

Расчет влияния теплоизоляционных материалов на энергетические потери здания

Болтовский Лев Александрович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Приходько Себастьян Николаевич

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Целью исследования является описание методики расчета и сравнительный анализ теплоизоляционных материалов. В ходе данной работы использованы поисковые, аналитические и вычислительные методы исследования, позволившие рассчитать энергетические потери здания. В результате описана методика расчетов, рассчитаны энергетические потери.

Ключевые слова: энергетические потери, теплоизоляция, теплоизоляционные расчеты, тепловые потери.

Calculation of the impact of thermal insulation materials on the energy losses of a building

Boltovskiy Lev Alexandrovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Prikhodko Sebastian Nikolayevich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The purpose of this article is to describe a calculation methodology and provide a comparative analysis of thermal insulation materials. This work utilized exploratory, analytical, and computational research methods to calculate the building's energy losses. As a result, the calculation methodology was described and the energy losses were calculated.

Keywords: energy losses, thermal insulation, thermal insulation calculations, heat losses.

1. Введение

1.1 Актуальность исследования

Актуальность данного исследования обусловлена возрастающими требованиями к энергоэффективности зданий в условиях ограниченности энергетических ресурсов и роста стоимости энергоснабжения. В современных условиях строительная отрасль ориентирована на снижение эксплуатационных затрат и повышение энергетической эффективности объектов, что напрямую связано с необходимостью точной оценки теплотерь и оптимизации теплотехнических характеристик ограждающих конструкций.

1.2 Обзор исследований

В статье Н. И. Даниловой [1] рассмотрены современные методы утепления фасадов зданий и их влияние на энергосбережение. Основной акцент сделан на значимости теплоизоляции наружных стен для снижения энергопотребления здания. Особое внимание уделено устранению термических мостов, которые являются местами повышенных теплотерь. Представлены результаты исследования по повышению энергоэффективности в коллективных жилых домах, а также анализ движения точки замерзания в конструкции внешней стены при нанесении дополнительной изоляции на внешнюю поверхность стены. в исследовании Ю. Ф. Майданик [2]. В работе И. Я. Гиясовой [3] на примере башни Эволюции Московского международного делового центра МоскваСити выполнен расчет теплотерь помещений, расположенных на разных по высоте этажах, и выявлены изменения основных климатических факторов по высоте объекта. Посвящена статья Г. Н. Рязановой [4]. одному из основных вопросов теплоэффективности ограждающих конструкций зданий. Создание экономичных энергоэффективных конструкций с применением промышленных методов возведения ограждения является важнейшей задачей современного строительства. Исследована зависимость термического сопротивления слоя теплоизоляции одинаковой толщины при различной мощности источника и различной скорости обдува. Полученные результаты подтверждают эффект динамической теплоизоляции в исследовании Е. В. Хатиной [5].

1.3 Цель исследования

Целью исследования является описание методики расчета и сравнительный анализ теплоизоляционных материалов.

2. Материалы и методы

В качестве исходных материалов для проведения исследования использованы справочные данные о теплофизических характеристиках строительных материалов, включая коэффициенты теплопроводности и плотности.

3. Результаты и обсуждение

Особое значение приобретает анализ процессов теплопередачи и связанных с ними потерь энергии. Теплотери представляют собой процесс

утечки тепловой энергии из системы с более высокой температурой в окружающую среду с более низкой температурой, что напрямую влияет на эксплуатационные характеристики зданий. В более широком смысле энергетические потери включают в себя часть энергии, которая в ходе функционирования объекта или инженерных систем не используется по назначению и рассеивается в окружающую среду. Существенную роль в снижении данных потерь играют теплоизоляционные материалы – группа строительных материалов, предназначенных для уменьшения интенсивности теплопередачи между средами с различной температурой.

Теплопотери через стену считаются по формуле

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

где

Q – теплопотери (Вт)

U – коэффициент теплопередачи стены (Вт/м²·°C)

A – площадь стены (м²)

ΔT – разница температур внутри и снаружи (°C)

Коэффициент теплопередачи зависит от слоёв стены. Сначала считаем тепловое сопротивление

$$R = R_{in} + \sum \frac{d}{\lambda} + R_{out}$$

где

d – толщина слоя (м)

λ – теплопроводность материала (Вт/м·°C)

$R_{внутр}$ — сопротивление внутренней поверхности (≈ 0.13)

$R_{внеш}$ — наружное сопротивление (≈ 0.04)

