

Колосов Д.Л., к.т.н.; Котлярова Е.В., студентка гр. АУ-08м
(ГВУЗ “Национальный горный университет”, г. Днепропетровск, Украина)

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЙ УСТАНОВКИ

В работе исследовалось напряженно-деформированное состояние (НДС) металлоконструкции подъемно-транспортной установки для ПСП «ш. Самарская» ПАО «ДТЭК Павлоградуголь» в рамках проекта на проведение ремонтно-профилактических работ в центральном углеспускном гезенке гор. 300 м, которым предусматривается организация его профилактических осмотров и ремонтов. С целью подтверждения безопасной эксплуатации металлоконструкции при действующих нагрузках и установления рациональных конструктивных параметров, было выполнено исследование ее НДС при статическом нагружении с последующим анализом результатов.

Несущая опора подъемно-транспортной установки представляет собою сборную металлическую конструкцию пирамидальной формы, состоящую из ряда несущих элементов, расположенных в пространстве и имеющих совместные связи. Пространственная конструкция опоры насчитывает 4 основных горизонтальных несущих элемента и 6 наклонных. В качестве несущих элементов использован стандартный прокатный профиль – двутавровая балка № 22 по ГОСТ 8239-89 «Двутавры стальные горячекатаные». Соединение элементов конструкции между собой осуществляется при помощи болтовых соединений, во всех схемах используется болт М10, шаг резьбы – крупный. Соединение плоскостей среза двутавровых профилей и соединительных пластин – сварочное. Толщина накладных пластин во всех схемах соединений принята равной $\delta = 10$ мм.

Разработка математической модели нагружения металлоконструкции и ее дальнейшее исследование осуществлялось с использованием методов компьютерного конечно-элементного моделирования в среде универсального пакета COSMOSWorks [1], интегрированного в САД-систему SolidWorks. Принимались следующие значения параметров силового нагружения металлоконструкции и прочностных характеристик материала: материал двутавровой балки – сталь Ст3 по ГОСТ 535-88 плотностью $\rho = 7,8 \cdot 10^3$ кг/м³ с пределом прочности при растяжении $\sigma_b = 420$ МПа, пределом текучести $\sigma_T = 220$ МПа, модулем упругости $E = 2 \cdot 10^5$ МПа; вертикальная статическая нагрузка на канат $1 \cdot 10^4$ Н; угол наклона горизонтальной ветви каната $\alpha = 8^\circ$; вес монтажного блока с учетом всех элементов $P = 2650$ Н; болты М10х1,5 по ГОСТ 7798-70, материал – сталь Ст3, класс прочности 3.6, $\sigma_b = 300$ МПа, $\sigma_T = 200$ МПа.

Математическая модель силового статического нагружения металлоконструкции разрабатывалась для двух случаев закрепления горизонтальных балок основания. Случай №1 – неподвижное закрепление поперечных горизонтальных балок (как это предусмотрено проектом). Случай №2 – неподвижное закрепление поперечной горизонтальной балки одной части конструкции и опора скольжения другой (что соответствует случаю вырыва анкеров одной из частей конструкции из бетонного основания или их среза). При создании модели были заданы следующие граничные условия закрепления:

- для случая №1 при закреплении горизонтальных балок использовались граничные условия, запрещающие перемещение точек балок в трёх координатных направлениях. Внешняя нагрузка на конструкцию задавалась в соответствии со схемой набегания каната от приводной лебедки с учетом угла наклона горизонтальной ветви каната;

- для случая №2 перемещение опорных поверхностей одной части конструкции было ограничено по трем координатным направлениям, перемещение второй части конструкции (в поперечном сечении) моделировалось как для опоры скольжения. Силовое нагружение металлоконструкции осуществлялось также, как и в первом случае.

Разбивка модели на элементы осуществлялась таким образом, чтобы общие точки соединяемых балок имели совместные узлы, что обеспечивало условие совместности деформаций несущих элементов металлоконструкции. Конечно-элементная модель статического нагружения опорной металлической конструкции с действующими на нее силами и ограничениями и результаты моделирования, представлены на рис. 1 (красными стрелками показаны действующие силы, зелеными – наложенные ограничения).

