

К ВОПРОСУ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Н. В. Черноиван¹

¹ Доцент кафедры прикладной механики, БрГТУ, Брест, Беларусь,
chernoivan@inbox.ru

Аннотация.

Представлены результаты выполненных натурных исследований технического состояния наружных стен эксплуатируемых кирпичных жилых зданий, утепленных методом «легкая штукатурная система с применением беспрессового полистирольного пенопласта и минераловатных плит».

Исследования с помощью тепловизора показали, что после восьми лет эксплуатации фактическое (зафиксированное) значение сопротивления теплопередаче наружных стен снизилось по сравнению с проектной документацией более чем на 30 % (плитный пенополистирол) и почти на 15 % при применении минераловатных плит.

Анализ лабораторных исследований образцов строительных материалов, взятых при натурных исследованиях, позволил установить, что основной причиной снижения теплотехнических характеристик утепленных наружных стен является существенное увлажнение материалов, составляющих конструкцию стены. Основываясь на результатах исследований Б. Ф. Васильева сделан вывод, что для предотвращения увлажнения материалов в процессе эксплуатации жилых зданий необходимо, чтобы сопротивление паропроницанию ограждающей конструкции в целом не превышало $4,2 \text{ м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па/мг}$.

По результатам выполненных исследований для обеспечения эффективного потребления тепловой энергии на отопление жилых зданий, подключенных к сетям центрального отопления, рекомендовано применять комплексный подход: утепление фасадов и эксплуатацию системы поквартирного учета и регулирования тепла.

Ключевые слова: легкая штукатурная система, сопротивление паропроницанию, теплосчетчик, распределители тепла, система поквартирного учета и регулирования тепла.

ON THE ISSUE OF RATIONAL USE OF THERMAL ENERGY FOR HEATING RESIDENTIAL BUILDINGS

Nikolay V. CHERNOIVAN¹

Abstract

The results of full-scale studies of the technical condition of the external walls of the operated brick residential buildings, insulated by the light plaster system method with the use of pressure-free polystyrene foam and mineral wool slabs, are presented.

Studies using a thermal imager have shown that after eight years of operation, the actual (fixed) value of the heat transfer resistance of the exterior walls decreased by more than 30 % compared to the design documentation (expanded polystyrene) and by almost 15 % when using mineral wool slabs.

The analysis of laboratory studies of samples of building materials taken during field studies allowed us to establish that the main reason for the decrease in the thermal characteristics of insulated exterior walls is a significant moistening of the materials that make up the wall structure. Based on the results of B. F. Vasiliev's research, it is concluded that in order to prevent the moistening of materials during the operation of residential buildings, it is necessary that the vapor permeability resistance of the enclosing structure as a whole does not exceed $4,2 \text{ m}^2 \times \text{h} \times \text{Pa}/\text{mg}$.

According to the results of the studies carried out, it is recommended to use an integrated approach to ensure efficient consumption of thermal energy for heating residential buildings connected to central heating networks: facade insulation and operation of a system of apartment-by-apartment accounting and heat regulation.

Keywords: light plaster system, vapor permeability resistance, heat meter, heat distributors, apartment-by-apartment heat metering and regulation system.

Введение

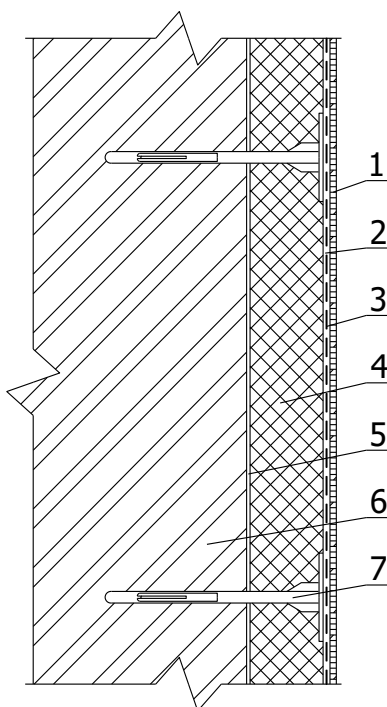
Жилищный сектор Республики Беларусь потребляет до 35 % энергоресурсов страны. Более 75 % жилищного фонда построено до 1995 года, когда показатели теплозащиты оболочки зданий были значительно ниже существующих. Показатели удельного потребления энергии на отопление зданий, построенных до 1995 года, в 3 и более раз выше, чем у зданий, строящихся в настоящее время [1].

