «(в колонке за 2025 год правильно жирным шрифтом)

Наименование контрольного	Единица	Фактические значения базового	Плановые значения		
показателя	измерения	2016 года	2025 год	2030 год	
6. Динамика потребления тепловой	тыс. Гкал	397 497,47	-3 749,75 -0,94% - 39 749.75	-59 624,63	
энергии многоквартирными домами (без учета нового строительства)	тыс. г кал	462 290 ГВт·час	-39 749,73 -10%	-15,0%	

до $3749,75 \cdot 100/397497,47 = 0,94\%$ вместо предполагаемых: $3\mathbf{9}749,75 \times 100/397497,47 = 10\%$.

Затем, непонятно потребление тепловой энергии МКД — только на отопление или и на горячее водоснабжение тоже? В скобках написано «без учета нового строительства», значит, это предполагает сокращение теплопотребления только существующего на 2016 год жилищного фонда, много ли это? Постараемся ответить на эти вопросы с использованием материалов статьи [2], опубликованной в том же номере журнала.

В [2] приводятся результаты расчета фактической энергоэффективности жилищного фонда города Москвы и тенденции ее повышения к 2030 году, а также таблицы жилищного баланса Москвы и Российской Федерации за тот же период и фактического удельного теплопотребления на отопление жилых домов, построенных в Москве в разные периоды времени.

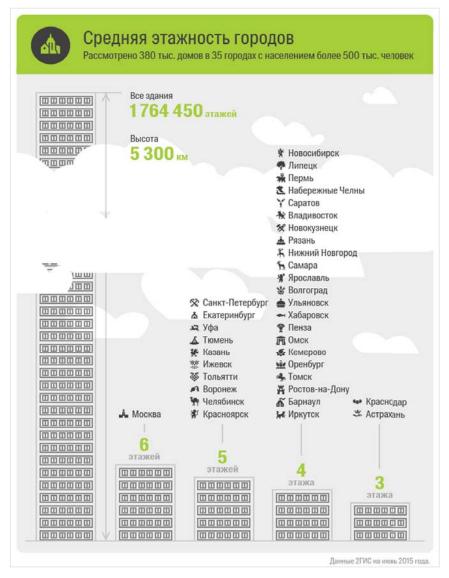
Исходя из представленного анализа установлено, что в Москве при величине градусо-суток нормализованного отопительного периода ГСОП = 4943 °С·сут. фактическое удельное теплопотребление на отопление домов, построенных до 1980 года, составило 193 кВт·ч/м² в год; до 2000 года — 168 кВт·ч/м² в объеме 63 млн м² площади квартир, что составит в процентах от жилищного фонда МКД в базовом 2016 году: $63 \cdot 100/233,2 = 27\%$; до 2016 года в объеме 37 млн ${\rm M}^2$ (16%) — 149 кВт·ч/м² и в объеме 10 млн $м^2$ (4%), построенных в соответствии с требованиями СНиП 23-02-2003, — 95 кВт·ч/м². Следовательно, объем площади квартир в МКД, построенных до 1980 года, составил: 233,2 - 63 - 37 - 10 = = 123,2 млн м², или 53%.

Используя табл. 1 в [2], где в строке 1.1 приводится величина жилищного фонда многоквартирных домов Российской Федерации в базовом 2016 году в размере 2484 млн м², и допуская, что ГСОП

Москвы находится близко к средней арифметической величине ГСОП всех городов России с учетом площади МКД в них и что примерно в таком же соотношении по площади и по удельному теплопотреблению на отопление велось строительство в этих городах, как и в Мо-

скве, определим фактическое теплопотребление на отопление жилищного многоквартирного фонда России в базовом 2016 году:

 $Q_{or,P\Phi,2016} = (193 \cdot 0,53 + 168 \cdot 0,27 + 149 \cdot 0,16 + 95 \cdot 0,04) \cdot 2484 =$ = **435 · 45** FBT·4.



Примечание. Из-за малого отличия этажности Москвы от других зданий полагаю, подсчет выполнен суммированием этажей всех зданий и делением этой суммы на количество выбранных зданий, что некорректно. Правильней было бы суммировать произведение этажности каждого дома на его площадь и делить на произведение количества зданий и их суммарную площадь, при этом этажность всех городов, и больше всего Москвы, подросла бы.



Таблица базовых и нормируемых значений приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждений для зданий, $R_o^{\text{норм}}$, $M^{2,\circ}\text{C/BT}$

	Градусо-			R ₀ ^{норм} , м²∙°С/В1	г	
Здания и помещения	сутки отопи- тельного периода, °С·сут.	стен	покрытий и перекрытий над проездами и эркерами	перекрытий чердачных, над техпод- польями	светопро- зрачных конструкций, окон, витражи	фонарей
1	2	3	4	5	6	7
		Базовь	іе значения			
1. Жилые здания, гостиницы, общежития, поликлиники, лечебные учреждения, школы, дома-интернаты, детские дошкольные учреждения, хосписы	2000 4000 6000 8000 10 000 12 000	2,1 2,8 3,5 4,2 4,9 5,6	3,2 4,2 5,2 6,2 7,2 8,2	2,8 3,7 4,6 5,5 6,4 7,3	0,3 0,45 0,6 0,7 0,75 0,8	0,3 0,35 0,4 0,45 0,5
2. Общественные, кроме перечисленных выше, административного назначения (офисы), сервисного обслуживания, культурнодосуговые и оздоровительные	2000 4000 6000 8000 10 000 12 000	1,8 2,4 3,0 3,6 4,2 4,8	2,4 3,2 4,0 4,8 5,6 6,4	2,0 2,7 3,4 4,1 4,8 5,5	0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8	0,3 0,35 0,4 0,45 0,5
	Но	рмируе	иые с 2020 года			
1. Жилые здания, гостиницы, общежития, поликлиники, лечебные учреждения, школы, дома интернаты, детские дошкольные учреждения, хосписы	2000 4000 6000 8000 10 000 12 000	2,6 3,5 4,4 5,2 6,1 7,0	4,0 5,2 6,5 7,7 9,0 10,2	3,5 4,6 5,7 6,9 8,0 9,1	0,45 0,55 0,7 0,85 0,95 1,0	0,35 0,45 0,5 0,55 0,65 0,7
2. Общественные, кроме перечисленных выше, административного назначения (офисы), сервисного обслуживания, культурнодосуговые и оздоровительные	2000 4000 6000 8000 10 000 12 000	2,3 3,0 3,8 4,5 5,3 6,0	3,0 4,0 5,0 6,0 7,0 8,0	2,5 3,3 4,3 5,1 6,0 6,9	0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9	0,35 0,45 0,5 0,55 0,65 0,7
	Но	рмируег	иые с 2023 года			
1. Жилые здания, гостиницы, общежития, поликлиники, лечебные учреждения, школы, дома-интернаты, детские дошкольные учреждения, хосписы	2000 4000 6000 8000 10 000 12 000	2,9 3,9 4,9 5,9 6,9 7,8	4,5 5,9 7,3 8,7 10,0 11,5	3,9 5,2 6,4 7,7 9,0 10,2	0,5 0,6 0,8 0,9 1,0	0,4 0,5 0,55 0,6 0,7 0,75
2. Общественные, кроме перечисленных выше, административного назначения (офисы), сервисного обслуживания, культурнодосуговые и оздоровительные	2000 4000 6000 8000 10 000 12 000	2,5 3,4 4,2 5,0 5,9 6,7	3,4 4,5 5,6 6,7 7,8 9,0	2,8 3,8 4,8 5,7 6,7	0,45 0,55 0,7 0,8 0,9 1,0	0,4 0,5 0,55 0,6 0,7 0,75

Примечание. Промежуточные значения определять методом линейной интерполяции по градусо-суткам отопительного периода района строительства.



По вышеприведенным в Комплексном плане целевым показателям фактическое теплопотребление показано в размере **462 290** ГВт·ч (жирным шрифтом в выкопировке из таблицы пересчетом приведенных 397 497,47 тыс. Гкал в ГВт·ч). С учетом того, что в Москве, естественно, больше домов высокоэтажных (см. выкопировку из сообщения «2ГИС подсчитал среднюю этажность городов» от 8 июля 2015 года с учетом моего примечания), что несколько увеличит суммарное теплопотребление других городов, можно считать достаточно близкими оба значения.

На основании сказанного можно сделать вывод, что целевой показатель отражает теплопотребление только на отопление и что в Комплексном плане ставится задача снижения теплопотребления на отопление до 2030 года только на жилищный фонд МКД, образованный в базовом 2016 году, а нормы на новое строительство устанавливаются другим документом — Постановлением Правительства РФ от 20 мая 2017 г. № 603. По этому постановлению предполагалось повышение энергетической эффективности вновь создаваемых зданий с 1 января 2018 года на 20%, с 2023 года еще на 20%, а в конечном итоге с 2028 года — не менее чем на 50% по отношению к базовому уровню, которым практически является 2003 год — год введения в действие СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», впервые на федеральном уровне технического нормирования установивших требования к показателю энергетической эффективности зданий и которые практически не пересматривались до настоящего времени.

В отношении нового строительства, для того чтобы выполнить конечную цель Постановления № 603 о повышении энергетической эффективности строящихся зданий не менее чем на 50% и учитывая, что к 1 января 2018 года Минстрой России не смог реализовать свои возможности по снижению удельного годового расхода энергетических ресурсов строящихся зданий, в [3] предлагается в качестве 1-го этапа поставить задачу снижения удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию строящихся зданий на 25% с 2020 года, оставив в том же объеме, как указано в постановлении, плановое снижение теплопотребления зданий на 2-м и 3-м этапах (с 2023 и 2028 годов).

Требование это не является избыточным, такое снижение теплопотребления на отопление и вентиляцию строящихся зданий было установлено перед московской строительной отраслью Постановлением Правительства Москвы № 900-ППМ от 05.10.2010. Постановлением № 460-ППМ от 03.10.2011 было подтверждено его выполнение: «в результате модернизации производственной базы индустриального домостроения достигнуто производство трехслойных панелей наружных стен и окон с повышенными теплотехническими показателями — приведенным сопротивлением теплопередаче наружных стен не менее 3,5 м².°С/Вт, а оконных и балконных дверных блоков из ПВХ-профилей с двухкамерными стеклопакетами — более 0,8 м².°С/Вт, удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов не превышает 71 кВт·ч/м²» (при ГСОП = 4943 градусо-суток базовое значение этого показателя по МГСН 2.01-99 «Энергосбережение в зданиях. Нормы тепло-водо-электроснабжения» составляло 95 кВт·ч/м²).



В пункте 15 приказа Минстроя России № 1550, относящемся к главе III обязательных технических требований, обеспечивающих достижение показателей, характеризующих выполнение требований энергетической эффективности, и акцентирующем внимание на поэлементном составе теплозащитной оболочки здания, на основании [4] предлагается повысить сопротивление теплопередаче наружных ограждений на те же 25% по отношению к базовым значениям, как и по удельному годовому расходу энергетических ресурсов, и восстановить таблицу нормируемых с 2020 и 2023 годов значений приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждений.

Теперь оценим, какое количество МКД должно быть подвергнуто капитальному ремонту с утеплением, чтобы выполнить требование Комплексного плана, утвержденного распоряжением Правительства РФ №703-р. В соответствии с требованием пункта 6.1 СНиП 23-02-2003: «6.1. Повышение энергетической эффективности существующих зданий следует осуществлять при реконструкции, модернизации и капитальном ремонте этих зданий», принимаем утепление зданий до базового значения повышения теплозащиты согласно пункту 5.3 того же СНиП: «Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций следует принимать не менее нормируемых значений, определяемых по таблице 4 в зависимости от градусо-суток района строительства».

Эти выписки из не действующего ныне нормативного документа, потому что в пришедшем ему на смену, актуализирующем его СП 50.13330.2012 это требование вообще пропущено, а в приказе Минтериальный вообще пропущено ныне нормативного документа, потому что в пришением ему на смением вообще пропущено ныне нормативного документа, потому что в пришением ему на смением вообще пропущено на пришением ему на смением вообще пропущено на пришением ему на смением вообще пропущено на смением вообще пропуще на смением вообще на смением вообще пропуще на смением вообще на смением во



строя № 1550/пр также нигде не указывается на повышении энергоэффективности капитально ремонтируемых зданий, но в пункте 8, наоборот, подчеркивается, что «8. Для реконструируемых или проходящих капитальный ремонт зданий (за исключением многоквартирных домов) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию уменьшается с 1 июля 2018 г. на 20% по отношению к базовому значению».

Поэтому для снижения целевых показателей потребления тепловой энергии на отопление МКД, построенных до 1980 года, предусматриваем при выполнении их капитального ремонта повышение тепловой защиты до нормируемых базовых значений (табл. 3 СП 50.13330, что то же в табл. 4 СНиП 23-02) и достижение базового удельного годового теплопотребления на отопление и вентиляцию 5-9-этажных домов на уровне 100 кВт·ч/м² в год при ГСОП = 4943 °С·сут. (табл. 7 в [2]). Тогда удельная экономия тепловой энергии составит: 193 - 100 = = 93 кВт·ч/м², а, чтобы получить плановое значение к 2030 году в размере 15% от базового теплопотребления жилищного многоквартирного фонда в 2016 году, общая экономия должна составить $0,15 \cdot 462290 = 69340$ ГВт·ч, а задействованы должны быть МКД площадью: 69340/93 = 745 млн м² из существующих 0,53·2484 = = $1320 \text{ MJH } \text{M}^2$.

При этом если намечаемое по Комплексному плану снижение теплопотребления МКД при капитальном ремонте начнется в 2020 году, то каждый год необходимо выполнять комплексный капитальный ремонт с утеплением на МКД площадью квартир 745/10 = 74,5 млн м², что сопоставимо с планируемым объемом нового строительства. Согласно строке 4.1 табл. 1 в [2] в новом строительстве плановый ввод жилья МКД составляет в 2020 году 65 млн м², в 2024–2030 гг. — 80 млн м².

Одновременно с повышением теплозащиты МКД, построенных до 1980 года в объеме 745 млн м² во всех регионах России, для реализации Комплексного плана снижения теплопотребления на отопление МКД при их капитальном ремонте необходимо оборудовать все системы отопления домов автоматическим регулированием подачи

теплоты на отопление, что предусмотрено существующими нормами при подключении этих систем к тепловым сетям централизованного теплоснабжения через автоматизированный индивидуальный тепловой пункт (АИТП) или автоматизированный узел управления [АУУ, при теплоснабжении от центрального теплового пункта (ЦТП)], либо к домовым котельным, описанным в [5].

При этом для достижения максимальной экономии энергии при обеспечении нормируемой комфортной температуры воздуха 20 °С (см. СП 60.13330.2016) и нагрева наружного воздуха для вентиляции не ниже минимально нормируемого воздухообмена необходимо настроить контроллер регулятора подачи теплоты на отопление на

график, учитывающий увеличивающуюся долю бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома при повышении температуры наружного воздуха и возможный запас тепловой мощности системы отопления¹.

