

Теплотехнический расчёт наружной стены частного дома для города Иркутск

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

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

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

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 Irkutsk. 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, Irkutsk.

Введение

Значимость защиты зданий от теплопотерь в современном строительстве неоспорима, и разнообразные утеплители играют здесь ключевую роль. Различные виды утеплителей обеспечивают надежную изоляцию стен, крыш, полов и других элементов конструкций. Подбор оптимального утеплителя возможен благодаря уникальным свойствам каждого. Для обеспечения комфорта и эффективной изоляции в здании важно учитывать эксплуатационные особенности, климатические условия и другие параметры при выборе утеплителя.

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: Базальтовая вата, изготовленная путем прессования волокон базальта в плиты, является отличным теплоизоляционным материалом. Ее способность создавать уютную атмосферу внутри зданий обусловлена низкой теплопроводимостью. Происхождение этого материала от базальтовых пород заслуживает того, чтобы его также называли базальтовой ватой. Процесс изготовления начинается с плавления базальта в специальных печах, а затем полученные волокна связываются химическими соединениями и прессуются в нужные размеры плиты. Образец готовой к использованию плиты из каменной ваты для утепления помещений представлен на Рисунке 1.

Каменная вата отличается уникальной способностью сохранять тепло благодаря своей низкой гигроскопичности. Этот материал эффективно отводит влагу, не задерживая ее, что обеспечивает его теплоизоляционные свойства даже в условиях высокой влажности, в отличие от влажных утеплителей. (рис.1)



Рисунок 1 – Каменная вата

Каменная вата – идеальный выбор для утепления различных конструкций благодаря своей уникальной прочности и волокнистой структуре. Поддержание тепла в помещении осуществляется при помощи этого материала, который демонстрирует свою надежность.

Паропроницаемость каменной ваты подтверждает ее надежность, обеспечивая свободное проникновение влаги сквозь материал и создавая здоровую микроклиматическую среду, которая снижает вероятность появления плесени. Основные преимущества данного материала связаны с его негорючими свойствами.

При выборе материала для изоляции дома, следует учитывать множество факторов, включая структуру здания, денежные ограничения и климатические условия. Существует надежный материал, который не горит и предотвращает проникновение насекомых и бактерий, за исключением крайних температур. Его высокая степень защиты от биологических угроз помогает предотвращать инфекции. Данный материал безопасен для здоровья людей и не выделяет токсичные вещества при высоких температурах, что играет важную роль в предотвращении возгораний.

Для обеспечения безопасности и комфорта в доме рекомендуется проконсультироваться с экспертами, чтобы подобрать оптимальный утеплитель, учитывая индивидуальные потребности. Каменная вата, хоть и стоит дорого, обладает рядом преимуществ: отлично сохраняет тепло, не задерживает влагу, не подвержена возгоранию и не способствует размножению бактерий и плесени. Этот материал обеспечивает долгосрочный комфорт и безопасность. Забота об окружающей среде и будущих поколениях является основным критерием в выборе утеплителя.

Теплотехнический расчет наружной стены

Исходные данные

1. Район строительства – г. Иркутск.
2. Средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [1] $t_n^5 = -37\text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. Средняя температура отопительного периода [1] $t_{on} = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$.
4. Продолжительность отопительного периода $Z_{on} = 212$ 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 °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:

$$R_{0108} := \frac{n \cdot (t_a - t_i^5)}{t_i \cdot \alpha_a} = \frac{1 \cdot (20 - (-37))^5}{(-37) \cdot 8,7} = 1,63 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

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, °C;

t_i^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 $\Delta t_n = 4$ °C;

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

2. Определяем требуемое приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены, исходя из условия энергосбережения.

Градусосутки отопительного периода (ГСОП) определяем по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_a - t_{on}) \cdot Z_{on} = (20 + 15) \cdot 212 = 7420 \text{ (°C} \cdot \text{сут)};$$

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

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

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

3. Из двух значений $R_0^{mp} = 1,63 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ 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 глadi 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].

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

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

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

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

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

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

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

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

Должно соблюдаться условие

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

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

8. 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

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

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

9. 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>