УДК 539.3

Исследование критических мест подъемно-транспортной системы методом подконструкций

Беличенко Данил Александрович belichenkoda@student.bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Приведены статические расчеты глобальной конечно-элементной модели подъемно-транспортной системы B-SET *и подконструкции — крепления балок — в среде* ANSYS, *а также анализ результатов расчета. Целью является получение точных данных о нагружении выявленных критических мест. В результате первичного расчета было выявлено, что подъемно-транспортная система имеет два критических места: балки в основании колонн, испытывающие сжатие, крепление балок пролетного строения, испытывающее как изгиб, так и сжатие. Крепление балок обладает достаточной прочностью — благодаря подконструкции были получены более точные данные, чем в глобальной модели.*

***Ключевые слова*:** *подъемно-транспортная система, расчет на прочность, подконструкция, анализ критических мест,* ANSYS

Введение. В данной статье рассматривается статический расчет в ANSYS конечно-элементной модели подъемно-транспортной системы. Для определения прочностных свойств конструкции не достаточно проведения статического расчета и выявления максимального напряжения, требуется анализ нагружения элементов и выявление критических мест, дополнительные расчеты узлов со сложным нагружением. Целью работы является выявление критических мест в подъемно-транспортной системе B-SET. Для детального исследования критических мест применен новый подход — метод подконструкций. Результаты расчета и анализ позволят оценить прочностные характеристики конструкции.

Материалы и методы. Исследуемой конструкцией является подъемно-транспортная система B-SET от компании ENERPAC [1]. Конструкция подъемно-транспортной системы представляет собой четыре несущие колонны, которые состоят из вертикальных балок с профилем квадратного сечения и диагональных труб, придающих жесткость. Пролетное строение состоит из прямоугольных профилей, соединенных креплениями.

Глобальная балочная модель подъемно-транспортной системы в ANSYS (рис. 1) состоит из элемента Beam 188, описанного 14-ю различными сечениями.

Результаты. Для созданной балочной модели был проведен статический расчет на прочность по методу конечных элементов [2], по результатам которого наибольшее напряжение по энергетической теории Хубера — Мизеса [3] было выявлено внутри моста пролетного строения. Результаты расчета не позволяют утверждать, что другие элементы конструкции обладают достаточной прочностью и жесткостью — требуется анализ, основанный совокупности информации о нагружении и результатах статического расчета.

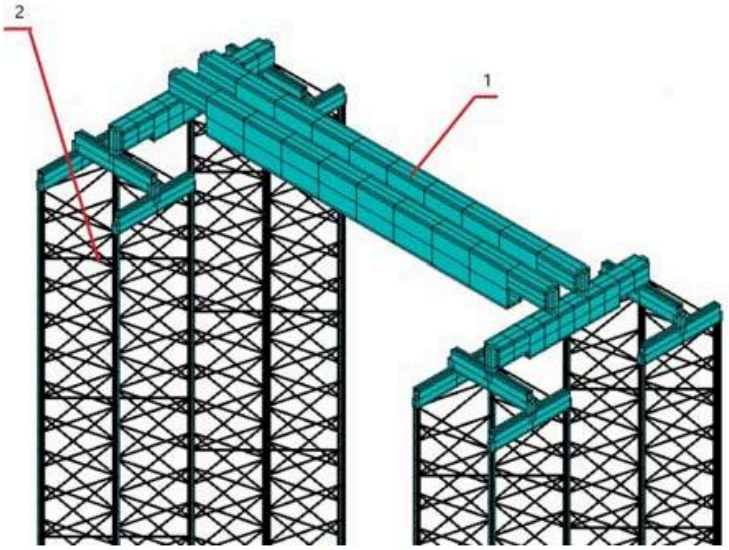


Рис. 1. Глобальная балочная модель подъемно-транспортной системы:
1 — пролетное строение, 2 — колонна

После изучения узлов конструкции были выявлены два критических места [4]: балки в основании колонн, крепление профилей пролетного строения. Балки в основании опор испытывают наибольшее сжатие, так как на них приходится масса непосредственно конструкции подъемно-транспортной системы и масса груза. Крепление пролетного строения испытывает сложное нагружение (рис. 2): сжатие и изгиб ввиду деформации профилей, составляющих конструкцию пролетного строения.

