

ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

*кандидат технических наук Вячеслав ЧЕРНОИВАН,
кандидат технических наук Владимир НОВОСЕЛЬЦЕВ,
кандидат технических наук Николай ЧЕРНОИВАН,
кандидат технических наук Анна ЧЕРНОИВАН*

*Брестский государственный технический университет,
г. Брест, Республика Беларусь*

ABSTRACT

The methods and results of the performed researcher of technical conditions of external walls of brick maintained dwelling houses with the warmth-keeping method – light plastering system «Thermocoat» with the use non-pressed polystyrene foam plastic and mineral wool. The analyses of the results of the present researches allows to determine that one of the main reasons of aggravation of operational heat technological characteristics of external walls with warmth-keeping lagging of non-pressed polystyrene foam plastic plates is low value of the coefficient of water vapour permeability of thermal insulation material.

Введение

На протяжении последних двадцати лет в Республике Беларусь большое внимание уделяется энергетической эффективности в строительстве. В 1998 году нормативными документами (СНБ 2.04.01-97 «Строительная теплотехника») Республики Беларусь при проектировании, реконструкции и ремонте зданий и сооружений для наружных стен из штучных материалов (кирпич, шлакоблоки и т.п.) было рекомендовано принимать нормативное сопротивление теплопередачи ($R_{\text{тнорм}}$) не менее $2,0 \text{ м}^2 \times \text{°C}/\text{Вт}^1$. Учитывая, что наружные стены эксплуатируемых жилых зданий, построенных до 1998 года, не соответствовали этим требованиям, в 2003 году в Беларуси была принята государственная программа повышения энергоэффективности эксплуатируемых зданий, согласно которой с 2004 по 2011 г. было выполнено утеп-

¹ С 01.07.2009 г. согласно Изменению №1 ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) «Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования» для наружных стен вновь возводимых, реконструируемых, модернизируемых жилых и общественных зданий $R_{\text{тнорм}}$ не менее $3,2 \text{ м}^2 \times \text{°C}/\text{Вт}$.

ление около 1119,5 тыс. м² фасадов эксплуатируемых зданий, в основном жилых домов и общежитий. Практическая реализация программы утепления фасадов эксплуатируемых зданий решалась с использованием отечественной легкой штукатурной системы «ТЕРМОШУБА».

«ТЕРМОШУБА» представляет собой многослойную теплоизоляционную систему, в которой крепление плитного утеплителя осуществляется путем дюбельно-клеевого крепления к утепляемой стене с последующим устройством защитного полимерминерального покрытия.

Стоимость 1 м² системы утепления «ТЕРМОШУБА» в зависимости от применяемого плитного утеплителя составляла 25...32\$. Учитывая, что стоимость 1 м³ беспрессового полистирольного пенопласта почти в 1,5 раза ниже стоимости минераловатных плитных утеплителей, в 2004–2011 годах объемы работ по утеплению фасадов зданий с применением плитного беспрессового пенополистирольного пенопласта составили более 1 млн. м², а с утеплением из минераловатных плит – около 120 тыс. м².

Однако, как показывает практика, по прошествии 3...5 лет эксплуатации жилых зданий, фасады которых были дополнительно утеплены способом «ТЕРМОШУБА» с использованием плит ПСБС-25, в помещениях, оконные проемы в которых заполнены стеклопакетами, а система механической приточной вентиляции отсутствует, относительная влажность воздуха существенно превысила значения, определенные санитарно-гигиеническими нормами [3]. Фактическое сопротивление теплопередаче наружных утепленных кирпичных стен снизилось по сравнению с расчетным почти на 30%.

Для выявления причин, влияющих на ухудшения микроклимата в жилых помещениях и снижения величины сопротивления теплопередаче в процессе эксплуатации зданий, фасады которых утеплены способом «ТЕРМОШУБА», были выполнены натурные исследования технического состояния конструктивных слоев наружных стен.

Натурные исследования технического состояния утепленных наружных стен

Для получения объективных данных об эксплуатационных характеристиках легкой штукатурной системы «ТЕРМОШУБА» с различными плитными утеплителями, особое внимание было уделено выбору объектов исследований.

На первом этапе были отобраны пятнадцать жилых кирпичных зданий, фасады которых были утеплены способом «ТЕРМОШУБА», и выполнен анализ следующей документации: проекта производства работ; сертификатов на плитный утеплитель; актов на скрытые работы.

