

реальный температурный режим получаем (+21°C в квартире/ +4,9°C на улице) теплотери 1060 Вт. Средние теплотери за отопительный период 1120 Вт, что не значительно отличается от проектного значения. Максимальные теплотери в самые холодные сутки составляют 4000 Вт (средние за сутки).

Заключение

1. Действительный КПД двухконтурного газового котла в среднем составляет по данным исследований 83%, что меньше на 8% по сравнению с паспортными данными. Это необходимо учитывать при определении расходов теплоты на отопление и горячее водоснабжение зданий.
2. Реальные тепловые потери квартиры жилого дома не значительно отличаются от проектного значения, что говорит о соответствии термического сопротивления наружных ограждающих конструкций проектным значениям.
3. При определении тепловых потерь жилых многоквартирных домов с индивидуальными газовыми котлами целесообразно в расчетах использовать температуру внутреннего воздуха в помещениях на уровне теплового комфорта человека в пределах 20-22°C, так как

именно такие температуры, как правило, поддерживают жильцы в квартирах при таком способе теплоснабжения.

4. В соответствии с п. 4.1 изменений № 4 к [1] удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий следует определять в соответствии с [2]. Для пятиэтажных жилых домов он составляет 43 кВт·ч/м² для климатических условий Брестской области (таблица 2 изменений № 2 к [2], утвержденные с 13 января 2015 года). Фактический удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию в рассматриваемом здании (принимая для всех квартир аналогичный расход газа, как в рассматриваемой квартире) составляет 79,7 кВт·ч/м², что значительно (почти в 2 раза) превышает нормативное значение. Таким образом, рассматриваемый дом 2010 года постройки по реальному удельному расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию соответствует только классу энергоэффективности E (низкий).

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СНБ 4.02.01-03. – Минск, 2004.
2. Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения: ТКП 45-2.04-196-2010 – Минск, 2010.

Материал поступил в редакцию 06.04.15

NOVOSELTSEV V.G., KLIMOVICH K.V. To the question about the definition of the actual heat loss of existing residential buildings with heating from individual gas boilers

In the article the questions determine the actual efficiency combi gas boilers and heat losses of multi-storey residential buildings with heating from boilers.

УДК 699.85

Черноиван В.Н., Новосельцев В.Г., Черноиван Н.В.

К ВОПРОСУ НОРМИРОВАНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ НАРУЖНЫХ СТЕН ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Введение. Согласно исследованиям [1, 2] структура потребляемой тепловой энергии в жилых зданиях распределяется следующим образом:

- 50% приходится на горячее водоснабжение;
- 25% расходуется на воздухообмен;
- 12,5% тепловые потери через окна;
- 12,5% тепловые потери через теплозащитную оболочку (наружные стены и покрытие).

Как показывает практика, затраты тепловой энергии на создание комфортных условий (горячее водоснабжение, вентиляция), составляющие 75% от потребляемой тепловой энергии в жилых зданиях, определяются условиями эксплуатации зданий, т.е. человеческим фактором.

Учитывая это обстоятельство, можно сделать вывод, что реальными резервами повышения энергетической эффективности жилых зданий, которые можно реализовать на практике, т.е. в процессе проектирования и возведения жилых зданий, являются снижение тепловых потерь через окна и ограждающие конструкции.

Анализ энергетической эффективности остекления оконных проемов показал, что в наиболее распространенных на сегодня двухкамерных стеклопакетах сопротивление теплопередаче составляет 0,53...0,64 м² °С/Вт. Учитывая, что проемность наружных стен жилых зданий составляет от 30 до 35%, очевидно, что повышение сопротивления теплопередаче окон (стеклопакетов) позволяет существенно повысить тепловую защиту зданий в целом. Однако сложность и материалоемкость конструкции энергосберегающих окон (двухкамерные стеклопакеты с двумя i-стеклами и заполнением

аргоном и криптоном) привели к значительному увеличению их собственной массы и, как следствие, к существенному снижению срока их эксплуатации (износ элементов – «открывания-закрывания»). Высокая стоимость двухкамерных стеклопакетов при достаточно малом гарантийном сроке их эксплуатации, привели к отсутствию спроса на окна с высоким сопротивлением теплопередаче.

