

Теплотехнический расчёт перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах города Биробиджан

Духнов Константин Александрович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Цель исследования определить минимальное необходимое количество утеплителя для соответствия перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах требованиям СП. В статье производится теплотехнический расчёт перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах для города Биробиджан. После обоснования выбора конкретного утеплителя произведён расчёт необходимой толщины утеплителя.

Ключевые слова: утеплитель, теплотехнический расчёт, пенопласт, утепление перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, Биробиджан.

Thermal calculation of the ceiling over unheated basements with skylights in the walls of the city of Birobidzhan

Dukhnov Konstantin Alexandrovich

Sholom-Aleichem Priamurskiy State University

Student

Abstract

The purpose of this study is to determine the minimum amount of insulation required to ensure that ceilings over unheated basements with skylights in the walls comply with SP requirements. This article provides a thermal calculation for ceilings over unheated basements with skylights in the walls 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 engineering calculations, polystyrene foam, insulation of the ceiling over unheated basements with skylights in the walls, Birobidzhan.

Введение

Современные строительные технологии все больше ориентируются на создание энергоэффективных зданий, где сохранение тепла играет ключевую роль. Уменьшение теплопотерь напрямую влияет на уровень комфорта внутри помещений и существенно снижает расходы на отопление. Подбор оптимального утеплителя является сложной задачей, поскольку необходимо

учитывать множество факторов: от климатических условий и влажности воздуха до функционального назначения здания и особенностей строительной конструкции. Современный рынок предлагает широкий спектр утеплителей, каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения, что требует глубокого и комплексного анализа перед применением. В итоге правильный выбор теплоизоляции становится залогом не только комфортного микроклимата в помещениях, но и значительной экономии энергоресурсов, что сегодня является одной из важнейших целей в строительстве.

Эффективное утепление зданий становится ключевым фактором в обеспечении комфорта и снижении затрат на поддержание микроклимата внутри помещений.

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

Утепление подвального перекрытия пенопластом — важный этап в обеспечении энергоэффективности и долговечности здания. Подвальные помещения, как правило, являются самыми холодными зонами дома, через которые происходит значительная потеря тепла. Это связано с тем, что перекрытие между подвалом и первым жилым этажом находится в непосредственном контакте с холодным воздухом подвала или грунтом. В результате температура пола на верхних этажах снижается, что приводит к дискомфорту проживания и увеличению расходов на отопление. Пенопласт, являясь одним из популярных материалов для теплоизоляции, обладает рядом преимуществ: низкой теплопроводностью, устойчивостью к влаге, долговечностью и простотой монтажа. Его использование позволяет существенно сократить теплопотери через подвальное перекрытие и создать более комфортные условия в жилых помещениях. Кроме того, утепление способствует защите конструкций от промерзания и возможных деформаций, связанных с температурными перепадами. Важно учитывать особенности конструкции здания и правильно подобрать тип и толщину пенопласта, чтобы обеспечить максимальную эффективность теплоизоляции. Введение

утепляющего слоя требует тщательной подготовки поверхности и соблюдения технологий монтажа, что гарантирует надежность и долговечность результата.

Пенопласт является одним из самых востребованных материалов для утепления подвальных перекрытий благодаря своим уникальным свойствам и экономической доступности. Этот материал состоит из закрытоячеистой структуры, что обеспечивает ему высокую теплоизоляцию при небольшой толщине. Благодаря низкой теплопроводности пенопласт эффективно сохраняет тепло в помещении, препятствуя проникновению холодного воздуха из подвальных помещений. Это особенно важно для подвальных перекрытий, где часто наблюдается значительная разница температур между этажами.

Еще одной важной особенностью пенопласта является его влагостойкость. Материал практически не впитывает воду, что позволяет избежать проблем с сыростью и плесенью, характерных для подвальных конструкций. Такая характеристика способствует долговечности утеплительного слоя и сохранению его эксплуатационных свойств на протяжении длительного времени. При этом пенопласт устойчив к гниению и не является благоприятной средой для микроорганизмов.

