

Микроклимат помещения и расчет чердачного перекрытия

Приходько Себастьян Николаевич

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Целью данного исследования является описать влияние теплоизоляции чердачного перекрытия на микроклимат помещения и выполнить его расчет. В результате был выполнен теплотехнический расчет чердачного перекрытия и определено влияние подбора теплоизоляции на микроклимат.

Ключевые слова: строительство, расчет, тепловое сопротивление, микроклимат, теплоизоляция, чердачное перекрытие.

Microclimate of the room and calculation of the attic floor

Prikhodko Sebastian Nikolayevich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The purpose of this study is to describe the effect of thermal insulation of the attic floor on the microclimate of the room and to calculate it. As a result, a thermal engineering calculation of the attic floor was performed and the influence of the selection of thermal insulation on the microclimate was determined.

Keywords: construction, calculation, thermal resistance, microclimate, thermal insulation, attic floor.

1. Введение

Проблема рационального выбора теплоизоляции чердачных перекрытий имеет междисциплинарный характер, охватывая теплотехнику, строительную физику и экономику строительства. Уровень теплопотерь через ограждающие конструкции напрямую влияет на энергопотребление здания, что отражается на эксплуатационных расходах, выбросах углекислого газа и долговечности несущих элементов. В современных условиях, когда вопросы энергосбережения рассматриваются на государственном уровне, инженерное обоснование толщины утеплителя становится обязательным этапом проектирования.

Теплотехнический расчёт перекрытия позволяет оценить взаимодействие между слоями строительного пирога — бетонной плитой, пароизоляцией, стяжкой и слоем утеплителя. При этом важно учитывать не только теплопроводность материалов, но и их влагопоглощающие свойства,

способность к диффузии водяного пара и стабильность параметров при изменении влажности.

В статье Р.И. Шигапова, Д.А. Синицина, А.Р. Бикташевой, И.В. Недосеко рассматриваются возможности применения керамзита для утепления чердачного перекрытия [1]. В работе М.В. Анисимова и П.А. Моликова производится анализ потерь в чердачных перекрытиях [2, 4]. В публикации А.С. Ардашева производится сравнение эффективности различных утеплительных материалов [3]. В статье О.И. Сергеева описаны тонкости осуществления теплотехнического расчета кровли [5].

Целью данного исследования является описать влияние теплоизоляции чердачного перекрытия на микроклимат помещения и выполнить его расчет.

В результате был выполнен теплотехнический расчет чердачного перекрытия и определено влияние подбора теплоизоляции на микроклимат.

2. Микроклимат помещения

Микроклимат жилого пространства представляет собой сложную систему взаимосвязанных физических и гигиенических параметров, определяющих ощущение теплового комфорта и общее состояние человека. Он формируется под влиянием температуры и влажности воздуха, скорости его движения, радиационного теплообмена между поверхностями, а также качества воздушной среды — содержания кислорода, углекислого газа, пыли и других загрязняющих примесей (рис.1). Совокупность этих факторов создаёт условия, в которых человек либо чувствует себя комфортно, либо наоборот быстрее утомляется.

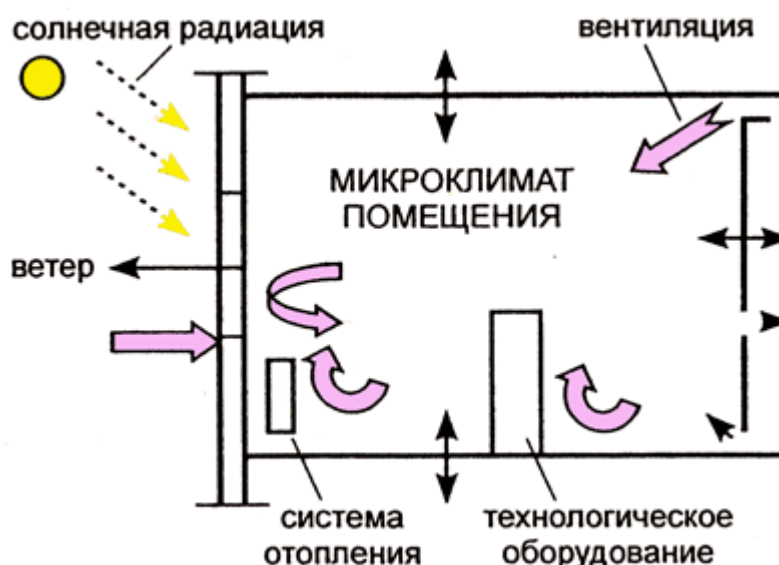


Рисунок 1. Факторы, формирующие микроклимат

Оптимальные параметры микроклимата не только способствуют физиологическому благополучию, но и предотвращают развитие заболеваний дыхательных путей, аллергических реакций и терморегуляторных нарушений.

