

## 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 чердачного перекрытия частного дома для города Биробиджан. После обоснования выбора конкретного утеплителя произведён расчёт необходимой толщины утеплителя.

**Ключевые слова:** утеплитель, теплотехнический расчёт, керамзит, утепление чердачного перекрытия, Биробиджан.

## Thermal calculation of the attic floor of a private house in the city of Birobidzhan

*Dukhnov Konstantin Alexandrovich*

*Sholom-Aleichem Priamursky State University*

*Student*

### Abstract

The purpose of this study was to determine the minimum amount of insulation required to ensure attic floor compliance with SP requirements. This article provides a thermal calculation for the attic floor of a private home in Birobidzhan. After justifying the choice of a specific insulation material, the required thickness of the insulation material was calculated.

**Keywords:** Insulation, heat engineering calculation, expanded clay, attic floor insulation, Birobidzhan.

### Введение

Эффективное сохранение тепла в жилых и коммерческих зданиях стало одним из главных приоритетов современного строительства. Для достижения комфортного микроклимата внутри помещений важную роль играют теплоизоляционные материалы, которые значительно снижают теплопотери и способствуют экономии энергии. Существует широкий ассортимент утеплителей, каждый из которых отличается своими техническими характеристиками, такими как теплопроводность, влагостойкость, прочность и долговечность. Выбор конкретного типа изоляции требует тщательного анализа условий эксплуатации, особенностей климата региона и специфики

объекта строительства. Правильно подобранная теплоизоляция не только обеспечивает оптимальный уровень тепла в помещении, но и повышает энергоэффективность здания, снижая расходы на отопление и кондиционирование. Таким образом, правильно выбранные утеплительные материалы играют неотъемлемую роль в создании уютной и надежной среды для жизни и работы.

### **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**

Керамзит — это легкий гранулированный материал, получаемый путем обжига глины при высоких температурах. Благодаря своей пористой структуре он обладает низкой теплопроводностью, что делает его эффективным утеплителем. Одной из ключевых особенностей керамзита является его высокая устойчивость к влаге: он не впитывает воду, сохраняя свои теплоизоляционные свойства даже в условиях повышенной влажности. Это особенно важно для утепления чердачных перекрытий, где возможны колебания температуры и конденсация влаги. Кроме того, керамзит не подвержен гниению и не является питательной средой для грибков и плесени, что способствует поддержанию здорового микроклимата в доме. Он также отличается огнестойкостью: керамзит не горит и не распадается при воздействии высоких температур, повышая пожаробезопасность конструкции. Легкость материала облегчает его монтаж, снижая нагрузку на несущие конструкции. Использование керамзита позволяет добиться хорошей звукоизоляции, снижая проникновение шума снаружи. При правильной укладке керамзит формирует плотный теплоизоляционный слой, который эффективно снижает теплопотери и способствует экономии энергии. Таким образом, керамзит как утеплитель чердачного перекрытия сочетает прочность, долговечность и экологическую безопасность, что делает его популярным выбором в строительстве и реконструкции жилых зданий.

Технология укладки керамзита на чердачное перекрытие начинается с подготовки поверхности. Чердачное перекрытие должно быть тщательно очищено от пыли, грязи, строительного мусора и старых утеплителей. Если

имеются дефекты - трещины, щели или коробление, их необходимо устранить с помощью ремонтных смесей или деревянных подпорок. Для обеспечения равномерного распределения керамзита, рекомендуется установить пароизоляционную пленку на чердачное перекрытие, которая защитит утеплитель от проникновения влаги снизу. После этого укладывается слой гидроизоляции или влагоотталкивающей мембраны, особенно если есть риски конденсата сверху. Далее укладывается керамзитовый утеплитель равномерным слоем, толщина которого зависит от требований теплоизоляции и климатической зоны, обычно она составляет 15–30 см. Керамзит следует засыпать свободно, без сильного уплотнения, чтобы сохранить его пористую структуру и теплоизоляционные свойства. Для улучшения сцепления с верхним покрытием и предотвращения разрыхления, сверху часто настилается геотекстиль или сетка. В завершение работы можно произвести уплотнение керамзита легкими вибрациями или вручную, избегая чрезмерного давления. Правильно выполненное утепление керамзитом обеспечивает эффективный теплообмен и долговечность конструкции. (рис. 1)



