

Теплотехнический расчёт чердачного перекрытия частного дома для города Хабаровск

Духнов Константин Александрович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Цель исследования определить минимальное необходимое количество утеплителя для соответствия чердачного перекрытия требованиям СП. В статье производится теплотехнический расчёт перекрытия для города Хабаровск. После обоснования выбора конкретного утеплителя произведён расчёт необходимой толщины утеплителя.

Ключевые слова: утеплитель, теплотехнический расчёт, пенополистирол, утепление перекрытий, железобетонная плита, Биробиджан.

Comparative analysis of modern insulation materials

Dukhnov Konstantin Alexandrovich

Priamursky State University named after. Sholom Aleichem

Student

Abstract

The purpose of the study is to determine the minimum required amount of insulation to meet the attic floor requirements of the joint venture. The article produces thermal technical floors for the city of Khabarovsk. After justifying the choice of a specific insulation, the required thickness of the insulation was calculated.

Keywords: insulation, thermal engineering calculation, polystyrene foam, floor insulation, reinforced concrete slab, Birobidzhan.

Введение

Утеплитель играет важную роль в обеспечении энергосбережения и комфортного микроклимата в зданиях. Его применение позволяет снизить расходы на отопление и кондиционирование воздуха. Разнообразие утеплителей на рынке предоставляет широкий выбор материалов, способных удовлетворить различные потребности в утеплении зданий.

Один из типов утеплителей — минеральная вата, которая обладает высокой теплоизоляционной способностью и хорошей гидрофобностью. Ее применение позволяет создать надежный барьер для сохранения тепла в помещении. Пенополистирол же, благодаря своей легкости и прочности, часто используется для утепления фасадов зданий.

Помимо стандартных видов утеплителей, современные технологии также предлагают инновационные материалы, такие как эковат и пенопласт, которые сочетают в себе высокую эффективность и экологическую безопасность. Выбор конкретного утеплителя зависит от ряда факторов, включая климатические условия, тип здания и бюджет на утепление..

Обзор исследований

М.А. Дерина в своей статье исследует вопросы выбора материала для утепления наружного фасада с приточно-вытяжной вентиляцией [4]. Д.А. Бабухин и В.В. Полякова рассматривают аспекты выбора утеплителя для внутреннего утепления в жилых и многоквартирных зданиях [5]. В своей статье А.М. Нестерова с И.Б. Ивановой описывают методику выбора утеплителя для частного строительства [1]. А.В. Угляница с М.Р. Марковой провели анализ и обосновали выбор 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

Использование пенополистирола (ППС) в качестве утеплителя обладает рядом преимуществ, не связанных только с низкой теплопроводностью. ППС представляет собой твёрдую пену, в основном состоящую из воздушных пузырьков, окружённых полистирольной оболочкой, где воздушная составляющая составляет впечатляющие 98%, а полистирол - всего 2%. Это делает его одним из самых эффективных материалов для утепления. Кроме того, в утеплитель могут быть внесены разнообразные присадки для улучшения его свойств, такие как антипирены, придающие материалу повышенную устойчивость к возгоранию. (рис. 1)



Рисунок 1 – Пенополистерол

При выборе утеплителя для строительства и реконструкции зданий, важно учитывать преимущества пенополистирола. Его низкая теплопроводность и структура с воздушными пузырьками делают его идеальным для теплоизоляции. Необходимо помнить, что плотность материала влияет на его теплоизоляционные свойства. Пенополистирол также характеризуется лёгкостью, прочностью и долговечностью, что делает его популярным решением для обеспечения эффективной теплоизоляции и долговечности конструкции. Подбирая утеплитель, следует учитывать индивидуальные требования и условия эксплуатации.

Пенополистирол обладает высокой степенью гидрофобности, поскольку он практически не способен впитывать влагу. При погружении в воду его насыщение составляет всего лишь 4%. Это подтверждает, что его теплоизоляционные свойства не изменятся при контакте с влажным воздухом. Хорошая устойчивость к биологическим воздействиям обусловлена тем, что пенополистирол является материалом неорганического происхождения, что предотвращает размножение грибов и плесени на нем. Важно помнить, что материал подвержен атакам грызунов, которые могут легко проникнуть сквозь него, особенно если он окажется на их пути к пище. Кроме того, благодаря низкой воздухопроницаемости, грызуны не выберут пенополистирол для размножения потомства.