В статье [6] показано, что при подаче теплоты на отопление по этому графику, реализуемому уравнением (1), осуществляется экономия тепловой энергии от 15 до 40% и более в сравнении с традиционным графиком по уравнению (2), не учитывающим перечисленные обстоятельства, причем без дополнительных инвестиций, потому что наличие регулятора подачи тепло-

¹ Данный график назван «графиком Ливчака» (см. журнал «АВОК», № 1. 2014) в честь В.И.Ливчака, разработавшего и реализовавшего его на практике (Прим. ред.).

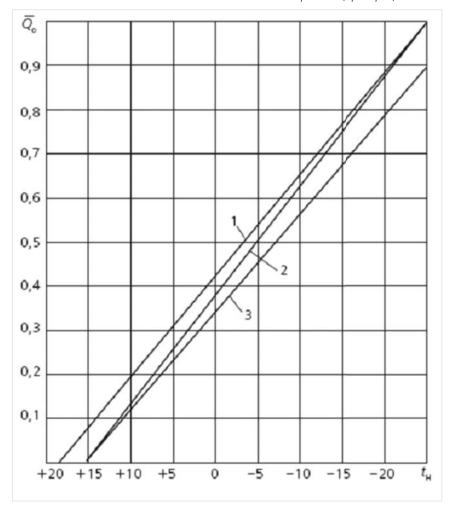


Рис. 1. Графики изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление Q_{om} в зависимости от температуры наружного воздуха tн для разных режимов автоматического регулирования подачи теплоты на отопление: 1 — стандартный проектный по формуле (2); 2 — с учетом увеличивающейся доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе здания с повышением температуры наружного воздуха по формуле (1) для многоквартирных домов, построенных до 2000 года (\bar{Q}_{om} = 0 при $t_{\rm H}$ = 15 °C); 3 — то же, что и предыдущий график, но еще и с учетом выявленного запаса тепловой мощности системы отопления в размере 10%. При большем запасе угол наклона графика будет еще меньше



ты на отопление обусловлено нормативными требованиями, и экономия теплоты достигается только за счет перенастройки контроллера регулятора.

$$\bar{Q}_{\text{oT}} = (1 + Q_{\text{BH}}/Q_{\text{OT}}^{p}) \cdot (t_{\text{B}} - t_{\text{H}})/$$

$$/(t_{\text{B}} - t_{\text{H}}^{p}) - Q_{\text{BH}}/Q_{\text{OT}}^{p}, \tag{1}$$

где $ar{Q}_{\mbox{\tiny ot}}$ — относительный расход тепловой энергии на отопление;

 $Q_{_{\rm BH}}$ — бытовые, внутренние теплопоступления в квартирах, кВт;

 $Q_{\rm or}^{\rm p}$ — расчетный расход тепловой энергии на отопление при расчетной для проектирования отопления и вентиляции температуре наружного воздуха;

 $t_{\rm B}$ — расчетная температура внутреннего воздуха в здании в соответствии с СП 60.13330.2016 $t_{\rm B}$ = 20 °C;

 $t_{{}_{\!\!\!\text{H}}}$ — текущая температура наружного воздуха;

 $t_{\rm H}{}^{\rm p}$ — расчетная для проектирования отопления и вентиляции температура наружного воздуха, для Москвы $t_{\rm H}{}^{\rm p}$ = -26 °C (согласно СП 131.13330.2011 с 2012 года $t_{\rm L}{}^{\rm p}$ = -25 °C).

Традиционный график регулирования описывается уравнением (2):

$$\bar{Q}_{\text{ot}} = Q_{\text{ot}}/Q_{\text{ot}}^{p} = (t_{\text{B}} - t_{\text{H}})/(t_{\text{B}} - t_{\text{H}}^{p}),$$
 (2)

здесь $Q_{\text{от}}$ — расход тепловой энергии на отопление при текущей температуре наружного воздуха $t_{\text{н}}$, остальные обозначения в (1).

Для наглядности на рис. 1 приводятся графики изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление в зависимости от температуры наружного воздуха, построенные в соответствии с уравнениями по формулам (1) и (2), а также с учетом возможного запаса тепловой мощности системы отопления, который выявляется по соотношению расчетной тепловой нагрузки системы отопления, определенной в проекте ОВ многоквартирного дома $Q_{\text{от.пр.}}^{\text{ p}}$, или взятого из договора с теплоснабжающей организацией, с требуемым расчетным расходом тепловой энергии на систему отопления, определенным по единой методике ($Q_{\text{от.тр.}}^{\text{p}}$), изложенной в стандарте Национального объединения проектировщиков НОП (ныне НОПРИЗ) «Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания» СТО НОП 2.1-2014, разработанного $H\Pi$ «ABOK» в 2014 году.

Причем требуемый расчетный расход тепловой энергии на систему отопления необходимо определять с учетом фактической заселенности дома, а соответственно в зависимости от фактической заселенности следует принимать и величины нормируемого минимального воздухообмена и удельных бытовых теплопоступлений, которые могут не совпадать с заложенными при проектировании. А поэтому для установления правильных значений расчетного расхода тепловой энергии на систему отопления и ожидаемого удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за нормализованный отопительный период, по которому оценивается энергетическая эффективность рассматриваемого МКД в сравнении с отклонениями от базовых показателей, необходимо повторить расчет этих зна-



ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ, ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПЕРЕПОДГОТОВКА, СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ КУРСЫ, СЕМИНАРЫ, ПРЕДАТТЕСТАЦИОННАЯ ПОДГОТОВКА И АТТЕСТАЦИЯ В СЛЕДУЮЩИХ ОБЛАСТЯХ: Строительство Проектирование Инженерные изыскания П Энергоэффективность Реставрация Управление ЖКХ Подготовка контрактных управляющих Подготовка кадастровых инженеров Ножарная безопасность 📃 Пожарно-технический минимум Охрана труда Промышленая безопасность **HOBOE!** Кадастровая деятельность программа профессиональной переподотовки новым требованиям

> Фундаментальные знания

тел/факс: +7 (812) 449 59 59.

e-mail: info@insstroy.ru

чений в соответствии с положениями стандарта СТО НОП 2.1-2014.

В подразделе «Почему не выполняются решения Правительства России о повышении энергоэффективности многоквартирных домов и как добиться соответствия проектному значению удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию» в [5] приводятся, в соответствии с разработанным в 2019 году Минэкономразвития РФ проектом Федерального закона «О внесении изменений в ФЗ № 261 ... и в нормативные правовые акты Правительства РФ и федеральных органов исполнительной власти в части установления класса энергетической эффективности общественных зданий», предложения по изменению постановлений Правительства от 25 января 2011 года № 18 и от 16 февраля 2008 года № 87, Сводов правил СП 50.13330 и СП 60.13330, приказов Минстроя России от 6 июня 2016 года № 399, от 17 ноября 2017 года № 1550 и от 8 июня 2018 года № 341, с целью действительной реализации повышения энергетической эффективности строящихся и эксплуатируемых зданий.

После реализации на практике мероприятий, повышающих энергетическую эффективность зданий, необходимо выполнить оценку реальной экономии тепловой энергии по результатам измерения общедомовым теплосчетчиком, обязательным к установке по существующим нормам, и сопоставление с ожидаемой по проекту с пересчетом на фактическую заселенность квартир, чтобы убедиться в достижении максимальной энергоэффективности здания.



Таблица 1. Пересчет показателей измеренного расхода теплоты на отопление к нормализованному отопительному периоду (ноп) при разных средних температурах наружного воздуха за период измерений і и для различных правил пересчета по формулам (4 и 5) при ГСОП = 4943 градусо-суток

Возможная средняя за период измерений _{Сье} , °С	Q _{ort} при расчете на Q,=0 при t,, = 18°C, Гкал за период 3 месяца	Q _{o.son.} пересчет в ноп на Q _o = 0 при t _u =18 °C, Гкал в год	q _{отмоп} при _{бтф} пересчет в ноп, КВт∙ч/м²в год	$R_{\mathrm{reputon}} = q_{\sigma_{\mathrm{trian}}} \operatorname{npu} t_{\mathrm{to}} / q_{\sigma_{\mathrm{trian}}}$	ر ^{ادف} ، «C	Q _{ол.} при расчете на Q _o =0 при t _v =12°C, Гкал за период 3 месяца	Q _{о.seo.} пересчет в ноп на Q _o = 0 при t _n = 18°C, Гкал в год	_{Фозма} при _{t,¢} пересчет в ноп, КВт·ч/м²в год	$R_{\rm rep, son} = q_{or, \rm son}$ npu $f_{\rm re}/q_{or, \rm son}$ npu $t_{\rm re} = -3, 1^{\circ}{\rm C}$	ر ^{د، ه} °د	0₀¢. при расчете на Q₀= 0 при ¢,= 12°¢, Гкал за 3 месяца	$Q_{\alpha,\phi_{\mathrm{ston}}}$ пересчет в ноп на $Q_{\mathrm{o}}=0$ при $t_{\mathrm{u}}=12$ °C, Гкал в год	_{Отфыоп} пере-счет в ноп, КВт-ч/м² в год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	118,87	362,69	116,6	0,973	2	86,02	262,47	84,4	0,85				
1	126,29	365,07	117,4	0,980	1	94,62	273,52	87,9	0,89				
0	133,72	367,22	118,0	0,985	0	103,22	283,47	91,1	0,92				
-1	141,15	369,16	118,7	0,991	-1	111,83	292,47	94,0	0,95				
-2	148,58	370,93	119,2	0,995	-2	120,43	300,65	96,6	0,97				
-3	156,01	372,54	119,8	1,000	-3	129,03	308,12	99,0	1,00				
-4	163,44	374,02	120,2	1,004	-4	137,63	314,96	101,2	1,02	-3,8	154,1	349,9	112,5
-5	170,87	375,38	120,7	1,007	-5	146,24	321,26	103,3	1,04				
-6	178,30	376,63	121,1	1,011	-6	154,84	327,08	105,1	1,06				
-7	185,73	377,80	121,4	1,014	-7	163,44	332,46	106,9	1,08				
-8	193,16	378,88	121,8	1,017	-8	172,04	337,46	108,5	1,09	-8,0	193,0	345,86	111,2
-9	200,58	379,88	122,1	1,019	-9	180,64	342,12	110,0	1,11				
-10	208,01	380,82	122,4	1,022	-10	189,25	346,46	111,4	1,12				

Пример для $t_{\text{н.ф}} = 2 \,^{\circ}\text{C}$: 118,87 · 4943/(20 - 2)/90 = 362,69; 362,69 · 1163/3618 = 116,6; 116,6/119,8 = **0,973**; 86,02 · 4943/(20 - 2)/90 = 262,47; 262,47 · 1163/3618 = 84,4; 84,4/99 = **0,85**;

для периода измерения с 20.11 по 31.12.2019 г. длительностью 42 суток на к-се 57 по ул. Обручева после перенастройки контроллера при $t_{\text{н.ф}} = -3.8\,^{\circ}\text{C}$ измеренный расход теплоты на отопление дома составил $Q_{\text{от. ф}} = 71,9\,^{\circ}$ Гкал (см. рис. 2, график 2 с пересчетом Гкал за 42 суток в кВт: 71,9· 1163/42/24 = 83 кВт), в пересчете на период 90 суток с той же $t_{\text{н.ф}} = -3.8\,^{\circ}\text{C}$ (для возможности сопоставления) будет: 71,9· 90/42 = 154,1 Гкал (колонка 12 табл. 1). Тогда с пересчетом на ноп по формуле (5) с $t_{\text{пер.ноп}} = 1,016\,^{\circ}$ он составит: $t_{\text{от. ф.ноп}} = 1,016\,^{\circ}$ с кладина (колонка 13) = 154,1· 4943/(20 + 3,8)/90/1,016 = 349,9 Гкал и $t_{\text{от. ноп}} = 349,9\cdot^{\circ}$ 1163/3618 = **112,5** кВт·ч/м² (колонка 14); **для периода измерения с 01.01 по 31.03.2010 г.** на том же доме при $t_{\text{н.ф}} = -8\,^{\circ}\text{C}$: $t_{\text{от. ф.ноп}} = 1,016\,^{\circ}$ (колонка 13) = 193,0 × 4943/(20 + 8)/90/1,09 = 345,86 Гкал и $t_{\text{от. ноп}} = 345,86\cdot^{\circ}$ 1163/3618 = **111,2** кВт·ч/м² (колонка 14).

Для возможности сопоставления ожидаемого расчетного теплопотребления за нормализованный отопительный период [соответствующий ГСОП_{ноп} региона по метеоданным из СП 131.13330.2012 или предшествовавшего ему до 2012 года, рассчитывается по формуле (3)] с фактически измеренным за ото-

пительный период, с отличающимися метеоданными или измеренным за неполный отопительный период, следует пересчитать фактически измеренный расход тепловой энергии для отопления здания на нормализованный отопительный период (ноп).

Традиционно, когда регулирование подачи теплоты на ото-

пление осуществлялось по уравнению (2) без учета того, что бытовые тепловыделения в квартирах, как составляющая теплового баланса любого здания, не зависят от изменения температуры наружного воздуха, пересчет выполнялся по уравнению (4):

$$\Gamma CO\Pi_{HOII} = (t_B - t_{H. CP. HOII}) \cdot Z_{HOII};$$
 (3)



Самая крупная в России выставка строительных и отделочных материалов

30 марта – 2 апреля 2021 Россия, Москва, Крокус Экспо

mosbuild.com

Получите бесплатный билет на выставку MosBuild 2021 по промокоду: MAGAZINE





Выставка проводится с соблюдением правил, установленных Роспотребнадзором РФ Ваша безопасность— наш приоритет.















MosBuild — самая крупная в России выставка строительных и отделочных материалов во всех номинациях Общероссийского рейтинга выставок 2017-2018 г.



$$Q_{\text{or},\phi,\text{Hon}} = Q_{\text{or},\phi} \cdot \Gamma \text{COH}_{\text{Hon}} /$$

$$/(t_{\text{B}} - t_{\text{H,Cp},\phi_{\text{P}}}) / Z_{\phi_{\text{P}}} /$$
(4)

где $Q_{\text{от.ф.ноп}}$ — фактически измеренный расход тепловой энергии на отопление за период измерения (за весь отопительный период или часть его), пересчитанный на нормализованный отопительный период, в Гкал;

 $Q_{\text{от.}\phi}$ — фактически измеренный расход тепловой энергии на отопление за период измерения, Гкал;

ГСОП_{ноп.} — градусо-сутки нормализованного отопительного периода, для Москвы по СНиП 23-01–99*, поскольку расчет выполняется по испытаниям 2009–2010 гг., ГСОП_{ноп.} = 4943 градусо-суток; для испытаний, выполняемых с 2012 года, ГСОП_{ноп.} = 4551 градусо-суток;

 $t_{\scriptscriptstyle \rm B}$ — расчетная температура внутреннего воздуха в здании, $t_{\scriptscriptstyle \rm B}$ = 20 °C;

 $t_{\text{н.ср.фп}}$ — средняя температура наружного воздуха за фактический период измерения;

 $z_{\phi n}$ — длительность фактического периода измерения, в сутках;

 $t_{\rm H.cp.hon}$ — средняя температура наружного воздуха нормализованного отопительного периода, для Москвы $t_{\rm H.cp.hon}$ = -3,1 °C, с 2012 года $t_{\rm H.cp.hon}$ = -2,2 °C;

 $z_{\text{ноп}}$ — длительность нормализованного отопительного периода, в сутках, для Москвы $z_{\text{ноп}}$ = 214 суток, с 2012 года $z_{\text{ноп}}$ = 205 суток.

