

Теплотехнический расчёт наружных ограждающих конструкций малоэтажного здания из кирпича для п.Бира

Бабашов Даниэль Эльманович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

В статье рассмотрены основные принципы теплотехнических расчётов в строительстве, включая оценку теплопередачи через стены. Описаны методы расчёта теплопроводности и теплозащиты наружных стен, такие как метод математического моделирования. Подчёркивается важность комплексного подхода для обеспечения оптимальной теплоизоляции и соответствия нормативным требованиям.

Ключевые слова: теплотехнический расчёт, строительные материалы, ограждающей конструкции, наружная стена, кирпичное здание.

Thermal engineering calculation of external enclosing structures of a low-rise brick building for Bira

Babashov Daniel Elmanovich

Sholom-Aleichem Priamurskiy State University

Student

Abstract

The article discusses the basic principles of thermal engineering calculations in construction, including the assessment of heat transfer through walls. It describes methods for calculating the thermal conductivity and thermal protection of exterior walls, such as the mathematical modeling method. The article emphasizes the importance of a comprehensive approach to ensure optimal insulation and compliance with regulatory requirements.

Keywords: thermal engineering calculations, building materials, enclosing structures, exterior wall, brick building.

Введение

В условиях холодного климата, характерного для п. Бира, обеспечение надлежащего уровня теплоизоляции малоэтажных зданий из кирпича приобретает особую актуальность. Эффективное сохранение тепла в таких строениях не только способствует созданию комфортных условий для проживания, но и позволяет существенно сократить расходы на отопление.

Теплотехнический расчёт наружных ограждающих конструкций является ключевым инструментом при проектировании малоэтажных зданий. Он позволяет определить оптимальные параметры теплоизоляции, учитывая

климатические особенности региона, конструктивные особенности зданий и характеристики используемых материалов.

Н.С. Гайдарь в статье рассматривает методы повышения энергоэффективности зданий через реконструкцию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Он обсуждает важность использования новых технологий для достижения оптимального микроклимата в зданиях [1].

А.С. Зими́на и Н.Я. Кузин в своей статье авторы рассматривают возможности экономии энергоресурсов существующих систем теплоснабжения в России путем применения энергосберегающих технологий. Они обсуждают актуальные проблемы и пути их решения [2].

А.А. Якименко, Н.Е. Плетнёв и А.А. Колечкин описывают разработку новых материалов и технологий для улучшения теплоизоляции зданий. Они рассматривают значимость улучшения теплоизоляции для энергоэффективности зданий [3].

Е.А. Смирнова, С.С. Смирнови А.В. Смирнова в статье исследуют эффективность теплоизоляции ограждающих конструкций зданий. Они обсуждают важность правильного выбора материалов для теплоизоляции и ее влияние на энергоэффективность зданий [4].

А.А. Ахмадиев обсуждает перспективные виды теплоизоляции на основе отражательной теплоизоляции и вакуума. Он рассматривает новейшие технологии в области улучшения теплоизоляции зданий [5].

Цель исследования: является рассмотрение основных принципов теплотехнического расчёта, анализ и выбор материалов для ограждающей конструкции и теплотехнический расчёт ограждающей конструкции малоэтажного кирпичного здания.

В работе были рассмотрены основные принципы теплотехнического расчёта, произведён анализ материалов для ограждающей конструкции и теплотехнический расчёт.

Основные принципы теплотехнического расчёта в строительстве

Для определения тепловых потерь через ограждающие конструкции малоэтажных кирпичных зданий выполняется теплотехнический расчёт. В основе этого расчёта лежат несколько ключевых принципов, которые включают:

- оценку теплопередачи через стены, кровлю и оконные конструкции;
- расчёт тепловых потерь через теплопроводные включения.

Оценка теплопередачи через стены

Расчёт теплопередачи через стены осуществляется посредством определения сопротивления теплопередаче. Этот показатель зависит от нескольких факторов:

- толщины стен;
- типа отделки;
- качества теплоизоляции.

При расчёте учитывается теплопроводность материалов, из которых изготовлены стены, а также коэффициенты теплопроводности отделочных и теплоизоляционных слоёв. Это позволяет определить величину тепловых потерь через стены здания.

Расчёт теплопотерь через кровлю

При определении теплопотерь через кровлю принимаются во внимание следующие параметры:

- теплопроводность кровельного материала;
- толщина утеплителя;
- наличие гидроизоляционного слоя.

Также учитывается теплопередача через места соединения кровли со стенами, что является частью общих тепловых потерь.

Расчёт теплопотерь через окна

Методика расчёта включает анализ следующих характеристик:

- теплопроводность оконной рамы;
- теплопроводность стекла;
- теплопроводность уплотнителей;
- площадь оконных проёмов.

Для снижения тепловых потерь часто используются стеклопакеты с низкой теплопроводностью и надёжной герметизацией.

Учёт теплопроводных мостиков

Ограждающие конструкции могут включать теплопроводные мостики, такие как:

- связи между стенами и перекрытиями;
- стальные элементы в кирпичной кладке.

При расчёте тепловых потерь через эти мостики учитываются:

- их геометрические характеристики;
- теплопроводность материалов;
- коэффициент теплопередачи.

Такой комплексный подход к расчёту позволяет минимизировать теплопотери и обеспечить требуемый уровень теплоизоляции здания.

Методы расчёта теплопроводности и теплозащиты ограждающих стен

Для выполнения теплотехнического расчёта ограждающих конструкций малоэтажных кирпичных зданий необходимо применять различные методики, учитывающие теплопроводность и теплозащиту стен.

Методы расчёта теплопроводности:

1. Метод математического моделирования

Этот метод предполагает разбиение ограждающей конструкции на отдельные элементы, которые затем описываются математическими уравнениями. На основе этих уравнений выполняется расчёт теплопроводности в разных направлениях и участках стены.

