

строителей. Оптимальные решения позволят выработать время и компромисс в совместной работе всех участников.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ахітэ́тура Беларусі: энцыклапедычны даведнік. – Мн.: БелЭн, 1993. – 620 с.
2. Бессонов, С.В. Исторические связи России, Украины и Белоруссии в XIV–XVII вв. / С.В. Бессонов // Зодчество Украины: сб. ст. – Киев: Изд-во Акад. архитек. УССР, 1954. – С. 251–270.
3. Панченко, Т.А. Архитектура кафедральных храмов епархиальных духовных центров Прибужского региона: история и современность / Т.А. Панченко, В.В. Трацевский // Архитектурное наследие Прибужского региона. Сохранение и культурно-туристское использование: материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 28–30 мая 2008 г. / Брест. гос. техн. ун-т; ред.кол.: В.В. Тур [и др.]. – Брест, 2008. – С. 36–38.
4. Якимович, Ю.А. Зодчество Беларуси / Ю.А. Якимович. – Мн.: Польша, 1991. – 181 с.
5. Ковалев, Д.П. Деревянные церкви Белорусского Полесья в контексте истории и современного состояния / Д.П. Ковалев // Архитектура и строительные науки. – 2010. – № 10. – С. 39–41.

Материал поступил в редакцию 15.02.12

#### MALKOV I.G., KOVALEV D.P. Tradition and Modernity in the construction of Orthodox churches

The provisions of article are consistent with the applicable laws of the Republic of Belarus on the Protection of Historical and Cultural Heritage, which provides for and requires a respect for its objects, regardless of the typological affiliation, category, level of significance.

The traditional architectural features of the Orthodox religious structures are directly reflected in the appearance of modern churches. These buildings and complexes – part of building towns and villages, they take their rightful place in the urban structure, often as high-rise accents.

The task of rehabilitation and new construction of orthodox churches have national significance. Understanding and cooperation shown between the heads of state and members of the Synod of the Belarusian Orthodox Church. Large amounts of construction of new temples, reconstruction and rehabilitation of existing churches.

УДК 699.86

**Черноуван В.Н., Новосельцев В.Г., Матчан В.А., Черноуван Н.В., Русак Н.Н.**

### К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ СТЕН, УТЕПЛЕННЫХ СПОСОБОМ ЛЕГКАЯ ШТУКАТУРНАЯ СИСТЕМА

**Введение.** Учитывая, что обеспеченность Республики Беларусь собственными топливно-энергетическими ресурсами составляет около 18% от общего необходимого объема, проблема снижения теплопотерь через ограждающие конструкции (в первую очередь – наружные стены) эксплуатируемых зданий и сооружений, остается одним из приоритетных направлений деятельности строительного комплекса Республики Беларусь. Согласно постановления Совета Министров РБ №45 от 17.01.2003 г. «О мерах по повышению эффективности эксплуатации жилищного фонда, объектов коммунального и социально-культурного назначения и защите прав потребителей коммунальных услуг», запланировано в период с 2007 по 2015 г. утеплить 1675 домов общей площадью 6 млн. 365 тыс. м<sup>2</sup>.

Основным конструктивно-технологическим решением тепловой изоляции наружных стен в Республике Беларусь является легкая штукатурная система утепления (рис. 1). Массовое применение этой системы утепления для тепловой изоляции наружных стен эксплуатируемых зданий в Республике Беларусь началось с 1998 года. Основными конструктивными элементами тепловой изоляции наружных стен легкая штукатурная система утепления являются:

- теплоизоляционные плиты;
- элементы, обеспечивающие надежное крепление теплоизоляционных плит к подоснове;
- защитный слой, предохраняющий теплоизоляционные плиты от увлажнения, механических повреждений и др.

На сегодня стоимость 1 м<sup>2</sup> тепловой изоляции наружных стен

легкая штукатурная система утепления, в зависимости от применяемого плитного утеплителя, составляет 25...32 у.е., что достаточно дорого. 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 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> 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. На сегодня основным сдерживающим фактором повсеместного применения беспрессового плитного полистирольного пенопласта для тепловой изоляции ограждающих конструкций являются ограничения действующих пожарных норм РБ. И как следствие этих ограничений, увеличились объемы применения волокнистых плитных утеплителей при устройстве тепловой изоляции наружных стен зданий общественного назначения. Лидирующие позиции занимают импортные волокнистые плитные утеплители –

**Черноуван Вячеслав Николаевич**, кандидат технических наук, профессор кафедры технологии строительного производства Брестского государственного технического университета.