С учетом вышеизложенного можно сделать вывод, что сегодня основным направлением, позволяющим обеспечить повышение энергетической эксплуатационной эффективности жилых зданий, является уменьшение тепловых потерь через ограждающие конструкции, и в первую очередь через стены.

Оценка эксплуатационной эффективности утепленного стенового ограждения зданий и сооружений. Энергетическая эксплуатационная эффективность ограждающих конструкций зданий и сооружений, как правило, оценивается сопротивлением теплопередаче. Считается – чем оно больше, тем теплозащитная оболочка эффективней. Очевидно, исходя из этого, с 2009 года [3] нормативное сопротивление теплопередаче ($R_{т. норм.}$) при строительстве, реконструкции и модернизации жилых зданий для всех областей Республики Беларусь увеличено для стен по сравнению с установленными ранее [4] с 2,0 м² °С/Вт до 3,2 м² °С/Вт.

На практике выполнение требований норм [3] было реализовано за счет увеличения толщины плитного утеплителя для ранее разработанных конструктивных решений утепленных стен, что привело к удорожанию возводимых жилых зданий в целом. Кроме того, для

Черноиван Вячеслав Николаевич, к.т.н., профессор кафедры технологии строительного производства Брестского государственного технического университета.

Черноиван Николай Вячеславович, к.т.н., доцент кафедры сопротивления материалов и теоретической механики Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

качественного выполнения кладки стен с плитным утеплителем толщиной 140 мм требуются каменщики не ниже 4-го разряда [5].

Анализ результатов натурных исследований кирпичных жилых зданий с утепленными наружными стенами (плитный пенополистирол) с фактическим сопротивлением теплопередаче близким $2,5 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ показал, что после 10...15 лет эксплуатации весовая влажность материалов кирпичной кладки утепленных стен увеличилась почти в 2...5 раз. В результате этого фактическое (зафиксированное) значение сопротивления теплопередаче наружных стен снизилось почти на 25% по сравнению с полученными расчетами по ТКП 45-2.04-43-2006 [6, 7], при проектировании зданий.

Следовательно, только за счет увеличения толщины слоя плитного утеплителя для обеспечения рекомендуемого сопротивления теплопередаче стен жилых зданий обеспечить повышение их энергетической эксплуатационной эффективности не представляется возможным.

Основываясь на исследованиях выполненных Б.Ф. Васильевым, [8] можно сделать вывод, что основной причиной столь существенного увлажнения конструктивных слоев утепленных стен является постоянное накопление влаги в наружном ограждении за счет поступления в него пара из воздуха помещения. Накопление влаги в утепленных стенах жилых зданий за относительно короткий период эксплуатации обусловлено следующим:

- значительной разностью парциальных давлений водяного пара, содержащегося в воздухе помещений и в наружном воздухе в зимнее время (отсутствие вентиляции и наличие стеклопакетов). Этот процесс активизируется с увеличением разности температур внутреннего и наружного воздуха;
- невозможностью обеспечить в теплое время года выход влаги из стены наружу (просушивание конструкции).

Таким образом, в жилых зданиях, не оборудованных системой механической приточной вентиляции, или использовании ее не надлежащим образом, для обеспечения энергетической эффективности утепленных стен жилых зданий на весь период их эксплуатации необходимо, чтобы фактическое сопротивление паропроницанию ограждающей конструкции не препятствовало естественному просушиванию конструкции в теплое время года.

Предложения по нормированию эксплуатационной величины термического сопротивления теплопередаче стен. Основным критерием оценки энергетической эффективности ограждающей конструкции является величина годовых тепловых потерь (Q) через 1 м^2 конструкции, которая вычисляется по следующему выражению

$$Q = \frac{0,024 \cdot D_d}{R_{т.норм.}}, \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2 \text{ год}), \quad (1)$$

где D_d – градусо-сутки отопительного периода (ГСОП), $^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$;
 $R_{т.норм.}$ – нормативное сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

D_d определяют по формуле

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) Z_{ht} \quad (2)$$

где t_{int} – расчетная температура внутреннего воздуха, $^\circ\text{C}$ (табл. 4.1) [9];
 t_{ht} Z_{ht} – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, $^\circ\text{C}$ и продолжительность отопительного периода, сут, принимается согласно [10].

Из формулы (2) следует, что климатические условия (t_{ht} и Z_{ht}) являются определяющими при назначении экономически обоснованной величины $R_{т.норм.}$ для ограждающих конструкций.