Преимущества метода:

возможность учёта множества факторов (толщина материалов, наличие теплопроводных включений, коэффициент теплопроводности);

высокая точность результатов;

необходимость использования специализированного программного обеспечения и значительных вычислительных ресурсов.

2. Метод испытаний

Этот способ предполагает измерение теплотерь стены в контролируемых условиях (например, при определённой температуре). Анализ полученных данных позволяет определить теплопроводность конструкции.

Преимущества:

простота реализации;

доступность оборудования.

Недостатки:

зависимость результатов от конкретных условий испытаний;

возможное несоответствие реальным условиям эксплуатации.

Методы расчёта теплозащиты

3. Метод U-значений

Этот подход основан на расчёте коэффициента теплопередачи стены (U-значение), который учитывает:

параметры конструкции;

характеристики используемых материалов;

площадь поверхности;

теплопроводность.

Позволяет оценить эффективность теплоизоляции и определить теплозащитные свойства конструкции.

4. Нормативные методы

Основаны на требованиях строительных норм и правил. В России основным документом в этой области является «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий». Этот свод правил:

устанавливает требования к уровню теплозащиты конструкций;

определяет методы расчёта теплозащитных характеристик;

содержит требования к энергоэффективности зданий.

Правильный выбор метода расчёта позволяет создать эффективную и экономичную ограждающую конструкцию, соответствующую современным требованиям по энергосбережению.

Теплотехнический расчет наружной стены

Наружные климатические условия:

$t_{\text{ext}} = 33^{\circ}\text{C}$ – температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью $0,92^{\circ}\text{C}$ [6, т.3.1];

$z_{\text{ht}} = 218$ сут. – продолжительность отопительного периода;

$t_{\text{ht}} = -4^{\circ}\text{C}$ – средняя температура воздуха периода со средней суточной температурой воздуха $< 80^{\circ}\text{C}$

Параметры внутренней среды:

$t_{\text{int}} = 21 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – расчетная температура внутреннего воздуха [8];

$\phi_{\text{int}} = 55\%$ – относительная влажность внутри здания [8];

Влажностный режим помещения – нормальный [7];

Условия эксплуатации ограждающих конструкций [7] : ГСОП отопительного периода для п.Бира:

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) \cdot z_{\text{ht}} = (21 - (-4)) \cdot 218 = 5450 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.}$$

Нормируемое сопротивление теплопередаче из условий отапливаемого периода:

$$R_{\text{req}}^3 = a \cdot D_d + b;$$

$$a = 0,00035 [7];$$

$$b = 1,4 [7];$$

$$R_{\text{req}}^3 = 0,00035 \cdot 5304 + 1,4 = 3,26 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

Теплопроводность материалов: [8]:

для наружного слоя из силикатного кирпича: $\delta_1 = 0,12 \text{ м}$, $\lambda_1 = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$;

для утеплителя из пенополистирола: $\delta_2 = 0,04 \text{ м}$, $\lambda_2 = 0,029 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$;

для внутреннего слоя из силикатного кирпича: $\delta_3 = 0,56 \text{ м}$, $\lambda_3 = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$

Термическое сопротивление однородных слоёв:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,12}{0,76} = 0,2 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,04}{0,024} = 2,1 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,56}{0,76} = 0,8 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

Термическое сопротивление ограждающей конструкции:

$$R_K = R_1 + R_2 + R_3 = 0,2 + 2,1 + 0,8 = 3,1 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

Сопротивление теплопередаче:

$$R_0 = R_{\text{si}} + R_K + R_{\text{se}} = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_K + \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} = \frac{1}{8,7} + 3,1 + \frac{1}{23} \\ = 0,115 + 3,1 + 0,043 = 3,26 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт};$$

где $\alpha_{\text{int}} = 8,7 [\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})]$ [7];

$$\alpha_{\text{ext}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C});$$

$$R_0 = 5,86 \geq R_{\text{req}}^3 = 4,16$$

По результатам теплотехнического расчета в качестве утеплителя для наружной стены принимаю пенополистирол $\delta = 0,06 \text{ м}$.

Заключение

Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций малоэтажных

зданий из кирпича является важнейшим элементом процесса проектирования и строительства.

По итогам проведённых расчётов установлено, что используемая ограждающая конструкция полностью соответствует установленным требованиям по энергетической эффективности. Она создаёт оптимальные условия для проживания внутри помещений.

Библиографический список

1. Гайдарь Н.С. Повышение энергоэффективности и оптимизация микроклимата в зданиях посредством реконструкции систем теплогазоснабжения и вентиляции // European science. 2018. №6. С. 5-9. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35314785>
2. Зимина А.С., Кузин Н.Я. Экономия энергоресурсов существующей системы теплоснабжения в России с помощью энергосберегающих технологий // Современные проблемы науки и образования. 2024. №5. С. 372. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22566748>
3. Якименко А.А., Плетнёв Н.Е., Колечкин А.А. Улучшение теплоизоляции: разработка новых материалов и технологий для улучшения теплоизоляции Постулат. 2025. №1 ISSN 2414-4487 зданий // Студенческие научные исследования. 2023. С. 56-59. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=53828131>
4. Смирнова Е.А., Смирнов С.С., Смирнова А.В. Эффективность теплоизоляции ограждающих конструкций зданий // Актуальные проблемы строительства, транспорта, машиностроения и техносферной безопасности. 2015. С. 69-72. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23634319>
5. Ахмадиев А.А. Перспективные виды теплоизоляции на основе отражательной теплоизоляции и вакуума // Избранные доклады 65-й юбилейной университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. 2019. С. 506-508. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41399463>
6. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*
7. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003
8. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий