

Теплотехнический расчёт наружной стены частного дома для города Норильск

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

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

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

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 Norilsk. 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, Norilsk.

Введение

Защита зданий от потери тепла в современном строительстве - это задача первостепенной важности, в которой ключевую роль играют разнообразные утеплители. Стены, крыши, полы и другие элементы конструкций могут быть надёжно изолированы благодаря разнообразным видам утеплителей. Уникальные свойства и характеристики каждого утеплителя позволяют подобрать оптимальный вариант для любого случая. При выборе утеплителя необходимо учитывать факторы эксплуатации, климатические условия и другие параметры, чтобы обеспечить комфорт и эффективную изоляцию в здании.

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: Крошечные пузырьки воздуха, запутанные среди нитей, делают каменную вату непреодолимо теплоизоляционной. Создание приятной атмосферы внутри помещений обусловлено ее невысокой способностью проводить тепло. Называют этот материал также базальтовой ватой из-за его происхождения от базальтовых пород. Производство начинается с таяния базальта в специальных печах, полученные волокна связываются химическими веществами и прессуются в плиты нужного размера. На Рисунке 1 показан образец готовой к использованию плиты из каменной ваты для утепления помещений.

Неповторимой особенностью каменной ваты является ее способность эффективно удерживать тепло за счет своей низкой гигроскопичности, так как этот материал активно выводит влагу из себя, не задерживая ее. В отличие от влажных утеплителей, каменная вата сохраняет свои теплоизоляционные свойства даже при высоком уровне влажности. (рис.1)



Рисунок 1 – Каменная вата

Идеальным выбором для утепления различных конструкций является материал с уникальной прочностью - каменная вата, благодаря своей

волокнистой структуре. Сохранение тепла в помещении осуществляется с помощью этого материала, который подтверждает свою надежность. Надежность каменной ваты подтверждается ее паропроницаемостью, способствующей свободному проникновению влаги через материал. Это помогает обеспечить здоровую микроклиматическую среду в помещении и уменьшить риск плесени. Очевидные преимущества этого материала связаны с его негорючестью.

При выборе материала для изоляции дома, следует учитывать разнообразные аспекты, такие как архитектурные особенности здания, финансовые ограничения и климатические условия. Надежное средство от огня, не подверженное возгоранию, является материал, который также защищает от насекомых и бактерий, за исключением экстремальных температур. Его высокая биостойкость эффективно препятствует инфекциям. Данный материал безопасен для здоровья человека, не выделяя токсичных веществ при высоких температурах, что имеет важное значение в предотвращении возгораний.

При выборе материала для утепления помещений следует учитывать экологический аспект. Каменная вата, несмотря на свою дороговизну, обладает рядом преимуществ. Она сохраняет тепло, не задерживает влагу, не горит и не способствует размножению бактерий и плесени, что делает ее безопасным и надежным выбором для утепления различных областей. Этот материал способен обеспечить долговременный комфорт и безопасность в вашем доме.

Для того, чтобы поддерживать комфортную температуру и сохранять природную гармонию, рекомендуется обращаться за консультацией к специалистам. Они помогут подобрать наилучший утеплитель, учитывая индивидуальные потребности и возможности. Главным критерием является забота не только о тепле и безопасности, но и о будущих поколениях и окружающей среде.

Теплотехнический расчет наружной стены

Исходные данные

1. Район строительства – г. Норильск.
2. Средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [1] $t_{\text{н}}^5 = -49\text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. Средняя температура отопительного периода [1] $t_{\text{он}} = -14,6\text{ }^{\circ}\text{C}$.
4. Продолжительность отопительного периода $Z_{\text{он}} = 280$ сут.
5. Температура воздуха внутри здания $t_{\text{в}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.
6. Относительная влажность воздуха $\phi_{\text{в}} = 74\text{ \%}$.
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:

$$R_{010\delta} := \frac{n \cdot (t_a - t_i^5)}{t_i \cdot \alpha_a} = \frac{1 \cdot (20 - (-49))}{1 \cdot 8,7} = 1,98 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}$$

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

t_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

$$\text{ГСОП} = (t_a - t_{on}) \cdot Z_{on} = (20 - (-14,6)) \cdot 280 = 9688 \text{ (°C} \cdot \text{сут)};$$

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

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

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

3. Из двух значений $R_0^{mp} = 1,17$ (м²·°С)/Вт и $R_0^{mp} = 3,5$ (м²·°С)/Вт принимаем наибольшее значение $R_0^{mp} = 3,5$ (м²·°С)/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, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

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].

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

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

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

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

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

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

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

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

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 $\delta_3 = 0,125 \text{ м}$

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

Должно соблюдаться условие

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

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

8. Толщина стены

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

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 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>