

О ПОСТРОЕНИИ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ ПОПЕРЕЧНОЙ РАМЫ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КАРКАСА ЗДАНИЯ ПАВИЛЬОННОГО ТИПА

Никулина О.В., Аминова В.А.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Вопросы, связанные с построением упрощенной расчетной схемы поперечной рамы металлического каркаса одноэтажных зданий павильонного типа, возникают перед проектировщиками на разных стадиях создания проектной документации. Вначале эта проблема встает перед архитекторами при разработке эскизного проекта: для того, чтобы архитектурные решения были реальными, архитектор должен представлять себе как работают конструкции и какие габаритные размеры следует им назначить. Ответы на такие вопросы можно получить, основываясь на элементарных знаниях строительной механики и используя табличный аппарат справочной литературы по проектированию зданий с несущими конструкциями из различных материалов. По такому же пути будут двигаться и проектировщики следующих стадий проектирования каркасов зданий павильонного типа для предварительного назначения размеров поперечных сечений несущих колонн и составления расчетных комбинаций усилий для расчета конструкций нулевого цикла. Далеко не всегда у разработчиков проекта есть возможность воспользоваться с этой целью существующими решениями, предлагаемыми типовыми сериями или проектами-аналогами. Гораздо чаще требуется разработка индивидуального решения.

Имеющаяся в справочной литературе информация, позволяющая выполнить статический расчет поперечной рамы на характерные виды нагрузок с помощью таблиц, основана на преобразовании конструктивной схемы рамы в простейшую стержневую систему, состоящую из сплошностенчатых стоек, заменяющих колонны, и ригеля сплошного сечения, заменяющего пролетную конструкцию [1]. При таком подходе к построению расчетной схемы проектировщику предстоит самостоятельно принять решение о том, что принять за критерий эквивалентности и насколько адекватной реальной конструктивной схеме будет упрощенная расчетная схема поперечной рамы каркаса проектируемого здания.

Рекомендации по определению эквивалентной жесткости решетчатых ригелей в виде плоских стальных ферм, жестко присоединяемых к несущим колоннам, приведены в монографии Н.С. Примака [2] и распространяются только на фермы с трапециевидным очертанием поясов с восходящими опорными раскосами и горизонтальным нижним поясом. Кроме того, автором рекомендуется в дальнейших расчетах упрощенной схемы ригель рамы принимать горизонтальным, с постоянным по высоте сечением.

Предлагаемые в настоящее время конструктивные схемы покрытий зданий павильонного типа отличаются большим многообразием: в качестве несущей пролетной конструкции используются плоские фермы с

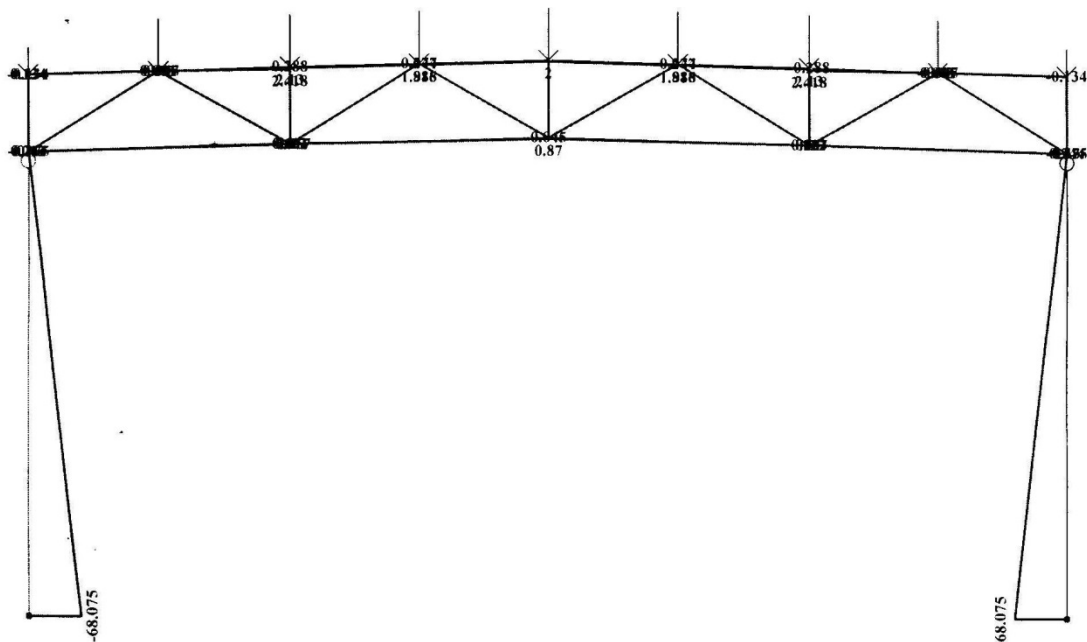
параллельными поясами с восходящими и нисходящими опорными раскосами, пространственные конструкции в виде структурных блоков, арки, своды и др.

