

Применение стропильных систем в строительстве

Суржко Алексей Викторович

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Фельдман Андрей Геннадьевич

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

В данной работе представлен литературный обзор научных трудов авторов, изучающих применение стропильных систем в строительстве, где стропила рассматриваются, как несущая система скатной крыши, которая состоит из наклонных стропильных ног, вертикальных стоек и наклонных подкосов. Описать технологии устройства наслонных стропильных систем, с акцентом на безраспорную систему.

Ключевые слова: крыша, стропильные системы, кровельные покрытия, деревянные балки

The use of truss systems in construction

Surzhko Alexey Viktorovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Feldman Andrey Gennadievich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The purpose of this work is to conduct a literary review of the scientific works of authors studying the use of truss systems in construction, where the rafters are regulated as a supporting system of a pitched roof, which consists of inclined rafter legs, vertical racks and inclined struts. Describe the technologies for the device of layered truss systems, with an emphasis on a non-thrust system.

Keywords: roof, truss systems, roof coverings, wooden beams

Целью исследования является изучение литературных трудов в области применения стропильных систем. С.С. Орлова отмечает, что форма крыш в строительстве последнее время усложняется. Сложная форма, состоящая из многочисленных скатов, несомненно, придает крыше оригинальный рельеф, однако неизбежные в этой связи ребра, наклоны, ендовы к элементам,

выступающие над крышей, создают сложности в их изготовлении и работе, требуют дорогих конструктивных решений и материалов [1].

Основными моментами при проектировании крыши являются выбор типа крыши и величин уклонов скатов, выбор материала кровельного покрытия и расчет конструкций стропильной системы. Расчет стропильной конструкции является важным моментом при проектировании крыши, так как неправильное определение или недооценка нагрузок могут привести не только к деформации стропильной конструкции и нарушению кровельного покрытия, но даже и к обрушению крыши. Н. Е. Поповутверждает, что многие кровельные материалы непосредственно влияют на проектирование строительной системы, поэтому выбор кровельного материала осуществляют на стадии проекта [2].

Качественная и устойчивая крыша обеспечивается его несущими конструкциями, которые в скатной крыше состоят из стропил и обрешетки. Конструктивная схема стропил определяется формой крыши, наличием и расположением внутренних опор, и длиной перекрываемого пространства.

Статически определимыми системами (СОС) называют стержневые, балочные конструкции и рамы, во всех элементах которых, для определения внешних и внутренних усилий, в том числе реакций связей, достаточно только уравнений равновесия. Расчетные схемы статически определимых систем имеют следующий вид: Балки и рамы (подробно описывает Д.В. Бычков [3]), Трехшарнирные системы (труд А. Ю. Акинфина [4]), Фермы, Многопролетные системы). Если же уравнений статики окажется недостаточно, то говорят, что мы имеем дело со статически неопределимыми системами.

З.А. Курбанов выполнил с использованием программы «Декор» анализ расчета стропильной деревянной балки и поверочный расчет элементов стропильной системы соответствии с СП 64.13330.2011. Он рассматривал крышу здания учебного корпуса - чердачную, с деревянной стропильной системой, с деревянной обрешеткой, с покрытием из асбестоцементных листов. Стропильные ноги выполнены из доски сечением 65×160 мм и установлены с шагом 950-980 мм. По наружным стенам стропильные ноги опираются на мауэрлат из бруса в пролете – на стойки из бревна диаметром 200 мм или бруса сечением 200×200 мм и подкосы из доски сечением 65×160 мм. Стойки и подкосы опираются на внутренние кирпичные стены через лежень из бруса сечением 200×200 мм. Анализ результатов расчетов З.А. Курбанова показывает, что при действующих нагрузках прочность элементов рамы обеспечивается. Прогиб превышает предельную допустимую величину согласно СП 20.13330.2016. В результате статических расчетов авторами получены значения перемещений узлов пространственной системы, усилия в элементах от каждого нагружения и от расчетных комбинаций нагружений; расчетные сочетания усилий в элементах стропильной системы [5].

В независимости от угла ската, ветер сильно воздействует на крышу: круто скатную кровлю старается сбросить, более плоскую кровлю – поднять с подветренной стороны. Для расчета нагрузки ветра во внимание принимают

его горизонтальное направление, при этом он дует двунаправленно: на фасад и на крышной скат. Во-первых, поток разбивается на несколько – часть идет вниз на фундамент, а часть потока по касательной сверху вертикально опирается на свесы крыши и пытается поднять ее. Во втором случае, воздействуя на скаты крыши, ветер давит перпендикулярно скату, вдавливая его; также образуется завихрение по касательной с наветренной стороны, огибая конек и превращаясь в подъемную силу уже с подветренной стороны, в связи с разницей в давлении ветра с обеих сторон [6]. На рисунке 1 представлен фотоотчет расчетного значения ветрового давления.



Рисунок 1- Фотоотчет расчетного значения ветрового давления

Целью исследование Р.А. Манапова является изучение эффективной технологии возведения стропильной системы, которая делает упор на несущие элементы строения, то служит также каркасом для различных видов материалов кровли: утеплителей, гидроизоляции, разнообразных покрытий. Основные выводы и рекомендации, полученные в результате его исследования, использованы при реконструкциях и капитальных ремонтах скатных крыш [7].

