

Теплотехнический расчёт наружной газобетонной 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, пенополистирол, утепление стен, Биробиджан.

Thermal calculation of the external aerated concrete wall of a private house in Birobidzhan

Dukhnov Konstantin Alexandrovich

Sholom-Aleichem Priamurskiy State University

Student

Abstract

The purpose of this study was to determine the minimum amount of insulation required to ensure that the building envelope complies with SP requirements. This article presents a thermal calculation of the external building envelope for the city of Birobidzhan. After justifying the choice of a specific insulation material, the required thickness of the insulation material was calculated..

Keywords: Insulation, thermal calculations, expanded polystyrene, wall insulation, Birobidzhan.

Введение

В современном строительстве теплоизоляционные материалы играют ключевую роль в создании комфортной температуры внутри зданий. Разнообразные виды утеплителей предназначены для эффективного сохранения тепла. Каждый тип теплоизоляции обладает уникальными характеристиками, что позволяет подобрать оптимальный вариант под конкретные требования. При выборе таких материалов необходимо учитывать условия эксплуатации и климатические особенности, чтобы обеспечить долговечность и уют в помещении.

Обзор исследований

В статье М.А. Дериной рассматриваются различные вопросы, связанные с подбором материалов для утепления вентилируемого навесного фасада [4]. Д.А. Бабухин и В.В. Полякова анализируют вопросы выбора утеплителя для внутреннего утепления жилых многоквартирных домов [5]. А.М. Нестерова и И.Б. Иванова описывают методику выбора утеплителя применительно к частному строительству [1], в то время как работа А.В. Угляницы и М.Р.Марковой посвящена анализу и обоснованию выбора утеплителя для наружных стен [2]. С.А. Титова уделяет внимание технологическим аспектам выбора эффективных утеплителей [3].

Цель исследования: выбрать утеплитель и рассчитать его толщину для наружной ограждающей конструкции.

Выбор утеплителя для расчёта

Пенополистирол – один из самых популярных материалов для утепления зданий благодаря своим уникальным свойствам. К основным преимуществам пенополистирола относится его высокая теплоизоляционная способность. Материал обладает низкой теплопроводностью, что позволяет значительно сократить теплопотери и повысить энергоэффективность помещений. Кроме того, пенополистирол отличается легкостью и прочностью, что облегчает процесс монтажа и снижает нагрузку на несущие конструкции. Еще одним важным достоинством является влагостойкость: пенополистирол практически не впитывает воду, что предотвращает развитие плесени и гниение утеплителя, а также способствует сохранению его эксплуатационных характеристик в условиях повышенной влажности. Материал устойчив к воздействию химических веществ и микроорганизмов, что продлевает срок службы утепления.

Тем не менее, пенополистирол имеет и свои недостатки. Во-первых, это горючесть – хотя существуют виды с повышенной огнестойкостью, в целом материал легко воспламеняется и при горении выделяет токсичные вещества, что требует дополнительных мер по обеспечению пожарной безопасности. Во-вторых, пенополистирол чувствителен к ультрафиолетовому излучению и может разрушаться при длительном воздействии солнечных лучей, поэтому его необходимо защищать отделочными слоями. Кроме того, материал не экологичен, поскольку при производстве используются синтетические компоненты, а утилизация требует специальных условий. Также в условиях сильных механических нагрузок и деформаций пенополистирол может крошиться и терять свои свойства, что важно учитывать при выборе способа монтажа. В итоге, оценка преимуществ и недостатков пенополистирола помогает правильно подобрать утеплитель в зависимости от конкретных условий эксплуатации и требований к строительству.

