

Расчет толщины утеплителя для чердачного перекрытия

Болтовский Лев Александрович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Целью данной статьи является, демонстрация метода расчёта для оптимального выбора толщины утеплителя чердачного перекрытия. В ходе данной работы использованы поисковые, аналитические и вычислительные методы исследования, которые позволят рационально подойти к выбору толщины утеплителя. В результате данной работы описана методика вычислений, а также произведены расчеты для климатических особенностей Биробиджана.

Ключевые слова: чердачное перекрытие, утеплитель, теплопередача, тепловое сопротивление

Calculation of insulation thickness for attic flooring

Boltovskiy Lev Alexandrovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The purpose of this paper is to demonstrate the calculation method for the optimal selection of the thickness of the attic floor insulation. In the course of this work, search, analytical and computational methods of research are used, which will allow a rational approach to the choice of insulation thickness. As a result of this work, the calculation methodology is described, and calculations are made for the climatic features of Birobidzhan.

Keywords: attic ceiling, insulation, heat transfer, thermal resistance

1. Введение

1.1 Актуальность исследования

Тема является актуальной в условиях роста требований к энергоэффективности зданий и стремления к снижению затрат на отопление. Чердачное перекрытие — одна из ключевых зон теплопотерь в доме, и неправильно подобранная толщина утеплителя может привести к значительным потерям тепла зимой и перегреву помещений летом. Это особенно важно в климатических условиях, где перепады температур значительны. Грамотный расчет позволяет не только обеспечить комфортный микроклимат в доме, но и уменьшить потребление энергоресурсов, что актуально как с экономической, так и с экологической точки зрения.

Кроме того, выбор оптимальной толщины утеплителя напрямую влияет на долговечность конструкций здания. Неправильный расчет может привести к образованию конденсата, повышенной влажности, а затем и к развитию плесени, грибка или повреждению строительных материалов. В современных условиях, когда строительные нормы регулярно обновляются, расчет толщины утеплителя должен учитывать не только климатические параметры региона, но и характеристики материалов, используемых в конструкции. Это делает тему особенно важной для проектировщиков, строителей и владельцев недвижимости, стремящихся создать энергоэффективные и экологически безопасные дома.

На сегодняшний день не существует универсальной толщины утеплителя, поэтому данные расчёты играют одну из ключевых при проектировании зданий.

1.2 Обзор исследований

В статье А. Ю. Окунева [1] рассмотрена задача минимизации расходов на утепление и эксплуатацию здания. Рассматриваются характеристики теплоизоляционных материалов необходимых для строительства жилого дома в исследовании М. Р. Кудряшова [2]. В работе О. С. Гамаюнова [3] для удешевления строительства некоторые застройщики применяют ограждающие конструкции из материалов с высокой теплопроводностью, тем самым снижая энергоэффективность зданий и сооружений. Рассматриваются аспекты обеспечения радиационной безопасности для населения, проживающего на радоноопасных территориях. Производится анализ полученных данных наличия дочерних продуктов распада радона с помощью радоновой ловушки в статье С. В. Николаева [4]. Рассмотрены экономические и практические аспекты применения полистирола как утеплителя. Затронуты показатели, имеющие важнейшее значение при выборе утеплителя, плюсы и минусы данного вида утепления. Приведены технические характеристики полистирола в исследовании Н. А. Козлова [5].

1.3 Цель исследования

Целью данного исследования является демонстрация метода расчёта для оптимального выбора толщины утеплителя чердачного перекрытия.

2. Результаты и обсуждения

Микроклимат в доме — это совокупность внутренних условий, которые влияют на комфорт и здоровье людей, находящихся внутри помещения. Основными параметрами микроклимата являются температура воздуха, влажность, скорость его движения, а также качество воздуха (наличие пыли, загрязнений и содержание кислорода).

Оптимальный микроклимат обеспечивает комфортное проживание и помогает избежать негативного воздействия на здоровье, такого как аллергии, заболевания дыхательной системы или переохлаждение. Для поддержания хорошего микроклимата важно правильно организовать вентиляцию,

отопление и теплоизоляцию дома, а также верно провести расчёты для чердачного перекрытия.

От правильной теплоизоляции зависит температура и влажность внутри дома. Если утеплитель подобран неправильно или его толщина недостаточна это приводит к нестабильной температуре в помещениях, что негативно сказывается на комфорте проживания и увеличивает затраты на отопление или кондиционирование.

Кроме того, неправильный расчет утеплителя может привести к образованию конденсата из-за перепадов температур между жилыми помещениями и чердаком. Это способствует повышенной влажности, что создаёт благоприятные условия для появления плесени и грибка. Такие факторы ухудшают качество воздуха и могут негативно сказаться на здоровье жильцов.

Для наглядности все последующие расчеты будут проводиться на основании климата в г. Биробиджан.

Принцип расчётов:

Исходные данные для любого климата:

Чердачного перекрытие состоящего из:

1. железобетонной панели $\delta = 100$ мм;
2. пароизоляция – 1 слой рубитекса;
3. цементно-песчаной стяжки $\delta = 30$ мм;
4. утеплителя - пенополистерол объемной массой 30 кг/.