**Новосельцев Владимир Геннадьевич**, кандидат технических наук, зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции Брестского государственного технического университета.

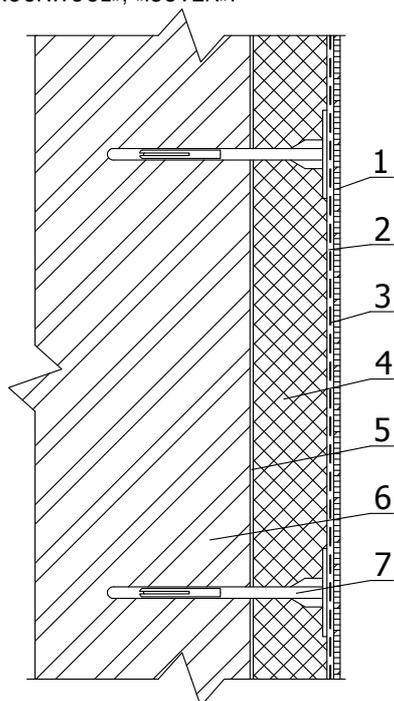
**Матчан Виктор Александрович**, кандидат технических наук, зав. кафедрой архитектурных конструкций Брестского государственного технического университета.

**Черноуван Николай Вячеславович**, кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов и теоретической механики Брестского государственного технического университета.

**Русак Николай Николаевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры архитектурных конструкций Брестского государственного технического университета.

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

«PAROC», «ROCRWOOL», «ISOVER».



1 – декоративно-защитный слой; 2 – армирующий слой; 3 – армирующий материал; 4 – теплоизоляционный слой; 5 – клеевой слой; 6 – утепляемая стена; 7 – анкерное устройство

**Рис. 1.** Конструктивное решение легкая штукатурная система утепления

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.

В процессе эксплуатации конструктивные элементы тепловой изоляции наружных стен легкая штукатурная система утепления систематически подвергаются климатическим и эксплуатационным воздействиям, которые описываются по закону случайного распределения и смоделировать их в лабораторных условиях в настоящее время практически невозможно. Исследования, выполненные Лепарским Л.О. и Цветковым А.К., показали, что смоделировать их нельзя также и силовыми и циклическими нагружениями [7]. Объясняется это тем, что механизм разрушения полимеров (минвата, пенопласт) при воздействии влаги или температуры, а тем более при их совместном действии (что имеет место в реальных условиях эксплуатации) на стесненный образец не однозначен воздействию циклической нагрузки на образец с постоянной влажностью. В связи с этим можно сделать следующий вывод: на сегодня, достоверная информация об эксплуатационных характеристиках стен, утепленных способом легкая штукатурная система, может быть получена только по результатам натурных исследований эксплуатируемых зданий и сооружений.

**Натурные исследования утепленных стен эксплуатируемых зданий**

**Цели и задачи натурных исследований.** Общая цель заключалась в получении информации, позволяющей дать объективную оценку эффективности эксплуатационных характеристик теплоизоляции стен утепленных способом легкая штукатурная система; разработке предложений по корректировке методики расчета сопротивления теплопередаче наружных стен эксплуатируемых зданий с учетом их фактического технического состояния.

В соответствие с этим, авторами статьи при выполнении настоящей работы решались следующие основные задачи:

- выбрать объекты обследования, отвечающие целям исследований;
- разработать методику и выполнить натурные исследования по определению фактических значений сопротивления теплопередаче утепленных стен эксплуатируемых жилых зданий утепленных способом легкая штукатурная система;
- выполнить оценку технического состояния строительных материалов утепленного стенового ограждения.

**Выбор объектов исследования.** Для обеспечения корректности сравнительного анализа результатов натурных исследований по определению фактических значений сопротивления теплопередаче стен эксплуатируемых жилых зданий утепленных способом легкая штукатурная система при выборе объектов обследования руководствовались следующим:

- одинаковое функциональное назначение зданий;
- утепленное наружное ограждение в течение всего срока эксплуатации подвержено идентичным атмосферным воздействиям;
- различия в сроках эксплуатации зданий после утепления наружных стен не велики.

С учетом выше изложенного для проведения натурных исследований были выбраны три эксплуатируемые жилые здания по улице Брестских дивизий в г. Бресте со следующими конструктивными решениями утепленных наружных стен.

1. **Дом №15.** Год постройки – 1937 г. Стены – из керамического кирпича. Утепление наружных стен выполнено в 2007 году (проектно-сметная документация на утепление стен разработана в 2006 году). Утеплитель – плиты беспрессового полистирольного пенопласта, толщина плиты – 50 мм.

