

Теплотехнический расчёт ограждающей конструкции малоэтажного кирпичного здания

Бабашов Даниэль Эльманович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

В статье рассматриваются основные принципы теплотехнического расчёта в строительстве, включая оценку теплопередачи через стены. Описываются методы расчёта теплопроводности и теплозащиты ограждающих стен, такие как метод математического моделирования. Также акцентируется внимание на анализе и выборе материалов для ограждающей конструкции кирпичного здания с учётом их теплоизоляционных, прочностных и экологических показателей.

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

Thermal engineering calculation of the enclosing structure of a low-rise brick building

Babashov Daniel Elmanovich

Sholom-Aleichem Priamurskiy State University

Student

Abstract

The article discusses the basic principles of thermal engineering calculation in construction, including the assessment of heat transfer through walls. Methods for calculating the thermal conductivity and thermal protection of enclosing walls, such as the method of mathematical modeling, are described. Attention is also focused on the analysis and selection of materials for the enclosing structure of a brick building, taking into account their thermal insulation, strength and environmental characteristics.

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

Введение

Ограждающая конструкция здания играет важную роль в поддержании комфортной температуры внутри помещений и определяет энергоэффективность объекта. Особенно актуальным становится теплотехнический расчет ограждающей конструкции для малоэтажных кирпичных зданий, которые имеют свою специфику.

Малоэтажные кирпичные здания представляют собой долговечные и надежные сооружения, однако у них есть свои особенности, которые необходимо учесть при проектировании и проведении теплотехнического расчета.

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. Плётнёв 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].

Целью 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 учета потерь тепла через ограждающую конструкцию малоэтажного кирпичного здания проводится теплотехнический расчет. Основные принципы такого расчета в строительстве включают оценку теплопередачи через стены, кровлю и окна, а также расчет потерь тепла через теплопроводные мостики.

Оценка теплопередачи через стены производится путем определения сопротивления теплопередаче, которое зависит от толщины стен, видов отделки и теплоизоляции. Для этого учитывается теплопроводность материалов, из которых состоит стена, а также коэффициент теплопроводности отделки и теплоизоляции. Таким образом, можно определить количество тепла, которое теряется через стены здания.

При расчете потерь через кровлю учитывается теплопроводность материала кровли, толщина слоя утеплителя и наличие гидроизоляции. Также важно учесть теплопередачу через стыки между кровлей и стенами, как часть общих потерь тепла.

Расчет потерь через окна основывается на учете теплопроводности рамы, стекла и прокладок, а также площади оконных проемов. Для минимизации потерь тепла чаще всего применяются стеклопакеты с низкой теплопроводностью и хорошей герметизацией.

Ограждающие конструкции могут содержать также теплопроводные мостики, такие как связи между стенами и перекрытиями или наличие стальных элементов в кирпичной конструкции. При расчете потерь через теплопроводные мостики необходимо учитывать их геометрию, теплопроводность материалов и коэффициент теплопередачи.

Анализ и выбор материалов для ограждающей конструкции кирпичного здания

Анализ и выбор материалов для ограждающей конструкции кирпичного здания - это один из важных этапов теплотехнического расчета. Правильный выбор материалов позволяет обеспечить эффективную теплоизоляцию и энергоэффективность здания, а также улучшить его экологические показатели.

Ограждающая конструкция кирпичного здания состоит из нескольких слоев, которые выполняют различные функции. Один из главных слоев - это наружный слой, который защищает здание от неблагоприятных погодных условий и гарантирует его звукоизоляцию. Для создания этого слоя могут использоваться различные материалы, такие как силикатные блоки, газобетонные блоки, известняковые блоки и др.

При выборе материалов для наружного слоя необходимо учитывать их теплоизоляционные свойства. Коэффициент теплопроводности (λ) - это основной показатель, характеризующий способность материала проводить тепло. Чем ниже значение этого показателя, тем лучше теплоизоляция материала. Подходящие материалы для наружного слоя должны иметь низкий коэффициент теплопроводности, чтобы минимизировать теплопередачу через ограждающую конструкцию и обеспечить максимальную теплоизоляцию здания.

