

- Гагарин, В.Г. Экономический анализ повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий // Строительные материалы. – 2008. – № 9. – С. 41–47.
- Утверждено и введено в действие приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 29 декабря 2008 г.: изменение №1 ТКП 45-2.04-43-2006(02250). № 484.
- Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) – Мн.: Минстройархитект РБ., 2007. – 32 с.
- Черноиван, В.Н. К оценке эксплуатационной эффективности многослойной кирпичной кладки несущих стен с плитным утеплителем / В.Н. Черноиван, В.Г. Новосельцев, Н.В. Черноиван, Ю.Г. Ковенько, Е.В. Матвиенко // Строительная наука и техника. – 2013. – № 2 (43). – С. 27–31.
- Пилипенко, В.М. К вопросу создания и эксплуатации легких штукатурных систем / В.М. Пилипенко, В.Н. Черноиван, Н.В. Черноиван // Архитектура и строительство – 2012. – № 1(225). – С. 62–67.
- Черноиван, В.Н. Техническое состояние конструктивных слоев утепленных наружных стен эксплуатируемых зданий / В.Н. Черноиван, В.Г. Новосельцев, Н.В. Черноиван // Промышленное и гражданское строительство (г. Москва, Россия). – 2014. – № 4. – С. 45–48.
- Васильев, Б.Ф. Натурные исследования температурно-влажностного режима жилых зданий. – М.: Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1957. – 210 с.
- Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-43-2006\* (02250). – Мн.: Минстройархитект РБ., 2014. – С. 47.
- Строительная климатология. Изменение № 1 СНБ 2.04.02-2000: СНБ 2.04.02-2000 – Мн.: Минстройархитект РБ, 2007. – С. 33.
- Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 Строительные нормы и правила Российской Федерации. Тепловая защита зданий: СП 50.13330.2012.

Материал поступил в редакцию 05.04

**CHERNOIVAN V.N., NOVOSELTSEV V.G., CHERNOIVAN N.V. To the issue of normalization of the thermal resistance of external walls of residential buildings**

The questions of efficiency and validity of transition in working normative documents to the increased value of thermal resistance to a heat transfer external walls protection – is presented in the paper.

УДК 697: 721.011.25

**Липко В.И., Широкова О.Н.**

**РЕЗЕРВЫ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ ГЕРМЕТИЧНЫХ ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ТЕПЛОЗАЩИТЫ**

**Введение.** Несмотря на сложности переходного периода в экономике народного хозяйства, в Республике Беларусь уделяется постоянное внимание строительству жилья и социальной сферы населения. Конституционное право граждан на жилище обеспечивается дальнейшим развитием и охраной государственного и общественного жилищного фонда, активным содействием кооперативному и индивидуальному жилищному строительству, справедливым распределением под общественным контролем бесплатных благоустроенных жилищ многодетным и малоимущим семьям, сравнительно низкой стоимостью квартплаты и коммунальных услуг.

Наряду с ежегодным приростом жилого фонда за счет новостроек увеличиваются объемы капитальных ремонтов устаревших объектов жилищно-коммунального хозяйства и инженерного оборудования.

В настоящее время годовые затраты на эксплуатацию составляют от 6% до 10% от первоначальной стоимости жилого дома, и, таким образом, за весь период эксплуатации стоимость обслуживания и ремонта в 5-6 раз превышают затраты на строительство.

При эксплуатации зданий особую важность приобретают его эксплуатационные характеристики, которые определяются тепло- и воздухозащитой, влаго- и шумоизоляцией конструкций. Наружные ограждения должны защищать здание от переохлаждения и перувлажнения от внешних атмосферных воздействий (пониженных температур, ветра, осадков) и одновременно способствовать диффузии водяных паров из внутренних помещений во внешнюю среду за счет испарения. Невыполнение этого условия эксплуатации зданий приводит не только к отсыреванию стен, выпадению конденсата на их внутренних поверхностях, но и к ухудшению теплозащитных свойств наружных ограждающих конструкций, так как увлажнение материала усиливает теплопроводность.