2. **Дом №17.** Год постройки – 1969 г. Стены (наружная верста) – из силикатного кирпича. Утепление наружных стен выполнено в 2003 году. Утеплитель – плиты минераловатные, толщина плиты – 70 мм.

3. **Дом №19.** Год постройки – 1969 г. Здание – панельное. Утепление наружных стен выполнено в 2003 году. Утеплитель – плиты минераловатные, толщина плиты – 70 мм.

**Результаты обследования технического состояния утепленных стен.** При выполнении натурных исследований технического состояния утепленных ограждающих конструкций из наружных стен брались пробы материалов утеплителя и наружного стенового ограждения (кирпича, бетона). Затем, согласно действующим нормативным документам [4, 5] были выполнены лабораторные исследования по определению фактической весовой влажности материалов утеплителя (пенопласт, минвата), кирпича наружной кладки и бетона стеновых панелей.

Результаты выполненных лабораторных исследований проб материала плитных утеплителей следующие:

- зафиксированная весовая влажность беспрессового пенополистирольного пенопласта составляет 7,8...20,8%;
- зафиксированная весовая влажность минераловатных плит составляет – 1...2,8 % (кирпичные стены) и 0,6...1,4 % (стеновая бетонная панель).

Средневзвешенная величина весовой влажности строительных материалов наружного стенового ограждения находится в следующих пределах:

- кирпич керамический 3,9...10% (толщина слоя пробы материала около 40 мм);
- кирпич силикатный 1...1,7% (толщина слоя пробы материала около 40 мм);
- стеновая панель (бетонная) 0,6...0,9% (толщина слоя пробы материала около 35 мм).

**Определение фактического значения термического сопротивления теплопередаче.** Исследования по определению значений фактического сопротивления теплопередаче утепленных наружных стен обследуемых эксплуатируемых зданий, проводились в феврале 2011 года с использованием измерителя теплового потока ИПП-2 [6]. Замеры параметров выполнялись при следующих климатических условиях: температура наружного воздуха составляла около  $-6^{\circ}\text{C}$ ; ветер и солнечная радиация (нагрев обследуемых поверхностей стен) отсутствовали. Как показывает практика и опыт специалистов, такие параметры атмосферных воздействий, позволяют получить данные с высокой степенью достоверности.

По результатам обработки выполненных замеров с использованием ИПП-2 получены следующие значения фактического сопротивления теплопередаче утепленных стен обследованных зданий:

- *дом №15* –  $R_{\text{факт}} = 1,59 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ ;
- *дом №17* –  $R_{\text{факт}} = 1,68 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ ;
- *дом №19* –  $R_{\text{факт}} = 1,33 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ .

**Обсуждение полученных результатов натурных исследований.** Сравнительный анализ показал, что несоответствие зафиксированных (фактических) численных значений сопротивления теплопередаче утепленных стен эксплуатируемых жилых зданий, полученных измерительным методом (с использованием ИПП-2) с нормируемыми значениями (табл. 5.1. [4]) составляет:

- для панельного здания, утепленного волокнистыми минераловатными плитами – более чем на 30%;
- для кирпичных стен из керамического кирпича, утепленных плитами беспрессового пенополистирольного пенопласта – более чем на 25%;
- для кирпичных стен, с наружной верстой из силикатного кирпича, утепленных волокнистыми минераловатными плитами – более чем на 24%.

Выполненные по методике ТКП 45-2.04-43-2006 [3] поверочные теплотехнические расчеты утепленных стен обследованных зданий, дали следующие значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций:

- *дом №15* –  $R_t = 1,985 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ ;
- *дом №17* –  $R_t = 2,22 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ ;
- *дом №19* –  $R_t = 2,38 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ .

Следовательно, заложенное в проекте конструктивное решение удовлетворяет теплотехническим расчетам.

Анализ результатов поверочных расчетов позволил установить, что фактическое сопротивление теплопередаче стен обследованных жилых зданий составляет, для утеплителей:

- волокнистые минераловатные плиты – 56...76% от расчетного значения (срок эксплуатации утепления – 8 лет);
- плиты беспрессового полистирольного пенопласта – 80% от расчетного значения (срок эксплуатации утепления – 4 года).