Но при регулировании подачи теплоты на отопление по «графику Ливчака» (уравнению 1) с учетом увеличения доли внутренних теплопоступлений в тепловом балансе дома с повышением темпе-

ратуры наружного воздуха <u>следует</u> пересмотреть правила пересчета на нормализованный отопительный период результатов фактически измеренного расхода теплоты на отопление.

Ниже приводится анализ, как будет изменяться пересчитанный на ноп расход теплоты на отопление (для условий Москвы при ГСОП $_{HOR}$ = 4943 градусо-суток), измеренный в периоды длительностью в три месяца с диапазоном і-х значений средних температур наружного воздуха в эти периоды, изменяющихся от -10 до +2 °C при традиционном решении с использованием формулы (4) и при подаче теплоты на отопление по традиционной зависимости, указанной в формуле (2), что отображено в табл. 1, блоке 1 (колонки 1-5), а также по оптимизированному алгоритму, реализуемому уравнением (1).

Для указанного выше диапазона средних наружных температур (колонка 1) за период в три месяца в колонке 2 приводится количество теплоты, потребленной на отопление Qот.і при регулировании ее подачи по традиционному графику, построенному по уравнению (2) с реперными точками: расчетном расходе тепловой энергии $Q_{\text{от.i}} = Q_{\text{от}}^{\text{p}} = 176 \text{ кВт при расчет-}$ ной $t_{_{\rm H}}{}^{\rm p}$ = -26 °C и ${\sf Q}_{_{
m or,i}}$ = 0 при t_{H} = 18 °C. В колонке 3 представлен этот же расход, пересчитанный на нормализованный отопительный период по формуле (4), Гкал в год, а в колонке 4 — удельная величина пересчитанного на ноп расхода тепловой энергии на отопление, $q_{\text{от.ноп.}}$ в кВт·ч/м² в год, отнесенного к площади квартир отапливаемого дома типовой серии II-18-01/12 ($A_{\text{кв}} = 3618 \text{ м}^2$).

В колонке 5 приводятся результаты деления удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, пересчитанного на нормализованный отопительный период для каждого і-го значения температуры наружного воздуха, к такому же расходу, определенному при средней за нормализованный отопительный период наружной температуре выполнен правильно — максимальное отклонение в крайних значениях не превышает допустимых отклонений при измерении расхода теплоты теплосчетчиками $\pm 4\%$ (-2,7% для t_{μ}^{cp} = +2 °C и +2,2% для $t_{\mu}^{cp} = -10 \, ^{\circ}\text{C}$).

В блоке 2 (колонки 6-10) табл. 1 приводится для того же диапазона наружных температур (колонка 6) изменение рассчитанного за период трех месяцев расхода теплоты на отопление (колонка 7) по предлагаемой новой зависимости, указанной в формуле (1) — $Q_{\text{от i}}$ при расчете на $Q_{\text{o}} = 0$ при $t_{\rm H}$ = 12 °C, Гкал. В колонке 8 представлен этот же расход, пересчитанный на нормализованный отопительный период по формуле (4), Гкал в год, а в колонке 9 — удельная величина пересчитанного на ноп расхода тепловой энергии на отопление, отнесенного к площади квартир отапливаемого дома, κ Вт·ч/м² в год.

В колонке 10 приводятся результаты деления удельного годового

Таблица 2. Значения коэффициента пересчета на нормализованный отопительный период измеренного расхода тепловой энергии, $K_{nep,non}$, в формуле (5) при разных за период измерения средних температурах наружного воздуха (от -10 до +2 °C) для Γ CO Π_{non} = 4943 и 4551 градусо-суток

$t_{\scriptscriptstyle H.Cp'}$ °C	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2,2	-1	0	+1	+2
<i>К*</i> _{пер.ноп}	1,12	1,11	1,09	1,08	1,06	1,04	1,02	1,0	0,98	0,95	0,92	0,89	0,85
К** _{пер.ноп}	1,15	1,13	1,12	1,10	1,08	1,06	1,04	1,02	1,0	0,97	0,94	0,90	0,87

^{*}для ГСОП_{ноп} = 4943 градусо-суток;

^{**} для $\Gamma CO\Pi_{HOD} = 4551$ градусо-суток.

ЖДИТЕ!

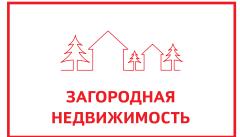


12 - 14 MAPTA 2021

ЭКСПОФОРУМ

Организатор — 000 «Форум «Ярмарка недвижимости». Тел.: +7 (812) 324-70-05













ПОЛУЧИТЕ БЕСПЛАТНЫЙ БИЛЕТ НА САЙТЕ Y-EXPO.RU









Яндекс Недвижимость



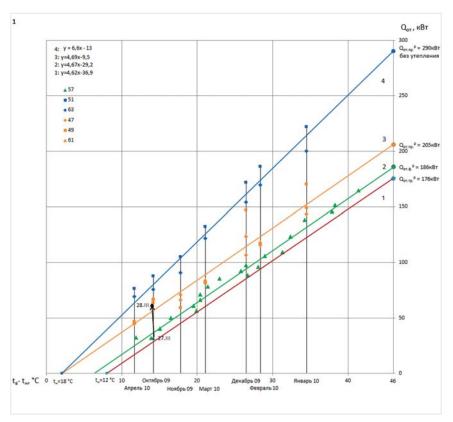


Рис. 2. Результаты измерения фактического теплопотребления на отопление домов серии II-18-01/12 в Москве по ул. Обручева в отопительном сезоне 2009–2010 гг. и расчетные зависимости изменения расхода тепла на отопление Q от, кВт от разности температур внутри и снаружи здания t в – t н, °C (значками обозначены результаты измерений: средние за месяц по домам 47, 49, 61, 51, 63 и за несколько суток дома 57; линиями зависимости изменения расхода тепла на отопление:

1 — расчетная требуемого расхода; 2 — обобщающая результаты измерения дома 57; 3 — расчетная по проекту; 4 — обобщающая измерения домов 51, 63). Примечание: рисунок взят из статьи в журнале «Инженерные системы» АВОК Северо-Запад, № 1. 2016, стр. 40

расхода тепловой энергии на отопление, пересчитанного на нормализованный отопительный период в колонке 9, для каждого значения температуры наружного воздуха к такому же расходу, определенному при средней за отопительный период наружной температуре $(t_{\mu}^{cp} = -3,1 \, ^{\circ}C)$. Максимальные отклонение в крайних значениях превышают допустимые отклонения при измерении расхода теплоты теплосчетчиками ± 4% (-15% для t_{μ}^{cp} = +2 °C и +12% для t_{μ}^{cp} = -10 °C), это свидетельствует о том, что при регулировании подачи теплоты на отопление по «графику Ливчака» традиционный метод пересчета в ноп не работает.

Для исправления этого несоответствия при осуществлении регулирования подачи теплоты в систему отопления дома в зависимости от температуры наружного воздуха и с учетом увеличивающейся доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома

с повышением наружной температуры следует ввести в формулу (4) коэффициент пересчета $K_{\text{пер. ноп}}$ (см. формулу 5), равный отношению удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, пересчитанного на нормализованный отопительный период при средней температуре наружного воздуха измеряемого периода, к такому же расходу, определенному при средней за нормализованный отопительный период наружной температуре, приведенный в колонке 10 табл. 1.

$$Q_{\text{or.}, \Phi, \text{Hon Ha } Q_0 = 0 \text{ npu th} = 12 \text{ °C}} =$$

$$= Q_{\text{or.}, \Phi, \cdot} \Gamma \text{CO\Pi}_{\text{Horf}} / (t_{\text{B}} - t_{\text{H.cp.}, \Phi \text{r}}) / \frac{1}{2} \sqrt{K_{\text{nep.Hon}}}. \tag{5}$$

Сопоставив показатели из тех же колонок 2 и 7 при $t_{\text{н.ср. ноп}}$ = -3,1 °C, можно оценить для этого конкретного дома величину годовой экономии тепловой энергии на отоп-

ление при переходе на график подачи теплоты в систему отопления с учетом увеличивающейся доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома с повышением температуры наружного воздуха: Эк = (156,01 - 129,03) × × 100/156,01 = 17%. Эта экономия достигается без каких-либо инвестиций, только перенастройкой контроллера регулятора подачи теплоты на отопление!

Следующий блок табл. 1 (колонки 11-14) демонстрирует для конкретных измерений теплопотребления на отопление с авторегулированием по «графику Ливчака» одного и того же дома серии II-18-01/12, выполненных после перенастройки контроллера регулирования отопления и пересчитанных на ноп по формуле (5) с учетом $K_{\text{пер.ноп}}$. В период с 20 ноября по 31 декабря 2009 года при $t_{\text{H.cp.},\phi_{\Pi}}$ = -3,8 °C фактически измеренный расход теплоты на отопление был $Q_{\text{от.} \phi}$ = 154,1 Гкал (колонка 12), а пересчитанный на ноп удельный расход составил $q_{\text{от.}\,\phi.\,\text{ноп}}$ = **112,5** кВт·ч/м 2 в год (колонка 14). За период в первые три месяца 2010 года при $t_{\text{н. cp. }\phi \text{п}}$ = -8,0 °C - $Q_{{}_{\mathsf{OT.}\,\Phi}}$ = 193,0 Гкал, а $q_{{}_{\mathit{om.}\,\phi.\,\mathsf{Hon}}}$ = = **111,2** кВт·ч/м² в год (числовое решение приведено в примере под табл. 1).

Средневзвешенное значение истинного измеренного и пересчитанного на ноп удельного годового расхода тепловой энергии на отопление будет: $q_{\text{от. ф. ноп. ср.}}$ = = $(112,5 - 111,2)/2 = 111,85 \text{ kBt·ч/m}^2$ при максимальном отклонении $0,65 \cdot 100/111,85 = 0,58\%$, что ниже допустимых ± 4%. Это подтверждает правильность пересчета измеренного расхода теплоты на нормализованный отопительный период с учетом $K_{nep. Hon.}$, коэффициента пересчета на ноп при регулировании подачи теплоты на отопление по <u>«графику Ливчака», с использова-</u> нием формулы (5).

По сравнению с измеренным и пересчитанным на нормализованный отопительный период расходом теплоты на отопление соседних домов 47, 49 и 61 той же серии за тот же период, авторегулирование в котором осуществлялось по зависимости (2), $q_{\text{от.ф.ноп.}} = (414,56 + 455,73 + 439,67) \times 1163/3/3618 = 140,36 кВт·ч/м², перерасход теплоты в этих домах на (140,36 – 111,85) · 100/111,85 = 25,5% выше теплопотребления дома 57,$



авторегулирование в котором было реализовано по «графику Ливчака» (формула 1).

В зависимости от региона строительства коэффициент пересчета расхода теплоты на отопление на нормализованный отопительный период $K_{\text{пер. ноп}}$ следует определять для каждого нового значения ГСОП, соответствующее данному региону. Выше приводится табл. 2, где представлены требуемые коэффициенты пересчета для $\Gamma CO\Pi_{HOR} =$ = 4943 градусо-суток из табл. 1 (2-я строка табл. 2) и определенные нами по той же методике для нового в соответствии с СП 131.13330.2011 «Строительная климатология» для Москвы $\Gamma CO\Pi_{HOII} =$ = 4551 градусо-суток при $t_{\text{н. ср. ноп.}}$ = = -2,2 °C (3-я строка табл. 2).

Расчеты, выполненные по вышеприведенным правилам, показывают, что при пересчете на $\Gamma CO\Pi_{HOR} =$ = 4551 градусо-суток по формуле (5) фактически измеренного расхода теплоты на отопление за период измерения в последние месяцы 2009 года при фактической средней температуре наружного воздуха $t_{\text{н. cp. }\phi\text{п}}$ = -3,8 °C с учетом $K_{\text{пер. ноп}} = 1,036$ удельный годовой расход тепловой энергии на отопление составил $q_{\text{от. } \phi. \text{ ноп}}$ = = **101,1** кВт·ч/м 2 в год. А за первые 3 месяца 2010 года при $t_{\text{\tiny H. cp. } \Phi \text{\tiny H}}$ = = -8,0 °C и с учетом $K_{\text{пер. ноп}}$ = = 1,12 удельный годовой расход тепловой энергии на отопление составил $q_{\text{от. ф. ноп}}$ = **97,4** кВт·ч/м² в год. Отклонения от средней величины $q_{\text{от. }\phi. \text{ ноп. cp.}} = (101,1 + 97,4)/2 =$ = 99,2 кВт·ч/м² <u>не превышают 2%,</u> что подтверждает правильность предлагаемого пересчета измеренного расхода теплоты на ноп <u>с учетом</u> $K_{\text{пер. ноп}}$.

выводы

1. Приходится констатировать, что в нашей стране из-за ошибок, допущенных в СП 50.13330.2012 при расчетах показателя энергетической эффективности зданий, и игнорирования требований Постановления Правительства РФ от 25.01.2011 № 18 о повышении энергоэффективности зданий, а также из-за устранения Минстроем России экспертизы как контролирующего органа за соответствием нормируемой величины показателя энергоэффективности зданий на стадии разработки проектной документации и исключения требований утепления МКД

при выполнении их капремонта, не реализуются планы повышения энергетической эффективности строящихся и капитально ремонтируемых зданий с 2011 года по настоящее время.

2. В статье предложены изменения и дополнения в нормативные правовые акты Правительства Российской Федерации и Минстроя России с целью действительной реализации повышения энергетической эффективности строящихся и эксплуатируемых зданий в рамках утвержденных положений Постановления Правительства РФ от 20.05.2017 № 603 — о повышении энергоэффективности нового строительства на 50% к 2028 году, для чего будет необходимо в 2020 году на 1-м этапе снизить теплопотребление на отопление МКД нового строительства на 25%, и Комплексного плана, утвержденного распоряжением Правительства РФ от 19.04.2018 № 703-р, — о повышении энергоэффективности жилищного фонда многоквартирных домов на 15% к 2030 году. Установлено, что для этого будет необходимо ежегодно начиная с 2020 года снижать теплопотребление на отопление при комплексном капитальном ремонте с утеплением МКД площадью квартир 74,5 млн м 2 , что сопоставимо с планируемым объемом нового строительства.

