

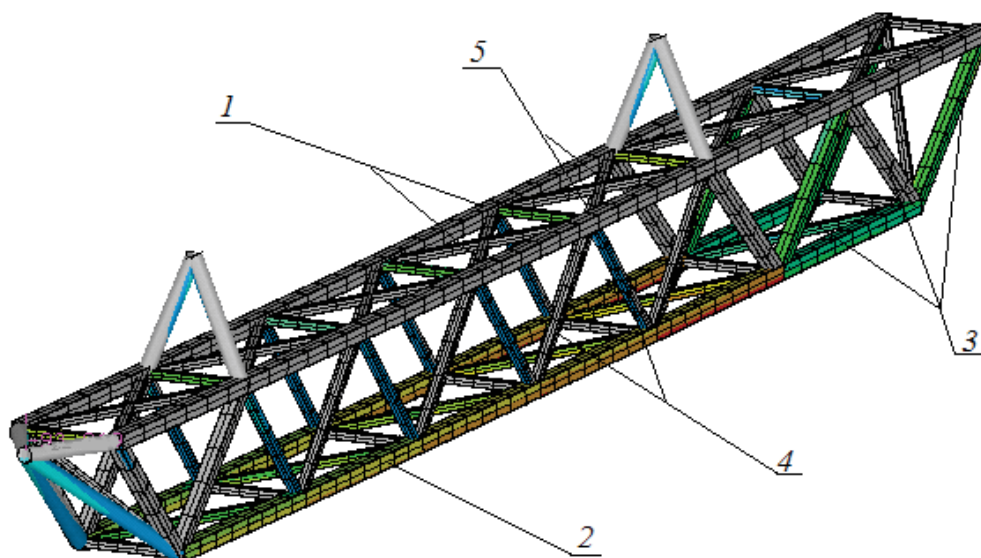
А.М. Лось, ст. преп.;
А.И Сурус, доц., канд. техн. наук;
А.В. Блохин доц., канд. техн. наук;
Я.С. Воронец, студ. (БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ НЕСУЩЕЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ РАМНОЙ КОНСТРУКЦИИ, НАГРУЖЕННОЙ ПРОДОЛЬНОМИ И ПОПЕРЕЧНЫМИ СИЛАМИ

Количественные показатели и характер изменения силовых воздействий, которые воспринимаются несущими рамными конструкциями при выполнении рабочих операций, значительно зависят от условий эксплуатации. Это происходит как при взаимодействии конструкций с внешней средой, так и при появлении внешних возмущающих сил от деталей и узлов, смонтированных на раме. Возмущающие силы разнообразны по направлению, природе, характеру действия и т.д.

При выполнении исследований напряженно-деформированного состояния элементов несущей металлической рамной конструкции учитывается суммарное воздействие всех боковых сил и смоделировано действие продольной растягивающей и вертикальных точечных силовых нагрузок.

Исследуемая несущая металлическая рамная конструкция представлена на Рисунке 1.



1 – верхние пояса; 2 – нижние пояса; 3 – тяжелонагруженные раскосы;
4 – раскосы; 5 – поперечная крестообразная решетка

Рисунок 1 – Конструкция рамы

Несущая рама сконструирована из следующих элементов: верхние пояса 1, нижние пояса 2, тяжелонагруженные раскосы 3, слабонагруженные раскосы 4 и поперечная крестообразная решетка 5.

В такой компоновочной схеме использованы элементы коробчатых квадратных поперечных сечений со следующими размерами: для стержней верхнего и нижнего пояса наружным размером 90 мм и стенкой толщиной 5 мм; для тяжелонагруженных раскосов – 80 мм и стенкой толщиной 4 мм; для горизонтальных поперечных связей и раскосов 50 мм.

На Рисунок 2 представлена диаграмма растягивающих (сжимающих) усилий, возникающих в элементах рамы при воздействии на нее вертикальных и горизонтальных (продольных и боковых) нагрузок. Наибольшие растягивающие нагрузки зафиксированы в элементах нижнего пояса, которые достигают величины $F_{\max(p)} = 155$ кН, а наибольшие сжимающие напряжения в верхнем поясе достигли значения $F_{\max(c.ж)} = 105$ кН.