Особенности использования пенополистирола в различных конструкциях

Пенополистирол — один из самых популярных материалов для утепления зданий благодаря своим уникальным свойствам: низкой теплопроводности, легкости и устойчивости к влаге. В наружных стенах пенополистирол обычно используется в виде плит, которые фиксируются к основанию и затем защищаются декоративной отделкой или штукатуркой. Важно обеспечить надежное крепление и качественную защиту от ультрафиолетового излучения, так как материал со временем может разрушаться под воздействием солнца. В кровлях пенополистирол эффективно работает как утеплитель, особенно в плоских и скатных конструкциях, однако при этом необходимо учитывать вентиляцию, чтобы избежать накопления конденсата под слоем теплоизоляции. На полах и плитах перекрытия пенополистирол применяют для повышения энергоэффективности, где он оправдывает себя благодаря высокой прочности и устойчивости к нагрузкам. При использовании в подвалах и цокольных этажах материал обязан иметь достаточную защиту от механических повреждений и гидроизоляции, чтобы предотвратить проникновение влаги. Еще один важный аспект — пожарная безопасность. Несмотря на то, что вспененный полистирол зачастую обладает ограниченной горючестью, для повышения безопасности в конструкциях применяют специальные негорючие покрытия или комбинируют пенополистирол с другими теплоизоляционными материалами. В целом, правильный выбор типа пенополистирола и способа его монтажа в зависимости от специфики конструкции позволяет максимально эффективно использовать теплоизоляционные свойства материала, продлевая срок службы здания и снижая расходы на отопление. (рис.1)



Рисунок 1 – Листы пенополистирола

Теплотехнический расчет газобетонной наружной стены

Исходные данные

Район строительства: Биробиджан

Относительная влажность воздуха: $\phi_{\text{в}}=55\%$

Тип здания или помещения: Жилые, гостиницы и общежития

Вид ограждающей конструкции: Наружные стены

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания: $t_{\text{в}}=20^{\circ}\text{C}$

Таблица 1. Состав ограждения

№ п/п	Наименование	Толщина δ , м	Плотность ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м °С)
1	Пенополистирол ГОСТ 15588	0,150	1000	0,052
2	Кладка из глиняного кирпича обыкновенного	0,6	1000	0,47

Порядок расчета

Согласно таблице 1 СП 50.13330.2024 при температуре внутреннего воздуха здания $t_v=20^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $\phi_v=55\%$ влажностный режим помещения устанавливается, как нормальный [7].

Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче R_{0TP} исходя из нормативных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче (п. 5.2) СП 50.13330.2024 согласно формуле [7]:

$$R_{0mp} = a \cdot \text{ГСОП} + b$$

где a и b - коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным таблицы 3 СП 50.13330.2024 для соответствующих групп зданий [7].

Так для ограждающей конструкции вида - наружные стены и типа здания - жилые, гостиницы и общежития $a=0.00035$; $b=1.4$

Вычислим градусо-сутки отопительного периода ГСОП, $0\text{C} \cdot \text{сут}$ по формуле (5.2) СП 50.13330.2024 [7]

$$\text{ГСОП} = (t_v - t_{от}) z_{от}$$

где t_v - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, $^\circ\text{C}$
 $t_v = 20^\circ\text{C}$

$t_{от}$ - средняя температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$ принимаемые по таблице 5.1 СП 50.13330.2024 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8°C для типа здания - жилые, гостиницы и общежития [7]

$$t_{об} = -9.8^\circ\text{C}$$

$z_{от}$ - продолжительность, сут, отопительного периода принимаемые по таблице 5.1 СП 50.13330.2024 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8°C для типа здания - жилые, гостиницы и общежития [7]

$$z_{от} = 207 \text{ сут.}$$

Тогда

$$\text{ГСОП} = (20 - (-9.8)) 207 = 6168.6^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$$

По формуле в таблице 3 СП 50.13330.2024 определяем требуемое сопротивление теплопередачи R_{0TP} ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$) [7].

Тогда

$$R_{0TP}=0.00035 \cdot 6168.6 + 1.4 = 3.56 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

Поскольку населенный пункт Биробиджан относится к зоне влажности - нормальной, при этом влажностный режим помещения - нормальный, то в соответствии с таблицей 2 СП50.13330.2024 теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий эксплуатации Б [7].

Схема конструкции ограждающей конструкции показана на рисунке 2 (рис. 2).

