

Теплотехнический расчёт наружной стены частного дома для города Хабаровск

Духнов Константин Александрович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Цель исследования определить минимальное необходимое количество утеплителя для соответствия ограждающей конструкции требованиям СП. В статье производится теплотехнический расчёт наружной ограждающей конструкции для города Хабаровск. После обоснования выбора конкретного утеплителя произведён расчёт необходимой толщины утеплителя.

Ключевые слова: утеплитель, теплотехнический расчёт, каменная вата, утепление стен, Хабаровск.

Thermal engineering calculation of an external wall for the city of Khabarovsk

Dukhnov Konstantin Alexandrovich

Sholom-Aleichem Priamurskiy State University

Student

Abstract

The goal is to determine the minimum required amount of insulation to meet the building envelope requirements of the joint venture. The article makes a thermal engineering calculation of the external building envelope for the city of Khabarovsk. After justifying the choice of a specific insulation, the required thickness of the insulation was calculated.

Keywords: insulation, thermal engineering calculation, stone wool, wall insulation, Khabarovsk.

Введение

Утеплитель — это материал, который применяется для снижения теплопотерь в зданиях и других сооружениях, таких как стены, крыши, полы и другие структурные элементы. На рынке строительных материалов представлено широкое разнообразие видов утеплителей, каждый из которых обладает своими характеристиками.

Обзор исследований

В статье М.А. Дериной обсуждаются различные вопросы, связанные с выбором материала для утепления вентилируемого навесного фасада. Д.А. Бабухин и В.В[4]. Полякова исследуют аспекты выбора утеплителя для

внутреннего утепления жилых многоквартирных зданий [5]. А.М. Нестеровой и И.Б. Ивановой описывают методику выбора утеплителя для частного строительства [1], в то время как в статье А.В. Угляницы и М.Р. Марковой проводится анализ и обоснование выбора утеплителя для внешних стен [2]. С.А. Титова рассматривает технологические аспекты выбора эффективного утеплителя [3].

Цель исследования: выбрать оптимальный вид утеплителя и рассчитать его толщину для наружной ограждающей конструкции.

Выбор утеплителя для расчёта

Важной характеристикой утеплителя из Каменной ваты является его способность эффективно удерживать тепло благодаря воздушным прослойкам, образованным хаотически расположенными волокнами. Кроме того, он имеет низкую теплопроводность, что способствует поддержанию комфортной температуры в помещении. Каменную вату можно назвать также базальтовой ватой в связи с использованием базальтовых горных пород в качестве сырья для производства этого материала. Процесс изготовления начинается с расплавления базальта в специальных печах, после чего полученную массу вытягивают в волокна, скрепляют связующими компонентами и прессуют в плиты необходимого размера. Рисунок 1 демонстрирует общий вид Каменной ваты в виде плиты, готовой для использования в утеплении.

Каменная вата обладает низкой гигроскопичностью, что делает ее отличным утеплителем. Это свойство позволяет ей эффективно избегать задерживания влаги и быстро выводить ее из себя. В отличие от влажных утеплителей, каменная вата способна сохранить свои теплоизоляционные качества даже при высокой влажности. (рис.1)



Рисунок 1 – Каменная вата

Прочность каменной ваты обусловлена волокнистой структурой материала, которая придает ей уникальную прочность. Это делает каменную вату надежным выбором для утепления различных конструкций, обеспечивая долговечное сохранение тепла в помещении.

Каменная вата также отличается высокой паропроницаемостью, что позволяет свободному проникновению влаги через волокна материала. Это свойство уменьшает риск появления плесени и помогает поддерживать оптимальный уровень влажности в помещении, обеспечивая здоровую микроклиматическую среду.

Материал, обладающий негорючими свойствами, имеет ряд преимуществ. К примеру, он не поддерживает горение, за исключением высоких температур, и может служить преградой от огня. Базальтовая вата, кроме своей негорючести, не вызывает размножения микроорганизмов и не привлекает мышей своей привлекательностью. Данное свойство обеспечивает ей высокую биостойкость и надежную защиту от возможных инфекций.