Учитывая, что в настоящий период времени на Земле наблюдается потепление климата, была выполнена оценка степени его влияния на климат Республики Беларусь. В качестве базы при выполнении сравнительного анализа были приняты величины ГСОП, рассчитанные с учетом данных, приведенных в табл. 3.1 [10]. Анализ сравнительных расчетов показал, что численные значения D_d для всех областей Республики Беларусь, в результате потепления климата, снизились с 4,7% (Витебская обл.) до 6% (Брестская обл.).

Согласно информации, полученной в ЖЭС – 05 (г. Брест), с 2005 по 2013 год расход тепловой энергии, затраченный на отопление жилых зданий в г. Бресте, термическое сопротивление стен которых не превышало $2,0 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, уменьшился более чем на 30%.

На сегодня, т.е. спустя пять лет после введения Изменения №1 [3], в открытой печати отсутствует информация об экономической целесообразности (эффекте) увеличения $R_{т.норм.}$ для наружных стен в 1,6 раза, до $3,2 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Следует отметить, что $R_{т.норм.} = 3,2 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ подтверждено в ТКП 45-2.04-43-2006 [9], переизданном в 2014 г., т.е. изменения (потепление) климата, зафиксированные в Республике Беларусь с 1966...2004 г. [10], в действующих нормативных документах отражения не нашли.

Техническое состояние утепленных кирпичных стен эксплуатируемых жилых зданий [5, 6, 7], исследования, выполненные Б.Ф. Васильевым [8], позволяют сделать вывод, что повышение сопротивления теплопередаче стен в 1,6 раза, кроме удорожания строительства, привело к снижению эксплуатационных характеристик ограждающей конструкции. В связи с этим проблема определения эксплуатационной величины термического сопротивления теплопередаче стен с учетом климатических условий является актуальной.

Учитывая, что в Республике Беларусь на сегодня отсутствует методика, позволяющая обосновать величину сопротивления теплопередаче стен жилых зданий с учетом климатических условий их эксплуатации, для решения поставленной задачи авторы статьи использовали действующую методику Российской Федерации [11]. Выбор этой методики обусловлен тем, что Российские нормативные требования к теплозащите ограждающих конструкций базируются на так называемом потребительском подходе, который допускает снижение требуемого значения приведенного сопротивления теплопередаче до величины, удовлетворяющей требованиям к удельному расходу тепловой энергии на отопление здания.

Основной характеристикой тепловой защиты зданий, принятой российскими нормами [11], является приведенное сопротивление теплопередаче, которое учитывает влияние теплопроводных включений. Согласно СП 50.13330.2012 [11] приведенное сопротивление теплопередаче, $R_0 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, ограждающих конструкций следует принимать не менее нормируемых значений $R_{рег.} \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, которые в соответствии с климатическими условиями района строительства зданий и сооружений, определяют по формуле

$$R_{рег} = \alpha D_d + b, \quad (3)$$

где D_d – градусо-сутки отопительного периода, $^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$, для конкретного пункта.

Согласно расчетам, выполненным по формуле (3) для климатического района г. Бреста $R_{рег} = 2,5 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Величина тепловых потерь через 1 м^2 конструкции вычисленная по выражению (1) при:

- $R_0 = 2,5 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт} - 30,2 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$;
- $R_{т.норм} = 3,2 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт} - 26,3 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$.

Заключение. Выполненный сравнительный анализ показал, что сопротивление теплопередаче наружных стен жилых зданий $R_0 = 2,5 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ для г. Бреста, полученное расчетом по методике [11] с учетом климатических условий [10], почти на 30% ниже рекомендуемого [9], при этом увеличение тепловых потерь через ограждающую конструкцию не превышает 15%.

Переход от $R_{т.норм} = 3,2 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ к $R_0 = 2,5 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ позволяет снизить стоимость утепленной стены за счет уменьшения толщины слоя плитного утеплителя более чем на 40 мм, а также обеспечить снижение величины сопротивления паропроницанию ограждающей конструкции более чем на 30%.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гагарин, В.Г. Макроэкономические аспекты обоснования энергосберегающих мероприятий при повышении теплозащиты ограждающих конструкций зданий // Строительные материалы. – 2010. – № 3. – С. 8–16.

- 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.