Пенополистирол, несмотря на его широкое применение в качестве утеплителя, имеет несколько существенных недостатков, о которых следует знать. Один из основных минусов этого материала - низкая огнестойкость. При возгорании пенополистирол легко воспламеняется и выделяет токсичные вещества, что делает его использование в зданиях небезопасным. Еще одной проблемой при использовании пенополистирола является его низкая прочность. Материал хрупкий и может разрушиться даже в процессе монтажа, что может снизить его теплоизоляционные свойства. Кроме того, пенополистирол имеет низкую паропроницаемость, что препятствует эффективному удалению влаги из помещения, что в свою очередь может вызвать повышенную влажность и появление неприятных запахов.

При работе с помещениями, где поддерживается высокая температура, использование полистирола для утепления может вызвать серьезные проблемы для здоровья из-за выброса вредных веществ, таких как стирол. Поэтому важно осуществлять тщательный отбор материалов для теплоизоляции, учитывая их потенциальный негативный влияние на окружающую среду и человеческое здоровье. Несмотря на широкое распространение использования пенополистирола в качестве утеплителя, его способность выделять опасные химические вещества при повышенной температуре делает его не безопасным выбором для помещений, где температура может быть повышенной, например, кухни или бани. При выборе материала для теплоизоляции следует учитывать не только финансовые аспекты, но и воздействие на здоровье и обеспечение безопасности.

Теплотехнический чердачного перекрытия

Исходные данные

1. Район строительства – г. Хабаровск.
2. Средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [1] $t_n^5 = -29\text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. Средняя температура отопительного периода [1] $t_{on} = -9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
4. Продолжительность отопительного периода $Z_{on} = 204$ 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 конструкции

№ п/п	Наименование	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м °C)
1	Железобетонная плита перекрытия пустотная	0,22	2500	1,375
2	Гидроизоляция – один слой техноэласта ЭПП	0,003	1000	0,17
3	пенополистирол		600	0,028
4	Стяжка из цементно-песчаного раствора	0,02	1800	0,76

Теплотехнический расчет перекрытия теплого чердака для рассматриваемого жилого здания:

$$t_g = 20\text{ }^{\circ}\text{C}; t_{on} = -10,1\text{ }^{\circ}\text{C}; Z_{on} = 210\text{ сут}; t_n^5 = -30\text{ }^{\circ}\text{C}; \text{ГСОП} = 6321\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}.$$

Определяем $R_0^{\text{тп}}$ для перекрытия чердака жилого здания по таблице СНиП

$$R_0^{\text{тп}} = 4,74\text{ (м}^2 \cdot \text{ }^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

Определяем величину требуемого сопротивления теплопередаче перекрытия теплого чердака $R_{01}^{\text{тп}}$.

$$R_{01}^{\text{тп}} = n \cdot R_0^{\text{тп}}, \text{ где } n = \frac{t_g - t_{\text{чер}}}{t_g - t_n^5} = \frac{20 - (-10,1)}{20 - (-30)} = 0,59$$

$$R_{01}^{\text{тп}} = 4,74 \cdot 0,59 = 2,8\text{ (м}^2 \cdot \text{ }^{\circ}\text{C)/Вт}.$$

Определяем приведенное сопротивление конструкции:

где $\alpha_n = 12\text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{ }^{\circ}\text{C)}$ для чердачных перекрытий, $r = 1$

$$R_0^{\phi} = r \left(\frac{1}{\alpha_g} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + \frac{1}{\alpha_n} \right) =$$

$$= 1/8,7 + 0,22/1,375 + 0,003/0,17 + 0,05/0,028 + 0,02/0,76 + 1/12 = 2,18$$

(м2 оС)/Вт.

$$R_0^{\phi} > R_{01}^{mp}$$

2,18 < 2,8 добавим утеплителя

$$R_0^{\phi} = r \left(\frac{1}{\alpha_g} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + \frac{1}{\alpha_n} \right) =$$

$$= 1/8,7 + 0,22/1,375 + 0,003/0,17 + 0,07/0,028 + 0,02/0,76 + 1/12 = 2,9$$

(м2 оС)/Вт.

$$R_0^{\phi} > R_{01}^{mp}$$

2,9 > 2,8 условие выполнено.

Толщина утеплителя 0,07м

Толщина чердачного перекрытия

$$\delta_{\text{чер}} = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5 = 0,22 + 0,003 + 0,07 + 0,02 = 32 \text{ см.}$$

Вывод

По результатам расчёта для соответствия ограждающей конструкции требованиям СНиП 23-02-2003 необходимым слоем утеплителя является 70мм пенополистерола.

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>