

УДК 699.86

Техническое состояние конструктивных слоев утепленных наружных стен эксплуатируемых зданий

Вячеслав Николаевич ЧЕРНОИВАН, кандидат технических наук, профессор, e-mail: vnchernoiwan@list.ru

Владимир Геннадьевич НОВОСЕЛЬЦЕВ, кандидат технических наук, доцент, e-mail: vgnovoseltsev@yandex.ru

Николай Вячеславович ЧЕРНОИВАН, кандидат технических наук, доцент, e-mail: chernoivan@inbox.ru

УО «Брестский государственный технический университет», 224013 Республика Беларусь, Брест, ул. Московская, 267

Аннотация. Изложена методика выбора объектов для проведения натурных обследований эксплуатируемых кирпичных зданий, фасады которых утеплены легкой штукатурной системой «Термошуба». Приведено сравнение фактического сопротивления теплопередаче стен с расчетными значениями. Анализ результатов натурных исследований позволил сделать вывод, что на величину весовой влажности строительных материалов стен эксплуатируемых жилых зданий значительное влияние оказывает вид примененного плитного утеплителя. Установлено, что использование при утеплении кирпичных стен волокнистых минераловатных плит не приводит к изменению (увеличению) весовой влажности материалов в процессе их эксплуатации. В то же время применение в качестве утеплителя наружных стен кирпичных зданий плит беспрессового полистирольного пенопласта привело к существенному повышению весовой влажности строительных материалов по сравнению с нормами. По результатам выполненных исследований рекомендовано при проектировании невентилируемых систем утепления для теплоизоляционного слоя применять плитные утеплители с высокими характеристиками паропроницаемости.

Ключевые слова: легкая штукатурная система «Термошуба», утепленные наружные стены, натурные исследования, сопротивление паропроницаемости, весовая влажность.

TECHNICAL CONDITION OF CONSTRUCTIVE LAYERS OF THERMO-INSULATED EXTERNAL WALLS OF MAINTAINED BUILDINGS

Vyacheslav N. CHERNOIVAN, e-mail: vnchernoiwan@list.ru, **Vladimir G. NOVOSILTSEV**, e-mail: vgnovoseltsev@yandex.ru, **Nikolay V. CHERNOIVAN**, e-mail: chernoivan@inbox.ru, Brest State Technical University

Abstract. The methodology of objects selection for conducting the on-site inspection of maintained brick buildings, facades of which are heat insulated with light plastering «Thermocoat», is stated. Comparison of the factual resistance of walls to heat transfer with design values is presented. The analysis of the results of on-site investigation makes it possible to conclude that the type of plate heat-insulating material significantly influence on the value of weight humidity of building materials used for walls of maintained residential buildings. It is established that the use of fiber mineral wool plates for heat insulation of brick walls does not lead to the change (increase) of weight humidity of materials in the process of their operation. At the same time, the use of non-pressed polystyrene foam as a heat insulator of external walls of brick buildings results in significant gain in weight humidity of building materials in comparison with standards. On the basis of conducted studies it is recommended to use plate heat insulators with high characteristics of resistance to vapour permeability when designing non-ventilated systems of heat insulation for a heat insulating layer.

Key words: light plastering system «Thermocoat», heat-insulated external walls, on-site investigation, resistance to vapour permeability, weight humidity.

В 1998 г. согласно СНБ 2.04.01-97 «Строительная теплотехника» в Республике Беларусь при проектировании, реконструкции и ремонте зданий и сооружений для наружных стен из штучных материалов (кирпич, шлакоблоки и т. п.) нормативное сопротивление теплопередаче $R_{\text{Т норм}}$ рекомендовано принимать не менее $2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}^*$.