Попробуем проанализировать адекватность замены плоской решетчатой пролетной конструкции стержнем сплошного сечения на примере двух простейших вариантов конструктивных решений: фермы с параллельными поясами и восходящими опорными раскосами, шарнирно опирающейся на колонну сверху (Рисунок 1а); фермы с параллельными поясами и нисходящими опорными раскосами при шарнирном опирании на колонну сверху (Рисунок 1б). Пролет ферм принят 24м, габаритная высота – 1,8м. Поперечные сечения элементов ферм приняты из спаренных уголков в соответствии с рекомендациями серии 1.263.2-4.3КМ. Уклоны верхнего и нижнего поясов ферм приняты равными 3%. Расчетная погонная нагрузка на фермы принята 21кН/м. Несущие колонны каркаса - из двутавров с параллельными гранями полок №50Ш1 по ГОСТ 26020-83. Высота колонн до низа стропильной конструкции – 10,8м.

В программном комплексе «ЛИРА 9.4» был выполнен статический расчет поперечных рам с двумя вышеприведенными вариантами решетчатых ригелей, а также расчет поперечной рамы с ригелем сплошного сечения эквивалентной жесткости. В качестве поперечного сечения сплошного ригеля по критерию равенства максимальных прогибов был принят прокатный двутавр с параллельными гранями полок №100Б2 по ГОСТ 26020-83. При этом ось сплошностенчатого ригеля принималась параллельной осям поясов решетчатых пролетных конструкций с изломом в середине пролета. Максимальный прогиб от расчетной нагрузки фермы с восходящими опорными раскосами и опиранием на колонну сверху составил 9,11см, а фермы с нисходящими опорными раскосами – 8,95см. Незначительное отличие прогибов описанных конструкций ригеля связано с более разреженной решеткой ферм с восходящими опорными раскосами. Прогиб ригеля поперечной рамы из двутавра с параллельными гранями полок №100Б2 при действии такой же расчетной нагрузки составил 8,5см.

Таким образом, если исходить только из критерия равенства прогибов конструкции, то замена решетчатого ригеля на элемент рамы сплошного сечения кажется вполне корректной. Однако анализ всей поперечной рамы каркаса показывает, что в опорных сечениях стоек рам, функцию ригеля в которых выполняют плоские фермы с восходящими опорными раскосами, возникают положительные изгибающие моменты $M_{оп}=68,08\text{кНм}$.

a)



б)