3. Достижение показателей повышения энергоэффективности 1-го этапа в новом строительстве реализуется за счет повышения теплозащиты зданий на те же 25%, а 2-го этапа с 2023 года на 15% по отношению к базовым значениям (таблица рекомендуемых значений с 2020 и 2023 годов приводится в статье), а при комплексном капитальном ремонте — за счет доведения теплозащиты существующих МКД до базовых значений, и в обоих случаях осуществления авторегулирования подачи теплоты в системы отопления в зависимости от изменения температуры наружного воздуха и с учетом всех составляющих теплового баланса здания и выявленного запаса тепловой мощности системы отопления. Следует иметь в виду, что при утеплении зданий в процессе проведения комплексного капитального ремонта экономически оправданно теплоизоляцию стен выполнять для достижения максимальных рекомендуемых по таблице значений сопротивления теплопередаче, потому что дешевле сразу увеличить толщину теплоизоляции, из-за ее малой стоимости по сравнению со стоимостью монтажа ее и покровного слоя, чем затем повторно это делать. Тогда уменьшится требуемый ежегодный объем капитального ремонта МКД.

4. При переходе на оптимизированный график авторегулирования подачи теплоты на отопление с учетом увеличивающейся с повышением температуры наружного воздуха доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома («график Ливчака») следует для сопоставления с рассчитанным ожидаемым расходом теплоты фактически измеренный расход тепловой энергии на отопление пересчитывать на нормализованный отопительный период по формуле (5) с использованием $K_{nep.hon}$ — коэффициента пересчета, определяемого в соответствии с блоком 2 табл. 1.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Казейкин В. С., Толстолугов В. А., Петров В. А. Энергоэффективность в 2020 году. Новые нормативные акты и новые высокоэффективные технологии. «Инженерные системы» АВОК Северо-Запад, № 1. 2020 г.
- 2. Ливчак В. И. Какова фактическая энергоэффективность жилищного фонда города Москвы и тенденции ее повышения к 2030 году. «Инженерные системы» АВОК Северо-Запад, № 1. 2020 г.
- 3. Ливчак В.И. «Отопление и вентиляция зданий цена, качество, энергоэффективность, экология». «Инженерные системы» АВОК Северо-Запад, № 3. 2019 г.
- 4. Ливчак В. И. Европейская тенденция повышения теплозащиты зданий: как она реализуется в России? «АВОК», № 6. 2011 г.
- 5. Ливчак В. И. Как добиться повышения энергоэффективности зданий при проектировании и соответствия фактического теплопотребления проектным показателям. «Инженерные системы» АВОК Северо-Запад, № 4. 2019 г.
- 6. Ливчак В. И. Оптимизация алгоритма подачи теплоты на отопление в зданиях: экономия от 15 до 40% и более без дополнительных инвестиций. «Энергосбережение», № 2. 2020 г.



ПАРАПЕТНЫЕ ВОРОНКИ, И ДЛЯ ЧЕГО ОНИ НУЖНЫ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Л. А. Сугробов, технический представитель фирмы HL Hutterer & Lechner GmbH

В статье, опубликованной в предыдущем номере (№ 1/2020), мы рассказали о том, какие бывают парапетные воронки, в чем их преимущества по сравнению с обычными кровельными воронками, а также об их особенностях. В этой статье мы расскажем о технических решениях по применению парапетных воронок.

Чаще всего парапетные воронки комплектуются листвоуловителями на входе и применяются вместо обычных кровельных воронок для отведения воды с кровель небольшой площади. Пропускная способность ниже, чем у обычных кровельных воронок при одинаковой толщине слоя воды над гидроизоляцией (номинальное значение толщины слоя воды 35 мм). Причины этого явления объяснялись в первой части статьи. В каких случаях пропускная способность парапетных воронок будет больше номинальной величины?

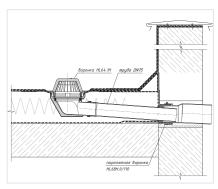
В случае утепленной кровли вода отводится с уровня гидроизоляции, расположенной значительно выше корпуса парапетной воронки. Можно ожидать, что в этом случае пропускная способность будет зависеть от разницы по высоте между уровнем гидроизоляции и корпусом воронки (для краткости назовем его толщиной слоя теплоизоляции кровли). Помимо этого, пропускная способность будет зависеть от толщины слоя воды над гидроизоляцией и типа защитного устройства на входе воды листвоуловителя или надставного элемента.

Компания HL провела серию испытаний пропускной способности парапетных воронок для разной толщины слоя теплоизоляции, для разной толщины слоя воды над гидроизоляцией, для разных

листвоуловителей и надставных элементов. Результаты испытаний приведены в табл. 1. Проанализировав полученные данные, можно увидеть, что пропускная способность парапетных воронок сильно зависит от толщины слоя теплоизоляции и в меньшей степени — от толщины слоя воды над гидроизоляцией. Так, пропускная способность воронки при толщине слоя теплоизоляции 200 мм и диаметре отводящей трубы DN110 будет в 3,3–4,4 раза больше (в зависимости от типа листвоуловителя или надставного элемента) по сравнению с парапетной воронкой DN110, не имеющей теплоизоляции и укомплектованной обычным листвоуловителем (рис. 1-4 в табл. 1).

Кроме того, были проведены испытания пропускной способности парапетной воронки в комбинации с кровельной воронкой серии HL64 с горизонтальным выпуском. При толщине слоя воды над гидроизоляцией 35 мм пропускная способность такой комбинации составляет 3,70 л/с. Это в 4,2 раза больше, чем пропускная способность парапетной воронки с листвоуловителем!

Часто возникают вопросы по поводу обогрева парапетных воронок. Наше мнение однозначно — либо нужно обогревать весь водосток, либо не греть ничего. Если обогревать только парапетную воронку и не греть отводящую трубу, то



Применение кровельной воронки HL64.1H с парапетной воронкой HL68H.0/110

вода, образовавшаяся при таянии снега внутри корпуса воронки, будет стекать в отводящую трубу и там замерзать. Образовавшаяся ледяная пробка заблокирует водосток и может привести к разрушению отводящей трубы.

При наличии вопросов по парапетным воронкам и любому другому оборудованию HL обращайтесь к дилерам или техническим представителям компании. Чертежи, фотографии и описание парапетных воронок размещены на сайте: www.hlrus.com.

OOO «Вирбель» 105187, Москва, ул. Вольная, д. 39 +7 (495) 780-70-00 www.hlrus.com www.interma.ru



Таблица 1

Схема		Высота	Таблица Н — толщина слоя воды над гидроизоляцией (EN 1253), мм											
установки парапетной воронки	Корпус с трубой DN 50	надстав- ного элемента	5	15	25	35	45	55	65	70	75	80	90	100
Боролки		HL85N(H)**	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с
	с листвоуловителем, замерено над фланцем		*	*	0,57	0,88	1,20	1,38	1,46	1,61	1,72	1,81	1,96	2,00
	с листвоуловителем, для аварийного водоотведения ***		*	0,33	0,57	0,86	1,06	1,14	1,22	1,28	1,31	1,35	1,44	1,52
J - (11) - 30	с надставным элементом + HL080.8E, теплоизоляция толщиной 110 мм	х = 110 мм				1,78					2,00			2,30
× 500	с надставным элементом + HL080.8E, теплоизоляция толщиной 150 мм	х = 150 мм				2,13					2,13			2,30
	с надставным элементом + HL080.8E, теплоизоляция толщиной 200 мм	х = 200 мм				2,25					2,48			2,58
J	с надставным элементом + HL181, теплоизоляция толщиной 110 мм	х = 110 мм				1,80					2,08			2,18
× 500	с надставным элементом + HL181, теплоизоляция толщиной 150 мм	х = 150 мм				1,96					2,08			2,18
	с надставным элементом + HL181, теплоизоляция толщиной 200 мм	х = 200 мм				2,16					2,43			2,52
	с надставным элементом + HL3000, теплоизоляция толщиной 110 мм	х = 110 мм				1,31					1,76			1,89
× 500	с надставным элементом + HL3000, теплоизоляция толщиной 150 мм	х = 150 мм				1,39					1,76			1,89
	с надставным элементом + HL3000, теплоизоляция толщиной 200 мм	х = 200 мм				1,44					2,20			2,26

^{*} Измерения при расходе менее 0,2 л/с не проводились.

^{**} Для герметичного соединения надставного элемента HL85N(H) с водоприемным элементом HL164 необходимо использовать 2 (два) уплотнительных кольца HL01067D.

^{***} Уровень воды над гидроизоляцией будет равен (35 мм + Н).



Схема		Высота	H — толщина слоя воды над гидроизоляцией (EN 1253), мм											
установки парапетной	Корпус с трубой DN 75	надстав- ного элемента	5	15	25	35	45	55	65	70	75	80	90	100
воронки	51473	HL85N(H)**	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с
	с листвоуловителем, замерено над фланцем		*	*	0,34	0,61	0,88	1,16	1,61	1,78	2,00	2,31	2,81	3,12
	с листвоуловителем, для аварийного водоотведения ***		*	0,33	0,57	0,88	1,20	1,38	1,46	1,61	1,72	1,81	1,93	2,10
± - 30 500 _	с надставным элементом + HL080.8E, теплоизоляция толщиной 110 мм	х = 110 мм				2,43					2,43			3,11
×	с надставным элементом + HL080.8E, теплоизоляция толщиной 150 мм	х = 150 мм				2,66					2,66			3,11
	с надставным элементом + HL080.8E, теплоизоляция толщиной 200 мм	х = 200 мм				3,13					3,13			3,67
	с надставным элементом + HL181, теплоизоляция толщиной 110 мм	х = 110 мм				2,32					2,32			3,02
× 500	с надставным элементом + HL181, теплоизоляция толщиной 150 мм	х = 150 мм				2,61					2,61			3,02
	с надставным элементом + HL181, теплоизоляция толщиной 200 мм	х = 200 мм				2,96					2,96			3,47
	с надставным элементом + HL3000, теплоизоляция толщиной 110 мм	х = 110 мм				1,41					1,41			2,26
500	с надставным элементом + HL3000, теплоизоляция толщиной 150 мм	х = 150 мм				1,77					1,77			2,26
	с надставным элементом + HL3000, теплоизоляция толщиной 200 мм	х = 200 мм				2,39					2,39			2,84

^{*} Измерения при расходе менее 0,2 л/с не проводились. ** Для герметичного соединения надставного элемента HL85N(H) с водоприемным элементом HL164 необходимо использовать 2 (два) уплотнительных кольца HL01067D.

^{***} Уровень воды над гидроизоляцией будет равен (35 мм + Н).



		Высота			на			лщина слоя воды золяцией (EN 1253), мм						
Схема установки парапетной	Корпус с трубой DN 110	надстав- ного элемента	5	15	25	35	45	55	65	70	75	80	90	100
воронки	DIV 110	HL85N(H)**	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с	л/с
	с листвоуловителем, замерено над фланцем		*	0,22	0,42	0,71	1,05	1,38	1,80	1,98	2,20	2,48	2,90	3,28
	с листвоуловителем, для аварийного водоотведения ***		*	0,32	0,55	0,83	1,10	1,30	1,48	1,59	1,65	1,76	1,92	2,03
	с надставным элементом + HL080.8E, теплоизоляция толщиной 110 мм	х = 110 мм				2,40					2,72			3,03
± 30 500 -	с надставным элементом + HL080.8E, теплоизоляция толщиной 150 мм	х = 150 мм				2,72					2,72			3,03
	с надставным элементом + HL080.8E, теплоизоляция толщиной 200 мм	х = 200 мм				3,11					3,55			3,66
	с надставным элементом + HL181, теплоизоляция толщиной 110 мм	х = 110 мм				2,30					2,70			2,96
× 500	с надставным элементом + HL181, теплоизоляция толщиной 150 мм	х = 150 мм				2,65					2,65			2,96
	с надставным элементом + HL181, теплоизоляция толщиной 200 мм	х = 200 мм				2,96					3,40			3,53
	с надставным элементом + HL3000, теплоизоляция толщиной 110 мм	х = 110 мм				1,41					2,02			2,23
30 500	с надставным элементом + HL3000, теплоизоляция толщиной 150 мм	х = 150 мм				1,56					1,56			2,23
	с надставным элементом + HL3000, теплоизоляция толщиной 200 мм	х = 200 мм				2,39					2,70			2,82

^{*} Измерения при расходе менее 0,2 л/с не проводились. ** Для герметичного соединения надставного элемента HL85N(H) с водоприемным элементом HL164 необходимо использовать 2 (два) уплотнительных кольца HL01067D.

^{***} Уровень воды над гидроизоляцией будет равен (35 мм + **H**).



СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА НОРМАТИВНЫХ И РАСЧЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ВЕЛИЧИНЫ КОЭФФИЦИЕНТА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТРУБ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ



ОЛЕГ АЛЕКСАНДРОВИЧ ПРОДОУС Доктор технических наук, профессор, генеральный директор ООО «ИНКО-инжиниринг».

Сфера научных интересов: напорные и самотечные сети 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.

Вице-президент Академии ЖКХ РФ — действительный член. Эксперт Экспертно-технологического совета Российской ассоциации водоснабжения и водоотведения.

Действительный член Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ). 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 270 научных работ, в том числе 4 монографии и 15 справочных пособий. Автор 26 патентов и изобретений.

О. А. Продоус, генеральный директор ООО «ИНКО-инжиниринг» П. П. Якубчик, профессор кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика» ФГБОУ ВО ПГУПС Императора Александра I

На примере проведено сравнение значений величины коэффициента гидравлического сопротивления труб из полиэтилена, рассчитанного по нормативной и рекомендуемой эмпирической зависимости, подтвержденной натурными исследованиями на трубах большого диаметра. Предложено разработать методику производственного контроля значений параметров шероховатости внутренних стенок труб из любых полимерных материалов и рекомендовать прибор для измерения величин этих параметров.

Ключевые слова: полимерные трубы, гидравлический расчет, параметры шероховатости, потери напора.

Гидравлический расчет трубопроводов из любых полимерных материалов регламентируется использованием при расчетах нормативной зависимости [2, 3], имеющей достаточно сложный вид, который был упрощен (формула 2) для проведения практических расчетов [1]. Однако явного упрощения расчета значений $\lambda^{\scriptscriptstyle H}$ это не дает, так как в формулу (1) входит значение нормированного [2, 3] коэффициента эквивалентной шероховатости K_3 , величина которого даже для труб из одного и того же материала этими нормативами точно не определена. Это приводит к нежелательным погрешностям при определении потерь напора в трубах из разных полимерных материалов.

На основе исследований, проведенных известными учеными в на-

чале 60-х годов 20-го века [6] была предложена зависимость для определения λ , подтвержденная результатами гидравлических экспериментов, произведенных авторами на трубопроводах большого диаметра [7]. Формула имеет следующий вид:

$$\lambda = \frac{0.3162}{Re_{\Phi}^{0.25}} \left(\frac{10Ra_{cp} \cdot 10^2}{Sm_{cp}} + 1 \right)^{0.172} \times$$

$$\times \left(\frac{2Ra_{\rm cp}\cdot 10^3}{d_{\rm BH}^{\Phi}} + 1\right)^{0.475}$$
, (1)

где:

 $\textit{Re}_{\scriptscriptstyle \varphi}$ — фактическое число Рей-

нольдса,
$$Re_{\phi} = \frac{V_{\phi} \cdot d_{\text{вн}}^{\phi}}{V}$$
 [5];

 $Ra_{\rm cp}$ — среднеарифметическое отклонение профиля от средней линии в пределах базовой длины, м;

 $Sm_{\rm cp}$ — средний шаг по вершинам между неровностями, м;





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 воздуходувные 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 156 научных статей и учебно-методических работ, в том числе 5 учебников, 10 учебных пособий и 5 монографий.