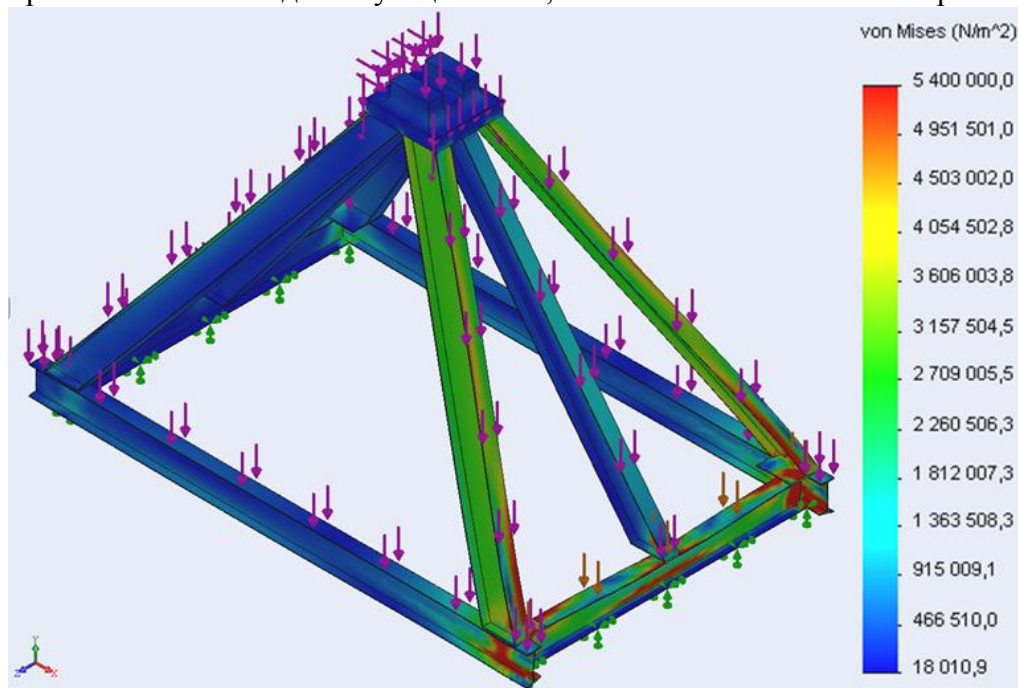


Рисунок 1 – График эквивалентных напряжений по Мизесу (шкала деформаций 300)

Для конструкции из шести укосин получено, что наибольшие напряжения возникают в наклонных элементах опорной конструкции, расположенных по углам (в угловых укосинах). В результате точечного зондирования установлено, что максимальные напряжения в наиболее опасных сечениях, не превышают значений $\sigma_{\max} = 15$ МПа при величине допускаемых напряжений, принимаемых в расчетах металлоконструкций $[\sigma] = 160$ МПа [2, 3]. Таким образом, при осуществлении заданного статического нагружения металлоконструкции из шести укосин, обеспечивается минимальный коэффициент запаса прочности $n = 10,6$. Значения максимальных перемещений точек опасных сечений не превышают 0,15 мм. Напряжения в наклонных укосинах, расположенных между двумя угловыми, малы и не превышают 3,5 МПа. Эти элементы несут второстепенную силовую нагрузку и не являются высоконагруженными.

После удаления из конструкции средних укосин, характер нагружения четырех наклонных элементов несущей конструкции, расположенных по углам, не претерпел существенных изменений при обеих схемах закрепления горизонтальных балок. Максимальные напряжения в наиболее опасных сечениях не превышают значений $\sigma_{\max} = 18$ МПа. Таким образом, при осуществлении заданного статического нагружения металлоконструкции, состоящей из четырех (угловых) укосин, обеспечивается минимальный коэффициент запаса прочности $n = 8,8$.

Перечень ссылок

1. Алямовский А.А. SolidWorks/COSMOS Works. Инженерный анализ методом конечных элементов – М.: ДМК Пресс, 2004. – 448 с.
2. Справочник по сопротивлению материалов / Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. – К.: Наукова думка, 1988. – 736 с.
3. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции. М.: ФГУП ЦПП. – 2005. – 90 с.