Стоит отметить и легкость материала, что облегчает монтаж и не увеличивает значимо нагрузку на перекрытие. Пенопласт легко поддается резке и формовке, что позволяет точно подгонять утеплитель под форму конструкций. Кроме того, пенопласт имеет высокую сопротивляемость механическим повреждениям, что важно в условиях возможных вибраций и нагрузок в подвальных помещениях.

Однако при использовании пенопласта необходимо учитывать его горючесть. Материал требует обязательной защиты от открытого огня и использования специальных противопожарных покрытий, если этого требует нормативная документация. Также пенопласт чувствителен к некоторым химическим растворителям, что нужно учитывать при выборе строительных составов для крепления и отделки.

В целом, пенопласт является универсальным и эффективным утеплителем для подвальных перекрытий, обеспечивая теплоизоляцию, влагостойкость и удобство монтажа, однако требует правильной защиты и обработки для безопасной эксплуатации.

Технология укладки пенопласта в подвальное перекрытие начинается с подготовки основания. Важно тщательно очистить поверхность от пыли, грязи и возможных остатков старых материалов, обеспечив тем самым надежное сцепление утеплителя с перекрытием. Следующий этап – монтаж пароизоляционного слоя, который предотвращает проникновение влаги из помещения в утеплитель, что существенно увеличивает срок службы конструкции и сохраняет теплоизоляционные свойства пенопласта. После этого можно приступать к непосредственно укладке плит пенопласта. Их следует укладывать вплотную друг к другу, избегая зазоров и щелей, через которые может проходить холодный воздух. Важно располагать плиты так, чтобы стыки перекрывались, создавая сплошной защитный слой. Для

крепления утеплителя используют специализированные клеи или монтажные дюбеля, которые надежно фиксируют материал на поверхности перекрытия. Особое внимание уделяется равномерности слоя пенопласта – оптимальная толщина допускает создание эффективного барьера от холода и сырости, обычно она варьируется от 50 до 300 мм в зависимости от климатических условий и требований к теплоизоляции. После укладки пенопласта на него монтируют стяжку или защитное покрытие, которое защищает утеплитель от механических повреждений и способствует равномерному распределению нагрузки. В завершение работ проверяют качество монтажа, герметичность стыков и отсутствие пустот, что обеспечивает долгосрочную эксплуатацию конструкции без потери теплозащитных характеристик. Соблюдение технологии укладки пенопласта в подвальное перекрытие позволяет существенно снизить теплопотери, улучшить микроклимат в помещении и продлить срок службы здания. (рис. 1)

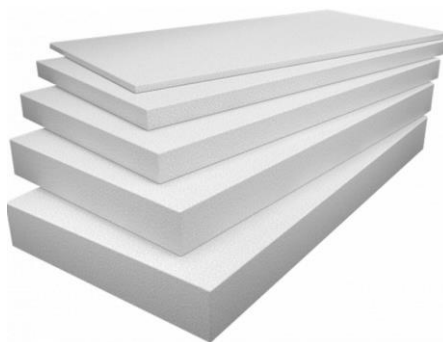


Рисунок 1 – Листы пенопласта

Несмотря на популярность пенопласта как утеплителя подвальных перекрытий, его применение имеет ряд недостатков, которые необходимо учитывать при планировании работ. Во-первых, пенопласт обладает низкой паропроницаемостью, что может привести к накоплению влаги и образованию конденсата. В условиях повышенной влажности подвала это создает благоприятную среду для развития плесени и грибка, что негативно сказывается на микроклимате и долговечности конструкции. Во-вторых, пенопласт не отличается высокой механической прочностью и жесткостью, поэтому под постоянными нагрузками он может деформироваться, теряя свои теплоизоляционные свойства. Особенно это актуально, если перекрытие подвергается динамическим или вибрационным воздействиям. Кроме того, пенопласт чувствителен к воздействию ультрафиолетового излучения и некоторым химическим веществам, что ограничивает его использование в определенных условиях без дополнительной защиты. Еще одним существенным недостатком является горючесть материала. Несмотря на то, что выпускаются огнестойкие марки пенопласта, многие виды остаются легко воспламеняемыми, что представляет опасность в случае пожара.

