

Теплотехнический расчёт наружной стены частного дома для города Санкт-Петербург

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 Санкт-Петербург. После обоснования выбора конкретного утеплителя произведён расчёт необходимой толщины утеплителя.

Ключевые слова: утеплитель, теплотехнический расчёт, каменная вата, утепление стен, Санкт-Петербург.

Thermal engineering calculation of an external wall for the city of Saint Petersburg

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 Saint Petersburg. 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, Saint Petersburg.

Введение

В современном строительстве значительное внимание уделяется сохранению тепла в зданиях, что требует применения разнообразных материалов для утепления. Благодаря своим характеристикам, утеплители способны обеспечить надежную изоляцию стен, крыш, полов и других элементов конструкций. Чтобы обеспечить комфортную и эффективную изоляцию в здании, необходимо тщательно выбирать утеплитель, учитывая климатические условия и эксплуатационные особенности.

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: Комфортная атмосфера в зданиях достигается с помощью использования плит базальтовой ваты, произведенных из базальтовых пород. Эти плиты создаются путем плавления базальта, а затем волокна связываются и прессуются, образуя запутанные крошечные пузырьки воздуха, что обеспечивает высокую теплоизоляционную способность материала. На Рисунке 1 представлен образец такой плиты для утепления помещений.

Уникальное свойство каменной ваты заключается в способности удерживать тепло за счет низкой гигроскопичности. Этот материал удаляет влагу, не задерживая ее, что позволяет сохранять теплоизоляционные характеристики даже при высокой влажности, в отличие от других влажных утеплителей. (рис.1)



Рисунок 1 – Каменная вата

Учитывая разнообразные факторы, такие как финансовые ограничения, климатические условия и архитектурные особенности здания, необходимо подбирать идеальное средство для защиты дома от огня, насекомых и бактерий. Каменная вата, благодаря своей выдающейся прочности и

уникальной структуре волокон, становится эффективным материалом для утепления различных конструкций. Ее способность удерживать тепло в помещении подчеркивает надежность этого материала, который также отличается высокой паропроницаемостью, способствующей здоровой микроклиматической среде внутри помещения и снижающей риск появления плесени. Преимущества негорючести этого материала очевидны.

Для того чтобы уберечь здание от пожаров и сохранить его целостность, необходимо использовать материал, который сохранит свои свойства при высоких температурах и не будет выделять токсичных веществ, не наносящих вреда здоровью. Экологический аспект должен быть учтен при выборе утеплителя для обеспечения комфорта в помещениях. Каменная вата, хоть и не является дешевым вариантом, обладает рядом преимуществ: она эффективно удерживает тепло, не задерживает влагу, не горюча и не предоставляет удобную среду для размножения микроорганизмов. Это делает ее безопасным и надежным выбором для утепления разнообразных помещений.

Для создания комфортной обстановки и соответствия природным принципам рекомендуется проконсультироваться с экспертами. Они смогут поддержать подбор оптимального утеплителя, учитывая индивидуальные запросы и возможности. Важно уделять особое внимание не только обеспечению тепла и безопасности, но также участию в формировании будущих поколений и охране окружающей среды.

Теплотехнический расчет наружной стены

Исходные данные

1. Район строительства – г. Санкт-Петербург.
2. Средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [1] $t_n^5 = -24$ °С.
3. Средняя температура отопительного периода [1] $t_{on} = -1,8$ °С.
4. Продолжительность отопительного периода $Z_{on} = 228$ сут.
5. Температура воздуха внутри здания $t_g = 20$ °С.
6. Относительная влажность воздуха $\phi_s = 74$ %.
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 - Базалит		25	0,0033

Порядок расчета

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

$$R_{0\text{доп}} := \frac{n \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^5)}{t_{\text{в}} \cdot \alpha_{\text{в}}} = \frac{1 \cdot (20 - (-24))}{1 \cdot 8,7} = 1,26 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}$$

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, °C;

$t_{\text{н}}^5$ – расчетная зимняя температура наружного воздуха, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [1];

$\Delta t_{\text{н}}$ – нормативный температурный перепад, °C, таблица 5 [2], для наружных стен жилых зданий $\Delta t_{\text{н}} = 4$ °C;

$\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{°C)}$.

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

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{он}}) \cdot Z_{\text{он}} = (20 - (-1,8)) \cdot 228 = 4970 \text{ (°C} \cdot \text{сут)};$$

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

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

$R_0^{\text{мп}}$ – требуемое приведенное сопротивление теплопередаче определяем по таблице методом интерполяции.

3. Из двух значений $R_0^{\text{мп}} = 1,26 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}$ и $R_0^{\text{мп}} = 3,5 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}$ принимаем наибольшее значение $R_0^{\text{мп}} = 3,5 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}$.

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

$$R_0^{\text{мп}} = R_0^{\text{всл}} \cdot r$$

где $R_0^{\text{всл}}$ – 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].

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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>