В последние годы для внешней отделки фасадов зданий стали широко применяться металл, стекло, пластмассы и другие воздухо-

проницаемые материалы, а при реконструкции старых зданий с наружными ограждениями низкой теплозащиты для утепления нашли применение так называемые "термошубы", выполняемые путем приклеивания с внешней стороны к стенам эффективного слоя теплоизоляции из листового пенопласта или других материалов с последующим наложением декоративных слоев на герметичных мастиках, что также препятствует влагообмену за счет испарения с поверхности стен и приводит к накоплению влаги в толще и конденсации ее на внутренних поверхностях стен в процессе эксплуатации зданий.

В современных условиях обостряющегося мирового энергетического кризиса все цивилизованное человечество пришло к необходимости экономии энергетических и сырьевых ресурсов, особенно в импортирующих странах, к которым относится и Республика Беларусь. Поэтому вполне очевидным явилось то, что именно в Республике Беларусь впервые в СНГ пересмотрена нормативная база и ужесточены требования, направленные на повышение теплозащитных свойств наружных ограждений, способствующих многократному снижению теплопотребления на цели теплоснабжения и вентиляции зданий, которые до последнего времени потребляли свыше трети вырабатываемой в стране тепловой и электрической энергии, что ложится тяжелым бременем на экономику всего народно-хозяйственного комплекса [1].

В целях кардинального решения проблемы энергосбережения в градостроительном секторе экономики начиная с 1993 года широко внедряются новейшие конструктивные решения ограждающих конструкций с повышенными теплозащитными свойствами, соответствующие СНБ 3.02.04-03, что наполовину снижает теплопотребление при эксплуатации зданий [2].

Эксплуатация объектов жилищно-коммунального хозяйства связана с необходимостью непрерывной подачи свежего наружного воздуха в помещения с постоянным или длительным пребыванием людей для удовлетворения требований комфорта или технологических процессов, например, сжигания топлива.

**Липко Владимир Иосифович, к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Полоцкого государственного университета.**

**Широкова Ольга Николаевна, м.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Полоцкого государственного университета.**

Беларусь, ПГУ, 211440, г. Новополоцк, ул. Блохина, 29.

По существующей технологии вентиляции жилых и общественных зданий наружный воздух поступает в вентилируемые помещения неорганизованно сквозь толщу наружных ограждений за счет воздухопроницаемости и через неплотности оконных и дверных притворов под действием вытяжной вентиляции за счет инфильтрации. Однако принятые в многоэтажных зданиях конструктивно-планировочные решения с наличием внутри зданий лестнично-лифтовых объемов создают условия аэрации, при которых нижняя часть здания находится под разрежением и работает в режиме инфильтрации, а верхняя часть здания из-за теплового подпора работает в режиме эксфильтрации. Неорганизованная фильтрация наружного воздуха способствует интенсивному сквозному продуванию здания: горизонтальному под действием ветрового напора и вертикальному за счет сил гравитации, что значительно переохлаждает здание и приводит к потерям тепловой энергии и дискомфорту.

Для снижения безвозвратных потерь теплоты и нормализации микроклимата внутри помещений жилых и общественных зданий необходима герметизация ограждающих конструкций и организованная подача свежего наружного воздуха через рекуперативные воздухоприточные устройства типа РПВЭ, которые не только работают в режиме автоматического саморегулирования расхода воздуха вне зависимости от внешних воздействий, но и обеспечивают шумозащиту и предварительный подогрев наружного воздуха за счет рекуперации уходящей трансмиссионной теплоты [3, 4, 5].

При эксплуатации зданий с целью сокращения безвозвратных потерь теплоты, повышения экономичности, надежности и долговечности необходимо рассмотреть динамику формирования микроклимата помещений с учетом законов теплообмена и процессов массопереноса, которые определяют тепловой и воздушный режимы.

Тепловой режим в здании создается системой отопления, а воздушный режим формируется, в основном, системами вентиляции или кондиционирования воздуха, но в процессе их эксплуатации они тесно связаны и взаимозависимы, например, снижение нагрузки на систему отопления, понижит температуру внутреннего воздуха, что при естественной циркуляции приводит к снижению воздухообмена или, наоборот, снижение воздухообмена приведет к повышению влажности внутреннего воздуха, переувлажнению ограждающих конструкций, увеличению теплопотерь и, в итоге, снижению температуры внутреннего воздуха.