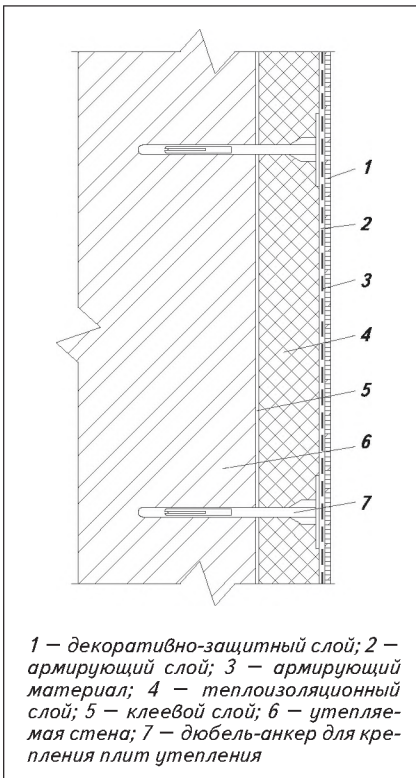
* С 01.07.2009 г. согласно Изменению №1 ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) «Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования» для наружных стен вновь возводимых, реконструируемых, модернизируемых жилых и общественных зданий $R_{\text{Т норм}}$ — не менее $3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$.

Учитывая, что расчетное сопротивление теплопередаче наружных стен кирпичных зданий, построенных до 1998 г., существенно ниже рекомендованного СНБ 2.04.01-97, в Республике Беларусь была принята государственная программа, согласно которой в 2004–2011 гг. было выполнено утепление около 1119,5 тыс. м^2 фасадов эксплуатируемых зданий, в основном жилых домов и общежитий. Практическая реализация программы утепления фасадов эксплуатируемых зданий решалась с использованием отечественной (белорусской) легкой штукатурной сис-

темы «Термошуба», выполняемой согласно П1-99 к СНиП 3.03.01-87 «Проектирование и устройство тепловой изоляции наружных стен зданий методом «термошуба».

«Термошуба» представляет собой многослойную теплоизоляционную систему, в которой крепление плитного утеплителя осуществляется путем дюбельно-клевого крепления к утепляемой стене с последующим устройством защитного полимерминерального покрытия (см. рисунок).

Стоимость 1 м^2 системы утепления «Термошуба» в зависимости от



Конструктивное решение легкой штукатурной системы «Термошуба»

применяемого плитного утеплителя составляет 25–32 дол. США. Учитывая, что на рынке теплоизоляционных строительных материалов Республики Беларусь стоимость 1 м³ беспрессового полистирольного пенопласта почти в 1,5 раза ниже стоимости минераловатных плитных утеплителей, в проектно-сметную документацию по рекомендации строительной экспертизы закладывался наиболее дешевый отечественный плитный утеплитель — беспрессовый пенополистирольный пенопласт марки ПСБС-25.

Значительные объемы работ по утеплению фасадов зданий с применением плитного беспрессового пенополистирольного пенопласта (более 1 млн м²), при относительно простой технологии его изготовления, обусловили открытие большого количества производственных участков, на которых, в основном, использовалось бывшее в употреблении, с высокой степенью амортизации, технологическое оборудование.

Как показывает практика, по прошествии 3–5 лет эксплуатации зданий, фасады которых были утеплены

методом «термошуба» с использованием плит беспрессового полистирольного пенопласта, влажность и химический состав воздуха в помещениях, оконные проемы в которых заполнены стеклопакетами, а система механической приточной вентиляции отсутствует, не соответствуют санитарно-гигиеническим нормам [1].

Следует отметить, что до утепления фасадов кирпичных зданий и заполнения оконных проемов стеклопакетами санитарно-гигиенические условия в жилых помещениях соответствовали нормам.

Для выявления причин столь существенного ухудшения микроклимата в жилых помещениях эксплуатируемых зданий, фасады которых утеплены методом «термошуба», были выполнены натурные исследования технического состояния конструктивных слоев наружных стен.

Учитывая изложенное, а также принимая во внимание, что в начальный период массового утепления фасадов зданий строительные организации испытывали значительную нехватку обученных квалифицированных специалистов для получения объективных данных об эксплуатационных характеристиках легкой штукатурной системы «Термошуба», выбору объектов для проведения натурных исследований предшествовала следующая подготовительная работа.

На первом этапе были отобраны 15 жилых кирпичных зданий, фасады которых были утеплены методом «термошуба», и выполнен анализ следующей документации: проектно-сметной, проектов производства работ, сертификатов на плитный утеплитель, актов на скрытые работы на этапах операционного и приемочного контроля качества выполненных работ.