Выполненные натурные исследования позволили также установить, что на величину весовой влажности строительных материалов стен эксплуатируемых жилых зданий, утепленных способом легкая штукатурная система, влияет вид примененного плитного утеплителя. Так, при использовании волокнистых минераловатных плит зафиксированная весовая влажность материалов (силикатный кирпич, бетонная стеновая панель) не превышает значений установленных нормами [3]. Использование в качестве утеплителя кирпичных стен плит беспрессового полистирольного пенопласта привело к повышению влажности строительных материалов по сравнению с нормами [3]:

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

Очевидно, что расхождения значений фактического и полученного расчетным путем (т.е. заложенного в проект и реализованного в натуре), сопротивления теплопередаче утепленных стен эксплуати-

руемых жилых зданий достигающие 24...30% не приемлемы, так как приводят к существенному снижению эффективности тепловой изоляции наружных стен эксплуатируемых зданий и сооружений.

**Заключение.** Анализ результатов выполненных натурных исследований эксплуатационных характеристик тепловой изоляции стен, утепленных способом легкая штукатурная система, публикации, подтверждающие снижение теплозащитных качеств полимеров (пенопласты, волокнистые минераловатные плиты) в результате их длительной эксплуатации [10, 11, 12, 13] позволяют сделать следующий вывод.

Для успешной реализации государственной программы энергосбережения в строительстве необходимо в действующую методику теплотехнических расчетов ограждающих конструкций [3] внести коррективы, позволяющие учитывать изменение (ухудшение) теплотехнических показателей строительных материалов (и в первую очередь полимерных) в течение эксплуатации зданий и сооружений.

Следует отметить, что отсутствие в нормативных документах Республики Беларусь методики, позволяющей рассчитать значения коэффициентов теплопроводности и паропроницаемости для любой (эксплуатационной) влажности строительных материалов, не позволяет при проектировании тепловой изоляции наружных ограждающих конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений реализовать основные положения п. 7.1.6 ТКП 45-3.02-113-2009 [2].

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ТКП 45-3.02-113-2009 (02250). Тепловая изоляция наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования. – Мн.: Минстройархитект РБ., 2009. – 37 с.
2. ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования. – Мн.: Минстройархитект РБ, 2007. – 32 с.
3. СНБ 2.04.01-97. Строительная теплотехника. – Мн.: Минстройархитект РБ, 1998. – 32 с.
4. ГОСТ 7025. Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения и контроля морозостойкости. – М.: Государственный строительный комитет СССР, 1991. – 17 с.
5. ГОСТ 17177. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 1996. – 56 с.
6. Измеритель теплового потока ИПП-2. Руководство по эксплуатации и паспорт. ТФАП. 405126.003РЭИПС. Предприятие ЭАО «ЭКСИС», г. Москва. – 16 с.
7. Цветков, А.К. Исследование влияния температурно-влажностных воздействий на изменение внутренних напряжений в клееных деревянных конструкциях. Канд. дисс. – М.: ЦНИИСК, 1977. – 163 с.
8. Васильев, Б.Ф. Натурные исследования температурно-влажностного режима жилых зданий. – М.: Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1957. – 210 с.
9. Франчук, А.У. Таблицы теплотехнических показателей строительных материалов. – М.: Госстрой СССР, НИИСФ, 1969. – 144 с.
10. Ананьев, А.А. Долговечность и теплозащитное качество наружных ограждающих конструкций, утепленных пенополистиролом / А.А. Ананьев, А.И. Ананьев, Т.Н. Голева // Актуальные проблемы строительной теплофизики: материалы VII научно-практической конференции. – М.: НИИСФ, 2002. – С. 15–18.
11. Ли, А.В. Пенополистирол. Ресурс и старение / А.В. Ли, В.Ю. Ясин, Ю.Д. Ясин // Долговечность конструкций. Строительные материалы. – 2002. – №5. – С. 33–35.
12. Бартенев, Г.М. Прочность и механизм разрушения полимеров. – Наука, 1964. – 279 с.
13. Старение и стабилизация полимеров / Под ред. А.С. Кузьмицкого – М.: Химия, 1966. – 208 с.

*Материал поступил в редакцию 19.12.2011*

**CHERNOIVAN V.N., NOVOSELTSEV V.G., MATCHAN V.A., CHERNOIVAN N.V., RUSAK N.N. To the estimation of efficiency operational characteristics of the walls warmed in the way easy plaster system**

In paper outcomes of examinations by definition values of actual resistance to a heat transfer of the encased for warmth-keeping external walls of operated buildings are analysed. Approaches to correction of standard deeds on thermotechnic calculation at projection are stated to a heat insulation of outdoor non-load-bearing constructions of operated buildings.