Для создания теплового комфорта в жилых многоэтажных зданиях широко применяются в настоящее время системы водяного отопления с параметрами теплоносителя 105–70°С, присоединяемыми по зависимой или независимой схемам к тепловым сетям централизованного теплоснабжения с параметрами перегретой воды 150–70°С с источниками от ТЭЦ или районных котельных (РК) [6].

В процессе транспортирования тепловой энергии из-за несовершенства технологии, низкого уровня эксплуатации тепловых сетей и практически полного отсутствия контроля транзитные потери многократно в 5–10 раз превышают нормативные 5% и до потребителя доходит менее половины выработанной тепловой энергии, что недопустимо в условиях ужесточения энергетического кризиса и требует комплексное решение технических, экономических и организационных аспектов этой проблемы.

Техническая политика в области энергоснабжения должна быть направлена на дальнейшее совершенствование технологии теплоснабжения зданий с заменой теплоносителей на пар и воздух, которые позволяют избавиться от многочисленных дорогостоящих и энергозатратных насосных установок, используемых в низкопотенциальных водяных системах централизованного теплоснабжения для перекачки огромных масс воды в многотрубных магистральных и распределительных сетях и подъема на высоту многоэтажных зданий.

Паровые системы отопления зданий высокочастотны, экономичны и широко применяются в промышленности. Единственным ограничением применения пара в жилищном строительстве является температура поверхности нагревательных приборов выше 100°С, при которой оседающая органическая пыль способствует появлению неприятного запаха, но применение в магистральных теплопроводах до центральных тепловых пунктов (ЦТП) и абонентских вводов в здания в качестве теплоносителя пара с температурой 250–300°С ничем не ограничено и не запрещено. Такая замена теплоносителя с воды на пар имеет высокую энергетическую эффектив-

ность, особенно при большой протяженности магистральных транзитных трубопроводов и разветвленных схемах систем централизованного теплоснабжения больших городов.

При широко распространенных независимых схемах подключения абонентов к тепловым сетям замена теплоносителя с перегретой воды на пар отразится на работе теплообменников только в сторону улучшения эксплуатационных характеристик, так как от низкого качества сетевой воды быстро зарастают солями внутренние поверхности латунных трубок, из-за чего снижается КПД теплообменников и сокращаются межремонтные сроки их эксплуатации.

При зависимых схемах присоединения абонентов с использованием элеваторных узлов в качестве водо-водяных эжекторных установок, предназначенных для снижения температуры теплоносителя и создания необходимого напора на преодоление гидравлического сопротивления местных отопительных систем, возможна замена водяного первичного теплоносителя на пар и также с повышением эксплуатационных характеристик элеватора при его работе в режиме редуционно-охладительной установки (РОУ).

Значительное сокращение затрат на эксплуатацию местных отопительных систем многоэтажных жилых зданий можно получить за счет замены водяного теплоносителя на перегретый воздух по технологии воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией.

Водяные системы местного отопления зданий, состоящие из нагревательных приборов, протяженных участков магистральных трубопроводов, стояков, подводов, запорно-регулирующей арматуры и фасонных частей, характеризуются не только высокой первоначальной стоимостью, трудоёмкостью монтажа, большим расходом импортного металла, но и значительными эксплуатационными расходами, связанными с преодолением гидравлических сопротивлений на проход водяного теплоносителя по трубопроводам и гидростатического напора для подъёма на высоту многоэтажных зданий. Для этих целей применяют циркуляционные и повысительные насосы, которые потребляют свыше трети вырабатываемой в стране электрической энергии.

Создание и ускоренное внедрение в градостроительную практику прогрессивных беструбных систем отопления с заменой внутреннего теплоносителя с воды на перегретый воздух, который имеет удивительную способность самостоятельно подниматься вверх по каналам высотных зданий и выполнять при этом одновременно две важные функции: нагревать здание через поверхности греющих панелей внутренних стен, пронизанных приточными и вытяжными каналами, и достаточного количества для жизни и технологического горения газа в бытовых плитах кислород, т.е. решать задачи вентиляции зданий, с которыми в настоящее время из-за герметизации наружных ограждений появилось немало известных проблем.