 $d_{\text{вн}}^{\Phi}$ — фактический (измеренный) внутренний диаметр труб, м.

В формуле (1) отсутствует коэффициент эквивалентной шероховатости $K_{\mathfrak{I}}$, что придает ей более практический вид, так как для расчета значения λ требуется измерить только величину средних значений параметров шероховатости $Ra_{\mathfrak{Cp}}$ и $Sm_{\mathfrak{Cp}}$ регламентированных нормативом [4].

Явным достоинством формулы (1) является также ее относительная простота для расчетов. Формула (1) может быть рекомендована для использования при расчетах значения λ , если известны значения параметров $Ra_{\rm cp}$ и $Sm_{\rm cp}$, измерение которых не представляет сложностей, так как значения этих параметров используются для разных целей в большинстве отраслей российской экономики.

Проведем на примере сравнение нормативных значений λ^{H} , подсчитанных по упрощенной нормативной (2) и рекомендуемой расчетной λ^{P} зависимости (1). Результаты для сравнения сведены в табл. 1.

Из таблицы 1 следует, что точность определения нормативного значения $\lambda^{\text{H}} = 0.01938$ отличается от точности определения расчетного значения $\lambda^{\text{P}} = 0.01943$ на 0,26%, что вполне удовлетворяет точности проведения практических расчетов.

То есть расчетное значение λ^p по формуле (1) расходится на 0,26% со значением λ^{H} , рассчитанным по формуле (2).

Использование значения параметра K° в формуле (1) вообще не требуется, так как объективная оценка измеренных прибором средних значений параметров шероховатости Ra_{cp} и Sm_{cp} обеспечивает расчет значений λ^{p} с достаточной для практических расчетов точностью в сравнении с расчетом по нормативной зависимости (2).

Условия задачи

Задан расход: q=300 л/с (0,3 м³/с), который транспортируется по трубопроводу из ПНД с $d_{\rm BH}^{\varphi}=0,5528$ м. Температура воды t=10 °C ($\nu=0,00000131$ м²/с).

Измеренные значения характеристик шероховатости внутренней поверхности труб из ПНД: $Ra_{cp}=0.41\,$ мкм (0,0000041 м), $Sm_{cp}=6000\,$ мкм (0,006 м).

Требуется сравнить для условий задачи нормативное λ^{H} и расчетное значение λ^{P} .

Решение

Расчет $\lambda^{\text{н}}$ по упрощенной нормативной зависимости (2) производится по формуле (2):

$$\sqrt{\lambda^{H}} = \frac{0.5 \left[\frac{b}{2} + \frac{1.312(2-b) \cdot (3.7d/K_{3})}{\lg \cdot Re_{\varphi} - 1} \right]}{\lg \cdot (3.7d/K_{3})},$$

$$\lambda^{H} = \left[\frac{\frac{b}{2} + \frac{1,312(2-b) \cdot m}{n}}{m} \right]^{2}, \quad (2)$$

где:

$$b = 1 + \frac{\lg Re_{\phi}}{\lg Re_{\kappa_{B}}}$$
 — некоторое чис-

ло подобия режимов движения жидкости.

При условии b > 2 значение b принимают равным 2.

 Re_{ϕ} — фактическое число Рейнольдса, определяемое по формуле:

$$V_{\Phi} = rac{4 \cdot q_{\Phi}}{\pi \left(d_{\scriptscriptstyle \mathrm{BH}}^{\Phi}
ight)^2}$$

где:

 V_{ϕ} — фактическая скорость потока, м/с;

$$V_{\phi} = rac{4 \cdot q_{\phi}}{\pi \left(d_{\scriptscriptstyle \mathrm{BH}}^{\phi}
ight)^2}$$
, M/C

 $d_{\text{вн}}^{\varphi}$ — фактический (измеренный) внутренний диаметр труб с учетом технологических допусков, м;

 q_{ϕ} — фактический заданный расход, м³/с;

Re_{кв} — число Рейнольдса, соответствующее началу квадратичной области гидравлических сопротивлений:

$$Re_{\scriptscriptstyle \mathsf{KB}} = \frac{500 \cdot d_{\scriptscriptstyle \mathsf{BH}}^{\scriptscriptstyle \diamond}}{K_{\scriptscriptstyle \mathsf{B}}}$$

где: K_s — коэффициент эквивалентной (гидравлической) шероховатости, м. Действующими нормативами установлены значения: $K_s \ge 0,00001$ м [2] или $K_s = 0,000014$ м [3]. Точного значения K_s для труб из ПНД не установлено.

Принимаем для примера расчетное значение K_3 = 0,00001 м.



Таблица 1

Материал труб		по р		Знач ендуемой ра висимости (асчетн		іетных па		троще		норматі ости (2)	ивной	Процент расхож- дения %
	d^фвн, М	q _ф , м³/с	<i>V</i> _ф , м/с	<i>Rа_{ср},</i> М	<i>Sт</i> _{ср} , М	<i>К</i> ₃, М	λ ^p	<i>d^фвн,</i> М	q _ф , м ³/с	V _ф , м/с	<i>К</i> ^н э, М	λ"	, and the second
ПНД по ГОСТ 18599-2001	0,5528	0,300	1,25	0,00000041	0,006	-	0,01943	0,5528	0,300	1,25	0,00001	0,01938	0,26

Установлено, что K_3 зависит от величины средних значений параметров шероховатости внутренней поверхности $Re_{\rm cp}$, м, и рассчитывается по эмпирической зависимости, полученной авторами по результатам натурных исследований трубопроводов по формуле [1, 5, 7]:

$$K_9 = 2Ra_{cp}^{1,33}$$
, M;

$$m = \lg \frac{3.7 d_{\text{вн}}^{\Phi}}{K_{\text{\tiny 3}}}$$
 — число подобия па-

раметров трубопровода, отражающее изменения значений фактического внутреннего диаметра труб и изменение средних значений высотного параметра шероховатости Ra_{co} ;

 $n = \lg Re_{\phi}$ – 1— фактор, характеризующий изменение фактического расхода q_{ϕ} от изменения величины фактического внутреннего диаметра труб из-за влияния технологических допусков на толщину стенок и номинальный наружный диаметр труб [5].

Таким образом, сравнение нормативных λ^{H} и расчетных значений величин коэффициента гидравлического сопротивления λ^{P} показывает, что существует подтвержденная экспериментами эмпирическая зависимость для определения значений λ^{P} для трубопроводов из полимерных материалов, предусматривающая использование для расчета зна-

чений λ^p по формуле (1), измеренных в процессе производства труб средних значений параметров шероховатости Ra_{co} и Sm_{co}

Для этого необходимыми и обязательными условиями являются:

- разработка и нормирование методики производственного контроля параметров шероховатости внутренних стенок труб из любых полимерных материалов;
- рекомендации по использованию сертифицированного (аттестованного) прибора для проведения замеров средних значений параметров шероховатости в производственных условиях заводов производителей труб из разных полимерных материалов;
- рассмотрение вопроса о внесении формулы (1) в нормативные документы [2, 3], что позволит, в конечном счете, значительно упростить расчет значений величины потерь напора в трубах из разных полимерных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Продоус О. А., Васильева М. А. Упрощенный вид нормативной зависимости для проведения гидравлических расчетов трубопроводов из полимерных материалов. Водоснабжение и санитарная техника, № 9, 2017. С. 53–55.
- 2. СП 40-102-2000 Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализа-

ции из полимерных материалов. Общие требования. http://docs.cntd.ru/document/1200007490

- 3. СП 399.1325800.2018 СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ НА-ружные из полимерных материалов. Правила проектирования и монтажа. http://docs.cntd.ru/document/552304873
- 4. МИ 41-75 Методика выполнения измерений параметров шероховатости поверхности по ГОСТ 2789-73 при помощи приборов профильного метода. Дата актуализации 01.02.2020. https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293815/4293815845.htm
- 5. Продоус О. А. Влияние колебаний значений параметров, входящих в нормативную зависимость СП 40-102-2000, на величину потерь напора в трубах из разных полимерных материалов. Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, № 4, 2019. С. 50-53.
- 5. Дунин-Барковский И. В., Рузин М. Я. О шероховатости пластмассовых труб. Водоснабжение и санитарная техника, № 2, 1964. С. 22–24.

Дикаревский В. С., Якубчик П. П., Продоус О. А. О формулах для расчета коэффициента гидравлического сопротивления железобетонных напорных труб. Межвузовский сборник научных трудов «Водоснабжение и водоотведение на железнодорожном транспорте». Л., ЛИИЖТ, 1980. — С. 65–69.







ВЫСТАВОЧНАЯ ПРОГРАММА КОНГРЕССНАЯ ПРОГРАММА ЦЕНТР ДЕЛОВЫХ КОНТАКТОВ

ОРГАНИЗАТОР

EXPOFORUM

GKH.EXPOFORUM.RU







УНИВЕРСАЛЬНАЯ АППАРАТНО-ПРОГРАММНАЯ ПЛАТФОРМА АВТОМАТИ-ЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗДАНИЙ

В. М. Максименко, эксперт сектора обучения и информационной поддержки НВП «Болид»



ВЛАДИМИР АДАМОВИЧ МАКСИМЕНКО Родился в 1956 году в Москве. В 1978 году окончил факультет АТиЭ МЭИС. 1978-1984 гг. — ГЦУМС Министерства связи СМТ-1. 1984-1991 гг. - МНИИ приборной автоматики, замначальника отдела. 1993–2002 гг. — директор по маркетингу в пяти крупных российских компаниях. 2006-2013 гг. — гендиректор Центра автоматизации зданий. 2012 год — финалист KNX Award 2012. 2008–2010 гг. — заведующий сектором ГУП «НИИМосстрой». 2013-2014 гг. — н/с «Умный город» МГСУ. 2015 год — н/в — эксперт НВП «Болид». Два а/с на изобретения. Автор курсов: «Системы автоматизации зданий» РАНХиГС (МВА): «Зеленые стандарты» (Минприроды РФ); «ВАСпет. Ознакомительный курс»; «АСУЗданий»; более 100 докладов на российских и международных конференциях; более 90 аналитических статей в 21 отечественном и зарубежном журналах.

Одним из основных трендов автоматизации инженерного оборудования зданий (АСУЗ) последнего времени является взаимное проникновение или конвергенция систем автоматизации зданий и систем безопасности с активным использованием IT-технологий. Как сказал и. о. ректора МГСУ А. А. Волков на форуме INTERSEC Rus в рамках выставки Intrlight в Москве в 2019 году: «Мировым трендом сегодня является когнитивность конвергентных систем», что отражает также использование для управления в АСУЗ таких современных технологий, как Big Data, IoT и облачных технологий. Комплексное использование перечисленных технологий и элементов искусственного интеллекта позволяет поднять планку комфорта и безопасности АСУЗ на принципиально новый уровень.

При этом задачи, реализуемые АСУЗ в конкретных проектах, определяются требованиями групп пользователей этих проектов [1]. Общая структура АСУЗ [2]соответствует приведенной в ISO 16 484-2.

Многолетний опыт разработки систем безопасности специалистами НВП «Болид» привел к тому, что в последние годы была разработана линейка приборов и программное обеспечение (ПО), реализующие на современном уровне структуру, показанную на рис. 1. При этом упомянутые приборы и ПО, по сути, представляют собой аппаратно-программную платформу (далее — платформа), позволяющую реализовывать задачи комфорта, безопасности и энергоэффективности с возможностью масштабирования и организации территориально распределенных решений. Реализация конвергентных функций систем безопасности и автоматизации зданий обеспечивается использованием проверенных аппаратных решений и современных алгоритмов управления.

Характерной особенностью платформы является возможность построения законченной системы из типовых модулей путем тиражирования и масштабирования, а также возможности использования большинства модулей как автономных законченных решений.

Типовые модули платформы

Основными задачами, которые решает платформа, являются сбор и обработка данных от устройств полевого уровня, визуализация обработанной информации и обеспечение работы системы с локальными и удаленными пользовательскими интерфейсами, включая мобильные. В соответствии со структурой платформы (рис. 2) в качестве модулей полевого уровня используются:

— контроллер двухпроводной линии C2000-КЛД-ModBus:

На двухпроводную линию этого контроллера можно подключать до 127 адресуемых устройств (датчиков и исполнительных устройств). При этом контроллер может работать в автономном режиме, реализуя ряд несложных логических алгоритмов работы.

— контроллер технологический C2000-T:

Полноценный контроллер с предустановленными алгоритмами управления системами отопления, горячего водоснабжения, вентиля-



ции и кондиционирования с использованием ПИД-регуляции, каскадного регулирования, а также с возможностью формирования оригинальных алгоритмов управления оборудованием с использованием встроенного блока условий. Имеет на борту аналоговые и дискретные входы и выходы, а также интерфейсы RS-485 «Орион» ведущий и ведомый. При этом ведомый интерфейс при конфигурации может переводиться в режим ModBus RTU.

— модуль ввода-вывода М2000-4ДА: с аналоговыми и дискретными входами и дискретными выходами, а также дискретными выходами — релейными и транзисторными. Имеет простую встроенную логику и возможность ШИМ-регулирования.

— релейные модули M3000-BB-0010 и M3000-BB-1020.

М3000-ВВ-0010 — поддерживает обмен данными в сети RS-485 по протоколу Modbus как ведомое устройство и позволяет управлять имеющимися в его составе 20 реле, коммутируя напряжение ~250 В 50 Гц и соѕ ϕ > 0,6 4 А. Позволяет управлять выходами с помощью ШИМ, при этом задавая период и коэффициент заполнения в широких пределах (максимальный период импульса 24 часа, минимальный 0,5 с).

М3000-ВВ-1020 — модуль из 6 перекидных реле с возможностью контроля состояния, управляемых по протоколу ModBus RTU.

С2000-ВТИ, С2000-ВТИ исп.01, С2000Р-ВТИ, С2000Р-ВТИ исп.01, М2000-ВТИ — термогигрометры с индикацией. Имеют встроенный ЖКИ, обеспечивают измерение температуры и относительной влажности воздуха и измерение концентрации угарного газа.

Ядром платформы является модуль уровня аппаратного управления на базе контроллера M3000-T c OC LINUX.



