

Рисунок 5 – Бассейн реки Псел на основе снимков Landsat 8

4. Леонов, Е.А. Норма годового стока и ее изменение под влиянием хозяйственной деятельности / Е.А. Леонов. – Труды ГТИ, 1986. – Вып. 315. – С. 68–82.
5. Гребінь, В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В. Гребінь – К.: Ніка-Центр, 2010. – 316 с.
6. Яцик, А.В. Водогосподарська екологія: у 4 т., 7 кн. / А.В. Яцик. – К.: Генеза, 2004. – Т. 2. – Кн. 3–4. – 384 с.

Матеріал посту́пав в редакцію 25.04.2016

BONDAR A.E., SHEVCHUK S.A. Quantitative changes annual normal flow of Psel River under the influence of economic activities and climate change for water economy designing

The article discusses current state of the economic impact on of Psel River. Substantiated scientific research related to the evaluation of annual normal flow, as well as their direction. By means Google Earth and ArcGIS software, follow a number of operations to refine the hydrographic characteristics of the Psel River basin. Develop a methodology to assess the impact of economic activities and possible climate change in Psel River Basin on the annual normal flow.

УДК 699.86

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

К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ КИРПИЧНЫХ СТЕН ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Введение. В 1998 году при проектировании зданий и сооружений были установлены минимальные значения нормативного сопротивления теплопередаче ($R_{Т,норм}$) для ограждающих конструкций (табл. 5.1. [1]).

Для наружных стен из штучных материалов (кирпич, шлакоблоки и т.п.) рекомендовано $R_{Т,норм}$ принимать не менее $2,0 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$. Практически у всех эксплуатируемых зданий фактическое сопротивление теплопередаче кирпичной кладки наружных стен составляет $0,87 \dots 1,05 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$.

Для снижения энергопотребления ранее построенными жилыми

зданиями в 2003 г. была разработана государственная программа по повышению эффективности эксплуатации жилищного фонда, предусматривающая выполнение тепловой модернизации 3 млн 350 тыс. м^2 фасадов до 2016 г.

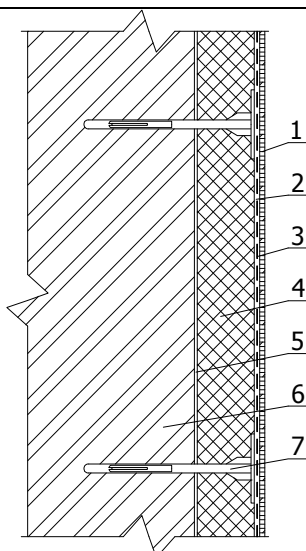
Основным конструктивным решением, массово примененным в Республике Беларусь при выполнении тепловой модернизации наружных стен эксплуатируемых кирпичных зданий, стала легкая штукатурная система (рис. 1).

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.

Черноиван Анна Вячеславовна, к.т.н., доцент кафедры экономики и организации строительства Брестского государственного технического университета.

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



1 – декоративно-защитный слой; 2 – армирующий слой; 3 – армирующий материал; 4 – теплоизоляционный слой (плиты ПСБ); 5 – клеевой слой; 6 – утепляемая стена; 7 – дюбель-анкер для крепления плит утепления

Рисунок 1 – Конструктивное решение «легкая штукатурная система»

Учитывая, что технология производства работ по устройству легкой штукатурной системы утепления наружных стен отработана достаточно хорошо, основным направлением снижения стоимости таких систем утепления стал поиск более дешевых строительных материалов. Ввиду того, что теплоизоляционные плиты составляют основной объем используемых материалов (0,05...0,08 м³ на 1 м² утепляемой стены), а, следовательно, оказывают и существенное влияние на стоимость всей системы утепления, заказчики требуют закладывать в проектно-сметную документацию самые дешевые плитные утеплители. Анализ рынка теплоизоляционных строительных материалов показал, что лидером по продажам является беспрессовый плитный полистирольный пенопласт, стоимость которого на 25...40% ниже стоимости других плитных утеплителей. И как следствие этого – беспрессовый плитный полистирольный пенопласт наиболее широко применяется при устройстве легкой штукатурной системы утепления наружных стен жилых зданий в Республике Беларусь.

Несмотря на большие объемы уже выполненных работ по тепловой изоляции наружных ограждающих конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений, на сегодня в открытой печати отсутствуют результаты научных исследований, позволяющие получить однозначный ответ на вопрос – какова реальная эффективность эксплуатационных характеристик теплоизоляции стен, утепленных способом «легкая штукатурная система»?

Учитывая изложенное выше, отсутствие результатов научных исследований по данной проблеме в открытой печати, а также государственную важность задачи энергосбережения в строительстве, можно сделать вывод: исследования по оценке эффективности эксплуатационных характеристик теплоизоляции стен, утепленных способом «легкая штукатурная система», актуальны, и их результаты будут востребованы на стадии проектирования систем утепления ограждающих конструкций.