Чердачное перекрытие состоит из конструктивных слоев (табл. 1).

Таблица 1 – Конструктивные слои кровли

Наименование материала	γ_0 , кг/м ³	δ , м	λ , Вт/(м·°C)	R , (м ² ·°C/Вт)
Железобетон	2500	0,1	2.04	0,049
Пароизоляция – 1 слой рубитекса	600	0,005	0,17	0,029
Цементно-песчанная стяжка	1800	0,3	0,93	0,322
Пенополистерол	30	X	0,04	X

Коэффициент тепловосприятия внутренней поверхности ограждения = 8,7 Вт/м²·°C.

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения = 23 Вт/м²·°C.

Исходные данные для Биробиджана:

1. Продолжительность отопительного периода $z_{ht} = 219$ суток
2. Средняя расчетная температура отопительного периода $t_{ht} = -10,4$ °C
3. Температура воздуха наиболее холодной пятидневки $t_{ext} = -32$ °C
4. Температура внутреннего воздуха $t_{int} = 20$ °C

5. Влажность внутреннего воздуха $\phi = 55\%$

Порядок расчета:

Определяем величину градус-суток отопительного периода по формуле:

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) \cdot z_{\text{ht}}$$

Вычислим:

$$D_d = (20 - (-10,4)) \cdot 219 = 6657,6^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$$

Нормируемое сопротивление теплопередаче наружных стен вычисляем по формуле:

$$R_{\text{req}} = aD_d + b$$

Данные коэффициенты равны: $\alpha = 0,0002$ и $b = 1,0$

Вычислим:

$$R_{\text{req}} = 0,0002 \cdot 6657,6 + 1 = 2,3 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Теплотехнический расчет ведется из условия равенства общего термического сопротивления R_0 нормируемому R_{req} :

$$R_0 = R_{\text{req}}.$$

Определяем термическое сопротивление ограждающей конструкции R_k $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

$$R_k = R_{\text{req}} - (R_{\text{si}} + R_{\text{se}})$$

R_{si} - термическое сопротивление внутренней поверхности ограждения;

R_{se} - термическое сопротивление наружной поверхности ограждения.

Вычислим:

$$R_k = 2,3 - (1,1 + 0,04) = 1,16$$

R_k может быть представлено как сумма термических сопротивлений отдельных слоев:

$$R_k = R_1 + R_2 + R_{\text{ут}}$$

где

R_1 – термическое сопротивление железобетонной плиты перекрытия, величина которого составляет $0,049 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

R_2 – термическое сопротивление слоя пароизоляции.

Вычислим термическое сопротивление $R_{\text{ут}}$ утепляющего слоя, определяемое из выражения

$$R_{\text{ут}} = R_{\text{к}} - (R_1 + R_2).$$

Вычислим

$$R_{\text{ут}} = 1,16 - (0,029 + 0,049) = 1,08$$

Далее по формуле вычисляем толщину утепляющего слоя

$$\delta_{\text{ут}} = R_{\text{ут}} \cdot \lambda_{\text{ут}}$$

Вычислим

$$\delta_{\text{ут}} = 1,08 \cdot 0,04 = 0,043$$

Определяем общее фактическое сопротивление теплопередаче ограждения с учетом принятой толщины утеплителя:

$$R_o^{\phi} = R_1 + R_2 + R_{\text{ут}} + \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}}$$

Вычислим

$$R_o^{\phi} = 0,024 + 0,049 + 1,08 + \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} = 1,31$$

Делаем вывод выполняется ли условие $R_o^{\phi} \geq R_{\text{req}}$

$$R_o^{\phi} = 1,31 \geq R_{\text{req}} = 2,3$$

Условие выполняется, это значит, что одного слоя утеплителя для города Биробиджан достаточно, если условие не выполняется, то необходимо добавить слой утеплителя.

3. Выводы

В ходе данной работы был описан метод расчета утеплителя для чердачного перекрытия. Рассчитано необходимое количество слоев для климата в Биробиджане.

Библиографический список

1. Окунев А. Ю. Оптимизация утепления наружных стен на примере частных жилых домов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 1. С. 126–139.
2. Кудряшов М. Р., Смирнова Ю. О. Виды и характеристики теплоизоляционных материалов для утепления дома // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2019. № 4(23). С. 223–230.
3. Гамаюнова О. С. Выбор оптимального варианта утепления жилых домов в различных климатических зонах // Строительство и техногенная безопасность. 2019. № 16(68). С. 89–97.
4. Николаев С. В, Николаева Е. В. Разработка плана утепления подвала многоквартирного дома с учетом строительных норм и правил на радоноопасных территориях // Оригинальные исследования. 2021. Т. 11. № 12. С. 293–303.
5. Козлов Н. А., Лишенко Т. М., Карпушкина А. А. Утепление домов полистиролом // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2016. № 7. С. 181–182.