По итогам работы с документацией, непосредственно для проведения натурных исследований, было выбрано шесть жилых кирпичных домов в г. Бресте, срок эксплуатации которых после утепления составлял не менее 3–5 лет.

На втором этапе для оценки фактического состояния плитных утеплителей (пенопласт марки ПСБ и минеральная вата) было проведено общее обследование (со вскрытием

участков наружного стенового ограждения) технического состояния конструктивных слоев наружного утепленного ограждения всех шести жилых зданий.

Результаты вскрытия показали, что на ряде зданий теплоизоляция, выполненная из плит беспрессового полистирольного пенопласта, имеет следующий значительный дефект: плитный утеплитель представляет собой отдельные, несвязанные между собой фрагменты, которые в проектом положении удерживаются за счет наклеенной на них армирующей стеклосетки.

Визуальный осмотр минераловатных плит на всех обследованных жилых зданиях позволил оценить их техническое состояние как «хорошее».

По результатам анализа общего обследования технического состояния материала плитных утеплителей для проведения натурных исследований были выбраны два жилых дома в г. Бресте:

- *первый* — постройки 1937 г. Стены толщиной 670 мм выполнены из полнотелого керамического кирпича. Утеплитель — плиты беспрессового полистирольного пенопласта марки ПСБС толщиной 50 мм. Утеплитель изготовлен на совместном белорусско-польском предприятии «Добрыня» (г. Береза, Республика Беларусь). Утепление наружных стен выполнено в 2007 г. ГП «Облремстройтрест»;

- *второй* — постройки 1969 г. Стены толщиной 510 мм (внутренняя верста — щелевой керамический кирпич, наружная — силикатный кирпич). Утепление наружных стен выполнено в 2003 г. ГП «Облремстройтрест». Утеплитель — плиты минераловатные «ISOVER» (Республика Польша), толщина плиты — 70 мм.

Натурные исследования технического состояния наружных стен жилых домов были выполнены в феврале 2011 г., основной целью которых было определение фактических значений термического сопротивления теплопередаче наружных утепленных стен и весовой влажности материалов, составляющих утеплительную ограждающую конструкцию.

Фактическое сопротивление теплопередаче утепленных наружных

стен определялось с использованием измерителя теплового потока ИПП-2 производства ЗАО «Эквис» (Москва). По результатам обработки замеров получены значения фактического сопротивления теплопередаче стен 1,55 и 1,75 м²·°С/Вт для первого и второго домов соответственно.

Весовая влажность материалов, составляющих утепленные стены, определялась согласно ГОСТ 7025–94 «Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения и контроля морозостойкости» и ГОСТ 17177 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний». По результатам лабораторных исследований проб материалов, взятых из утепленных стен, установлена фактическая весовая влажность беспрессового пенополистирольного пенопласта (7,8–20,8 %), минераловатных плит (1–2,8 %), керамического полнотелого кирпича (3,9–10,7 %), силикатного кирпича (1–1,7 %).

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, приведенными в ТКП 45-2.04-43-2006 «Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования»: керамического кирпича более чем в 2–5 раз, плитного утеплителя более чем в 2 раза.

Столь существенное увеличение влажности материалов стало основной причиной снижения теплотехнических характеристик наружного ограждения в целом — фактическое термическое сопротивление теплопередаче кирпичных стен жилого

здания, эксплуатируемого три года после тепловой реабилитации фасада, составляет немногим более 70 % проектного значения.

Применение в легкой штукатурной системе «Термошуба» при утеплении кирпичных стен минераловатных плит позволило обеспечить весовую влажность материала кирпичной кладки стен и утеплителя в пределах, установленных ТКП 45-2.04-43-2006. И как следствие этого — фактическое термическое сопротивление теплопередаче кирпичных стен эксплуатируемого в течение 8 лет после тепловой реабилитации здания составляет более 80 % проектного значения.

Основываясь на исследованиях, выполненных Б. Ф. Васильевым [2], можно сделать предварительный вывод, что основная причина столь существенного увлажнения конструктивных слоев утепленных стен — постоянное накопление влаги в наружном ограждении за счет поступления в него пара из воздуха помещения.