На втором этапе было проведено общее обследование (со вскрытием участков наружного стенового ограждения) технического состояния конструктивных слоев наружного утепленного ограждения всех шести жилых зданий.

По результатам анализа общего обследования технического состояния материала плитных утеплителей для проведения натурных исследований были выбраны два жилых дома в г. Бресте по адресу: улица Брестских дивизий № 15 и № 17.

1). Дом № 15. Год постройки – 1937. Стены толщиной 670 мм выполнены из керамического кирпича полнотелого. Утеплитель – плиты беспрессового полистирольного пенопласта марки ПСБС, толщина плиты – 50 мм. Утеплитель изготовлен на совместном Белорусско-Польском предприятии «Добрыня» (г. Береза, РБ). Утепление наружных стен выполнено в 2009 году государственным предприятием «Облремстройтрест».

2). Дом № 17. Год постройки – 1969. Стены толщиной 510 мм (внутренняя верста – щелевой керамический кирпич, наружная верста – силикатный кирпич). Утепление наружных стен выполнено в 2006 году государственным предприятием «Облремстройтрест». Утеплитель – плиты минераловатные «ISOVER», толщина плиты – 70 мм. Согласно сертификату плиты минераловатные «ISOVER» изготовлены в Республике Польша.

Натурные исследования технического состояния наружных стен жилых домов были выполнены в феврале 2014 года.

Целью при проведении натурных исследований было определение фактических значений термического сопротивления наружных утепленных стен и весовой влажности материалов, составляющих конструкцию утепленной ограждающей конструкции.

Исследования проводились по следующей методике: с помощью тепловизора марки Testo 882 фиксировалось распределение температурного поля на внутренней и наружной поверхности стен здания и фактическая температура различных участков наружной и внутренней поверхности стен (простенков); температура и влажность воздуха в помещениях и на улице замерялись портативным метеометром марки МЭС-200А и щупом измерительным Щ-1 ЯВША 411519.009.

Обработанные результаты, выполненных натурных исследований показали:

$$-\text{дом № 15} - R_{\text{факт}} = 1,55 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт};$$

$$-\text{дом № 17} - R_{\text{факт}} = 1,85 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}.$$

Весовая влажность материалов, составляющих утепленные стены, определялась согласно действующим нормативным документам [2]. По результатам выполненных лабораторных исследований проб материалов установлены средние значения фактической весовой влажности:

– беспрессовый пенополистирольный пенопласт – около 20,8%;

– минераловатные плиты – около 2,8%;

– кирпич керамический полнотелый – около 10,7%;

– кирпич силикатный – около 1,7%.

Обсуждение полученных результатов натурных исследований

Использование в легкой штукатурной системе «ТЕРМОШУБА» плитного беспрессового полистирольного пенопласта для утепления кирпичных стен привело к повышению влажности строительных материалов по сравнению с нормативными величинами [1]:

- керамического кирпича более чем в 5 раз;
- плитного утеплителя более чем в 2 раза.

Очевидно, что столь существенное увеличение влажности материалов стало основной причиной снижения теплотехнических характеристик наружного ограждения в целом – фактическое сопротивление теплопередаче утепленных кирпичных стен жилого здания в течение пяти лет эксплуатации после тепловой реабилитации фасада снизилось почти на 25% по сравнению с расчетным значением ($R_{расч} = 2,0 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$).

Учитывая, что в действующих нормативных документах [1] отсутствуют зависимости значений коэффициента теплопроводности (λ) от величины весовой влажности (W) для основных строительных материалов, используемых для кирпичной кладки стен, были выполнены их определения.

В качестве базы для получения зависимости λ от W для кирпича керамического полнотелого были использованы результаты исследований, выполненные Франчуком А.У. [7] и теплотехнические показатели строительных материалов [1]. На основании результатов обработки данных [1, 7] были получены численные значения коэффициента теплопроводности для кирпича керамического полнотелого при влажности 10,7% и плитного утеплителя марки ПСБС-25 при влажности 20,8%.