Рис. 3. Контроллер C2000-КЛД-ModBus

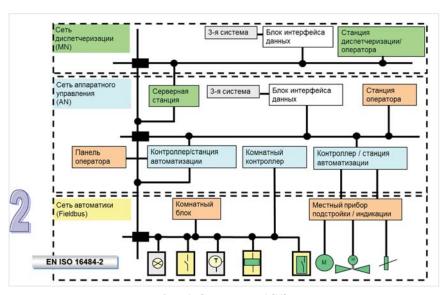


Рис. 1. Структура АСУЗ

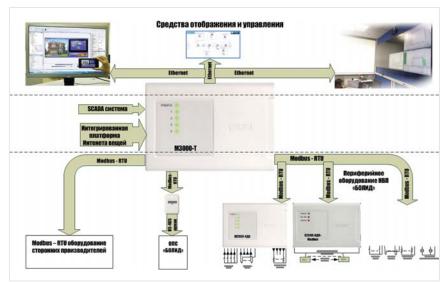


Рис. 2. Структура универсальной аппаратно-программной платформы АСУЗ

Контроллер поддерживает все языки программирования, указанные в МЭК 61131-3. В качестве среды разработки и исполнения используется MasterSCADA 4D компании «Инсат». В зависимости от решаемых задач наряду с MasterSCADA 4D могут использоваться также другие SCADA-системы,

например, КРУГ-2000, или интеграционная платформа для Интернета вещей AggreGate. Соответствующие испытания успешно прошли в 2019 году. На борту контроллера находятся 4 интерфейса RS-485 ModBus RTU и интерфейс Ethernet. Благодаря наличию этих интерфейсов в соответствии с приведенной



Рис. 4. Контроллер С2000-Т



Рис. 5. Модуль ввода-вывода M2000-4ДA



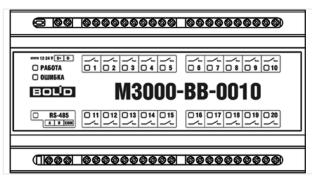




Рис. 6. Релейные модули М3000-ВВ-1020 и М3000-ВВ-0010



Рис. 7. Коммуникационный контроллер M3000-T

на рис. 2 структурой АСУЗ обеспечивается подключение периферийных устройств по протоколу ModBus RTU для сбора данных с датчиков и управления исполнительными устройствами. При этом могут использоваться как устройства, производимые НВП «Болид», так и широкий спектр оборудования ModBus RTU сторонних производителей. Необходимо отметить, что решение допускает также использование информации о состоянии установленного на объекте оборудования безопасности при помощи преобразователя интерфейса С2000-ПП.

При использовании MasterSCADA 4D может быть организован доступ к платформе с использованием интерфейса Ethernet-контроллера через любой интернет-браузер (за исключением Internet Explorer).

Структура платформы

Общая структура системы может иметь вид, представленный на рис. 8.

Эта структура системы отражает ограничения, накладываемые спецификацией протокола ModBus. На рис. 8 представлены 3 основных варианта реализации системы на базе линейки приборов M3000-Т. Контроллер M3000-Т имеет в своем составе 4 канала для подключения шины ModBus. Первый вариант подключения к шине, обозначенный как ModBus 1, показывает шинное подключение адресуемых устройств к шине ModBus. При этом максимальное количество подключаемых к шине адресуемых устройств в нашем случае составляет 240. Теоретически на такой шине можно адресовать до 255 адресов. На практике обычно ограничиваются 247 адресами, что, в принципе, возможно и в нашем случае. Вторая важная особенность этой шины заключается в рекомендациях ряда производителей использовать шинные усилители не реже, чем после каждого 31 устройства.

Канал ModBus 2 иллюстрирует вариант подключения к контроллеру M3000-Т в качестве адресуемых устройств приборов C2000-КЛД-ModBus. В данном слу-

чае эти приборы подключаются к шине ModBus RTU, поэтому их количество теоретически составляет до 240 приборов, а к каждому из них на двухпроводную линию связи (ДПЛС) можно подключить до 127 адресуемых устройств. При этом приборы, подключенные к ДПЛС, получают от нее питание. При использовании такого подключения следует учитывать, что время обработки контроллером одного прибора C2000-КДЛ-ModBus может составить до 100 миллисекунд при подключении около 100 адресуемых устройств на его ДПЛС.

Канал ModBus 4 отличается от предыдущего варианта тем, что в данном случае к каналу ModBus подключаются как приборы C2000-КЛД-ModBus, так и модули, использующие для обработки информации из управляемого помещения такие приборы, как С2000-Т, М2000-4ДА, М3000-ВВ-0010 и М3000-ВВ-1020. В корпусе модуля могут быть собраны приборы, необходимые для получения и обработки информации из конкретного помещения. Кроме того, подключенная к каждому модулю ДПЛС от прибора С2000-КЛД-ModBus позволяет при необходимости использовать в зоне расположения модуля адресуемые устройства ДПЛС.

Необходимо также отметить временные особенности работы шины ModBus: для опроса 10 переменных из 4 ведомых со скоростью 19200 бит/с необходимо затратить примерно 206 мс. Если необходим периодический опрос, желательно зарезервировать определенное время, например, еще дополнительно 100 мс.

В случае если производится интенсивная запись больших объемов во встроенную память контроллера, может произойти «затирание»

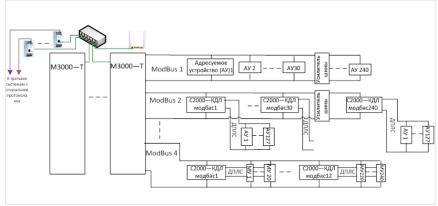


Рис. 8. Общая структура системы





www.yugbuild.com

Организатор



Официальный информационный спонсор



+7 (861) 200-12-34 yugbuild@mvk.ru





Рис. 9. Компоновка модуля помещения офисного комплекса

Рис. 10. Компоновка модуля помещения офисного комплекса. Исполнение 1

этой памяти, что повлечет снятие с гарантии.

Типичная ошибка, приводящая к расходу ресурса памяти, — это архивирование процесса пользователем со временем цикла задачи, в которой объявлены переменные с атрибутом «архивирование». То есть если время цикла такой задачи составляет 100 мс, то при архивировании в этой задаче только одной переменной типа «вещественное», ячейка памяти в 8 байт будет записываться 10 раз в секунду, 600 раз в минуту, 36 000 раз в час, 864 000 циклов записи в сутки. За это время записанный архив (лишь одной вещественной переменной без меток времени) составит 6 912 000 байт. Используемый тип памяти — еММС — имеет ресурс порядка 3000 циклов перезаписи. Очевидно, что запись во встроенную память контроллера с такой интенсивностью приведет к ее преждевременному «затиранию».

Контроллер сам перераспределяет уже стершиеся блоки памяти как неиспользуемые, в связи с чем оставшийся объем будет постоянно уменьшаться.

При необходимости сохранения архивов оперативных параметров необходимо:

- архивирование производить на внешние носители информации — SD-карты и USB-накопители;
- архивировать промежуточные переменные, которые объявлены в задаче с большим временем цикла, к примеру 1 минута;
- архивировать медленно меняющиеся переменные (параметры)

только тогда, когда они изменяются или существенно изменяются (запись по изменению).

Интерфейс Ethernet позволяет подключать контроллеры M3000-T, аппаратные IP-шлюзы открытых протоколов, таких как KNX, LON, BACNet, Wi-Fi-роутеры и другое аналогичное оборудование.

Примеры реализуемых платформой задач, иллюстрирующие ее возможности

1. Реализация управления и контроля состояния помещения офисного комплекса

На рис. 9. приведена компоновка модуля управления и контроля состояния помещения офисного комплекса. Модуль как таковой представляет собой законченное локальное решение для управления включением нагрузок отдельного помещения с помощью карточного выключателя, установленного при входе. В качестве нагрузок в данном примере выступают освещение, розетки, кондиционер. Управление осуществляется с помощью логики прибора C2000-КЛД-ModBus, позволяющей включать и отключать кондиционер по датчику температуры, при открытии окон, включать свет при наличии людей в помещении по датчику движения. Модуль допускает установку в него дополнительных реле, например для включения увлажнителя по датчику влажности или для подачи тревожного сигнала секретарю с помощью тревожной кнопки и т. п. Исполнение модуля в соответствии с рис. 8 вариант ModBus 4 показан на рис. 10.

В этом исполнении функционал модуля дополнен функциями контроля доступа на базе считывателя, подключенного к контроллеру C2000-КДЛ-ModBus, а также дополнительными управляемыми нагрузками с возможностью расширения за счет большой коммутационной емкости блока реле М3000-ВВ-0010. Поскольку приборы C2000-КДЛ-ModBus и М3000-ВВ-0010 являются ведомыми на интерфейсе ModBus RTU, данное исполнение в чауправления прибором М3000-ВВ-0010 работает только при наличии связи с коммуникационным контроллером М3000-Т по линии ModBus RTU.

Модули имеют интерфейсный выход по протоколу ModBus RTU, что позволяет использовать один или несколько таких модулей при решении следующей задачи:

2. Реализация управления и контроля состояния помещений офисного комплекса с отображением на мобильных устройствах

Реализация решения управления и контроля состояния помещений офисного комплекса с отображением на мобильных устройствах представляет собой набор из двух модулей, рассмотренных в предыдущем примере. Под конкретную задачу такие модули допускают соответствующую доработку с целью полноценной реализации необходимого функционала. Кроме того, в решении присутствует рассмотренный ранее модуль на контроллере М3000-Т — ядро платформы. На борту этого контроллера находится предустановленная



НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЙ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

ОСНОВНЫЕ УЧАСТНИКИ ОБЪЕДИНЕНИЯ

Разработчики и производители возобновляемых источников энергии

Разработчики и производители инновационных технологий и материалов

Средства массовой информации и интернет источники Производители приборов учета и центры наблюдения за энергопотреблением

В энергоаудиторы и их объединения (СРО).

Производители оборудования, эксперты, разработчики программного обеспечения в области энергоаудита

Энергосервисные и консалтинговые компании

Банки, страховые компании, инвесторы

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.pф info@no-e.ru





Рис. 11. Компоновка модуля помещений офисного комплекса с отображением на мобильных устройствах

SCADA-система MasterSCADA 4D компании «Инсат». Эта SCADAсистема с ModBus-каналов контроллера получает информацию от подключенных модулей, обрабатывает ее и обеспечивает визуализацию этой информации и выдачу ее на мобильные средства пользователей системы в соответствии с присвоенными им правами доступа. Выдача осуществляется по каналу Ethernet и может транслироваться через Wi-Fi-роутер. Функционально решение поддерживает все возможности SCADA-системы в части обработки и отображения поступающей на контроллер информации от периферийных модулей. В соответствии с представленной на рис. 8 структурой решение может поддерживать число различных модулей, в том числе приведенных в разделе «Типовые модули платформы», необходимое для сбора данных с достаточно большого объема инженерного оборудования контролируемого объекта.

3. Реализация управления и контроля состояния помещений территориально распределенных офисных комплексов с функциями формирования произвольных отчетов и превентивного управления

В соответствии со структурой, приведенной на рис. 8, решение на базе платформы может использовать несколько модулей с контроллерами М3000-Т, каждый из которых может иметь свой набор периферийных модулей, что обеспечивает большую гибкость решения. При этом для связи между контроллерами М3000-Т могут использоваться IP-каналы связи, обеспечивающие практически неограниченную удаленность конт-

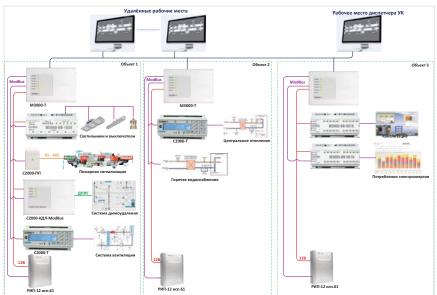


Рис. 12. Вариант территориально распределенного решения на базе платформы

роллеров друг от друга. Это позволяет реализовывать территориально разнесенные решения. В этом случае для обеспечения взаимодействия между контроллерами и обработки существенно больших объемов информации, генерируемых системой, могут применяться такие программные средства, как интеграционные платформы для Интернета вещей. Вариант такого решения представлен на рис. 12.

В данном случае контроллеры М3000-Т обрабатывают информацию, поступающую с оборудования подключенных к ним объектов. Сеть Ethernet в данном случае понимается в широком смысле как среда, т. е. контроллеры М3000-Т могут располагаться в разных точках этой среды, включая удаленные подключения, а также рабочие места могут быть как локальными, так и удаленными в зависимости от решаемой задачи. При использовании контроллером M3000-T SCADA-системы MasterSCADA 4D компании «Инсат» для отображения на рабочих местах могут использоваться любые интернет-браузеры (кроме Internet Explorer).

Таким образом, рассматриваемая аппаратно-программная платформа управления инженерным оборудованием зданий обеспечивает:

- соответствие структуры требованиям ISO 16 484;
- оперативное построение практического решения из разработанных модулей, включающих базовое ПО, начиная от локальных автономных решений с возможностью поэтапного расширения

до территориально распределенных решений;

- возможность развертывания на базовом контроллере SCADAсистем и программных платформ Интернета вещей в зависимости от потребностей заказчика и решаемых задач;
- возможность использования в качестве периферийного оборудования любого ModBus-RTU-оборудования, а также оборудования ранее установленных на объектах систем ОПС НВП «Болид»;
- возможность вывода информации на любые удаленные средства отображения через web-браузер;
- оптимизация обслуживания системы за счет использования типовых решений и оборудования;
- конкурентное соотношение цена/качество предлагаемого решения;
- возможность модернизации и расширения реализованных решений с минимальными затратами средств и времени.

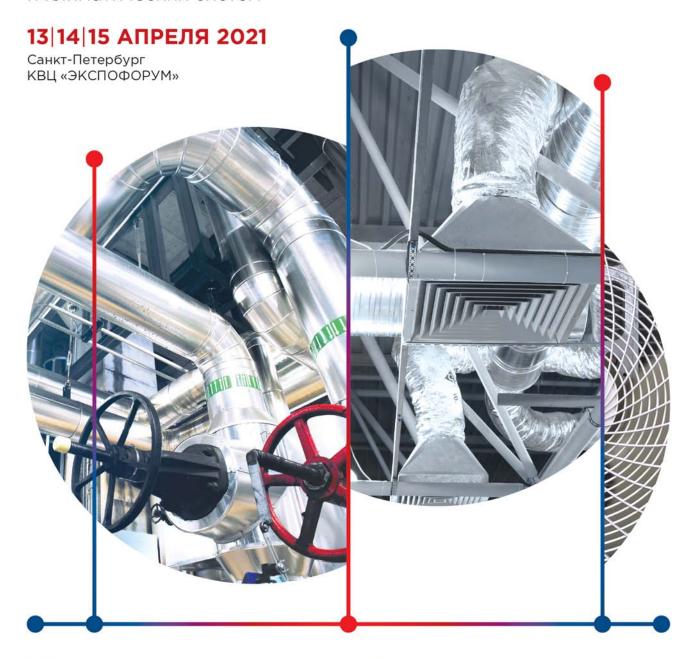
ЛИТЕРАТУРА

- 1. Максименко В. А. Комплексная концепция функционирования инженерных систем, систем безопасности и управления как основа обеспечения устойчивости объекта // Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Охрана, безопасность, связь -2015», Воронеж. 2015. Часть 1. С. 85–86.
- 2. ABOK Стандарт 5 2004 Отраслевой стандарт. Системы автоматизации и управления зданиями. Часть 2. Основные положения. Аппаратные средства.