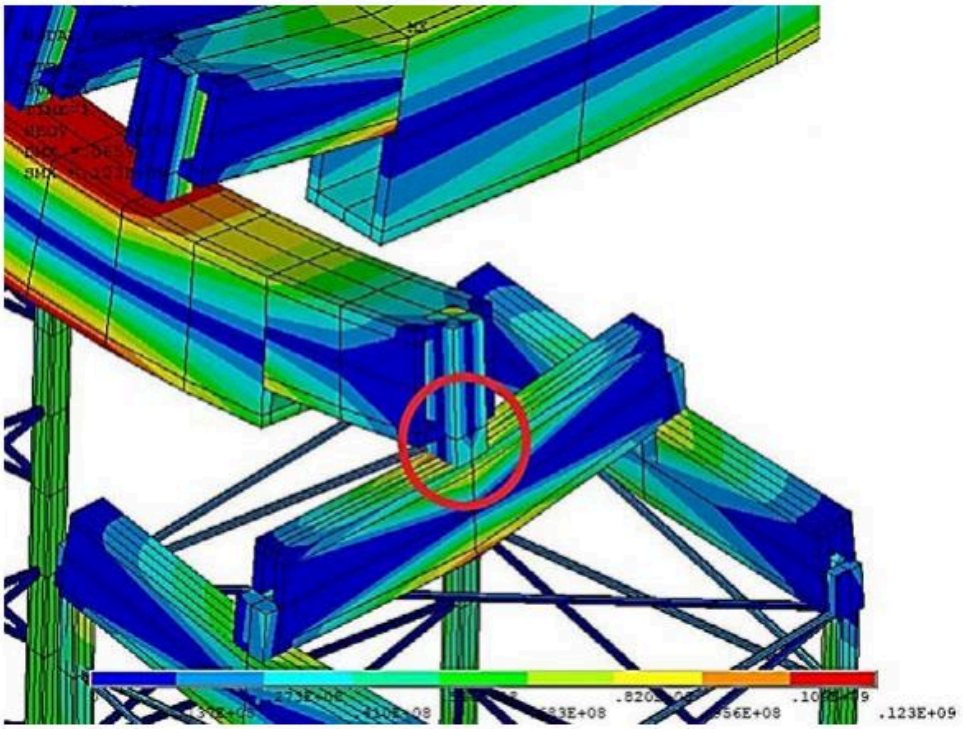


Рис. 2. Крепление пролетного строения (*обведено*)

Для получения более полной картины о нагружении был использован метод подконструкций [5]. В качестве граничных условий были взяты перемещения узлов в глобальной балочной модели. Подконструкция создана единым объектом из элементов Solid185 и Plane182. Для данной модели был проведен статический расчет на прочность, который позволил изучить более точные данные о напряжениях в различных узлах детали (рис. 3). Расчетные величины подтверждают достаточную прочность детали: максимальное напряжение составило 88,1 МПа, при пределе текучести для стали 340 МПа.