Кроме того, базальтовая вата не содержит вредных или опасных веществ для здоровья человека, что подтверждает ее безопасность. Этот материал безопасен не только при использовании, но и при воздействии высоких температур. На практике это означает, что при нагреве до 750 °C он не выделяет токсичных веществ, что является важным преимуществом в условиях риска возгорания.

Каменная вата обладает свойствами, которые делают ее универсальным материалом для различных областей применения. Она не только стойка к огню и биологически безопасна, но также не создает условий для размножения бактерий и плесени. Таким образом, базальтовая вата представляет собой надежный и безопасный выбор для строительства и других отраслей.

При выборе утеплителя для дома следует учитывать множество факторов, таких как конструктивные особенности здания, климатические условия и бюджет. Каменная вата, например, хотя и стоит дороже по сравнению с другими материалами, но обладает рядом преимуществ. Она отлично теплоизолирует, не задерживает пар, не накапливает влагу и не горит – все это делает ее отличным выбором для домашнего утепления.

Многие люди считают, что выбор утеплителя – это процесс, требующий специализированных знаний. Поэтому важно обратиться за консультацией к профессионалам, которые помогут определить оптимальный материал в соответствии с потребностями и возможностями. Правильно подобранный утеплитель обеспечит комфортный и безопасный микроклимат в доме на долгие годы.

Кроме того, не стоит забывать и о экологической составляющей. Например, каменная вата является эко-безопасным материалом, который не наносит вред окружающей среде. Важно учитывать все аспекты при выборе утеплителя, чтобы обеспечить не только тепло и безопасность, но и заботу о природе.

Теплотехнический расчет наружной стены

Исходные данные

1. Район строительства – г. Хабаровск.
2. Средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [1] $t_n^5 = -29\text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. Средняя температура отопительного периода [1] $t_{on} = -9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
4. Продолжительность отопительного периода $Z_{on} = 204$ сут.
5. Температура воздуха внутри здания $t_g = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.
6. Относительная влажность воздуха $\phi_s = 74\text{ } \%$.
7. Зона влажности – нормальная.
8. Условия эксплуатации ограждающих конструкций – Б.

Таблица 1. Состав ограждения

№ п/п	Наименование	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м °C)
1	Известково-песчаный раствор	0,02	1600	0,70
2	Кладка из кирпича цементно-песчаном растворе	0,38	1800	0,81
3	Утеплитель - Базалит		25	0,0033

Порядок расчета

1. Определяем требуемое сопротивление теплопередаче наружной стены, исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий:

$$R_{010\delta} := \frac{n \cdot (t_a - t_n^5)}{t_i \cdot \alpha_a} = \frac{1 \cdot (20 - (-29))}{1 \cdot 8,7} = 1,4 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}$$

где n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху; для наружных стен $n = 1$;

t_s – расчетная температура внутреннего воздуха, °C;

t_n^5 – расчетная зимняя температура наружного воздуха, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [1];

Δt_n – нормативный температурный перепад, °C, таблица 5 [2], для наружных стен жилых зданий $\Delta t_n = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$;

α_s – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\alpha_s = 8,7\text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$.

2. Определяем требуемое приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены, исходя из условия энергосбережения. Градусосутки отопительного периода (ГСОП) определяем по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{с}} - t_{\text{он}}) \cdot Z_{\text{он}} = (20 + 9,5) \cdot 204 = 6018 (\text{°C} \cdot \text{сут});$$

где $t_{\text{он}}, Z_{\text{он}}$ – средняя температура, °C, и продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой воздуха $\leq 8 \text{ °C}$;

$$R_0^{\text{мп}} = 3,5 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}.$$

$R_0^{\text{мп}}$ – требуемое приведенное сопротивление теплопередаче определяем по таблице методом интерполяции.