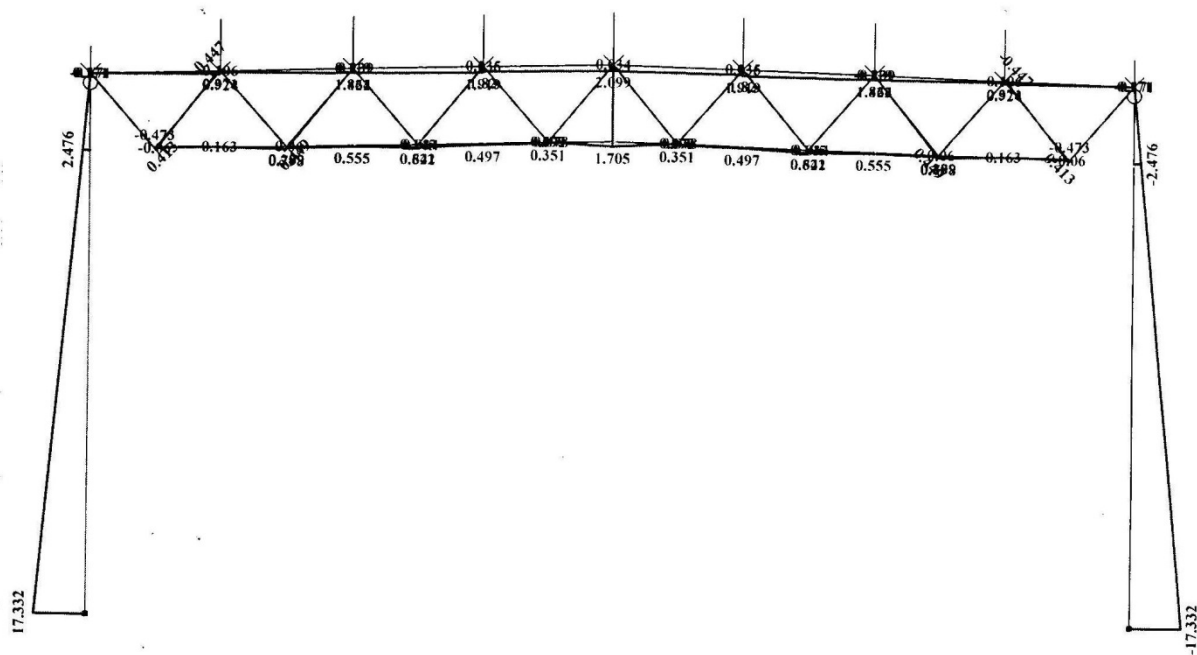


Рисунок 1 – Результаты статического расчета поперечных рам каркасов зданий павильонного типа с решетчатыми ригелями на вертикальную нагрузку

А в опорных сечениях стоек рам с ригелями в виде ферм с нисходящими опорными раскосами появляются отрицательные изгибающие моменты $M_{оп} = -17,33 \text{ кНм}$. В то же время расчет поперечной рамы с ригелем сплошного сечения, ось которого проходит через центры опорных шарниров показал, что в опорных сечениях стоек поперечной рамы возникают изгибающие моменты $M_{оп} = -9,43 \text{ кНм}$.

Анализ приведенных значений изгибающих моментов в опорных сечениях стоек поперечных рам при их расчете на вертикальную нагрузку показывает, что при продольных усилиях в стойках $N=252\text{кН}$, замена решетчатых ригелей на сплошностенчатые приводит к занижению численных значений нормальных напряжений в опорных сечениях стоек при фермах с восходящими опорными раскосами – на 110,5%, при фермах с нисходящими опорными раскосами – на 14,9%. Таким образом, при решении вопроса о построении упрощенной расчетной схемы поперечной рамы металлического каркаса здания павильонного типа, не следует руководствоваться только критерием эквивалентных жесткостей заменяемых конструкций. Нужно принципиально согласовывать еще и форму, и местоположение оси эквивалентного ригеля, а также, за счет введения системы жестких вставок в зонах узлов сопряжения ригеля со стойками, добиваться равенства напряженно-деформированного состояния стоек заменяемой и эквивалентной рам.

Список литературы

- 1. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Расчетно-теоретический. В 2-х кн. Кн.1/под ред. А.А. Уманского. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1972. – 600 с.*
- 2. Примак, Н.С. Расчет рамных конструкций одноэтажных промышленных зданий: учебное пособие для студентов инженерно-строительных вузов /Н.С. Примак. – Киев: Вища школа, 1972.- 496 с.*