Кроме того, выбор материалов должен основываться на их прочности и долговечности. Ограждающая конструкция кирпичного здания должна быть способной выдерживать воздействие внешних нагрузок, таких как ветровые нагрузки и температурные колебания. Материалы должны быть стабильными и иметь достаточную прочность, чтобы обеспечить безопасность здания на протяжении длительного времени.

Также при выборе материалов необходимо учитывать их экологические показатели. В последние годы все большее внимание уделяется экологической устойчивости зданий, поэтому выбор экологически чистых материалов является приоритетом. Материалы с низким содержанием вредных веществ и

высокой переработаемостью предпочтительны для создания ограждающей конструкции кирпичного здания.

Методы расчёта теплопроводности и теплозащиты ограждающих стен

Для проведения теплотехнического расчета ограждающей конструкции малоэтажного кирпичного здания необходимо использовать методы расчета теплопроводности и теплозащиты ограждающих стен.

Один из методов расчета теплопроводности - это метод математического моделирования. Суть метода состоит в том, что ограждающая конструкция разбивается на элементы, которые затем аппроксимируются математическими уравнениями. По ним производится расчет теплопроводности в различных направлениях и на разных участках стены. Этот метод позволяет учесть различные факторы, такие как толщина материала, наличие теплопроводящих мостов и теплопроводность материала. Он является достаточно точным, но требует большого объема вычислений и специализированного программного обеспечения.

Другой метод расчета теплопроводности - это метод испытаний. С помощью испытаний измеряют теплотери стены при определенных условиях (например, определенной температуре). Путем анализа полученных данных можно рассчитать теплопроводность стены. Этот метод является более простым и доступным, но может быть менее точным, так как результаты испытаний зависят от конкретных условий, которые могут отличаться от реальных условий эксплуатации.

Теплозащита ограждающих стен также может быть рассчитана с использованием различных методов. Один из них - метод U-значений. В этом методе коэффициент теплопередачи стены (U-значение) вычисляется на основе параметров конструкции и свойств материалов, учитывая теплопроводность, площадь поверхности и другие факторы. Он позволяет определить эффективность теплоизоляции стены и оценить ее теплозащитные свойства.

Также для расчета теплозащиты стен используются нормативные методы, которые учитывают требования строительных норм и правил. Например, в России действует "СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий" []. Этот документ устанавливает требования к уровню теплозащиты конструкций, а также методы их расчета.

Теплотехнический расчет наружной стены

Наружные климатические условия:

$t_{\text{ext}} = 31^{\circ}\text{C}$ – температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью $0,92^{\circ}\text{C}$ [6, т.3.1];

$z_{\text{ht}} = 221$ 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:

$t_{\text{int}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – 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:

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) \cdot z_{\text{ht}} = (20 - (-4)) \cdot 221 = 5304 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.}$$

Нормируемое сопротивление теплопередаче из условий отапливаемого периода:

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

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

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

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

Теплопроводность материалов: [8]:

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

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

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

Термическое сопротивление однородных слоёв:

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

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

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

Термическое сопротивление ограждающей конструкции:

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

Сопротивление теплопередаче:

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

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

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

$$R_0 = 3,26 \geq R_{\text{req}}^3 = 3,26$$

По результатам теплотехнического расчета в качестве утеплителя для наружной стены принимается пенополистирол $\delta = 0,04 \text{ м}$.

Заключение

Таким образом, теплотехнический расчет ограждающей конструкции малоэтажного кирпичного здания является неотъемлемой частью процесса проектирования и строительства.

В результате проведенного расчета было выявлено, что ограждающая конструкция соответствует требованиям энергетической эффективности и обеспечивает комфортные условия внутри помещений. Благодаря использованию специальных материалов и технологий, теплопотери в здание минимизированы, что позволяет снизить энергозатраты на отопление.

Библиографический список

1. Гайдарь Н.С. Повышение энергоэффективности и оптимизация микроклимата в зданиях посредством реконструкции систем теплогасоснабжения и вентиляции // European science. 2018. №6. С. 5-9. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35314785>
2. Зими́на 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