3. Из двух значений $R_0^{\text{мп}} = 1,4 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$ и $R_0^{\text{мп}} = 3,5 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$ принимаем наибольшее значение $R_0^{\text{мп}} = 3,5 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$.

4. Определяем требуемую толщину утеплителя из условия $R_0 \geq R_0^{\text{мп}}$. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции определяется по формуле

$$R_0^{\text{мп}} = R_0^{\text{учл.}} \cdot r$$

где $R_0^{\text{учл.}}$ – сопротивление теплопередаче глади наружной стены без учёта влияния наружных углов, стыков и перекрытий, оконных откосов и теплопроводных включений, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$;

r – коэффициент теплотехнической однородности, зависящий от конструкции стены определяемый согласно таблице 2 СНиП [6].

Принимаем $r = 0,92$ для двухслойной наружной стены с наружным утеплителем, см. табл. 3 СНиП [6].

5. $R_0 = R_0^{\text{мп}}$;

$$R_0^{\text{учл.}} = \left[\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right];$$

$$R_0^{\text{мп}} = r \left[\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right];$$

$$R_3 = \frac{R_0^{\text{мп}}}{r} - \left[\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_1 + R_2 + R_4 + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right];$$

$$R_3 := (3,5/0,92) - (1/8,7 + 0,02/0,7 + 0,38/0,81 + 1/23) = 3,15 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}.$$

6. Определяем толщину утеплителя

$$\delta_3 := R_3 \cdot \lambda_3 = 3,15 \cdot 0,038 = 0,12 \text{ м}.$$

$\delta_3 = 0,02 - 0,2 \text{ м}$ – стандартная величина утеплителя.

Принимаем величину $\delta_3 = 0,12 \text{ м}$.

7. Определяем приведенные сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций, исходя из стандартной толщины утеплителя

$$R_0^{mp} = r \left[\frac{1}{\alpha_s} + R_1 + R_2 + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + R_4 + \frac{1}{\alpha_n} \right] (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}.$$

$$R_0 := 0,92 * (1/8,7 + 0,02/0,7 + 0,38/0,81 + 0,12/0,038 + 1/23) = 3,5 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$$

Должно соблюдаться условие

$$R_0 \geq R_0^{mp};$$

$$3,5 = 3,5 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт} - \text{условие выполнено.}$$

7. Добавим утеплителя Принимаем величину $\delta_3 = 0,125\text{м}$

$$0,92 * (1/8,7 + 0,02/0,7 + 0,38/0,81 + 0,125/0,038 + 1/23) = 3,63 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$$

Должно соблюдаться условие

$$R_0 \geq R_0^{mp};$$

$$3,63 > 3,5 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт} - \text{условие выполнено}$$

8. Толщина стены

$$\delta_{cm} = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 = 0,02 + 0,38 + 0,125 = 0,525\text{м}.$$

Вывод: по результатам расчёта для соответствия ограждающей конструкции требованиям СНиП 23-02-2003 необходимым слоем утеплителя является 125мм базальтовой ваты.

Библиографический список

1. Нестерова А.М., Иванова И.Б. Методика выбора утеплителя для малоэтажного жилищного строительства. // Молодые ученые - ускорению научно-технического прогресса в ххi веке. 2016. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26197773>
2. Угляница А.В., Маркова М.Р. Анализ и обоснование выбора утеплителя для наружных стен многоквартирных домов. // РОССИЯ МОЛОДАЯ. 2021. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47823260>
3. Титова С.А. Технологические аспекты выбора эффективного утеплителя. Ресурсосберегающие технологии, материалы и конструкции. 2013. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25487650>
4. Дерина М.А., Выбор утеплителя для навесного фасада с вентилируемым воздушным зазором. // Региональная архитектура и строительство. 2018. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35166209>
5. Бабухин Д.А., Полякова В.В. К вопросу выбора утеплителя для внутреннего утепления в многоквартирных и жилых домах // IX Международный молодежный форум "образование. наука. производство". 2017. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37149330>
6. СНиП 23-02-2003 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095525>