В последние десятилетия в Республике Беларусь большое внимание уделяется проблемам энергосбережения и снижения потребления тепла при эксплуатации жилых зданий. Существенно ужесточены требования к теплотехническим характеристикам ограждающих конструкций. Проведена определенная модернизация инженерного оборудования. Практически все тепловые пункты домов оборудованы приборами учета и регулирования потребления тепловой энергии.

До настоящего времени одним из решающих факторов при выборе конструктивного решения ограждающих конструкций и инженерного оборудования проектируемого здания являлась стоимость проектирования и строительства. Однако, для владельца помещений не менее важным является стоимость его эксплуатации. По этой причине эффективность проектирования здания целесообразно оценивать суммарной стоимостью затрат на проектирование, строительство, последующую эксплуатацию и снос здания [1].

С 1995 года после развала СССР в Беларуси ведется поиск решения проблемы эффективного использования энергетических ресурсов на отопление жилых зданий.

Энергетическая эксплуатационная эффективность ограждающих конструкций зданий и сооружения, как правило, оценивается сопротивлением теплопередаче. Считается, чем оно больше, тем теплозащитная оболочка эффективней. 17 января 2003 года было принято постановление Совета Министров Республики Беларусь № 45 «О мерах по повышению эффективности эксплуатации жилищного фонда, объектов коммунального и социально-культурного назначения и защите прав потребителей коммунальных услуг», которое предусматривало выполнение тепловой модернизации (утепление): в период с 2007 по 2015 гг. 1675 домов общей площадью 6 млн 365 тыс. м². Для решения этой задачи широко использовалась легкая штукатурная система («Термошуба») (рисунок 1) [5].



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

Рисунок 1 – Конструктивное решение легкой штукатурной системы

Стоимость 1 м² такой системы утепления в зависимости от применяемого плитного утеплителя составляла 25–32 USD. Учитывая, что на рынке теплоизоляционных строительных материалов в Республике Беларусь на тот период стоимость 1 м³ беспрепессового плитного полистирольного пенопласта была почти в 1,5 раза ниже стоимости волокнистых минераловатных плитных утеплителей, стройэкспертиза настойчиво рекомендовала заказчикам закладывать в проектно-сметную документацию дешевый отечественный плитный беспрепессовый пенополистирольный пенопласт марки ПСБС-25.

На сегодня в открытой печати статистические данные о полученной в стране экономии энергии на отопление зданий по результатам выполнения постановле-

ния Совета Министров РБ № 45 от 17.01.2003 не опубликованы. Анализ результатов выполненной работы по тепловой реабилитации эксплуатируемых жилых зданий не озвучен.

Натурные исследования эксплуатационной эффективности утепленного стенового ограждения жилых зданий

Анализ результатов натурных исследований кирпичных жилых зданий с утепленными наружными стенами (*плитный пенополистирол, минераловатные плиты*) с фактическим сопротивлением теплопередаче близким к $2,5 \text{ м}^2 \times \text{°C}/\text{Вт}$ показал, что после 8–10 лет эксплуатации весовая влажность материалов кирпичной кладки утепленных стен существенно увеличилась [6]. Зафиксированная максимальная влажность керамического полнотелого кирпича приближалась к 11 %, что более чем в 5 раз выше определенной нормативными документами. Плитный утеплитель (беспрессовый пенополистирольный пенопласт) увлажнился почти до 21 %, что более чем в 2 раз выше нормативного значения [2]. Фактическое (зафиксированное) значение сопротивления теплопередаче наружных стен снизилось более чем на 30 % по сравнению со значениями, установленными проектной документацией.

Выполненные лабораторные исследования проб материалов, взятых из кирпичных стен жилых зданий, утепленных плитами минераловатными «ISOVER» (изготовлены в Республике Польша) показали, что фактическая величина весовой влажности составляет [6]:

- минераловатные плиты – 1...2,8 %;
- кирпич керамический полнотелый – 3,9...6 %.

Фактическое (зафиксированное) значение сопротивления теплопередаче наружных стен, эксплуатируемых 8–10 лет снизилось не более чем на 15 % по сравнению с заложенными в проектной документации

Очевидно, что основной причиной существенного снижения теплотехнических характеристик утепленных стен в процессе их эксплуатации, является увлажнение материалов, составляющих конструкцию стены.

Обсуждение полученных результатов. 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 эксплуатируемых помещений. 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). Этот процесс активизируется с увеличением разности температур внутреннего и наружного воздуха, что препятствует выходу влаги из стены наружу в теплое время года (просушивание конструкции).

Основным фактором, влияющим на интенсивность процесса увлажнения материалов, составляющих утепленное наружное кирпичное стеновое ограждение, является величина сопротивления паропрооницанию (R_n) конструкции стены в целом. Чем его значение выше, тем быстрее происходит увлажнение материалов.

Следовательно, при проектировании утепленных стен необходимо применять теплоизоляционные материалы, позволяющие обеспечить минимальное сопротивление паропрооницанию конструкции стены в целом.

Примечание: сопротивление паропрооницанию не утепленных наружных кирпичных стен толщиной 510 мм в зависимости от конструктивного решения (материала и толщины наружной и внутренней версты кладки) находится в пределах $R_{n \text{ клад}} = 3,5 \dots 4,2 \text{ м}^2 \times \text{ч} \times \text{Па/мг}$ [6], что позволяет обеспечить влажность воздуха в жилых помещениях с оконным заполнением из двухстворчатых деревянных рам согласно требованиям санитарных норм без устройства механической вентиляции.

Мероприятия, позволяющие снизить потребление тепла на отопление жилых зданий. Исследования, выполненные В. Г. Гагариным [7, 8], показали, что повышение энергетической эффективности жилых зданий, подключенных к сетям центрального отопления, только за счет увеличения толщины слоя плитного утеплителя является дорогостоящим решением, которое не окупается за период эксплуатации такого здания. Основными причинами этого являются:

- высокая сметная стоимость производства работ по утеплению фасадов;
- дополнительные материальные и финансовые затраты на устройство и эксплуатацию системы принудительной вентиляции (рекуперации) для удаления избыточной влаги из помещений.

Следует отметить, что для собственников жилья в Республике Беларусь, проживающих в зданиях, подключенных к сетям центрального отопления, при существующих тарифах на отопление (21,93 руб./Гкал на 31.05.23), что почти в пять раз ниже фактических затрат на отопление, не будет интереса вкладывать собственные денежные средства в тепловую модернизацию.

Очевидно, что только оплата за отопление по тарифам без государственных дотаций может стать стимулом воспитания у квартиросъемщика чувства собственника.

Существующая на сегодня в Республике Беларусь нормативная база и организационно-технические мероприятия, не стимулируют владельцев жилья, построенного по нормативам до 1995 года, решить проблему повышения энергоэффективности эксплуатируемых жилых зданий только за счет их тепловой модернизации. В связи с этим рекомендуется задачу рационального использования (а не экономии) тепловой энергии на отопление жилого фонда решать комплексно, т. е. наряду с утеплением фасадов зданий использовать систему поквартирного учета и регулирования тепла. Основными преимуществами этой системы является ее автономность. Каждый собственник помещений, подключенных к сетям центрального отопления, имеет возможность самостоятельно контролировать количество потребленного им тепла, а также самостоятельно (на свое усмотрение) с помощью термостатического регулятора обеспечивать комфортную с его точки зрения температуру

воздуха в каждом помещении (на каждом радиаторе) в любое время суток, на любой промежуток времени.

На сегодня в Белоруссии имеется все необходимое оборудование для устройства поквартирного учета и регулирования тепла.

В основном применяются следующие типы теплосчетчиков:

– «Сенсоник», производство Республики Беларусь (один из самых дешевых теплосчетчиков в РБ);

– «Ф-прибор» Т 230 (ультразвуковой), производство Республики Беларусь.

Теплосчетчики легко крепятся на любые типы отопительных приборов.

