

Расчёт обрешетки под кровлю деревянного здания

Бабашов Даниэль Эльманович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

В статье рассматривается критическая роль правильного расчета обрешетки для кровли в строительстве. Обрешетка не только укрепляет кровельное покрытие, но и обеспечивает его долговечность, предотвращая деформации и утечки. Упор делается на важность выбора правильных материалов и учета климатических условий, что позволяет достичь эффективного распределения нагрузки и предотвращения скопления снега. В разделе, посвященном техническим аспектам проектирования обрешетки, подчеркивается необходимость тщательного расчета размеров, расположения брусков и их крепления. Статистические данные и примеры расчетов показывают, как нагрузки, такие как вес кровельного материала и погодные условия, влияют на решение.

Ключевые слова: строительные материалы, кровля, обрешетка, стропильная система.

Calculation of the crate for the roof of a wooden building

Babashov Daniel Elmanovich

Sholom-Aleichem Priamurskiy State University

Student

Abstract

The article discusses the critical role of the correct calculation of the roof sheathing in construction. The crate not only strengthens the roofing, but also ensures its durability, preventing deformations and leaks. The emphasis is on the importance of choosing the right materials and taking into account climatic conditions, which makes it possible to achieve effective load distribution and prevent snow accumulation. In the section devoted to the technical aspects of crate design, the need for careful calculation of the dimensions, the location of the bars and their fastening is emphasized. Statistical data and calculation examples show how loads, such as the weight of the roofing material and weather conditions, affect the decision.

Keywords: building materials, roofing, sheeting, rafter system.

Введение

При строительстве или ремонте крыши необходимо уделить особое внимание обрешетке – это важный компонент, который поддерживает и

защищает покрытие кровли. Расчет обрешетки является ключевым этапом проектирования, определяющим стабильность и долговечность всей конструкции.

Обрешетка выполняет не только функцию крепления кровельных материалов, но также способствует равномерному распределению нагрузок от снега, влаги и ветра. В данной статье мы рассмотрим основные принципы расчета обрешетки под кровлю различных типов и материалов, а также предоставим рекомендации по выбору оптимального размера и материала для вашего объекта.

О. С. Маленьких и В.А. Шмакова в своей работе проводят анализ различных типов черепичных кровель. Они рассматривают преимущества и недостатки черепиц, приводят сравнение различных применений стропильных систем и обрешёток, акцентируя внимание на таких характеристиках, как устойчивость к погодным условиям, стоимость и долговечность. Кроме того, обсуждаются особенности монтажа и эксплуатации[1].

З.А. Курбанов и К.Е. Грушевский в работе рассматривают основные проблемы и методы расчета снеговой нагрузки, которые могут значительно влиять на конструктивные решения скатных крыш. Авторы описывают подходы к повышению устойчивости и надежности кровельных конструкций в регионах с высокими снеговыми нагрузками, что особенно актуально для северных климатических зон[2].

А.А. Савельев приводит обзор различных типов стропильных систем, применяемых в строительстве. Автор рассматривает как традиционные, так и современные подходы к проектированию стропильных конструкций, анализирует материалы, используемые в их изготовлении, и обсуждает механизмы обеспечения прочности и устойчивости крыш под воздействием внешних факторов. Особое внимание уделяется инновационным решениям и их преимуществам в сравнении с классическими методами[3].

Н.А. Борисова, О.Н. Саввина и Л.А. Губенко в статье рассматривают достоинства и недостатки использования бруса из слоисто-склеенной древесины (LVL — Laminated Veneer Lumber) в стропильных системах и приводят расчёты проверки несущей способности данного материала[4].

Цель исследования: является рассмотрение технических аспектов проектирования обрешетки и проведение расчетов обрешетки под кровлю.

В работе были рассмотрены технические аспекты проектирования и выполнены расчеты обрешетки.

Важность правильного расчета обрешетки для кровли

Правильный расчет обрешетки под кровлю является ключевым этапом в строительстве, влияющим на прочность и долговечность кровельного покрытия. Обрешетка выполняет несколько функций, включая укрепление кровельного материала, равномерное распределение нагрузки от ветра, снега и дождя, а также обеспечение вентиляции кровли. Неправильно рассчитанная обрешетка может привести к деформации кровельного материала, утечке воды, образованию конденсата и другим проблемам.

При расчете обрешетки необходимо учитывать тип и форму кровли, нагрузку (ветровую, снежную), климатические условия, материалы, из которых она выполнена, а также размеры кровли. Например, для скатной кровли предпочтительно использовать обрешетку с уклоном, чтобы обеспечить хорошее стечение воды и предотвратить скопление снега. Выбор материала обрешетки также играет важную роль - металлическая обрешетка обеспечивает дополнительную прочность и защиту от коррозии, в то время как деревянная обрешетка имеет свои преимущества в части теплоизоляции и внешнего вида.

