

Теплотехнический расчёт чердачного перекрытия 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 чердачного перекрытия требованиям СП. В статье производится теплотехнический расчёт перекрытия для города Биробиджан. 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 goal is to determine the minimum required amount of insulation to meet the attic floor requirements of the joint venture. The article produces thermal technical calculations for the city of Birobidzhan. 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: Плюсы использования пенополистирола (ППС) в качестве утеплителя не ограничиваются только низкой теплопроводностью. Он представляет собой твёрдую пену, состоящую преимущественно из воздушных пузырьков, окружённых полистирольной оболочкой, где воздушная фракция составляет впечатляющие 98%, а полистирол - всего 2%. Это делает его одним из самых эффективных материалов для утепления. Кроме того, к утеплителю могут добавляться различные присадки для улучшения его характеристик, например, антипирены, которые придают материалу повышенную устойчивость к возгоранию.(рис. 1)



Рисунок 1 – Пенополистерол

Преимущества использования ППС в качестве утеплителя становятся более яркими, если учесть его низкую теплопроводность. Благодаря структуре

с воздушными пузырьками, пенополистирол хорошо удерживает тепло, что делает его идеальным вариантом для теплоизоляции. Однако стоит помнить, что чем более плотный полистирол, тем менее эффективны его теплоизоляционные свойства. Таким образом, важно подбирать утеплитель с учётом конкретных потребностей и условий использования.

Помимо своих теплоизоляционных свойств, утеплитель из пенополистирола также обладает преимуществами в виде лёгкости, прочности и долговечности. Эти качества делают его популярным выбором для строительства и реконструкции зданий, где важно обеспечить эффективную теплоизоляцию и продолжительный срок службы конструкции.

Пенополистирол обладает низкой гигроскопичностью, так как он практически не впитывает влагу. В случае погружения его под воду, намокнет лишь на 4%. Это означает, что контакт с влажным воздухом не повлияет на его теплоизоляционные свойства. Его хорошая биостойкость обусловлена тем, что пенополистирол является материалом неорганического происхождения, что предотвращает размножение грибка и плесени на нем. Однако следует помнить, что пенополистирол уязвим перед грызунами, которые могут легко прогрызть его, особенно если материал окажется на их пути к пище. Кроме того, из-за низкой воздухопроницаемости, грызуны не будут использовать ППС для выращивания потомства.

Хотя пенополистирол часто используется как утеплитель, есть несколько серьезных недостатков, о которых стоит знать. Низкая огнестойкость - один из главных минусов этого материала. Пенополистирол легко воспламеняется и выделяет токсичные вещества при горении, что делает его небезопасным для применения в зданиях. Низкая прочность - еще одна проблема, с которой можно столкнуться при использовании пенополистирола. Материал очень хрупкий и может разрушиться даже в процессе установки, что может привести к ухудшению его теплоизоляционных свойств. Кроме того, пенополистирол обладает низкой паропроницаемостью, что означает, что влага не сможет эффективно удалиться из помещения, что ведет к повышенной влажности и появлению неприятного запаха.

Нанесение ППС для утепления помещений с высокой температурой может привести к серьезным проблемам со здоровьем из-за выделения токсичных веществ, таких как стирол. Поэтому важно тщательно выбирать материалы для изоляции, учитывая их возможные негативные эффекты на окружающую среду и здоровье людей.

Пенополистирол, несмотря на свою широкую распространенность в качестве утеплителя, обладает опасностью выделения вредных веществ при повышенной температуре, что делает его не самым безопасным вариантом для использования в помещениях, где может быть повышенная температура, таких как кухня или баня. Необходимо принимать во внимание не только экономическую сторону выбора материала для теплоизоляции, но и его воздействие на здоровье и безопасность.

Теплотехнический чердачного перекрытия

Исходные данные

1. Район строительства – г. Биробиджан.
2. Средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [1] $t_n^5 = -31\text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. Средняя температура отопительного периода [1] $t_{on} = -10,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.
4. Продолжительность отопительного периода $Z_{on} = 210\text{ сут.}$
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 конструкции

№ п/п	Наименование	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Коэффициент теплопровод- ности 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

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

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

$$R_{01}^{mp} = n \cdot R_0^{mp}, \text{ где } n = \frac{t_6 - t_{\text{чеп}}}{t_6 - t_5^H} = \frac{20 - 10,1}{20 - 31} = 0,59$$

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

Определяем приведенное сопротивление конструкции:

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

$$R_0^{\phi} = r \left(\frac{1}{\alpha_6} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + \frac{1}{\alpha_n} \right) =$$

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

(м² °C)/Вт.

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

2,18 < 2,8 добавим утеплителя

$$R_0^{\phi} = r \left(\frac{1}{\alpha_6} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + \frac{1}{\alpha_n} \right) =$$

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

(м² °C)/Вт.

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

2,9 > 2,8 условие выполнено

Толщина утеплителя 0,07м

Толщина чердачного перекрытия

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

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>