Определение нагрузок на элементы стропильной системы крыши приведено в работе В. О. Нестеровой Поверочные расчеты элементов стропильной системы выполнены в соответствии с СП 64.13330.2011 с использованием программы «Декор». На рисунках 2-5 представлен общий вид расчетной схемы стропильной фермы в осях; деформированная схема и значения (в мм) максимальных вертикальных перемещений фермы; эпюра (в кН) продольных сил N в элементах фермы; эпюра (в кН*м) изгибающих моментов M в элементах фермы [6].

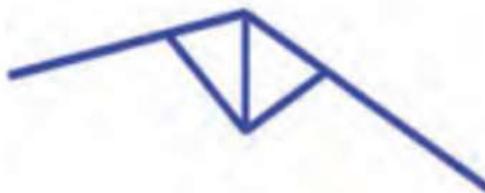


Рисунок 2- Общий вид расчетной схемы стропильной фермы

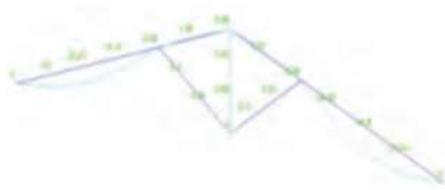


Рисунок 3- Деформированная схема и значения (в мм) максимальных вертикальных перемещений фермы



Рисунок 4- Эпюра (в кН) продольных сил N в элементах фермы



Рисунок 5- Эпюра (в кН*м) изгибающих моментов M в элементах фермы

В соответствии с СП 17.13330.2017, крыша - верхняя несущая и ограждающая конструкция здания или сооружения для защиты помещений от внешних климатических и других воздействий. Существует две технологии устройства наслонных стропильных систем: безраспорная и распорная.

В безраспорнойнаслонной системе стропильная нога работает на изгиб и не передает распирающего горизонтального усилия на стены. Три варианта реализации безраспорныхнаслонных стропил:

1. «Жесткий низ – свободный верх». Внизу ноги стропильной формируется врубка, которая далее находится на мауэрлатах. Она может заменить фиксацию специальной опорной стойки. Сверху делают врубки, но они должны быть большего размера и располагаться горизонтально. Обязательно создается небольшой скос, предотвращающий возникновение упора в прогон и создание сопротивления изгибу.

2. «Жесткий верх – свободный низ». Низ ноги формируется на специальном высокопрочном ползуне. Наиболее часто используется данный метод создания бесперебойной системы. Верх элемента закрепляют болты или гвозди, а стропила могут быть укреплены друг с другом, а затем их соединяют пластинами металла или вставками из дерева. При таком методе стропила крепятся к мауэрлату при предварительном расчете оптимального шага. Фиксируются стропила двумя гвоздями, вбиваемыми в боковые стороны

элемента. Также допускается пользоваться всего одним гвоздем, но он забивается через верх.

3. «Жестко заземленный верх – свободных низ». Способ предполагает жесткое заземление конька, где верх надежно и крепко крепится, а низ формируется в ползунках. Такие крепления не создают на стенах строения распор. В коньке образуется момент изгиба, он стремится его разрушить, а стропила образуют небольшие прогибы. Установка обеспечивает получение определенного запаса прочности, повышающего дополнительно несущую способность крыши.

После проведения исследования литературы сделаны следующие выводы, которые можно отразить как основные моменты при проектировании крыши: выбор типа крыши, величин уклонов скатов, выбор материала кровельного покрытия и расчет конструкций стропильной системы.

Библиографический список

1. Орлова С. С., Алигаджиев Ш. А. Преимущества и недостатки кровельных покрытий зданий и сооружений // Современная наука: теоретический и практический взгляд: сборник статей Международной научно - практической конференции. в 2 ч. Ч.2. Уфа: АЭТЕРНА, 2015. С. 258 - 260.
2. Бурханова А. С. Анализ расчета стропильной системы. Научно-исследовательский центр "Вектор развития". 2021. № 5. С. 127-130.
3. Попов Н. Е. Кровельные материалы. Сборник статей Международной научно-практической конференции: в 6 частях, Магнитогорск, 20 декабря 2017 года. Том Часть 3. Магнитогорск: Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2017. С. 172-174.
4. Бычков Д. В. Строительная механика стержневых тонкостенных конструкций. М.: Госстройиздат. 1962. Т. 475. С. 1.
5. Акинфина А. Ю., Федоров Ю. А. Влияние промежуточных стоек на усилия и реакции в трехшарнирной стропильной системе // Молодые ученые-развитию Национальной технологической инициативы. 2018. №. 1. С. 281-282.
6. Курбанов З. А. Анализ расчета деревянной стропильной системы. Интеллектуальный потенциал общества как драйвер инновационного развития науки: сборник статей Международной научно-практической конференции, Тюмень, 26 июня 2019 года. Том Часть 1. Тюмень: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2019. С. 43-45.
7. Нестерова В. О. Влияние ветровых нагрузок на здание в современном строительстве. Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций: сборник научных трудов 5-й Международной научно-практической конференции, Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. С. 205-207.
8. Манапов Р.А., Михалик Е.А. Исследование технологической особенности конструкций наслонных стропильных систем // The Scientific Heritage. 2022. №103.