Технические аспекты проектирования обрешетки

При проектировании обрешетки под кровлю, важно уделить должное внимание техническим аспектам. Основная цель обрешетки - обеспечить надежную основу для крепления кровельного покрытия и защитить кровельную конструкцию от воздействия внешних факторов.

Первым этапом при расчёте обрешетки является определение типа и размера использованных материалов. Размер и диаметр брусков должны соответствовать нагрузкам, которые будут на них действовать. Также необходимо учесть тип кровельного покрытия и климатические условия региона, чтобы обеспечить долговечность конструкции.

Для оптимального расположения брусков обрешетки, необходимо провести расчёт расстояний между ними. Это зависит от типа кровельного материала и района климатических условий. Например, при укладке шифера интервал между брусками должен быть меньше, чем при использовании металлочерепицы.

Одним из ключевых моментов при проектировании обрешетки является расчёт нагрузок, которые она должна выдержать. В расчёте необходимо учитывать собственный вес обрешетки, вес кровельного материала, снеговую нагрузки. Для этого часто применяются специализированные программы и таблицы нагрузок.

Важно также учесть правила крепления брусков к несущим стенам или фермам. Крепление должно быть надёжным, чтобы обрешетка действительно могла выдерживать нагрузки и обеспечивать безопасность конструкции кровли. Разработка детального плана укладки обрешетки поможет избежать ошибок в монтаже и обеспечить равномерное распределение нагрузок.

Сбор нагрузок и расчет обрешётки

Сбор нагрузок на кровлю — это процесс определения и учёта всех сил, действующих на кровельную конструкцию (рис. 1). Он включает в себя расчёт веса самой кровли, снеговой нагрузки, ветровой нагрузки, а также полезной нагрузки (веса людей, оборудования и материалов). На основе полученных данных проектируется надёжная и устойчивая кровля, способная выдерживать различные воздействия окружающей среды и обеспечивать безопасность эксплуатации здания (табл.1).

Таблица 1 – Сбор нагрузки на 1м² кровли

Нагрузка	Нормативное значение; Кн/м2	γ_n	γ_f	Расчетное значение; I гр. П.С.
1	2	3	4	5
Металлочерепица "Финнера" $t=0,001$ $g=7850$ кг/м3	$\delta \cdot \rho \cdot l = 0,001 \cdot 78,5 = 0,079$	1	1,2	0,095
Обрешётка 50·50 мм, $S=330$ мм $g=600$ кг/м3	$\frac{b \cdot h \cdot \rho}{S}$ $= \frac{0,05 \cdot 0,05 \cdot 6}{0,33}$ $= 0,045$	1	1,1	0,05
Итог:	0,124	-	-	0,145
Временная				
Кратковременная	$S_0 (\mu=1,25)$	1	1,4	2,94
Длительная	$0,7 S_0=1,47$	1	1,4	2,06

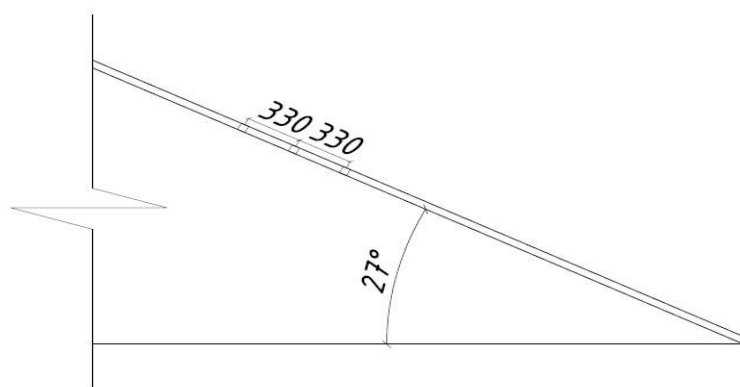


Рисунок 1 – Сбор нагрузок на обрешетку

Расчет нагрузки на бруски обрешетки выполняется для брусков I гр. П.С. с шагом $S = 0,33$ м.

$$q_{кр}^I = g_{кр}^I \cdot S = 0,145 \cdot 0,33 = 0,048 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

$$S_0 = S_g \cdot 0,7 \cdot \mu = 2,4 \cdot 0,7 \cdot 1,25 = 2,1 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

$$q_{снел}^I = g_{снел}^I \cdot S \cdot \cos(27^\circ) = 2,94 \cdot 0,33 \cdot 0,891 = 0,864 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

$$q_{об}^I = q_{снег}^I + q_{кр}^I = 0,912 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

II гр. П.С.

$$q_{кр}^{II} = g_{кр}^{II} \cdot S = 0,124 \cdot 0,33 = 0,041 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

$$q_{снег}^{II} = g_{снег}^{II} \cdot S \cdot \cos(27^\circ) \cdot 0,33 = 1,47 \cdot 0,33 \cdot 0,891 = 0,432 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

$$q_{об}^{II} = q_{кр}^{II} + q_{снег}^{II} = 0,473 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

Для расчета используются два варианта нагружения обрешетки как двухпролетной балки с пролетом $l = B = 0,8 \text{ м}$ (шаг стропильных ног).