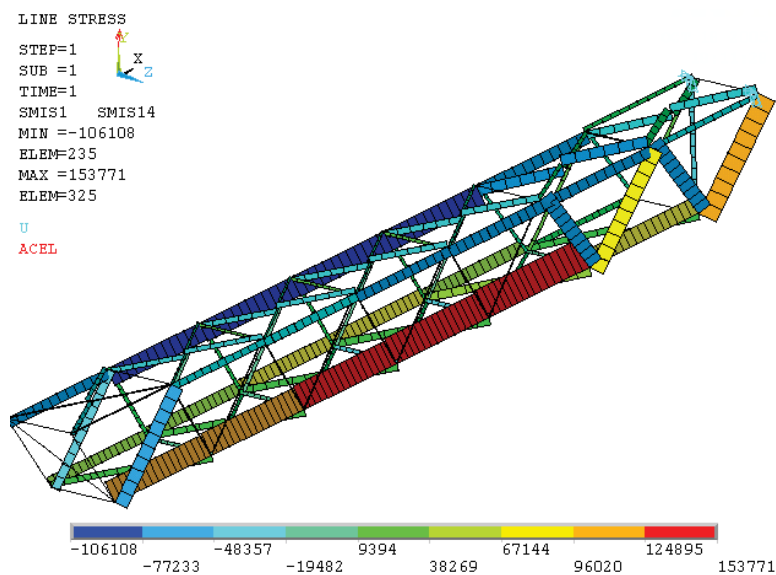


Рисунок 2 – Диаграмма осевых усилий в стержнях рамы

Оценка напряженно-деформированного состояния исследуемой конструкции следует производить по фактическому коэффициенту запаса прочности по условию

$$n \geq [n], \quad (1)$$

где $[n]$ – допустимый коэффициент запаса прочности, зависящий от степени ответственности. Для практических расчетов достаточно принять $[n] = 1,5$.

При использовании для изготовления рамы таких конструкционных материалов как сталь, в качестве предельного напряжения принимается предел текучести, т.е. $\sigma_{\text{lim}} = \sigma_{\text{T}}$. Проведенные ранее исследо-

вания показывают, что при использовании материала сталь 09Г2 с пределом текучести $\sigma_T = 310 \text{ Н/мм}^2$, коэффициент запаса прочности, в режиме статического нагружения вертикальными нагрузками составляет 4,4, что значительно больше требуемого значения.

Напряжения, возникающие в элементах рамы под воздействием вертикальных и горизонтальных нагрузок, представлены на Рисунок 3. Напряжения в элементах верхней горизонтальной крестообразной решетки имеют максимальное значение величиной $\sigma_{\max} = 120 \text{ Н/мм}^2$, а в стержнях нижнего пояса показывают значение в 95 Н/мм^2 .

Ранее проведенные исследования показали, что при отсутствии боковых нагрузок напряжения в нижнем поясе не превышали 70 Н/мм^2 .

Однако, в любом случае фактический коэффициент запаса прочности конструкции будет больше величины $n = 2,6$, что практически вдвое больше требуемого уровня, а это говорит о том, что исследуемая металлическая несущая рамная конструкция сохраняет свою работоспособность при воздействии на нее дополнительных боковых внешних сил.