Также, как более экономный для собственников жилых помещений вариант, можно применять распределители тепла, которые устанавливаются на радиаторы отопления. В Беларуси в основном применяются распределитель тепла «Допримо». С 1 января 2011 г. в Республике Беларусь начато производство распределителя тепла «Допримо 3 радио», который позволяет снимать показания не заходя в квартиру, что является дополнительным удобством для жильцов.

Как показала практика, срок окупаемости установки приборов в России (при существующих тарифах на отопление) составляет 3 года при сроке службы терморегулятора 30 лет и распределителя тепла 10 лет.

В европейских странах в последние 15 лет система поквартирного учета и регулирования тепла является основным резервом рационального потребления тепла на отопление.

Заключение. Изменение (потепление) климата на Земле привело к тому, что продолжительность отопительного сезона для всех областей Республики Беларусь снизилась с 4,7 % (Витебская обл.) до 6 % (Брестская обл.). Средняя температура наружного воздуха за отопительный период по Беларуси в среднем повысилась почти на 0,8 °С [3]. Очевидно, что эти изменения климата необходимо учитывать при проектировании систем утепления наружных стен. Сокращение продолжительности отопительного сезона в Республике Беларусь, обусловило, что достаточно продолжительный период времени системы центрального отопления в отопительный период работают в режиме «протапливания». (температура подаваемого теплоносителя существенно ниже нормативной). Такой тепловой режим работы системы центрального отопления позволил за последние 5 лет снизить расход тепловой энергии в Брестской и Гродненской областях на отопление почти на 4 %.

Исходя из вышеизложенного можно сделать следующее заключение.

Для обеспечения рационального использования тепловой энергии на отопление жилых зданий, подключенных к сетям центрального отопления, рекомендуется применять комплексный подход: эффективное утепление фасадов и эксплуатацию системы поквартирного учета и регулирования тепла.

Для повышения эксплуатационной эффективности утепления фасадов зданий рекомендуется при проектировании дополнительной теплоизоляции наружных стен сопротивление паропрооницанию ограждающей конструкции в целом принимать не выше нормативного сопротивления паропрооницанию. Такое кон-

структивное решение позволяет без дополнительных материальных и финансовых затрат на устройство механической вентиляции (рекуперации) обеспечить влажность воздуха в жилых помещениях в пределах, определенных требованиями действующих санитарных норм [9].

Как показывает практика, на сегодня система поквартирного учета и регулирования тепла является одним из наиболее эффективных технических решений, позволяющих рационально потреблять энергию на отопление. Наличие в Республике Беларусь всего необходимого оборудования для устройства поквартирного учета и регулирования тепла, простота его установки, относительно невысокая стоимость позволяют обеспечить комфортную для жильцов температуру в каждой комнате на любой период времени.

Список цитированных источников

1. Пилипенко, В. М. Анализ рынка жилищного строительства. ПРООН/ГЭФ. Проект № 00077154 «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь» / В. М. Пилипенко. Минск. :2018.
2. Строительная теплотехника. Строительные правила Республики Беларусь : СП 2.04.01-2020. – Введ. 20.01.2021. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2020. – 76 с.
3. Строительная климатология : Изменение № 1 СНБ 2.04.02-2000. – Введ. 01.07.07. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2007. – 35 с.
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. 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. – С. 62–67.
6. 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. 45–48.
7. Гагарин, В. Г. Макроэкономические аспекты обоснования энергосберегающих мероприятий при повышении теплозащиты ограждающих конструкций зданий / В. Г. Гагарин // Строительные материалы. – 2010. – № 3. – С. 8–16.
8. Гагарин, В. Г. Экономический анализ повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий / В. Г. Гагарин // Строительные материалы. – 2008. – № 9. – С. 41–47.
9. Черноиван, В. Н. К изучению вопроса об обеспечении качественных параметров воздуха в жилых помещениях зданий, прошедших тепловую реабилитацию / В. Н. Черноиван, Н. В. Черноиван, В. А. Самкевич // Новые образовательные технологии в экологической подготовке студентов : материалы областной научно-методической конференции. – Брест, 2005. – С. 65–68.