Создание такого микроклимата невозможно без грамотно организованных систем вентиляции, отопления и ограждающих конструкций с достаточным термическим сопротивлением. Особое значение при этом имеет теплоизоляция чердачного перекрытия, поскольку именно через верхнюю часть здания происходят наибольшие потери тепла в холодный период.

Качество и эффективность теплоизоляции напрямую определяют распределение температуры и влажности внутри помещений (рис.2). При недостаточной толщине или неправильном выборе утеплителя нарушается тепловой баланс: в зимнее время температура в жилых комнатах становится нестабильной, возрастает потребность в дополнительном отоплении, а в летний период помещения перегреваются из-за чрезмерного нагрева чердачного пространства. Это приводит к нерациональному расходу энергоресурсов и повышенным эксплуатационным затратам.

Неправильный расчёт или монтаж утеплителя также способен вызвать физико-гигиенические проблемы. При несоответствии теплотехнических характеристик ограждения климатическим условиям региона возникает температурный градиент, способствующий образованию конденсата на стыке между тёплым воздухом помещения и холодными слоями перекрытия. Влага, проникающая в теплоизоляцию, снижает её сопротивление теплопередаче, а также создаёт благоприятную среду для развития микроорганизмов, плесени и грибка. В результате ухудшается качество воздуха, появляются неприятные запахи, повышается влажность и увеличивается риск заболеваний у жильцов.



Рисунок 2. Теплоизоляционные материалы

Таким образом, поддержание здорового микроклимата в жилом здании невозможно без всестороннего учёта теплотехнических характеристик конструкций, в частности чердачного перекрытия. Правильный выбор типа и толщины утеплителя, соблюдение технологии укладки и герметизация всех

стыков являются не только условием энергетической эффективности, но и важнейшим фактором обеспечения санитарно-гигиенического благополучия внутренней среды.

3. Проблематика проектирования теплоизоляции

Расчёт и подбор теплоизоляции чердачных перекрытий сопряжены с рядом методических и практических сложностей. Основная из них заключается в том, что условия эксплуатации ограждающих конструкций существенно отличаются от лабораторных, в которых определяются справочные показатели теплопроводности. Реальные конструкции подвержены влиянию нестационарных тепловых потоков, суточных и сезонных колебаний температуры, а также воздействию влаги. В результате фактическая теплопроводность материалов может превышать паспортную на 10–30 %, что снижает эффективность утепления и требует корректировочных коэффициентов при проектировании.

Дополнительную трудность представляет неоднородность конструкции перекрытия (рис.3). В реальных условиях в ней присутствуют балки, рёбра, вентиляционные короба, электротехнические и сантехнические коммуникации. Эти включения нарушают сплошность теплоизоляционного слоя и формируют локальные зоны повышенной теплопередачи — так называемые мостики холода. Через них происходит ускоренная потеря энергии, а также могут возникать участки переохлаждения, где температура внутренней поверхности опускается ниже точки росы, что приводит к конденсации влаги и, как следствие, к биопоражению материалов.



Рисунок 3. Пример Теплоизоляции чердачного перекрытия

Серьёзную роль играет также качество монтажа. Нарушение герметичности пароизоляции, некачественное прилегание плит утеплителя,

наличие щелей или неплотностей между слоями приводят к циркуляции тёплого воздуха внутри ограждения. При этом возникают конвективные токи, которые значительно увеличивают фактические теплопотери, особенно при горизонтальном положении перекрытия.

