

Теплотехнический расчёт наружной стены частного дома для города Москва

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

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

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

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 Moscow. 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, Moscow.

Введение

В современном строительстве огромное значение имеет сохранение тепла в зданиях, для этого необходимо использовать различные материалы для утепления. Утеплители могут обеспечить надежную изоляцию стен, крыш, полов и других элементов конструкций благодаря своим особенностям и характеристикам. Важно правильно подобрать утеплитель, учитывая эксплуатационные условия и климат, 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: Базальтовая вата, получаемая из базальтовых пород, имеет высокую теплоизоляционную способность за счет запутанных в ней крошечных пузырьков воздуха. Для создания комфортной атмосферы внутри зданий используются плиты этого материала, которые производятся путем плавления базальта, волокна которого затем связываются и прессуются. Образец такой плиты для утепления помещений представлен на Рисунке 1.

Каменная вата обладает уникальным свойством удерживать тепло за счет низкой гигроскопичности. Этот материал выводит 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

Каменная вата - идеальное средство для утепления разнообразных конструкций, благодаря своей выдающейся прочности и уникальной структуре волокон. Этот материал эффективно удерживает тепло в помещении, доказывая свою надежность. Его надежность подтверждается высокой паропроницаемостью, что обеспечивает свободное проникновение влаги и способствует здоровой микроклиматической среде внутри помещения, снижая риск появления плесени. Преимущества этого материала очевидны, в том числе его негорючесть.

При выборе материала для защиты дома от огня, насекомых и бактерий необходимо учитывать различные факторы, включая финансовые ограничения, архитектурные особенности здания и климатические условия. Один из надежных способов предотвратить инфекции - использовать материал, сохраняющий свои свойства при экстремальных температурах. Важно, чтобы этот материал был безопасен для здоровья людей и не выделял токсичных веществ при повышенных температурах, что поможет предотвратить пожары и защитить здание от разрушений.

Для обеспечения долгосрочного комфорта в помещениях важно учитывать экологический фактор при выборе материала для утепления. Каменная вата, не считая себя бюджетным вариантом, обладает множеством достоинств. Она способствует сохранению тепла, не задерживает влагу, не подвержена возгоранию и не способствует размножению бактерий и плесени, что делает ее безопасным и надежным выбором для утепления различных помещений.

Для поддержания удобной температуры и сохранения гармонии с природой рекомендуется обратиться за консультацией к профессионалам. Они помогут подобрать оптимальный утеплитель, учитывая индивидуальные потребности и возможности. Главное внимание стоит уделять заботе не только о тепле и безопасности, но также о будущих поколениях и окружающей среде.

Теплотехнический расчет наружной стены

Исходные данные

1. Район строительства – г. Москва.
2. Средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [1] $t_n^5 = -26\text{ }^\circ\text{C}$.
3. Средняя температура отопительного периода [1] $t_{on} = -3,1\text{ }^\circ\text{C}$.
4. Продолжительность отопительного периода $Z_{on} = 214$ 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 °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:

$$R_{0108} := \frac{n \cdot (t_a - t_n^5)}{t_i \cdot \alpha_a} = \frac{1 \cdot (20 - (-26))}{1 \cdot 8,7} = 1,32 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}$$

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_n^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_e - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\alpha_e = 8,7$ Вт/(м²·°C).

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

$$\text{ГСОП} = (t_e - t_{on}) \cdot Z_{on} = (20 + 3,1) \cdot 214 = 4943 \text{ (°C} \cdot \text{сут)};$$

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 $R_0^{mp} = 1,32 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ 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, (м²·°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].

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

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

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

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

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

6. Определяем толщину утеплителя

$$\delta_3 := R_3 \cdot \lambda_3 = 3,15 \cdot 0,038 = 0,12 \text{ м}.$$

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

Принимаем величину $\delta_3 = 0,12$ м.

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

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

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

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 $\delta_3 = 0,125\text{м}$

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

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>