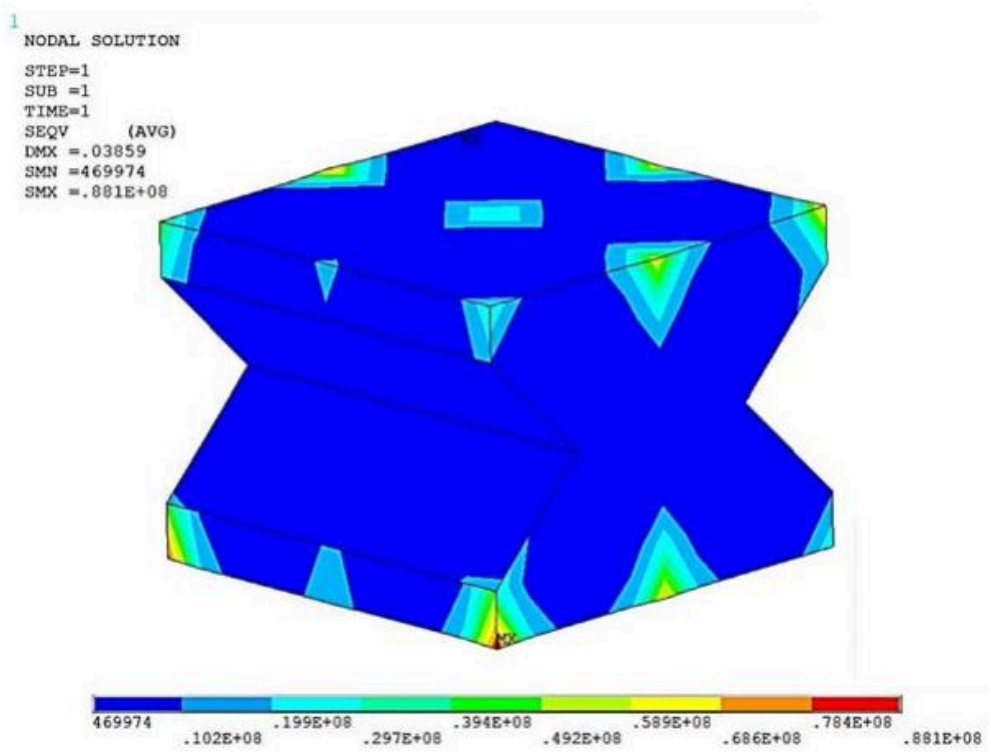


Рис. 3. Эквивалентные напряжения в подконструкции

Обсуждение полученных результатов. Благодаря статическому расчету глобальной модели были выявлены 2 критических места, но точные данные о нагрузках в конструкции не были получены. Расчет подконструкции позволил получить точные величины напряжений в креплении и сделать вывод о достаточной прочности.

Заключение. В рассмотренной модели подъемно-транспортной системы были выявлены 2 критических места, одно из которых, крепление, было исследовано с помощью метода подконструкций: оно обладает достаточной прочностью. Метод подконструкций позволил получить более детальную информацию о нагружении детали и более точные величины нагрузок, чем в результатах расчета глобальной модели.

Список источников

[1] B-Set. Self Erecting Strand Jack. URL: http://www.enerpac.com/sites/default/files/leaflet_self_erecting_tower.pdf (accessed October 15, 2024).

[2] Даутов Р.З., Карчевский М.М. *Введение в теорию метода конечных элементов*. Казань, Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, 2004, 239 с.

[3] Феодосьев В.И. *Сопротивление материалов. Т.* 2. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999, 592 с.

[4] Леденев В.В., Ярцев В.П. *Обследование и мониторинг строительных конструкций зданий и сооружений*. Тамбов, Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017, 252 с.

[5] Жидков А.В. *Применение системы* ANSYS *к решению задач геометрического и конечно элементного моделирования*. Нижний Новгород, 2006, 115 с.

Investigation of critical points of the lifting and transport system by the substructure method

Belichenko Danil A. belichenkoda@student.bmstu.ru

BMSTU, Moscow, Russia

This article presents static calculations of the global finite element model of the B-SET lifting and transport system and substructure — beam fastening — in the ANSYS environment, as well as an analysis of the calculation results. The aim is to obtain accurate data on the loading of identified critical sites. As a result of the initial calculation, it was revealed that the lifting and transport system has 2 critical places: the beams at the base of the columns experiencing compression, the fastening of the beams of the superstructure experiencing both bending and compression. The fastening of the beams has sufficient strength — thanks to the substructure, more accurate data were obtained than in the global model.

Keywords: lift and transport system, strength calculation, substructure, critical site analysis, ANSYS