Формула U

$$U = \frac{1}{R}$$

В качестве примерного расчета примем стену, которая состоит из

Штукатурка – 2 см (0.02 м), $\lambda = 0.7$

Кирпич – 25 см (0.25 м), $\lambda = 0.81$

Утеплитель (минвата) – 10 см (0.10 м), $\lambda = 0.04$

Штукатурка внутренняя – 2 см (0.02 м), $\lambda = 0.7$

Площадь стены $A = 50$ м²

A также температура снаружи -10, а внутри +22

базовая формула теплотехнического сопротивления слоя

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

Штукатурка

$$R = \frac{0.02}{0.7} = 0.02857$$

Сопротивление штукатурки равно $0.0286 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$
Кирпич

$$R = \frac{0.25}{0.81} \approx 0.30864$$

Сопротивление кирпича равно $0.3086 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$
Утеплитель

$$R = \frac{0.10}{0.04} = 2.5$$

Стоит отметить, здесь сопротивление уже сильно выше, потому что λ очень маленькое

Внутренняя штукатурка

$$R = \frac{0.02}{0.7} = 0.02857$$

Сопротивление внутренней штукатурки равно $0.0286 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

Суммируем каждое сопротивление, учитывая внутреннее и внешнее, тогда получаем

$$R = 0.13 + 0.0286 + 0.3086 + 2.5 + 0.0286 + 0.04$$

$$R = 3.0358$$

После подстановки всех рассчитанных слоёв

$$R_{tot} = 3.0358 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Переход к коэффициенту теплопередачи

$$U = \frac{1}{R_{tot}}$$

В данном случае

$$U = \frac{1}{3.0358}$$

В итоге

$$U \approx 0.33 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Итоговые теплотери

$$\Delta T = 22 - (-10) = 32^\circ \text{C}$$

$$Q = 0.33 \cdot 50 \cdot 32$$

$$Q = 528 \text{ Вт}$$

Через представленную стену теряется примерно 528 Вт тепла постоянно.

Приведена сравнительная таблица материалам по физическим свойствам (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнительная таблица физических свойств строительных материалов

Материал	Плотность (кг/м ³)	Коэффициент теплопроводности λ (Вт/(м·К))	Теплотехническая характеристика
Железобетон	2200–2500	1.70–2.00	Очень высокая теплопроводность, низкая теплоизоляция
Кирпич керамический	1600–1800	0.70–0.90	Средняя теплопроводность, требуется утепления
Газобетон (D400–D600)	400–600	0.10–0.18	Хорошие теплоизоляционные свойства
Дерево (сосна)	500–600	0.12–0.18	Низкая теплопроводность, природный утеплитель
Минеральная вата	30–150	0.035–0.045	Высокоэффективный теплоизоляционный материал
Пенополистирол (EPS)	10–30	0.030–0.040	Очень низкая теплопроводность, эффективный утеплитель
Пенополиуретан (PUR)	30–60	0.022–0.030	Один из лучших теплоизоляционных материалов
Штукатурка цементная	1600–1800	0.70–0.90	Слабые теплоизоляционные свойства

4. Выводы

В результате выполненной работы исследованы теплотехнические характеристики ограждающей конструкции и проведён расчёт её сопротивления теплопередаче с последующим определением тепловых потерь. На основе применённой методики установлено, что суммарное термическое сопротивление формируется как совокупность сопротивлений отдельных слоёв конструкции, а также поверхностных теплообменных процессов, что позволяет корректно оценить общий уровень теплоизоляции.

Практическая значимость проведённого исследования заключается в возможности применения полученных результатов для обоснованного

проектирования ограждающих конструкций зданий с заданными теплотехническими характеристиками.

Библиографический список

1. Данилова Н. И. Современные методы утепления фасадов зданий и влияние теплоизоляции наружных стен на энергосбережение здания // Вестник науки. 2023. Т. 4. №. 12(69). С. 1441-1447. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=56448120> (Дата обращения 23.04.26).
2. Долбин Н. С. Лениш А. Ф. Повышение энергоэффективности зданий за счет применения теплоизоляции // Университетская наука. 2020. №. 2(10). С. 55-59. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44268017> (Дата обращения 23.04.26).
3. Гиясова И. В. Анализ теплоизоляции гражданских зданий современных городов // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2019. №. 4(48). С. 136–140. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42751880> (дата обращения: 23.04.2026).
4. Рязанова Г. Н. Медведев Г. С. Индустриальные методы теплоизоляции наружных стен зданий // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство: сборник статей. Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2015. С. 419–421. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24101719> (дата обращения: 23.04.2026).
5. Хатина Е. В. Динамическая теплоизоляция ограждающих конструкций зданий // Ползуновский вестник. 2011. №. 1. С. 224–228. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42751880> (дата обращения: 23.04.2026).
6. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий: актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 – Москва: Минрегион России, 2012. 95 с.