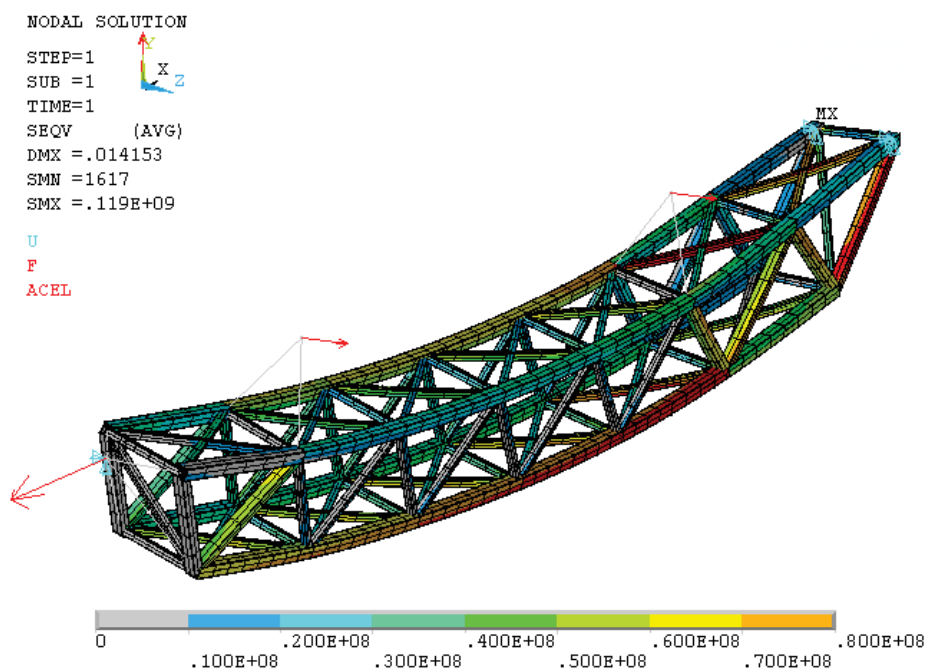


Рисунок 3 – Напряжения в элементах рамы под воздействием вертикальных и горизонтальных нагрузок

Диаграмма углов поворота элементов рамы, характеризующая ее жесткость, приведена на Рисунок 4.

Наибольший угол поворота элементов рамы зафиксирован в левой части, так как здесь предусмотрено шарнирное крепление рамы относительно всех геометрических осей, в то время как правые шар-

ниры крепления рамы подразумевают возможность вращения только относительно поперечной горизонтальной оси. Максимальный угол перемещения элементов рамы достигает значения $2,75^\circ$.

Учитывая достаточно большую длину рассматриваемой конструкции рамы можно сказать, что такая величина максимального угла поворота является вполне приемлемой.

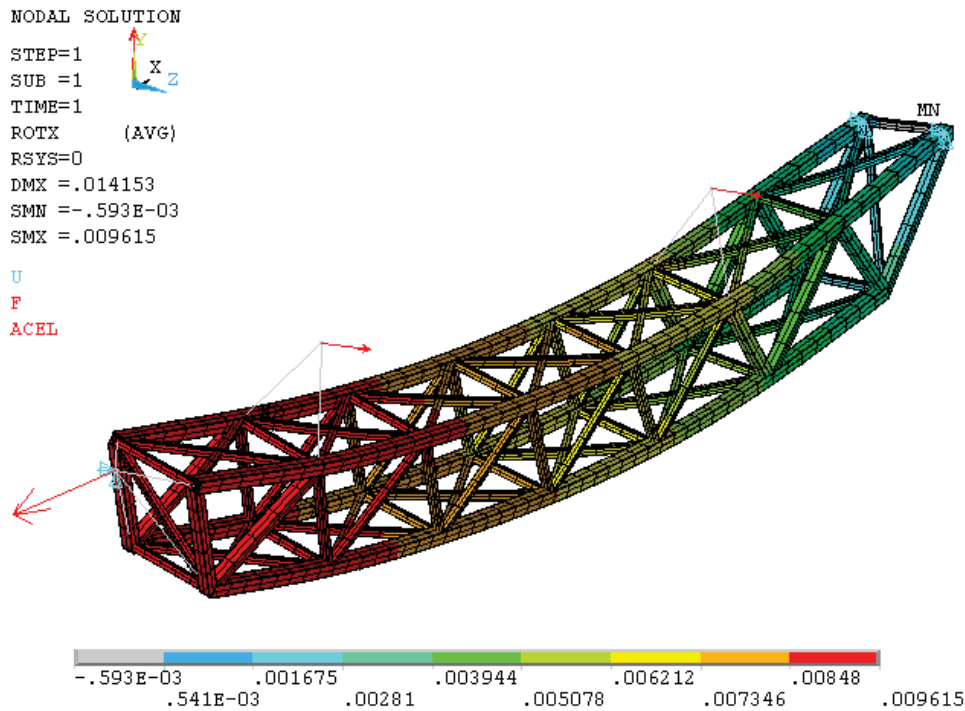


Рисунок 4 – Диаграмма угла закручивания рамы относительно продольной оси

Проведенные исследования показывают, что рассматриваемая несущая рамная конструкция имеет достаточный запас прочности как при нагружении вертикальными и продольными нагрузками, так и при действующих боковых нагрузках.

Исследования по определению угла закручивания рамы показывают, что конструкция имеет достаточный запас жесткости.