Международная выставка

оборудования для отопления, водоснабжения, вентиляции и климатических систем





Отопление



Вентиляция



Кондиционирование



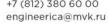
Водоснабжение

Забронируйте стенд:

engineerica.ru



Организатор — компания MVK | +7 (812) 380 60 00 Офис в Санкт-Петербурге







НУР ЗАКИРЗЯНОВИЧ БИТКОЛОВ (К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

В. В. Степанов, к. м. н., старший научный сотрудник, заведующий лабораторией гигиенической оценки и контроля средств обеспечения безопасности воздушной среды Федерального государственного унитарного предприятия научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины Федерального медико-биологического агентства (ФГУП НИИ ПММ)

1 мая 2020 года исполнилось 90 лет со дня рождения доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, создателя и бессменного руководителя лаборатории промышленной аэрологии Федерального государственного унитарного предприятия научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины Федерального медико-биологического агентства Нура Закирзяновича Битколова (1930–2011 гг.).

Нур Закирзянович Битколов — видный ученый, внесший большой вклад в развитие вентиляции и газоочистки промышленных объектов при работе с высокотоксичными химическими и радиоактивными веществами.

Нур Закирзянович родился в городе Чите в семье учителя. В 1947 году он поступил в Казахский горно-металлургический институт на горный факультет, который окончил в 1952 году. Знания, полученные от прекрасных педагогов горного факультета, послужили основой дальнейшего становления Н. З. Битколова как педагога и исследователя. Активный, блестяще успевающий студент, спортсмен, Н. 3. Битколов был оставлен при институте ассистентом кафедры разработок рудных и рассыпных месторождений. В 1955 году Н. З. Битколов поступает в аспирантуру при Ленинградском горном институте на кафедру рудничной вентиляции.

С 1959 по 1964 гг. после защиты кандидатской диссертации Н. З. Битколов работал в Ленинградском горном институте в должности старшего научного сотрудника. За этот период при его непосредственном участии прове-

дены крупные исследования по разработке и внедрению в практику подземных работ двигателей внутреннего сгорания, оборудованных нейтрализаторами выхлопных газов, которые успешно использовались при строительстве туннелей на Нурекской ГЭС. Итогом этих работ явились монографии, опубликованные в 1962 и 1964 гг. в издательстве «Цветная металлургия» по вентиляции и газоочистке при работе дизельных двигателей в подземных условиях.

Одновременно в эти же годы продолжились работы по новому направлению в практике горного дела — аэрологии карьеров, начатому в кандидатской диссертации и развитому в дальнейших исследованиях.

В 1964 году Н. З. Битколов получил приглашение в филиал № 6 Института биофизики (ныне Федеральное государственное унитарное предприятие научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины Федерального медико-биологического агентства) для участия в работах, связанных с созданием и развитием атомной энергетики, где в 1966 году организовал и возглавил ла-

бораторию промышленной аэрологии, которой руководил вплоть до своей кончины в 2011 году на протяжении 45 лет.

В институте под руководством Н. 3. Битколова и при его непосредственном активном участии были выполнены разработки, в значительной мере способствовавшие развитию атомной промышленности в стране. В 1966-1975 гг. проведены работы по обеспечению безопасных условий труда на предприятиях по добыче урановых руд. Комплекс работ, наряду с лабораторными исследованиями, включал производственные эксперименты по вентиляции подземных работ и по борьбе с пылью на открытых горных работах. Предметом исследования явились горные работы на территории России (Первомайск, Краснокаменск), Казахстана (Бота-Бурум, Шан Тюбе, Степногорск), Узбекистана (Заравшан, Учкудук), Таджикистана (Чкалов), Киргизии (Майли Су) и других стран.

В этот период впервые в стране под руководством Н. З. Битколова были созданы снеговые генераторы, получаемый снег от которых использовался для предупреждения пылеобразования при отрицательных температурах воздуха на автодорогах при экскавации горной массы и при проведении массовых взрывов в карьерах. Итогом этих исследований явилось внедрение комплекса решений, направленных на улучшение условий труда горнорабочих в подземных условиях и на открытых горных работах.





Нур Закирзянович Битколов

Результаты исследований в горной промышленности нашли отражение в ряде монографий: «Проветривание карьеров», «Проектирование вентиляции в карьерах», «Теория и практика открытых разработок. В 1973 году Н. З. Битколовым защищена докторская диссертация в Московском горном институте.

Наряду с участием в горных работах коллектив лаборатории промышленной аэрологии проводил исследования и по разработке безопасных условий труда на предприятиях по переработке уранового сырья и других сопутствующих элементов, применяемых в атомной промышленности.

В 1970–1980 гг. Н. З. Битколов возглавлял крупные исследования на предприятиях атомной промышленности (Ульбинский металлургический завод — г. Усть-Каменогорск, Сибирский химический комбинат — г. Северск, Чепецкий механический завод — г. Глазов и др.), где решались вопросы вентиляции и газоочистки промышленных объектов при работе с высокотоксичными химическими и радиоактивными веществами.

Итогом этих работ явилась монография «Вентиляция предприятий атомной промышленности», вышедшая в свет в 1984 году и переизданная в 2008 году издательством «Энергоатомиздат».

С 1990-х годов на протяжении многих лет, несмотря на изменившиеся социально-экономические условия, Н. З. Битколову удалось сохранить лабораторию и продолжить исследования на предприятиях атомной промышленности и

энергетики. Во многом благодаря Н. З. Битколову с 1999 года ФГУП НИИ ПММ является головной организацией в системе ФМБА России по проведению научных исследований в области медико-гигиенического обеспечения радиационной безопасности и условий труда, по надзору за разработкой и эксплуатацией систем вентиляции на предприятиях и объектах Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом».

За годы работы в институте, а также обучения инженерных кадров в Ленинградском горном институте Н. З. Битколовым было подготовлено 15 кандидатов и 6 докторов наук. Он является автором более чем 300 научных работ, в том числе 24 монографий, часть из которых переведена на английский, немецкий, французский, японский и китайский языки.

Нура Закирзяновича отличала высокая гражданская позиция в проводимых делах, неиссякаемая активность, четкое широкое понимание значимости рациональной вентиляции для создания благоприятных условий труда и сохранения трудоспособности и здоровья работающих. Как опытный организатор, он понимал, что решить возникающие проблемы невозможно без привлечения большого количества единомышленников, поэтому он создал и на протяжении почти 20 лет руководил ассоциацией «Воздушная среда», к работе в которой привлекал отечественных и иностранных специалистов. Основной деятельностью этой организации явилось проведение шести международных конференций, посвященных проблемам качества воздуха как промышленных помещений, так и атмосферы мегаполисов. По инициативе Н. З. Битколова были организованы две отраслевые конференции по вентиляции и газоочистке на предприятиях атомной промышленности, проводились семинары для специалистов непосредственно на предприятиях.

Н. З. Битколов активно участвовал в общественной деятельности. В 1995–1998 гг. он был членом экспертного совета при Международном агентстве по атомной энергии (МАГАТЭ) от России по проблеме парниковых газов, являлся членом научно-технического совета Федерального управления по чрезвычайным и эпидемиологическим ситуациям Министерства здравоохранения СССР и России, членом ученых советов различных институтов (СПб Технический университет, ВНИИ охраны труда и др.).

Высокие человеческие качества, принципиальность в научных исследованиях, удивительная активность и коммуникабельность отличали Н. З. Битколова. Преклонение перед добросовестно полученными научными фактами, нетерпимость к поспешным выводам, к непониманию экономических выгод и преимуществ рациональной вентиляции на промышленных объектах, к негосударственному подходу в использовании ресурсов, как человеческих, финансовых, так и природных, делали его иногда резким в общении. Впрочем, эта резкость быстро исчезала при неформальном контакте, оборачиваясь добротой и участием к проблемам часто даже мало знакомых ему людей.

В записной книжке Нура Закирзяновича была замечательная фраза: «Старость наступает тогда, когда теряется интерес к миру и к сегодняшней жизни». Он никогда не терял интереса к миру и к сегодняшней жизни — он смотрел в будущее.

Труд Н. З. Битколова был высоко отмечен Правительством страны. Он был награжден медалью «Ветеран труда», отмечен знаками «Ветеран атомной энергетики и промышленности», «Отличник здравоохранения», «Академик И. В. Курчатов», многочисленными почетными грамотами, медалями ВДНХ. Нуру Закирзяновичу было присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации».



100 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА А. А. РЫМКЕВИЧА

Студенты, ученики, коллеги по работе, научная общественность

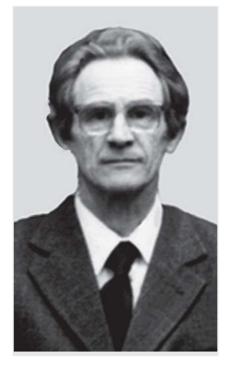
Время идет вперед, и вот уже в январе 2021 года инженерная общественность Санкт-Петербурга отмечает 100 лет со дня рождения доктора технических наук, профессора Адольфа Адамовича Рымкевича. Особенно хорошо его знали выпускники ВВИТКУ и ЛТИХП («Холодилка») как ведущего в России специалиста по оптимизации систем кондиционирования воздуха, отдавшего профессии более полувека жизни. Мог ли представить себе маленький белорусский мальчик, его родители и три старшие сестры, что он станет военным полковником-инженером и известным в России ученым, профессором, доктором технических наук...

Перед войной он поступил в ВИТУ, а во время войны служил сапером на Ладоге. С 1956 по 1975 год был научным сотрудником, возглавлял лабораторию, а потом, после профессора Е. В. Стефанова, — кафедру ОВК. Здесь он вырастил «свою» научную школу — более десяти докторов и кандидатов наук. По результатам работы в 1977 году совместно с М. Б. Халамейзером написал и издал книгу «Управление СКВ», а в 1990 году — монографию «Системный анализ оптимизации общеобменной вентиляции и KB», с интересом принятую специалистами. Некоторые его разработки включены в 4-томный главный американский справочник ASHRAE.

С 1975 по 1998 год Адольф Адамович работал в ЛТИХП («Холодилка») профессором кафедры КВ, где подготовил около десяти учеников — кандидатов наук. Его научные идеи, описанные в книгах и прочтенные на лекциях, сначала большинству слушателей были непонятны и воспринимались с трудом. Давил груз традиций и устоявшихся подходов. Заметно проще было учить новому студентов. Например, удивляли новые термины и построения в I-d диаграмме, уходившие ниже линии насыщения. Занимаясь оптимизацией СКВ, А. А. Рымкевич ввел ряд новых понятий: термодинамическая модель СКВ, исходные данные, расчетная информация, базовые графики, классы нагрузок и др. Шутники-аспиранты называли кафедру «домом моделей». За годы преподавания он обучил основам термодинамической оптимизации сотни слушателей и студентов. Практика в 80-е годы заметно отставала из-за отсутствия средств управления, и поэтому все идеи А. А. Рымкевича внедрить не удалось.

Мы его запомнили умным и интеллигентным человеком, настоящим ученым, отцом, дедом и прадедом большой питерской семьи (см. фото).

Что еще можно почитать о жизни и деятельности профессора,



д. т. н. А. А. Рымкевича: «Вспоминая проф. А. А. Рымкевича: научное наследие — четырнадцать основных положений (по материалам журнала «Термоэффективные технологии»)» http://proptimum.ru/images/stati/st_rymk.pdf_«Вспоминая проф. А. А. Рымкевича» http://proptimum.ru/images/stati/ocherk.pdf.





Ассоциация инженеров по вентиляции, отоплению, кондиционированию воздуха, теплоснабжению

Отопление

Вентиляция

Кондиционирование воздуха

Теплоснабжение

Холодоснабжение

Газоснабжение

Водоснабжение

Автоматизация

Защита окружающей среды

Более 200 компаний и специалистов

Более 15 лет работы



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

197342, Санкт-Петербург, Сердобольская ул., д. 65, лит. А тел./факс (812) 336-9560 www.avoknw.ru avoknw@avoknw.ru





XIX МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ. XXI ВЕК. АРХИТЕКТУРА. ИНЖЕНЕРИЯ. ЦИФРОВИЗАЦИЯ. ЭКОЛОГИЯ» ПРОШЕЛ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

В Санкт-Петербурге 19 ноября 2020 года прошел XIX Международный конгресс «Энергоэффективность. XXI век. Архитектура. Инженерия. Цифровизация. Экология».

Приветствуя участников форума, президент НОПРИЗ, народный архитектор России, академик Михаил Посохин отметил, что энергоэффективность объекта начинается с проекта, с закладывания в него соответствующих энергосберегающих технологических и инженерных решений.

«Архитектурно-проектному сообществу необходимо идти в ногу со временем, — подчеркнул Михаил Посохин. — Применение энергоэффективных решений, цифровизация стройки, использование технологий информационного моделирования помогут отрасли ускорить темпы возведения объектов, повысить их качество, а также решить поставленные Президентом России

Владимиром Путиным в Майском указе задачи».

Участники форума в ходе дискуссии отметили важность фактора работы с заказчиком при принятии решений о применении в проекте энергоэффективных технологий.

«Убедить заказчика в перспективной выгоде использования энергосберегающих технологий на этапах проектирования и монтажа объекта очень важно, — подчеркнул вице-президент НОСТРОЙ Антон Мороз. — Необходимо показать их эффективность. И наглядно сделать это можно на примере наиболее продолжительного этапа жизненного цикла объекта — стадии эксплуатации».

При этом в ходе дискуссии было отмечено, что энергоэффективными могут считаться только те технологии, которые приводят к энергосбережению, к реальной экономии ресурсов и финансов.

Так, об успешной практике применения автономного теплового пункта «ТермаРОН» на объектах различного назначения рассказал участникам конгресса вице-президент НАМИКС Валерий Казейкин.

Далее участники конгресса подчеркнули, что для выявления и внедрения реально работающих энергоэффективных технологий, а также для актуализации нормативной базы Национальные объединения — НОСТРОЙ, НОПРИЗ, НОЭ — должны работать в плот-



Пленарная сессия конгресса «Энергоэффективность. XXI век»





Александр Гримитлин

ной связке с профильным министерством. И подобная работа уже активно ведется.

«Сегодня наступило время, когда задачи нормотворчества должны одновременно решить вопросы энергоэффективности, экологии и обеспечения здоровья нации, — обратил внимание участников конгресса вице-президент, координатор НОПРИЗ по СЗФО Александр Гри**митлин**. — Поэтому основными векторами работы нацобъединений в совершенствовании нормативной базы являются снижение бюрократических барьеров, грамотная реализация программы регуляторной гильотины и внедрение инновационных и цифровых технологий».

Полностью поддержал коллегу вице-президент НОЭ Леонид Питерский.

