

Теплотехнический расчёт наружной стены частного дома для города Владивосток

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

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

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

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 Vladivostok. 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, Vladivostok.

Введение

В современном строительстве утеплитель играет ключевую роль в сохранении тепла в зданиях. Благодаря различным видам утеплителей, стены, крыши, полы и другие элементы конструкций могут быть защищены от теплопотерь. Каждый вид утеплителя обладает своими уникальными характеристиками и способностями, что позволяет подобрать оптимальный вариант для каждого случая. Необходимо учитывать условия эксплуатации, климатические особенности и другие факторы при выборе утеплителя, чтобы обеспечить эффективную изоляцию и комфорт 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: Каменная вата - это материал, который обладает способностью сохранять тепло благодаря наличию воздушных прослоек, образованных хаотически распределенными волокнами. Ее низкая теплопроводность способствует поддержанию приятной температуры в помещении. Материал известен также как базальтовая вата, так как он производится из базальтовых горных пород. Процесс производства начинается с плавления базальта в специальных печах, затем масса вытягивается в волокна, связывается специальными веществами и прессуется в плиты нужного размера. Общее представление готовой к использованию плиты из каменной ваты для утепления помещений показано на Рисунке 1.

Каменная вата выделяется своей уникальной способностью эффективно удерживать тепло за счет низкой гигроскопичности. Этот материал не задерживает влагу, а скорее активно выводит ее из себя, что делает его неповторимым. В отличие от влажных утеплителей, каменная вата сохраняет свои теплоизоляционные свойства даже при высоком уровне влажности. (рис.1)



Рисунок 1 – Каменная вата

Материал с уникальной прочностью - каменная вата, благодаря своей волокнистой структуре, является идеальным выбором для утепления различных конструкций. Сохранение тепла в помещении обеспечивается с помощью этого материала, который подтверждает свою надежность. Паропроницаемость каменной ваты способствует свободному проникновению влаги через материал, что помогает обеспечить здоровую микроклиматическую среду в помещении и уменьшить риск плесени. Преимущества этого материала очевидны благодаря его негорючести.

При выборе материала для изоляции дома важно учитывать разнообразные факторы, включая климатические особенности, финансовые ограничения и архитектурные характеристики здания. Материал, который может служить преградой от огня и не подвержен возгоранию, за исключением экстремальных температур, является надежной защитой и от насекомых, и от бактерий. Его высокая биостойкость обеспечивает эффективное препятствие для инфекций. Безопасный для здоровья человека, данный материал не выделяет токсичных веществ при высоких температурах, что имеет важное значение при предотвращении пожаров.

Каменная вата, несмотря на свою высокую стоимость, обладает множеством достоинств. Она отлично удерживает тепло, не задерживает влагу, не горит и не способствует размножению бактерий и плесени. Поэтому данное вещество считается надежным и безопасным выбором для утепления жилых помещений и других областей применения. Важно помнить, что при выборе утеплителя нужно обращать внимание на его экологическую составляющую. Так, каменная вата является экологически безопасным материалом, который способен обеспечить долговременный комфорт и безопасность в вашем доме.

Для обеспечения комфортной температуры и сохранения экологического баланса важно обратиться за советом к экспертам, которые помогут выбрать оптимальный утеплитель, учитывая индивидуальные потребности и возможности. Приоритетный критерий — не только обеспечить тепло и безопасность, но и заботиться о будущих поколениях и окружающей среде.

Теплотехнический расчет наружной стены

Исходные данные

1. Район строительства – г. Владивосток.
2. Средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [1] $t_n^5 = -21\text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. Средняя температура отопительного периода [1] $t_{on} = +8\text{ }^{\circ}\text{C}$.
4. Продолжительность отопительного периода $Z_{on} = 212\text{ сут}$.
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 ρ , 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:

$$R_{010\delta} := \frac{n \cdot (t_a - t_i^5)}{t_i \cdot \alpha_a} = \frac{1 \cdot (20 - (-21))^5}{(-21) \cdot 8,7} = 1,17 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}$$

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

$$\text{ГСОП} = (t_a - t_{on}) \cdot Z_{on} = (20 - (-8)) \cdot 212 = 2544 \text{ (°C} \cdot \text{сут)};$$

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 $R_0^{mp} = 1,17 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ 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].

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

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

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

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

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

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 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>