

Теплотехнический расчёт наружной стены частного дома для города Биробиджан

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

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

Thermal engineering calculation of the external wall of a private house for the city of Birobidzhan

Dukhnov Konstantin Alexandrovich

*Sholom-Aleichem Priamurskiy State University
Student*

Abstract

The purpose of the study 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 Birobidzhan. 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, Birobidzhan.

Введение

Утеплитель - это материал, который используется для уменьшения потерь тепла в зданиях и сооружениях. Он может быть использован для утепления стен, крыш, полов и других элементов конструкции.

На рынке стройматериалов представлено множество различных видов утеплителей, каждый из которых имеет свои особенности.

Обзор исследований

В статье М.А. Дериной рассматриваются аспекты выбора утеплителя для навесного фасада с вентилируемым воздушным зазором [4].

В статье Д.А. Бабухина и В.В. Поляковой рассматриваются аспекты выбора утеплителя для внутреннего утепления в многоквартирных и жилых домах [5].

В свою очередь в статье А.М. Нестеровой и Ивановой И.Б. рассматривается методика выбора утеплителя для частного строительства [1]. В статье А.В. Угляницы и М.Р. Марковой производится анализ и обоснование выбора того или иного утеплителя для наружных стен [2]. В статье С.А.Титовой рассматриваются технологические аспекты выбора эффективного утеплителя [3].

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

Выбор утеплителя для расчёта: для производства утеплителя используется каменная вата, известная также как базальтовая вата. Название данного материала происходит от исходного сырья - горных пород, особенно базальта. Процесс производства включает плавление базальта в специальных печах, после чего полученную раскаленную массу превращают в волокна. Затем волокна скрепляют связующими компонентами для создания материала нужной консистенции и формы, который впоследствии разрезают на плиты необходимого размера.. (рис.1)



Рисунок 1 – Каменная вата

Воздушные прослойки, созданные хаотически расположенными в материале волокнами каменной ваты, являются главным аспектом ее низкой теплопроводности. Благодаря этому свойству, утеплитель не пропускает тепло сквозь себя, что поддерживает комфортную температуру в помещении.

Высокая паропроницаемость каменной ваты также играет важную роль. Этот материал позволяет влаге свободно проникать через его волокна, что предотвращает появление плесени и избегает излишней влажности в помещении.

Благодаря своей волокнистой структуре, каменная вата обладает высокой прочностью, что делает ее отличным утеплителем с низкой гигроскопичностью. Она способна быстро выводить из себя воду, не удерживая ее, в отличие от утеплителей, пропитанных влагой. Негорючий материал не подвержен возгоранию, за исключением случаев, когда температура достигает 750 °С. Кроме того, он безопасен для здоровья, не выделяет токсичных веществ и может использоваться как преграда к огню.

Каменная вата обладает высокой устойчивостью к биологическим процессам и не привлекательна для грызунов, не способствует размножению микроорганизмов. Базальтовая вата безвредна для здоровья человека, не содержит токсичных веществ и не выбрасывает их при нагреве или при контакте с горячими поверхностями. Этот материал идеален для теплоизоляции дома, поскольку не задерживает влагу, не поддерживает возгорание и не образует ограничений, кроме своей относительной стоимости по сравнению с пенополистиролом.

Для обеспечения комфортной и безопасной эксплуатации здания необходимо принять во внимание конструктивные особенности здания или сооружения, климатические условия региона и бюджетные возможности. Подбор подходящего утеплителя – это ответственный процесс, который требует комплексного подхода и консультации специалистов. Важно сделать правильный выбор для обеспечения безопасности и удобства в использовании здания.

Теплотехнический расчет наружной стены

Исходные данные

1. Район строительства – г. Биробиджан.
2. Средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [1] $t_n^5 = -31$ °С.
3. Средняя температура отопительного периода [1] $t_{on} = -10,1$ °С.
4. Продолжительность отопительного периода $Z_{on} = 210$ сут.
5. Температура воздуха внутри здания $t_g = 20$ °С.
6. Относительная влажность воздуха $\phi_a = 74$ %.
7. Зона влажности – нормальная.
8. Условия эксплуатации ограждающих конструкций – Б.

Таблица 1. Состав ограждения

№ п/п	Наименование	Толщина δ , м	Плотность ρ , 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 - Базальт		25	0,0033

Порядок расчета

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

$$R_{0\text{треб}} := \frac{n \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^5)}{t_{\text{в}} \cdot \alpha_{\text{в}}} = \frac{1 \cdot (20 - (-31))}{1 \cdot 8,7} = 1,46 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}$$

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

$t_{\text{в}}$ – расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

$t_{\text{н}}^5$ – расчетная зимняя температура наружного воздуха, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92;

$\Delta t_{\text{н}}$ – нормативный температурный перепад, °С, таблица 5 [6], для наружных стен жилых зданий $\Delta t_{\text{н}} = 4$ °С;

$\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\alpha_{\text{в}} = 8,7$ Вт/(м²·°С).

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

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{он}}) \cdot Z_{\text{он}} = (20 + 10,1) \cdot 210 = 6321 \text{ (}^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут)};$$

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

$$R_0^{\text{mp}} = 3,61 \text{ (м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C) / Вт}.$$

R_0^{mp} – требуемое приведенное сопротивление теплопередаче определяем по табл. 3 методом интерполяции.

3. Из двух значений $R_0^{\text{mp}} = 1,49 \text{ (м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C) / Вт}$ и $R_0^{\text{mp}} = 3,61 \text{ (м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C) / Вт}$ принимаем наибольшее значение $R_0^{\text{mp}} = 3,61 \text{ (м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C) / Вт}$.

4. Определяем требуемую толщину утеплителя из условия $R_0 \geq R_0^{\text{mp}}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции определяется по формуле

$$R_0^{\text{mp}} = R_0^{\text{усл.}} \cdot r$$

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

r – коэффициент теплотехнической однородности, зависящий от конструкции стены.

Принимаем $r = 0,92$ для двухслойной наружной стены с наружным утеплителем.

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

$$R_0^{\text{усл.}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}};$$

$$R_0^{\text{mp}} = r \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right);$$

$$R_3 = \frac{R_0^{\text{mp}}}{r} - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_1 + R_2 + R_4 + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right);$$

$$R_3 := (3,61 / 0,92) - (1/8,7 + 0,02/0,7 + 0,38/0,81 + 1/23) = 3,26 \text{ (м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C) / Вт}.$$

6. Определяем толщину утеплителя

$$\delta_3 := R_3 \cdot \lambda_3 = 3,26 \cdot 0,038 = 0,1238 \text{ м}.$$

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

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

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

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

$$R_0 := 0,92 * (1/8,7 + 0,02/0,7 + 0,38/0,81 + 0,125/0,038 + 1/23) = 3,63 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$$

Должно соблюдаться условие

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

$3,63 > 3,61 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$ – 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>