«В Правительстве страны есть понимание важности данного триединства, и за последнее время при активном участии профессионального сообщества, нацобъединений был принят ряд актов, направленных на совершенствование нормативной базы», — констатировал Леонид Питерский.

Тема совершенствования нормативной базы была продолжена на пленарной сессии конгресса в выступлении генерального директора консорциума ЛОГИКА-ТЕПЛОЭНЕРГОМОНТАЖ Павла Никитина.

«Сегодня перед профсообществом стоит задача в кратчайшие сроки разработать предложения по разработке стандартов в области теплоснабжения, применения цифровых технологий в теплосетях, — заявил Павел Никитин. — И, хотя времени у нас всего месяц с небольшим, практикующие участники рабочей группы уже приготовили ряд предложений».

Озвученные далее в докладе инновации заинтересовали впервые принимающего участие в конгрессе управляющего директора Агентства Дальнего Востока по привлечению инвестиций и поддержке экспорта Василия Потемкина. Он в свою очередь в своем выступлении рассказал о концепции привлечения частных инвестиций в развитие распределенной генерации, в том числе на основе ВИЭ, в удаленных и изоли-

Павел Никитин

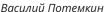
рованных энергорайонах региона и Арктической зоны РФ.

По завершении пленарной сессии деловую программу конгресса продолжили научно-практическая конференция «Коммерческий учет энергоносителей» и тематические секции.

По традиции председателем дискуссии секции «Строительная теплофизика и энергоэффективные технологии» выступил заведующий отделом разработки схем и программ развития систем энергоснабжения АО «Газпром промгаз» Александр Горшков.

В мероприятии приняли участие руководитель направления «Энергоэффективность зданий» ООО «ТехноНИКОЛЬ-Строительные системы» Станислав Щеглов, д. т. н., профессор ФГБОУ ВО СПбГАСУ, директор ИЦ ФТИСК Тамара Дацюк, к. т. н., заведующий лабораторией фасадных конструкций НИИСФ Алексей Верховский, д. т. н., заведующий кафедрой «Архитектура зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «ВолгГТУ», Институт архитектуры и строительства, Сергей Корниенко, ассистент Высшей шко-







Президиум секции по электроснабжению







Станислав Щеглов

Георгий Литвинчук

лы гидротехнического и энергетического строительства ФГАОУ ВО «СПбПУ» Евгений Котов, д. т. н., академик Метрологической академии (РФ) Николай Соколов, к. т. н., доцент ФГБОУ ВО «СПбГАСУ» (РФ) Александр Соколов, генеральный директор РГП «КазИнМетр» (Казахстан) Токтабек Токанов, заместитель генерального директора РГП «КазИнМетр» (Казахстан) Бауыржан Мухамеджанов, независимый строительный эксперт Геннадий Емельянов.

В рамках секции участники рассмотрели вопросы актуализации нормативных требований по тепловой защите заглубленных конструкций отапливаемых зданий (фундаменты), сравнительного анализа современных фасадных систем (фасады), новые нормативные документы в области светопрозрачных конструкций (окна), проблемы, оставшиеся после введения ГОСТа «Теплозащита зеленых крыш» (крыши).

Также в рамках секции были представлены детальная проработка узлов и технических решений для ограждающих конструкций со сложной геометрической формой

(теплопроводные включения), анализ точности теплофизической аппаратуры по результатам международных сличений 2007–2020 годов и ее применение для повышения энергоэффективности (теплофизические измерения) и анализ соответствия заявленных и фактических теплотехнических характеристик теплоизоляционных материалов и изделий.

Модератором секции «Умный город — основные концепции, новые технологии и перспектива их развития» выступил руководитель ЭС МЦПП, член президиума НЭС при Рабочей группе СФ ФС РФ, член экспертной секции «Импортозамещение в ТЭК» ГД ФС РФ Рашид Артиков.

В дискуссии участвовали: заместитель генерального директора по цифровизации и ГЧП ООО «Росэкосвет» Михаил Телегин, директор производственно-технической службы «Росэкосвет» Наталья Николаева, инженер проектов Phoenix Contact Дмитрий Карпов, директор по развитию AWADA Lighting Systems Александр Пономарев, генеральный директор Ambiot Сер-

гей Торбеев, инженер проектов Планар СПб **Андрей Сапрыкин** и генеральный директор РЭСТО **Семен Бурукин**.

Участники секции обсудили применение беспроводной технологии EnOcean, интеллектуальной системы на базе цифровой тени и программную платформу для управления освещением, а также АСУНО на базе технологии NB-IoT от компании MOONs и на базе технологии Mesh-сети.

Сопредседателями секционной дискуссии «Способы снижения энергопотребления системами теплогазоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха» выступили к. т. н., председатель подкомитета НОСТРОЙ по инженерным системам Комитета по жилищно-гражданскому, промышленному строительству, председатель Союза «ИСЗС-Монтаж» Алексей Бусахин и исполнительный директор Ассоциации Предприятий Индустрии Климата Дмитрий Кузин.

В работе секции приняли участие генеральный директор маркетингового агентства «Литвинчук-Маркетинг» **Георгий Литвинчук**, преподаватель факультета низко-



Андрей Алтухов



Владислав Озорин





Александр Горшков

температурной энергетики Университета ИТМО Сергей Муравейников, к. т. н., доцент факультета низкотемпературной энергетики Университета ИТМО Андрей Никитин, аспирант кафедры теплосиловых установок и тепловых двигателей Высшей школы технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна Илья Базулин, заместитель заведующего отделом — заведующий лабораторией «Энергетическая безопасность и надежность систем энергоснабжения» инженерно-проектного центра «Энергоснабжение» АО «Газпром промгаз» Сергей Кирюхин, заведующий лабораторией РУТ МИИТ Михаил Торопов и доцент кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика» (ПГУПС) Петр Бегунов.

В ходе дискуссии участники обсудили перспективы российского рынка промышленных систем кондиционирования и вентиляции, оптимизацию путей интенсификации наружного теплообмена в отопительном оборудовании, новый подход к адаптивному регулированию микроклимата (Functional based control), организацию энергосбережения крупных объектов на базе технологии мультисистемной теплоутилизации, причины снижения энергоэффективности сети ВиВ при эксплуатации в настоящее время и ресурсосберегающие технологии в системах централизованного теплоснабжения ЖКХ.

На секции были рассмотрены следующие вопросы: энергоснабже-

ние газораспределительной станции с использованием альтернативных источников энергии; основные мероприятия по повышению класса энергоэффективности зданий, нашедшие отражение в нормативно-технической документации, и требования, предъявляемые при вводе зданий в эксплуатацию; некоторые технико-экономические особенности применения энергетического метода водоподготовки в системах тепловодоснабжения и примеры применения математического моделирования при определении теплового режима в помещениях с лучистым отоплением.

Сопредседателями секционной дискуссии «Эффективное проектирование систем электроснабжения в условиях изменений в законодательстве и цифровой трансформации энергетики и строительства» выступили вице-президент НОЭ, вице-президент, координатор НОПРИЗ по СЗФО Александр Гримитлин, заместитель председателя Научно-экспертного совета СФ по мониторингу реализации законодательства в области энергетики, энергосбережения и повышения энергетической эффективности Владислав Озорин, первый заместитель председателя Комитета по энергетике НЭС СФ РФ Виталий Коротаев, вице-президент спонсора секции ГК «МИРТЕК» Роман Ступак и заместитель руководителя НЭС СФ по СЗФО, председатель Комитета по энергетической политике и энергоэффективности СПП СПб Андрей Алтухов.

Участники мероприятия обсудили проблемы кадрового обеспечения проектирования в электроэнергетической отрасли, вопросы проектирования эффективных систем электроснабжения в свете изменений действующего законодательства, интеллектуальные системы учета, а также оптимизацию проектирования электрических сетей.

На секции были представлены системы цифрового проектирования на основе информационного моделирования электросетевых объектов, оценка загрузки центров питания 110кВ и методы определения величины перспективной нагрузки в зависимости от характера потребления, разработка современных инжиниринговых решений, «умных» приборов и автоматизированных систем учета в соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ от 19.06.2020 № 890 «О порядке предоставления доступа к минимальному набору функций интеллектуальных систем учета электрической энергии (мощности)», разработка «Инструкции по расчету электрических нагрузок жилых зданий» как инструмента устранения разногласий в трактовке положений СП256.13200.2016, оптимизации загрузки основного электрооборудования, снижения потерь электроэнергии и повышения энергетической и экономической эффективности при новом строительстве и разработка эффективных систем наружного освещения.

В дискуссии также приняли участие эксперт Консультативного совета Комитета по энергетике ГД РФ Сергей Шабалин, начальник департамента перспективного развития ПАО «Россети Ленэнерго» Владислав Лобанов, технический директор ГК «МИРТЕК» Виктор Симонов, к. т. н., главный специалист по системам электроснабжения АО «ЮИТ» Алексей Кривов и начальник департамента перспективного развития и энергоэффективности СПбГБУ «Ленсвет» Алексей Косой.

Подробно о работе научнопрактической конференции «Коммерческий учет энергоносителей» можно ознакомиться на сайте ее организатора — Консорциума ЛОГИКА-ТЕПЛОЭНЕРГОМОНТАЖ.

Отметим, что в конгрессе приняли участие в очном и онлайн-формате около 500 слушателей.



ПОДГОТОВКА К СИБИРСКОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ НЕДЕЛЕ ПРОДОЛЖАЕТСЯ

В Сибири строительный сезон начинается с Сибирской строительной недели, которая проходит в МВК «Новосибирск Экспоцентр». Накануне активной работы на площадках новостроек застройщики, производители материалов и техники, архитекторы и дизайнеры Сибири и Дальнего Востока из первых рук узнают о современных трендах отрасли, получают информацию о новинках рынка.

Международная выставка «Сибирская строительная неделя» запланирована на 16–19 февраля 2021 года. О том, что можно будет увидеть в экспозиции и обсудить на мероприятиях деловой программы, рассказала руководитель выставки Мария Золотухина.

— Мария, учитывая нынешнюю пандемию COVID-19, хочется спросить вас: можно ли с уверенностью говорить о том, что выставка состоится в обозначенные даты?

— Это хороший вопрос, на который сейчас однозначно ответить сложно. Мы с вами живем в одной стране и видим, как все меняется каждый день. Но мы с оптимизмом смотрим в будущее и активно готовимся к Сибирской строительной неделе. Вы же понимаете, что проекты такого масштаба как наш, работающие на международном уровне, объединяющие сотни компаний и специалистов, невозможно подготовить в короткие сроки. Так что мы ни на один день не прекращали работать.

— И вы можете в деталях рассказать о будущем проекте?

— У нас уже сформирован контур деловой программы. Участников и посетителей ожидают как специализированные мероприятия, где акцент сделан на тенденциях определенного сегмента рынка, например, конференция по практическим вопросам проектирования и строительства ИЖС и индустриального домостроения с использованием керамических материалов в фасадах и отделке; так и мероприятия, ориентированные на широкий круг: Международный форум дизайнеров и архитекторов Сибири и Международный интерьерный фестиваль HomeFest. Их насыщенная повестка, уверена, привлечет внимание всех участников рынка. Здесь сконцентрированы уникальные знания о самых свежих тенденциях, которые невозможно не учитывать при проектировании и строительстве объектов. Конференция «Экологичность вашего дома» — новый проект, который будет реализован совместно с дизайнерской студией LINII eco interior. Это инновационное направление в строительстве. Оно набирает популярность и в скором



времени будет одним из основных трендов строительной индустрии.

Самое объемное, охватывающее весь спектр отраслевых проблем, — окружное совещание с участием представителей власти. Надеюсь, мы сохраним эту традицию и в будущем году. Наш проект по-прежнему поддерживает аппарат полпреда Президента РФ в СФО и Министерство строительства Новосибирской области.

— Выставка в административном центре округа — это большое преимущество?

– Знаете, Новосибирск — особенный город для российской стройиндустрии. Его отличают рекордные темпы строительства. Регион занимает первое место в СФО по числу новостроек. С таким богатым практическим опытом, который невозможен без качественных теоретических знаний и развитой индустрии производства и поставок материалов, машин, технологий, Новосибирск вправе обладать крупнейшей за Уралом отраслевой выставкой. В будущем году мы планируем открыть ее в двух павильонах Экспоцентра, это более 14 тысяч квадратных метров. Мы ожидаем, что в ней примут участие около 200 компаний из России, стран СНГ, Европы и Восточной Азии. По нашим прогнозам, свыше 10 тысяч специалистов из разных регионов Сибири и Дальнего Востока посетят выставку.

Присоединяйтесь к Международной выставке «Сибирская строительная неделя — 2021»!

Организатор: ООО «Центр Экспо» Телефон: 8 (383) 363-00-63 info@sibbuilding.ru, sbweek.ru @siberian_building_week



Ассоциация проектировщиков

«Саморегулируемая организация «Инженерные системы — проект»

№ CPO-П-136-16022010

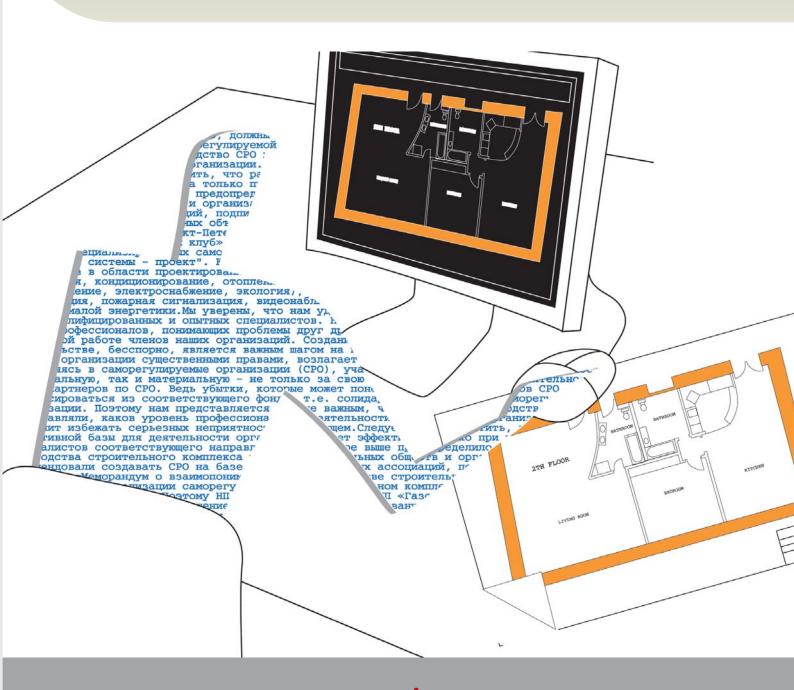
197342, Санкт-Петербург, Сердобольская ул., д. 65, лит. А Тел./факс: (812) 336-95-60

Условия членства:

Вступительный взнос: 5000 руб.

Ежеквартальный членский взнос - 19500 руб. Взнос в компенсационный фонд - от 50000 руб.





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



Оборудование систем местной вытяжной вентиляции

проектирование * производство * монтаж * наладка * сервисное обслуживание

Чистый воздух — наша цель!



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