Натурные исследования технического состояния утепленных наружных стен. Как показывает практика [2], по прошествии 3...5 лет эксплуатации зданий, фасады которых были утеплены способом «легкая штукатурная система» с использованием плит беспрессового полистирольного пенопласта марки ПСБ, существенно ухудшился микроклимат в жилых помещениях (влажность и химический состав воздуха в помещениях не соответствуют санитарно-гигиеническим нормам). Следует отметить, что до утепления фасадов кирпичных

зданий и заполнения оконных проемов стеклопакетами, санитарно-гигиенические условия в жилых помещениях соответствовали нормам. Кроме того, наметилось устойчивое увеличение затрат тепловой энергии на поддержание требуемой температуры в помещениях.

С целью выявления причин столь существенного снижения сопротивления теплопередаче и ухудшения микроклимата в жилых помещениях эксплуатируемых зданий, фасады которых утеплены способом «легкая штукатурная система» были выполнены натурные исследования технического состояния конструктивных слоев наружных стен.

Для получения объективных результатов натурных исследований была принята следующая методика.

На первом этапе были отобраны пятнадцать жилых кирпичных зданий, фасады которых были утеплены способом «легкая штукатурная система», и выполнен анализ следующей документации:

- проектно-сметной;
- проекта производства работ;
- сертификатов на плитный утеплитель;
- актов на скрытые работы, на этапах операционного и приемочного контроля качества выполненных работ.

По итогам анализа документации для проведения натурных исследований было выбрано шесть жилых кирпичных домов в г. Бресте, срок эксплуатации которых после утепления составлял от трех до пяти лет.

На втором этапе для оценки фактического технического состояния плитных утеплителей (пенопласт марки ПСБ) 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 был выбран жилой дом в г. Бресте по адресу: улица Брестских дивизий № 15.

Год постройки дома – 1937. Стены толщиной 670 мм выполнены из керамического кирпича полнотелого. Утеплитель – плиты беспрессового полистирольного пенопласта марки ПСБ, толщина плиты 50 мм. Утеплитель изготовлен на совместном Белорусско-Польском предприятии «Добрыня» (г. Береза, Республика Беларусь). Утепление наружных стен выполнено в 2007 году государственным предприятием «Облремстройтрест».

По результатам выполненных натурных исследований установлено, что фактическое сопротивление теплопередаче стен $R_{\text{факт}}=1,55 \text{ м}^2 \times \text{C}/\text{Вт}$ [2].

Весовая влажность материалов, составляющих утепленные стены, определялась согласно действующим нормативным документам: ГОСТ 7025 [3] и ГОСТ 17177 [4]. По результатам выполненных лабораторных исследований проб материалов, взятых из утепленных стен, установлена фактическая максимальная величина весовой влажности:

- беспрессовый пенополистирольный пенопласт марки ПСБ – 20,8%;
- кирпич керамический полнотелый – 10,7%.

Анализ полученных результатов натурных исследований. Для проведения анализа были выполнены поверочные расчеты по методике [5], рекомендованной для проектирования ограждающих конструкций зданий и сооружений. Согласно расчетам значение сопротивления теплопередаче $R_{\text{расч}}=2,05 \text{ м}^2 \times \text{C}/\text{Вт}$.

Таким образом, после трех лет эксплуатации фактическое сопротивление теплопередаче стен, выполненных из полнотелого керамического кирпича с утеплением беспрессовым пенополистирольным пенопластом, составляет немногим более 75% расчетного. Очевидно, что одной из основных причин снижения сопротивления теплопередаче утепленных стен является повышение влажности строительных материалов по сравнению с нормативными величинами [5], на основании которых выполняются теплотехнические расчеты.

Учитывая, что в действующих нормативных документах [5] коэффициент теплопроводности (λ) приведен для кирпича при весовой влажности 2%; для плит пенополистирольных – соответственно при весовой влажности 2% и 10%, выполнить расчеты с учетом зафиксированных влажностей материалов (кирпич керамический полнотелый – 10,7%; беспрессовый пенополистирольный пенопласт – 20,8%), используя приложение А.1 [5], не представляется возможным.

В качестве базы при определении численного значения коэффициента теплопроводности для кирпича керамического полнотелого при влажности 10,7% (рис. 2) были использованы результаты исследований, выполненные А.У.Франчуком [6]. Коэффициент теплопроводности беспрессового пенополистирольного пенопласта при влажности 20,8% (рис. 3) был определен с учетом информации, приведенной в литературе [5].

