

Безраскосные фермы покрытия

Лебедев К.Г.

(Научный руководитель – Зверев В.Ф.)

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

При больших пролетах использование двускатных балок становится не всегда рациональным, поэтому выходом из этой ситуации стало использование железобетонных стропильных ферм.

Железобетонные фермы используются при пролетах 18,24 и 30 метров и в основном применяются в качестве стропильных конструкций производственных зданий. Среди большого разнообразия ферм (сегментные, полигональные, арочные и др. фермы с треугольной решеткой) наибольшее признание получили безраскосные фермы.

Безраскосные фермы выгодно отличаются распределением усилий, простотой армирования и конструкцией опалубки, более экономичны по расходу материалов и более удобны для размещения технологических коммуникаций в межферменном пространстве. Поэтому их часто применяют для покрытий зданий как со скатной, так и малоуклонной или плоской кровлей.

Безраскосные фермы для покрытий одноэтажных производственных зданий проектируют с криволинейным (сегментным) или полигональным очертанием верхнего пояса; для многоэтажных зданий применяют безраскосные фермы с параллельными поясами (в качестве ригелей перекрытий зданий с межферменными этажами). Наиболее благоприятным по статической работе является криволинейное (круговое) очертание верхнего пояса. Благодаря эксцентриситету продольной силы в данном поясе возникает изгибающий момент, обратный по знаку моменту от внеузлового нагружения, что влияет на снижение изгибающих моментов в стойках. Кроме того использование криволинейного пояса позволяет значительно упростить их изготовление, улучшаются условия монтажа плит покрытия и устройство кровли.

Панели верхнего пояса ферм, за исключение арочных раскосных, имеют длину 3 м, чтобы нагрузка от плит покрытия передавалась в узлы ферм. Как известно, в данном случае не возникает местного изгиба верхнего пояса фермы.

Высота ферм в коньке принимается равной $1/6 - 1/8$ пролета. Ширина сечений всех элементов принимается одинаковой и равной 240–280 мм, что вполне достаточно для опирания плит покрытия пролетом 6-12 метров. Высота поперечного сечения верхнего и нижнего поясов h_1 обычно принимается одинаковой и равной 200...300 мм, а высота поперечного сечения стоек h_2 назначается из условия $h_2/h_1 = 0,7...0,8$.

Изменение соотношения между жесткостями элементов безраскосных ферм ведет к изменению распределения моментов. Так, увеличение сечения верхнего пояса приводит к росту моментов в нем и снижению моментов в нижнем поясе и стойках. Хотя такое уменьшение желательно по условиям обеспечения трещиностойкости нижнего пояса, все же оно ведет к перерасходу материалов в целом. Поэтому пояса ферм проектируются одинаковой высоты. Рекомендуемое соотношение между жесткостями поясов и стоек 1:1:0,8. Примыкание стоек к поясам обычно выполняется в виде уширений (“вугтов”) с соотношением сторон 1:3 или 1:5. Это делается для увеличения трещиностойкости, снижения концентрации напряжений и уменьшения площади сечения арматуры стоек.

Безраскосные фермы обычно готовятся цельными из бетона классов $C^{25}/_{30} - C^{50}/_{60}$. Верхний пояс, раскосы и стойки решетки армируют сварными каркасами из стержней класса S400. Напрягаемую арматуру нижнего пояса рекомендуется принимать преимущественно в виде канатов К-7 и К-19 или высокопрочной проволоки S1400. Нижний пояс ферм кроме продольной напрягаемой арматуры имеет конструктивные замкнутые хомуты в узлах через каждые 500мм. Арматуру элементов решетки объединяют в узлах с арматурой поясов ферм путем применения дополнительных сеток, состоящих из окаймляющих и поперечных стержней.

Рассматривая статический расчет безраскосных ферм следует отметить, что безраскосные фермы представляют внутренне многократно статически неопределимые системы и внешне статически определимые системы (относительно своих опорных реакций), (рисунок 1).

Определение усилий в фермах производят с учетом невыгодных для элементов решетки загрузений одной половины снегом, подвесным транспортом и коммуникациями. Особенностью таких ферм является наличие значительных изгибающих моментов и попереч-

ных сил в жестких узлах сопряжения элементов. Изгибающие моменты от внеузловой нагрузки рассчитывают как для многопролетной неразрезной балки.

Верхний пояс рассчитывают как внецентренно сжатый элемент. Внецентренно сжатыми являются также сжатые элементы решетки и стойки безраскосных ферм. Расчетная длина сжатых элементов составляет $(0,8 \dots 0,9) \cdot l$, где l – расстояние между центрами смежных закрепленных узлов.

Нижний пояс при отсутствии внеузловых нагрузок рассчитывают как центрально растянутый элемент. При внеузловой нагрузке нижний пояс рассчитывают как внецентренно растянутый элемент.

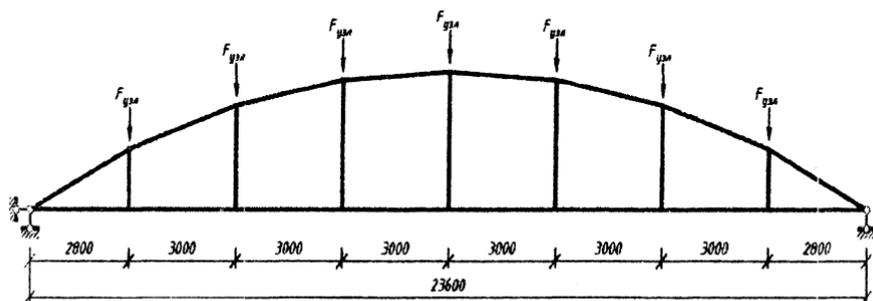


Рисунок 1. Расчетная схема

Так как фермы являются многократно статически неопределимыми конструкциями, то для определения внутренних усилий (статический расчет) в элементах фермы используются точные и приближенные методы. Для точного расчета применяют метод сил и различные программы для ЭВМ (например: метод конечных элементов, программа “Ли́ра”). Из приближенных методов наибольшее распространение получил метод, предложенный проф. Р. Залигером, который позволяет рассчитать ферму вручную. Этот способ применяется для ферм с симметричной узловой нагрузкой. Он основан на расчленении основной системы фермы фиктивными шарнирами, которые располагаются в сечениях с нулевыми значениями изгибающих моментов. Это прежде всего в сечениях, по середине длины стоек и вблизи середины панелей верхнего пояса фермы. Поперечные продольные силы и изгибающие моменты в

сечениях поясов и стоек определяют из условия равновесия половины фермы, выделенных разрезом через шарниры в стойках.

ЛИТЕРАТУРА

1. СНБ 5.03.01-02. «Бетонные и железобетонные конструкции». – Мн.: Стройтехнорм, 2003г. – 274 с.
2. Заикин А.И. Железобетонные конструкции одноэтажных промышленных зданий – Москва, АСВ, 2007.
3. Байков, В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов. – М.:Стройиздат, 1991. – 768 с.