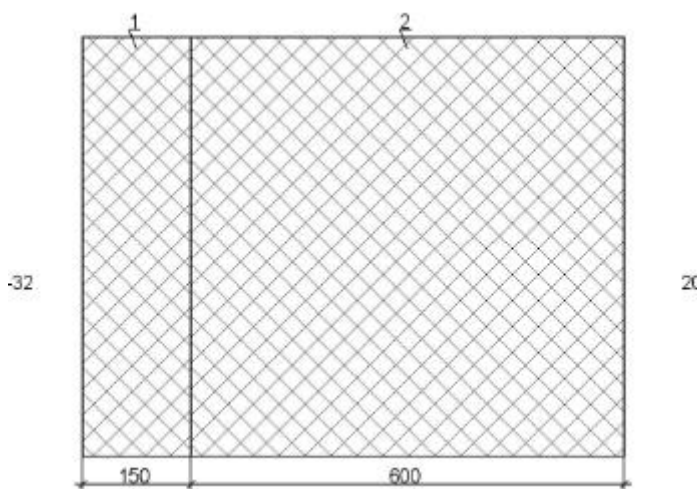


Рисунок 2 – Схема конструкции

1. Пенополистирол ГОСТ 15588 ($\rho=100 \text{ кг/м.куб}$), толщина $\delta_1=0.15 \text{ м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{B1}=0.052 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{C)}$

2. Газобетон ($\rho=1000 \text{ кг/м.куб}$), толщина $\delta_2=0.6 \text{ м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{B2}=0.47 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{C)}$

Условное сопротивление теплопередаче $R_{0\text{усл}}$, ($\text{м}^2\text{°C/Вт}$) определим по формуле Г.6 СП 50.13330.2024 [7]:

$$R_{0\text{усл}} = 1/\alpha_{\text{в}} + \delta_{\text{п}}/\lambda_{\text{п}} + 1/\alpha_{\text{н}}$$

где $\alpha_{\text{в}}$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт/(м}^2\text{°C)}$, принимаемый по таблице 4 СП 50.13330.2024 [7]

$$\alpha_{\text{в}} = 8.7 \text{ Вт/(м}^2\text{°C)}$$

$\alpha_{\text{н}}$ - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности, ограждающей конструкций для условий холодного периода, принимаемый по таблице 6 СП 50.13330.2024 [7]

$\alpha_{\text{н}}=23 \text{ Вт/(м}^2\text{°C)}$ -согласно п.1 таблицы 6 СП 50.13330.2024 наружных стен [7].

$$R_0 = 1/8.7 + 0.15/0.052 + 0.6/0.47 + 1/23$$

$$R_0 = 4.32 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче R_{0r} , ($\text{м}^2\text{°C/Вт}$) определим по формуле Г.4 СП 50.13330.2024 [7]:

$$R_{0r} = R_0 \cdot r$$

r -коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений

$$r = 0.92$$

Тогда

$$R_{0r} = 4.32 \cdot 0.92 = 3.97 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Величина приведённого сопротивления теплопередаче R_{0r} больше требуемого R_{0tr} ($3.97 > 3.56$) следовательно представленная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

Вывод

Выбранный тип утеплителя и его толщина достаточны для соответствия наружной ограждающей конструкции требованиям СП 50.13330.2024.

Библиографический список

1. Нестерова А.М., Иванова И.Б. Методика выбора утеплителя для малоэтажного жилищного строительства // Молодые ученые — ускорению научно-технического прогресса в XXI веке. 2016. С. 922–927. 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. С. 112–117 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47823260>
3. Титова С.А. Технологические аспекты выбора эффективного утеплителя // Ресурсосберегающие технологии, материалы и конструкции. 2013. С. 158–164. 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. — С. 133–136 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. С. 1077–1081 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37149330>
6. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий // Официальный интернет-проект: Документ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095525>
7. СП 50.13330.2024. Тепловая защита зданий // Нова-Т-Ру. URL: <https://nav.tn.ru/cloud/iblock/bd3/bd34ae08e01127c276d7679a315ee294/SP-50.13330.2024-Teplovaya-zashchita-zdaniy.pdf>