Теплотехнический расчет подвального перекрытия

Исходные данные:

Район строительства: Биробиджан

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

Тип здания или помещения: Жилые, гостиницы и общежития

Вид ограждающей конструкции: Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах

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

Таблица 1. Состав перекрытия

№ п/п	Наименование	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м °С)
1	Фанера клееная (ГОСТ 8673)	0,02	600	0,18
1	Пенопласт ПХВ-1 и ПВ1	0,2	100	0,052
2	Сосна и ель поперек волокон	0,15	1000	0,18
4	Фанера клееная (ГОСТ 8673)	0,03	600	0,18

Порядок расчета

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

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

$$Ro^{mp} = a \cdot \Gamma COП + b$$

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 $\Gamma COП$, $0\text{C} \cdot \text{сут}$ по формуле (5.2) СП 50.13330.2024 [7]

$$\Gamma COП = (t_{в} - t_{от}) z_{от}$$

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

$t_{от}$ -средняя температура наружного воздуха, °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]

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

$z_{от}$ -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

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

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

Тогда

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

Поскольку населенный пункт Биробиджан относится к зоне влажности - нормальной, при этом влажностный режим помещения - нормальный, то в соответствии с таблицей 2 СП 50.13330.2024 теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий эксплуатации Б [7].

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

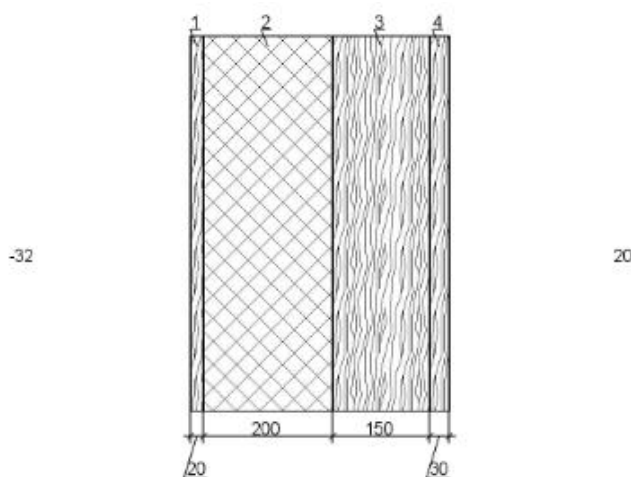


Рисунок 2 – Схема конструкции

1. Фанера клееная (ГОСТ 8673), толщина $\delta_1 = 0.02 \text{ м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б1} = 0.18 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$

2. Пенопласт ПХВ-1 и ПВ1 ($\rho = 100 \text{ кг}/\text{м.куб}$ и менее), толщина $\delta_2 = 0.2 \text{ м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б2} = 0.052 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$

3. Сосна и ель поперек волокон (ГОСТ 8486, ГОСТ 9463), толщина $\delta_3=0.15\text{м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б3}=0.18\text{Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$

4. Фанера клееная (ГОСТ 8673), толщина $\delta_4=0.03\text{м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б4}=0.18\text{Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$

Условное сопротивление теплопередаче $R_{0\text{усл}}$, ($\text{м}^2\text{C}/\text{Вт}$) 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].

$$R_0 = 1/8.7 + 0.02/0.18 + 0.2/0.052 + 0.15/0.18 + 0.03/0.18 + 1/12$$

$$R_0 = 5.16 \text{ м}^2\text{C}/\text{Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_{0\text{р}}$, ($\text{м}^2\text{C}/\text{Вт}$) 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

$$R_{0\text{р}} = 5.16 \cdot 0.92 = 4.75 \text{ м}^2\text{C}/\text{Вт}$$

Величина приведённого сопротивления теплопередаче $R_{0\text{р}}$ больше требуемого $R_{0\text{тр}}(4.75 > 4.68)$ следовательно представленная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

Вывод

Выбранный тип утеплителя и его толщина достаточны для соответствия подвального 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>