Ещё одной проблемой является несогласованность расчётных методов, применяемых в строительной практике. В большинстве случаев используется упрощённая линейная модель стационарного теплового потока, не учитывающая влагоперенос и изменение теплопроводности во времени. Между тем в холодных регионах России на протяжении отопительного сезона влага мигрирует из тёплого помещения в холодное чердачное пространство, накапливается в верхних слоях и изменяет тепловое сопротивление конструкции. Таким образом, традиционные расчёты без учёта влагодинамики могут давать завышенные показатели энергоэффективности.

Отдельно стоит отметить и экономическую составляющую. Избыточная толщина утеплителя ведёт к неоправданному росту стоимости строительства, а недостаточная — к увеличению эксплуатационных расходов. Поэтому задача расчёта должна решаться с позиций оптимизации: обеспечивать требуемый уровень тепловой защиты при минимальных затратах на материалы и монтаж.

4. Расчет теплоизоляции чердачного перекрытия в г. Хабаровск

Таблица 1. Характеристики материалов чердачного перекрытия

Материал	γ_0 , кг/м ³	δ , м	λ , Вт/(м·°C)	R, (м ² ·°C)/Вт
Железобетон	2500	0,1	2.04	0,049
Рубероид	600	0,005	0,17	0,029
Цементно-песчаная стяжка	1800	0,3	0,93	0,322
Лист пенополистирола	30	Неизвестно	0,04	Неизвестно

γ_0 – средняя плотность материала

δ – толщина слоя материала

λ – коэффициент теплопроводности

R – термическое сопротивление слоя

a_{int} – коэффициент тепловосприятости внутренней поверхности (8,7 Вт/м²°C)

a_{ext} – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности (23 Вт/м²°C)

Климатические данные для г. Хабаровск:

z_{ht} – продолжительность отопительного периода (219 дней)

t_{ht} – средняя расчетная температура отопительного периода (-10,4 °C)

t_{ext} – температура воздуха наиболее холодной пятидневки (-32 °C)

t_{int} – температура воздуха внутри помещения (20 °C)

ϕ - влажность воздуха внутри помещения (55%)

Для начала определим величину градус-суток:

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

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

Далее вычислим нормируемое сопротивление теплопередаче наружных стен:

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

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

Рассчитаем термическое сопротивление ограждающей конструкции:

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

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

Термическое сопротивление ограждающей конструкции можно представить, как сумму термических сопротивлений всех элементов чердачного перекрытия:

$$R_k = R_1 + R_2 + R_{\text{ут}}$$

Отсюда можем выразить сопротивление утеплителя, тогда:

$$R_{\text{ут}} = R_k - (R_1 + R_2)$$

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

Теперь вычислим толщину утеплителя:

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

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

Рассчитаем фактическое сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия (возьмем 1 слой утеплителя):

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

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

Проверим соответствует ли фактическое сопротивление требованиям:

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

Условие выполняется, следовательно расчет выполнен корректно и утеплитель подобран оптимальным образом.

5. Заключение

Таким образом, расчёт и подбор теплоизоляции следует рассматривать не как формальную процедуру, а как часть общей системы обеспечения энергоэффективности здания. Применение научно обоснованных методик расчёта позволяет добиться оптимального соотношения между стоимостью утепления, комфортом проживания и долговечностью строительных конструкций.

Библиографический список

1. Шигапов Р.И., Синицин Д.А., Бикташева А.Р., Недосеко И.В. Использование облегченного керамзита для утепления чердачных перекрытий// Строительные материалы. 2020. № 4. С. 104-108. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43049577>
2. Анисимов М.В. Тепловая защита чердачного перекрытия многоквартирного жилого здания с нетиповой кровлей при проведении капитального ремонта//Известия Томского политехнического университета. 2014. №4. С. 15-21. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21645307>
3. Ардашев А.С. Сравнительный анализ утеплительных материалов чердачных перекрытий//Столица науки. 2019. №5. С. 132-136. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41319151>
4. Моликов П.А. Сравнительный анализ теплопотерь чердачных перекрытий различной конструкции: обеспечение энергоэффективности зданий// Научные исследования и разработки в странах ШОС. 2025. С. 33-35. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82400421>
5. Сергеев О.И. Теплотехнический расчет чердачного перекрытия//Анализ проблем внедрения результатов инновационных исследований и пути их решения. 2022. С.71-74. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48607146>