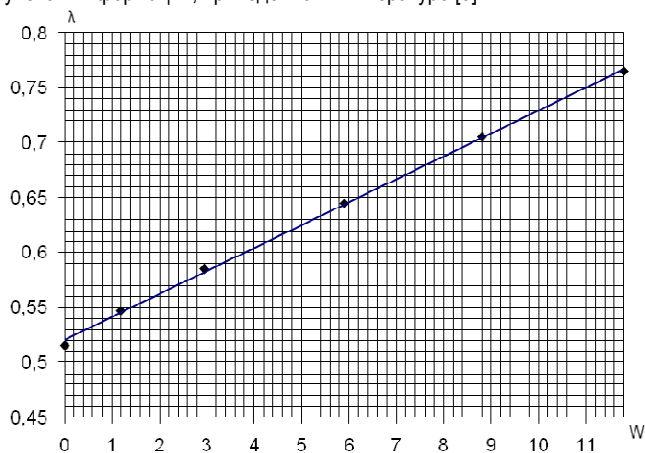


Рисунок 2 – График зависимости λ в Вт/(м²×°С) от W в % для кирпича глиняного

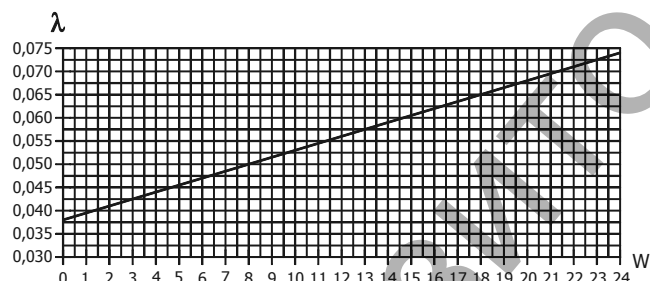


Рисунок 3 – График зависимости λ в Вт/(м²×°С) от W в % для беспрессового пенополистирольного пенопласта

Сопротивление теплопередаче, рассчитанное с учетом фактической влажности материалов (кирпич $\lambda_{10,7\%}=0,73$ Вт/(м²×°С); беспрессовый пенополистирольный пенопласт $\lambda_{20,8\%}=0,70$ Вт/(м²×°С)), равно 1,65 м²×°С/Вт. Расхождение между фактически зафиксированным значением сопротивлением теплопередаче и расчетным не превышает 6%, что находится в пределах статистической погрешности.

Заключение. Результаты выполненных натурных и численных исследований позволяют сделать вывод, что при проектировании тепловой изоляции кирпичных стен с использованием плит беспрессового пенополистирольного пенопласта необходимо

учитывать изменение (увеличение) весовой влажности материалов утепленной кирпичной кладки. На данный момент отсутствует методика, позволяющая прогнозировать увеличение влажности кирпича в процессе эксплуатации зданий и сооружений.

Основываясь на исследованиях, выполненных Б.Ф. Васильевым [7], 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 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.

Анализ результатов выполненных исследований [2] позволяет сделать вывод, что основной причиной сдерживающей выход влаги из стены наружу (просушивание конструкции) в теплое время года является величина сопротивления паропроницаемости конструкции стены, которая для рассматриваемого в статье жилого дома составляет $R_{п,расч}=7,75$ м²×ч×Па/мг.

Следует отметить, что сопротивление паропроницаемости не утепленных наружных кирпичных стен толщиной 510 мм, в зависимости от конструктивного решения (материала и толщины наружной и внутренней версты кладки) находится в пределах $R_{п,расч}=3,5...4,2$ м²×ч×Па/мг.

Таким образом, при проектировании тепловой изоляции кирпичных стен плитами беспрессового пенополистирольного пенопласта рекомендуется учитывать величину сопротивления паропроницаемости конструкции наружного ограждения в целом (с учетом утеплителя), которая в процессе эксплуатации здания за счет увлажнения материалов кладки приведет к уменьшению сопротивления теплопередаче.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Строительная теплотехника: СНБ 2.04.01-97. – Мн.: Минстройархитект РБ., 1998. – 32 с.
2. 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. – 2014. – № 4. – С. 48–51.
3. Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения и контроля морозостойкости: ГОСТ 7025. – М.: Государственный строительный комитет СССР, 1991. – 17 с.
4. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний: ГОСТ 17177. – Мн.: Минстройархитект. РБ, 1996. – 56 с.
5. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) – Мн.: Минстройархитект РБ., 2007. – 32 с.
6. Франчук, А.У. Таблицы теплотехнических показателей строительных материалов. – М.: Госстрой СССР, НИИСФ, 1969. – 144 с.
7. Васильев, Б.Ф. Натурные исследования температурно-влажностного режима жилых зданий. – М.: Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1957. – 210 с.

Материал поступил в редакцию 13.03.2016

CHERNOIVAN V.N., NOVOSELTSEV V.G., CHERNOIVAN N.V. The issue of designing the thermal insulation of the brick walls of residential buildings

The article describes new approaches to the design of thermal insulation of external enclosing structures of operated buildings insulated with polystyrene foam.