Рисунок 1 – Листы пенополистирола

#### Недостатки использования керамзита

Хотя керамзит широко применяется для утепления чердачных перекрытий благодаря своей доступности, экологичности и хорошим теплоизоляционным свойствам, использование этого материала имеет и ряд недостатков. Во-первых, керамзит обладает сравнительно высокой плотностью по сравнению с современными теплоизоляционными материалами, например, пенопластом или минеральной ватой. Это увеличивает нагрузку на конструкцию перекрытия, что может стать критичным для старых зданий с прослабленными несущими элементами. Во-вторых, керамзит является сыпучим материалом, что требует аккуратного монтажа и наличия ограничивающих ограждений, чтобы слой утепления не смещался со временем. Также данный материал плохо сопротивляется проникновению влаги, из-за чего при отсутствии эффективной гидроизоляции возможно снижение теплоизоляционных характеристик и развитие плесени. Кроме того, керамзит имеет низкую звукоизоляцию, что может быть недостатком в жилых помещениях. В итоге, при выборе керамзита для

утепления важно тщательно оценить состояние и возможности конструкции, а также дополнительно предусмотреть меры по гидро- и пароизоляции.

### Теплотехнический расчет чердачного перекрытия

Исходные данные

Район строительства: Биробиджан

Относительная влажность воздуха:  $\phi_v=55\%$

Тип здания или помещения: Жилые, гостиницы и общежития

Вид ограждающей конструкции: Перекрытия чердачные

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

Таблица 1. Состав перекрытия

| № п/п | Наименование                | Толщина $\delta$ , м | Плотность $\gamma$ , кг/м <sup>3</sup> | Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м °C) |
|-------|-----------------------------|----------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1     | Пенополистирол ГОСТ 15588   | 0,5                  | 250                                    | 0,12                                               |
| 2     | Сосна и ель поперек волокон | 0,15                 | 1000                                   | 0,18                                               |

### 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  $Ro^{tr}$  исходя из нормативных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче (п. 5.2) СП 50.13330.2024 согласно формуле [7]:

$$Ro^{mp}=a \cdot ГСОП + b$$

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]

$$ГСОП=(t_v-t_{от})z_{от}$$

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  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$  для типа здания - жилые, гостиницы и общежития [7]

$$t_{\text{ов}} = -9.8\text{ }^{\circ}\text{C}$$

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

$$z_{\text{от}} = 207\text{ сут.}$$

Тогда

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

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

Тогда

$$R_{\text{отр}} = 0.00045 \cdot 6168.6 + 1.9 = 4.68\text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

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].

2) Схема конструкции чердачного перекрытия показана на рисунке 2 (рис.

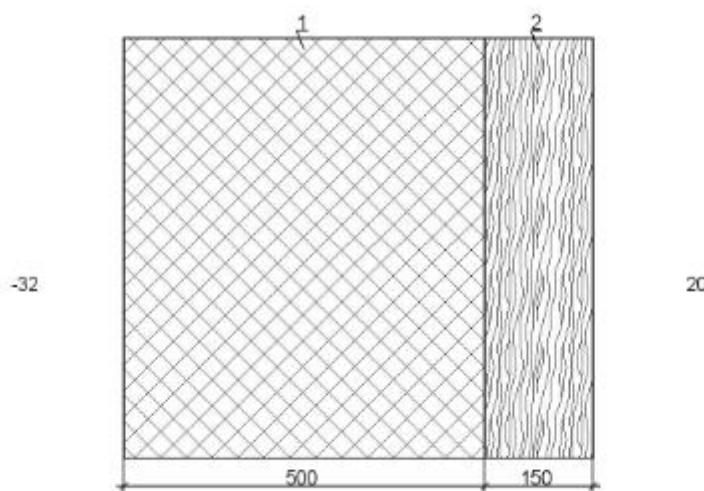


Рисунок 2 – Схема конструкции

1. Гравий керамзитовый ГОСТ 9757 ( $\rho = 250\text{ кг/м.куб}$ ), толщина  $\delta_1 = 0.5\text{ м}$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_{Б1} = 0.12\text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$

2. Сосна и ель поперек волокон (ГОСТ 8486, ГОСТ 9463), толщина  $\delta_2 = 0.15\text{ м}$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_{Б2} = 0.18\text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$

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,  $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$ , принимаемый по таблице 4 СП 50.13330.2024 [7]

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

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

$\alpha_{\text{н}} = 12$  - согласно п.3 таблицы 6 СП 50.13330.2024 для перекрытий чердачный. [7].

$$R_0 = 1/8.7 + 0.5/0.12 + 0.15/0.18 + 1/12$$

$$R_0 = 5.2 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

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

$$R_{0\text{р}} = R_0 \cdot r$$

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

$$r = 0.92$$

Тогда

$$R_{0\text{р}} = 5.2 \cdot 0.92 = 4.78 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

Величина приведённого сопротивления теплопередаче  $R_{0\text{р}}$  больше требуемого  $R_{0\text{тр}}$  ( $4.78 > 4.68$ ) следовательно представленная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

### Вывод

Выбранный тип утеплителя и его толщина достаточны для соответствия чердачного перекрытия 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>