Изгибающие моменты определяются следующим образом:

а) для первого случая загрузки - собственный вес кровли и снеговая нагрузка (рис. 2)

$$q_{об}^I = 0,912 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

$$M_1 = M_{оп} = \frac{q_{об} \cdot l^2}{8} = \frac{0,912 \cdot 0,8^2}{8} = 0,073 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

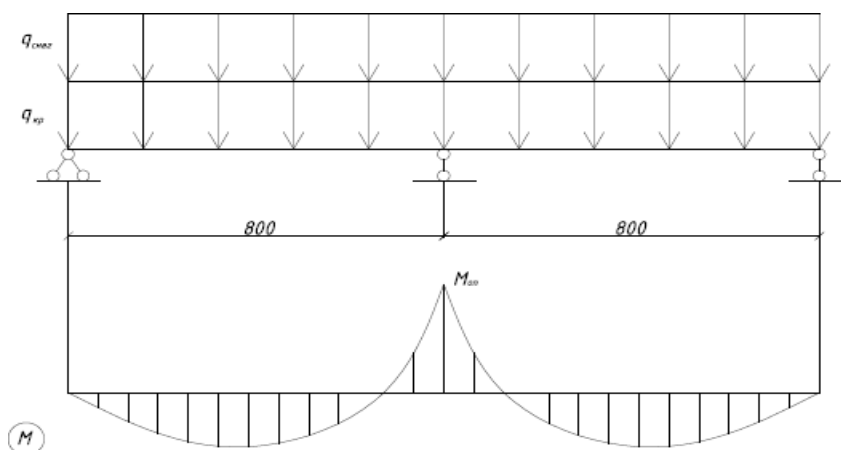


Рисунок 2 – Расчетная схема и эпюра изгибающих моментов для первого варианта загрузки

б) для второго случая загрузки - собственный вес кровли и вес монтажника с инструментом, принимаемый равным 100 кг (рис. 3)

$$F = F^n \cdot \gamma_f = 1 \cdot 1,2 = 1,2 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

$$\begin{aligned} M_2 &= 0,07 \cdot q_{кр} \cdot l^2 + 0,21 \cdot F \cdot l \cdot \cos(\alpha) \\ &= 0,07 \cdot 0,048 \cdot 0,8^2 + 0,21 \cdot 1,2 \cdot 0,8 \cdot 0,891 = 0,182 \text{ кН} \cdot \text{м} \end{aligned}$$

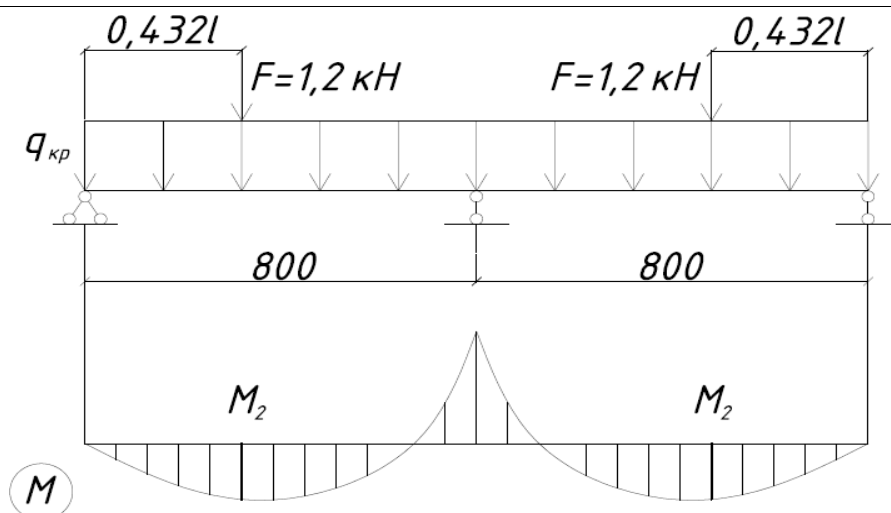


Рисунок 3 – Расчетная схема и эпюра изгибающих моментов для второго варианта загрузки

Наибольший изгибающий момент при втором варианте:

$$M_{\max} = M_2 = 18,2 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

Поскольку плоскость действия нагрузок не совпадает с главными плоскостями сечения бруска обрешетки, необходимо рассчитать брусек на косой изгиб (рис. 4).