Выполненные поверочные расчеты сопротивления теплопередаче утепленной кирпичной стены дома № 15 с учетом зафиксированной влажности материалов и полученных численных значений λ ($\lambda_{кирпич} = 0,97 \text{ Вт/(м} \times \text{°C)}$; $\lambda_{ПСБС-25} = 0,07 \text{ Вт/(м} \times \text{°C)}$) $R_{расч} = 1,42 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$, – показали практическое совпадение результатов с фактическими.

Применение в легкой штукатурной системе «ТЕРМОШУБА» при утеплении кирпичных стен минераловатных плит (дом № 17) позволило обеспечить весовую влажность материала кирпичной кладки стен и минераловатных плит в пределах, установленных нормами [1]. И как следствие этого – снижение фактического сопротивления теплопередаче кирпичных стен эксплуатируемого в течение восьми лет после тепловой реабилитации здания не превысило 8% от $R_{расч}$.

Основываясь на исследованиях, выполненных Б.Ф.Васильевым [4], можно сделать предварительный 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 за

относительно короткий период эксплуатации утепленного фасада, очевидно, обусловлено следующим:

– значительной разностью парциальных давлений водяного пара, содержащегося в воздухе помещений и в наружном воздухе в зимнее время (отсутствие вентиляции и наличие стеклопакетов);

– невозможностью обеспечить в теплое время года выход влаги из стены наружу (просушивание конструкции).

Анализ полученных результатов позволяет считать, что основной причиной значительного увлажнения материалов наружного кирпичного стенового ограждения, утепленного плитным беспрессовым полистирольным пенопластом, является фактическая величина сопротивления паропрооницанию конструкции стены в целом: $R_{п\text{ ПСБ}} = 5,8 \text{ м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па/мг}$. Для сравнения – для аналогичной по конструктивному решению кирпичной стены, утепленной минераловатными плитами $R_{п\text{ минвата}} = 3,6 \text{ м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па/мг}$, что в 1,6 раза меньше, чем утепленная ПСБ.

Следует отметить, что сопротивление паропрооницанию массово применяемых в Республике Беларусь на протяжении более чем 30 лет не утепленных наружных кирпичных стен толщиной 510 мм, в зависимости от конструктивного решения (материала и толщины наружной и внутренней версты кладки), находится в пределах $R_{п\text{ клад}} = 3,5 \dots 4,2 \text{ м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па/мг}$ [4]. Такое конструктивное решение стен в жилых зданиях со спаренными оконными переплетами за счет естественной вентиляции через неплотности (щели) окон и наружных дверей позволяет обеспечить практически постоянные значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. Накопленная в наружном ограждении за отопительный период влага, за счет поступления в него пара из воздуха помещения в теплое время года, выходит из стены наружу (просушивание конструкции).

Выводы

По результатам выполненных исследований можно сделать следующие выводы.

1). Эффективное применение легкой штукатурной системы «ТЕРМО-ШУБА» с утеплителем из плитного беспрессового полистирольного пенопласта для утепления кирпичных стен жилых зданий возможно только при наличии в них механической приточной вентиляции.

2). При проектировании невентилируемых систем утепления (легкая штукатурная система), рекомендуется сопротивление паропрооницанию конструкции наружного стенового ограждения рассматривать в качестве одного из основных параметров, существенно влияющих на эксплуатационную эффективность утепленного фасада.

Список использованной литературы

1. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) – Введ. 01.07.07. – Мн.: Минстройархитект РБ., 2007. – 32 с.
2. Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения и контроля морозостойкости: ГОСТ 7025 – Введ. 01.07.91. – М.: Государственный строительный комитет СССР, 1991. – 17 с.
3. Потерщук, В.А. Пути дальнейшего энергосбережения в жилых зданиях / В.А. Потерщук // Белорусский строительный рынок. – 1998. – № 5. – С. 2–3.
4. Васильев, Б.Ф. Натурные исследования температурно-влажностного режима жилых зданий / Б.Ф. Васильев. – М.: Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1957. – 210 с.
5. Черноиван, В.Н. К расчету сопротивления теплопередаче кирпичной кладки неоштукатуренных стен эксплуатируемых зданий / В.Н. Черноиван, В.Г. Новосельцев, Черноиван Н.В., Седляр Ю.А. // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2011. – №1(67): Архитектура и строительство. – С. 125–129.
6. 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.
7. Франчук, А.У. Таблицы теплотехнических показателей строительных материалов / А.У. Франчук. – М.: Госстрой СССР, НИИСФ, 1969. – 144 с.