

Теплотехнический расчёт наружной стены частного дома для города Екатеринбург

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 Екатеринбург. После обоснования выбора конкретного утеплителя произведён расчёт необходимой толщины утеплителя.

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

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

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 Yekaterinburg. 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, Yekaterinburg.

Введение

Утеплитель представляет собой материал, который применяется для уменьшения теплопотерь в различных строениях, таких как стены, крыши, полы и другие элементы конструкций. Рынок строительных материалов на сегодняшний день предлагает огромное разнообразие видов утеплителей, каждый из которых обладает уникальными характеристиками и особенностями. Важно выбрать подходящий утеплитель, учитывая условия эксплуатации, климатические особенности и другие факторы.

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: Утеплитель из Каменной ваты обладает важным свойством - способностью эффективно сохранять тепло за счет наличия воздушных прослоек, образованных хаотически распределенными волокнами. Его низкая теплопроводность способствует поддержанию комфортной температуры в помещении. Кроме того, материал известен как базальтовая вата, так как для его производства используют базальтовые горные породы. Процесс создания начинается с расплавления базальта в специальных печах, за ним следует процесс вытягивания массы в волокна, их скрепление связующими веществами и прессование в плиты нужного размера. На Рисунке 1 изображено общее представление Каменной ваты в форме готовой к использованию плиты для утепления помещений.

Каменная вата блещит своей способностью быть идеальным утеплителем за счет низкой гигроскопичности. Она активно избегает задержания влаги и быстро выводит ее из себя, что делает ее неподражаемой. Влажные утеплители не могут похвастаться таким же свойством, как каменная вата, сохраняющая свои теплоизоляционные качества даже в условиях высокой влажности. (рис.1)



Рисунок 1 – Каменная вата

Уникальная прочность каменной ваты происходит от волокнистой структуры, что делает ее идеальным выбором для утепления различных конструкций. Сохранение тепла в помещении обеспечивается при помощи этого материала, и его надежность подтверждена. Паропроницаемость каменной ваты способствует свободному проникновению влаги через материал, что помогает поддерживать здоровую микроклиматическую среду в помещении и снижает риск появления плесени.

Благодаря своей негорючести, материал имеет несомненные преимущества. Он способен выступать как барьер от огня, не поддерживает возгорание, за исключением экстремальных температур. Не только базальтовая вата не привлекает насекомых и бактерий, но также обеспечивает эффективную защиту от инфекций благодаря высокой биостойкости. Не содержащий вредных веществ для здоровья человека, этот материал является безопасным при любых условиях использования и выдерживает высокие температуры без выделения токсичных веществ, что важно в предотвращении пожаров.

При выборе материала для изоляции дома необходимо учитывать различные аспекты, такие как климатические условия, бюджет и особенности здания. Каменная вата может быть более дорогостоящим вариантом, но она обладает множеством преимуществ. Этот материал отлично сохраняет тепло, не задерживает влагу, не поддерживает горение и не способствует размножению бактерий и плесени. Таким образом, каменная вата является надежным и безопасным выбором для утепления дома и других сфер применения.

Для многих людей важно не забывать о том, что при выборе утеплителя необходимо учитывать экологическую составляющую. Например, каменная вата является безопасным для окружающей среды материалом, который можно использовать для создания комфортного и безопасного микроклимата в доме на длительный период. Поэтому важно получить консультацию у специалистов, которые помогут определить наилучший вариант утеплителя в соответствии с индивидуальными потребностями и возможностями. Главная цель — обеспечить не только тепло и безопасность, но и заботу о природе для будущих поколений.

Теплотехнический расчет наружной стены

Исходные данные

1. Район строительства – г. Екатеринбург.
2. Средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [1] $t_{н}^5 = -34\text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. Средняя температура отопительного периода [1] $t_{он} = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$.
4. Продолжительность отопительного периода $Z_{он} = 213$ сут.
5. Температура воздуха внутри здания $t_{в} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.
6. Относительная влажность воздуха $\phi_{в} = 74\text{ }\%$.
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 °С)
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:

$$R_{010\delta} := \frac{n \cdot (t_a - t_i^5)}{t_i \cdot \alpha_a} = \frac{1 \cdot (20 + 34)}{4 \cdot 8,7} = 1,55 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С) / Вт}$$

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

t_a – расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

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

Δt_n – нормативный температурный перепад, °С, таблица 5 [2], для наружных стен жилых зданий $\Delta t_n = 4$ °С;

α_a – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\alpha_a = 8,7$ Вт/(м²·°С).

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

$$\text{ГСОП} = (t_a - t_{on}) \cdot Z_{on} = (20 + 10) \cdot 213 = 6390 \text{ (°С} \cdot \text{сут)};$$

где t_{on} , Z_{on} – средняя температура, °С, и продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 °С;

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

R_0^{mp} – требуемое приведенное сопротивление теплопередаче определяем по таблице методом интерполяции.

3. Из двух значений $R_0^{mp} = 1,55 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ и $R_0^{mp} = 3,5 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ принимаем наибольшее значение $R_0^{mp} = 3,5 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$.

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

$$R_0^{mp} = R_0^{ycl.} \cdot r$$

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

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].

$$5. \quad R_0 = R_0^{mp};$$

$$R_0^{ycl.} = \left[\frac{1}{\alpha_g} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + \frac{1}{\alpha_n} \right];$$

$$R_0^{mp} = r \left[\frac{1}{\alpha_g} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \frac{1}{\alpha_n} \right];$$

$$R_3 = \frac{R_0^{mp}}{r} - \left[\frac{1}{\alpha_g} + R_1 + R_2 + R_4 + \frac{1}{\alpha_n} \right];$$

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

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

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

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

Должно соблюдаться условие

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

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

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

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

Должно соблюдаться условие

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

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

8. Толщина стены

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

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 XXI 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>