Моменты:

относительно оси $x - x$

$$M_x = M_{\max} \cdot \cos(\alpha) = 18,2 \cdot 0,891 = 16,22 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

относительно оси $y - y$

$$M_y = M_{\max} \cdot \sin(\alpha) = 18,2 \cdot 0,454 = 8,26 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

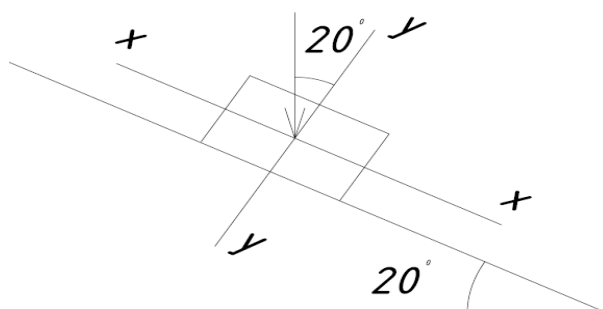


Рисунок 4 – К расчету бруска обрешетки

Проверка прочности бруска по нормальным напряжениям:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{16,22}{20,8} + \frac{8,26}{20,8} = 1,18 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_u = 1,3 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

W_x и W_y - момент сопротивления сечения бруска относительно осей

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{5 \cdot 5^2}{6} = 20,8 \text{ см}^3$$

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{5^2 \cdot 5}{6} = 20,8 \text{ см}^3$$

$R_u = 1,3$ – это расчетное сопротивление материала сосны.

Проверка жесткости (прогиба) бруска:

Прогиб бруска в плоскости, перпендикулярной скату, определяется по формуле $l = B = 0,8 \text{ м} = 80 \text{ см}$, где l - длина бруска.

$$f_y = \frac{2,13 \cdot q_{об}^{II} \cdot \cos(\alpha) \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot J_x} = \frac{2,13 \cdot 0,00473 \cdot 0,891 \cdot 80^4}{384 \cdot 1000 \cdot 52,08} = 0,02 \text{ см}$$

J_x и J_y - момент инерции сечения бруска относительно осей X и Y.

$$J_x = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{5 \cdot 5^3}{12} = 52,08 \text{ см}^4$$

$$J_y = \frac{b^3 \cdot h}{12} = \frac{5^3 \cdot 5}{12} = 52,08 \text{ см}^4$$

Прогиб бруска в плоскости, параллельной скату

$$f_x = \frac{2,13 \cdot q_{об}^{II} \cdot \cos(\alpha) \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot J_y} = \frac{2,13 \cdot 0,00473 \cdot 0,891 \cdot 80^4}{384 \cdot 1000 \cdot 52,08} = 0,02 \text{ см}$$

Полный прогиб:

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{0,02^2 + 0,02^2} = 0,03 \text{ см} < f_{пр} = 0,67 \text{ см}$$

$f_{пр}$ - предельный прогиб бруска:

$$f_{пр} = \frac{1}{120} \cdot l = \frac{80}{120} = 0,67$$

Жесткость бруска достаточна для его использования.

Заключение

Обрешетка является одним из важных элементов кровельной системы, обеспечивающим поддержку и защиту кровельного материала. Расчёт обрешетки под кровлю играет ключевую роль в обеспечении прочности и долговечности всей конструкции. Данный процесс представляет собой сложный инженерный расчёт, учитывающий не только тип и материал кровли, но и климатические условия, нагрузки на конструкцию, а также другие важные факторы.

Библиографический список

1. Маленьких О. С., Шмакова В.А. Кровля из металлочерепицы и её сравнение с другими видами черепичных кровель // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2021. Т 2. С. 255-260. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49184791>
2. Курбанов З.А., Грушевский К.Е. Влияние снеговой нагрузки на скатную кровлю // Наука и современное общество: актуальные вопросы, достижения и инновации. 2020 С. 128-131. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39548725>
3. Савельев А.А. Конструкции крыш. Стропильные системы // Современные технологии в строительстве. 2009. №3. С.119-124. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19629416>
4. Борисова Н.А., Саввина О.Н., Губенко Л.А. Стропильные системы из LVL

бруса //Аллея науки. 2018. Т 3. №7(23). С. 396-399. URL:
<https://elibrary.ru/item.asp?id=35467192>

5. СП 17.13330.2017 Кровли.