Такое значительное накопление влаги в 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). Этот процесс активизируется с увеличением разности температур внутреннего и наружного воздуха;
- невозможностью обеспечить в теплое время года выход влаги из стены наружу (просушивание конструкции).

Анализ результатов исследования позволяет считать, что основной причиной значительного увлажнения материалов, составляющих наружное кирпичное стеновое ограждение, утепленное плитным беспрессовым полистирольным пенопластом, является сопротивление паропроницанию конструкции стены в целом, равное 5,8 м²·ч·Па/мг. Аналогичная по конструктивному решению кирпичная стена, утепленная минераловатными плитами, имеет сопротивление 3,6 м²·ч·Па/мг, что в 1,6 раза меньше, чем стена, утепленная ПСБ.

Следует отметить, что сопротивление паропроницанию неутепленных наружных кирпичных стен толщиной 510 мм, в зависимости от материала и толщины наружной и внутренней верст кладки, находится в пределах 3,5–4,2 м²·ч·Па/мг [3].

Выводы

1. Сопротивление паропроницанию утепленного наружного стенового ограждения $R_p \leq 3,6$ м²·ч·Па/мг при $R_{T, \text{норм}} \leq 2,0$ м²·°С/Вт для климата Республики Беларусь позволяет обеспечить рекомендуемые ТКП 45-2.04-43-2006 параметры весовой влажности материалов конструктивных слоев на протяжении всего периода эксплуатации зданий и сооружений без устройства систем механической приточной вентиляции.

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Потерщук В. А. Пути дальнейшего энергосбережения в жилых зданиях // Белорусский строительный рынок. 1998. № 5. С. 2–3.
2. Васильев Б. Ф. Натурные исследования температурно-влажностного режима жилых зданий. М.: Госстройиздат, 1957. 210 с.
3. Черноиван В. Н., Новосельцев В. Г., Черноиван Н. В., Седляр Ю. А. К расчету сопротивления теплопередаче кирпичной кладки неоштукатуренных стен эксплуатируемых зданий // Вестник Брестского государственного технического университета. 2011. №1(67). С. 125–129.
4. Гагарин В. Г. Макроэкономические аспекты обоснования энергосберегающих мероприятий при повышении теплозащиты ограждающих конструкций зданий // Строительные материалы. 2010. № 3. С. 8–16.
5. Черноиван В. Н., Новосельцев В. Г., Черноиван Н. В., Ковенько Ю. Г., Матвиенко Е. В. К оценке эксплуатационной эффективности многослойной кирпичной кладки несущих стен с плитным утеплителем // Строительная наука и техника. 2013. № 2(43). С. 27–31.
6. Иванов О. Г. Применение волокнистой теплоизоляции в многослойных конструкциях стен зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 2. С. 31–32.

REFERENCES

1. Potershchuk V. A. Ways of the further energy-saving in residential units. *Belorusskij stroitel'nyj rynek*, 1998, no. 5, pp. 2–3. (In Russian).
2. Vasilyev B. F. *Naturnyye issledovaniya temperaturno-vlazhnostnogo rezhima zhilykh zdaniy* [Full-scale researches temperature and moisture content conditions of residential units]. Moscow, Gosstroizdat Publ., 1957. 210 p. (In Russian).
3. Chernoi van V. N., Novoseltsev V. G., Chernoi van N. V., Sedlyar Y.A. To calculating the transmission resistance of unplastered walls of maintained buildings. *Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2011, no. 1(67), pp. 125–129. (In Russian).
4. Gagarin V.G. Macroeconomic Aspects of Substantiation of Power Saving Measures Aimed at Improving the Heat Protection of Buildings Enclosing Structures. *Stroitel'nye materialy*, 2010, no. 3, pp. 8–16. (In Russian).
5. Chernoi van V. N., Novoseltsev V. G., Chernoi van N. V., Kovenko Y. G., Matviyenko Y. V. To an estimation of operation efficiency of the multilayer brickwork of load bearing walls with plate heater. *Stroitel'naya nauka i tekhnika*, 2013, no. 2(43), pp. 27–31. (In Russian).
6. Ivanov O. G. Application of fibrous heat insulation in multi-layered constructions of walls of buildings. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2010, no. 2, pp. 31–32. (In Russian). ■