Переход на новую технологию отопления жилых и общественных зданий перегретым воздухом особенно актуален для умеренного климата Белорусского географического региона в связи с повышением теплозащитных свойств наружных ограждений, при которых теплопотери зданий значительно сокращаются и дальнейшее использование дорогостоящих энерго- и металлоёмких многотрубных систем водяного отопления зданий практически утрачивает свою необходимость из-за низкой эффективности применения.

Эксплуатация систем внутреннего газоснабжения связана с обязательной подачей свежего наружного воздуха, обогащенного кислородом и необходимого для технологического горения газа в бытовых газовых плитах, газовых водогрейных колонках и других газовых приборах, используемых в жилых и общественных зданиях, а также отвода продуктов сгорания газа системами вытяжной вентиляции или по специальным дымоотводящим каналам и газоходам [7].

Все энергетические системы в жилых зданиях (отопления, вентиляции и газоснабжения) взаимосвязаны. Так, например, при сжигании газа выделяется теплота, которая уменьшает нагрузку на отопительную систему, но чем больше сжигается газа, тем большим должен быть воздухообмен, увеличивающий нагрузку на систему вентиляции и поступлению внутрь зданий большего количества наружного воздуха, требующего увеличения нагрузки на систему отопления.

Эксплуатация систем вентиляции газифицированных многоэтажных жилых зданий является более затратной по сравнению с эксплуатацией зданий, оборудованных электроплитами и электриче-

скими водогрейными колонками, так как требует многократно увеличенных объёмов воздухообмена.

При существующей нормативной базе необходима подача свежего наружного воздуха в объёме 36 м<sup>3</sup> на одного жителя из расчета 3 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup>, в то время как для удовлетворения метаболических функций человеку жизненно необходимо осредненно всего лишь около 4 м<sup>3</sup>/ч, а остальные 32 м<sup>3</sup>/ч приточного наружного воздуха затрачиваются на разбавление продуктов сгорания газа до допустимых санитарными нормами пределов концентрации с последующим удалением из вентилируемых помещений системами вытяжной общеобменной вентиляции [8].

Максимальный расход газа в бытовых четырехконфорочных плитах при одновременной работе всех горелок, включая и жарочный шкаф, составляет 1 м<sup>3</sup>/ч, на что с учетом коэффициента избытка воздуха для полноты сгорания топлива потребуется около 10 м<sup>3</sup>/ч наружного воздуха. При средней заселённости квартир 4 человека удельный расход воздуха для технологического горения газа составляет 2,5 м<sup>3</sup>/ч, а с учетом жизнеобеспечения суммарный расход приточного воздуха на одного человека даже при постоянно включенных горелках газовой плиты составляет 6,5 м<sup>3</sup>/ч, а общий воздухообмен в квартире из четырех человек не должен превышать 26 м<sup>3</sup>/ч.

Существующие нормативы регламентируют подачу свежего наружного воздуха на одного жителя в объёме 36 м<sup>3</sup>/ч, на четырехконфорочную плиту - 90 м<sup>3</sup>/ч, а в сумме на одну квартиру при четырех жильцах объём воздухообмена составляет 234 м<sup>3</sup>/ч, что почти в 10 раз превышает потребность в наружном воздухе и приводит к значительному перерасходу тепловой энергии, затрачиваемой на нагрев бесполезно циркулирующего внутри здания избыточного объёма вентиляционного воздуха, многократно увеличивая эксплуатационные расходы и ухудшая параметры микроклимата жилых зданий.

Существенного снижения эксплуатационных расходов можно достичь при замене обычных бытовых газовых плит на усовершенствованные газовые плиты с многофункциональными возможностями её использования и одновременным отводом продуктов сгорания газа через газоходы с рекуперацией уходящей теплоты.

Такие конструкции газовых плит разработаны в Полоцком государственном университете и рекомендуются для широкого использования [9, 10].

Аналогичного эффекта снижения воздухообменов при эксплуатации жилых зданий можно достигнуть при замене газовых плит на электрические.

**Заключение.** Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующее заключение: внедрение вышеперечисленных технических, технологических, конструктивных и организационных решений в прак-

тику эксплуатации объектов жилищного строительства позволит значительно сократить расходы энергосырьевых ресурсов, материальных и денежных средств на содержание систем теплогоснабжения и вентиляции в жилищно-коммунальном секторе экономики, который является одним из наиболее ресурсорасходных и энергозатратных в объёме всего народно-хозяйственного комплекса Республики Беларусь.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Строительная теплотехника (с изменениями № 1-6): ТКП 45-2.04-43-2006. – Минск: Министерство архитектуры и строительства, 2007.
2. Жилые здания: СНБ 3.02.04-03. – Минск: Министерство архитектуры и строительства, 2003.
3. Вентиляционное приточное устройство: патент № 4410 Республика Беларусь, МПК (2001) F24F13/08/ В.И. Липко, В.А. Борванов; заявитель Полоцкий государственный университет. – №а19981165; заявл. 23.12.1998; опубл. 30.03.2002 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2001.
4. Рекуперативный приточный вентиляционный элемент: патент 4651А Республика Беларусь, МПК (1998) F24F13/08/ В.И. Липко, В.А. Борванов; заявитель Полоцкий государственный университет. – №а19980753; заявл. 12.08.1998; опубл. 30.09.2002 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2002.
5. Воздухоприточное устройство: патент 4693А. Республика Беларусь, МПК (2002) F24F13/08/ В.И. Липко; заявитель Полоцкий государственный университет. – №а19990196; заявл. 26.02.1999; опубл. 30.03.2003 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2002.
6. Теплоснабжение: учебник для вузов / А.А. Ионин, Б.М. Хлыбов, В.Н. Браменков, Е.Н. Терлецкая; под ред. А.А. Ионин. – М.: Стройиздат, 1982 – 336с., ил.
7. Газораспределение и газопотребление: ТКП 45-4.03-267-2012. Министерство архитектуры и строительства, 2012.
8. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СНБ 4.02.01-03 – Минск: Министерство архитектуры и строительства, 2003.
9. Бытовая газовая плита: патент 8117 Республика Беларусь, МПК (2006.01) F24C3/00/ В.И. Липко, С.В. Липко; заявитель Полоцкий государственный университет. – №и20110722; заявл. 26.09.2011; опубл. 03.01.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012.
10. Газовая плита: патент 4338А Республика Беларусь, МПК (1999) F24C3/00/ В.И. Липко; заявитель Полоцкий государственный университет. – № 19990297; заявл. 30.03.1999; опубл. 30.03.2002 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2002.

Материал поступил в редакцию 16.04.15

#### LIPKO V.I., SHIROKOVA O.N. Reserves of decrease in expenses at construction and operation of systems of heatgas supply and ventilation of tight buildings of the raised heat-shielding

A negative effect of sealing of building envelopes with increased thermal characterization associated with necessity of intensification of air changes by rejection of the regime infiltration in favour of organized by the influx of outside ventilation air to meet the requirements of comfort and technology of fuel combustion.

УДК 697:721.011.25

Липко В.И., Ланкович С.В.

### ИННОВАЦИОННАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОВОЗДУХОСНАБЖЕНИЯ ЧЕРДАЧНЫХ ЗДАНИЙ ПО КРИТЕРИЮ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

**Введение.** Проблема ухудшения санитарно-гигиенических параметров микроклимата жилых зданий связана с широким использованием в практике градостроительства таких строительных материалов, как бетон, металл, стекло, пластмассы, клеи, герметики и другие материалы, которые практически не пропускают воздух, и наружные конструкции зданий становятся воздухо непроницаемыми. В то время как воздухообеспечение жилых зданий, как правило, базируется на естественной вентиляции с организованным удалением вытяжного воздуха

через каналы, установленные в кухнях, санузлах и ванных комнатах, т.е. в местах выделения основных вредных веществ, а приток воздуха должен осуществляться неорганизованным путем за счет инфильтрации через наружные ограждающие конструкции жилых помещений. Особенно эта проблема усложнилась в связи с широким использованием пластиковых оконных стеклопакетов, выполненных по европейским стандартам с высокой степенью герметизации [1].

Ланкович Светлана Валерьевна, м.т.н., ассистент кафедры теплогоснабжения и вентиляции Полоцкого государственного университета. Беларусь, ПГУ, 211440, г. Новополоцк, ул. Блохина, 29.