

УДК 630.36:621.86

А. М. Лось, ассистент (БГТУ);**А. В. Блохин**, кандидат технических наук, старший преподаватель (БГТУ);**С. В. Ярмолик**, ассистент (БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ЛЕСНЫХ КРАНОВ СИСТЕМАМИ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА

Статья посвящена исследованию напряженно-деформированного состояния грузонесущей стрелы лесного крана. Рассмотрена компьютерная модель сварного соединения косынки к верхнему поясу, используемой для крепления каната, изменяющего вылет стрелы. Оценка напряженного состояния выполнена интегрированной системой прочностного анализа по методу конечных элементов. Представленные результаты показывают, что исследуемая конструкция имеет достаточный запас прочности.

In expressed article the results of researches intense-deformed condition of wrecker crane knots and cores are resulted. The welded connection component for rope fastening mechanism repositioning to crane arm is considered in computer model. To possess a solution was used the finite element analysis method. The presented results of researches show, that the projected design has sufficient safety factor.

Введение. В настоящее время среди наиболее распространенных численных методов решения задач строительной механики ведущее положение занимает метод конечных элементов [1], который обладает широкой областью применения, инвариантностью по отношению к геометрическим параметрам исследуемой конструкции и физическим характеристикам материалов ее изготовления, относительной простотой учета взаимодействия конструкций с окружающей средой (механических, температурных, коррозионных воздействий, граничных условий и т. д.), высокой степенью приспособляемости к автоматизации всех этапов расчета.

Основным назначением исследований, выполняемых с использованием систем конечно-элементного анализа, является получение оптимальных геометрических параметров проектируемых конструкций при сохранении ими полного функционального назначения, небольших материальных затратах на проектирование при высокой надежности и оптимальных затратах времени на прочностные и другие расчеты.

Основная часть. Использование метода конечных элементов позволяет проектировщику качественно решать задачи расчета сложных конструкций или деталей за счет разбивки их на более мелкие части – конечные элементы. Такие элементы можно называть дискретными, а процесс их выделения – дискретизацией формы [2]. Дальнейшие расчеты конструкции под воздействием заданных нагрузок проводятся уже для отдельных (разбитых) конечных элементов, каждый из которых оказывает свое влияние на общую характеристику прочности элемента. Характерные точки, ограничивающие элемент, образуют узлы и вместе с линиями,

проходящими через них, формируют конечно-элементную сетку. Для решения двумерных задач наиболее часто используются такие элементы, как треугольник или четырехугольник, имеющие прямо- или криволинейные границы, с тем чтобы в дальнейшем можно было с высокой точностью аппроксимировать границу, имеющую произвольную форму. Для исследования трехмерных моделей наиболее часто используются элементы в форме тетраэдра и параллелепипеда, которые также могут иметь прямо- или криволинейные границы.

Нами проводились исследования нагруженности стрелы лесного крана при подъеме номинального груза 25 т. На рис. 1 показано распределение напряжений, возникающих в конструкции.

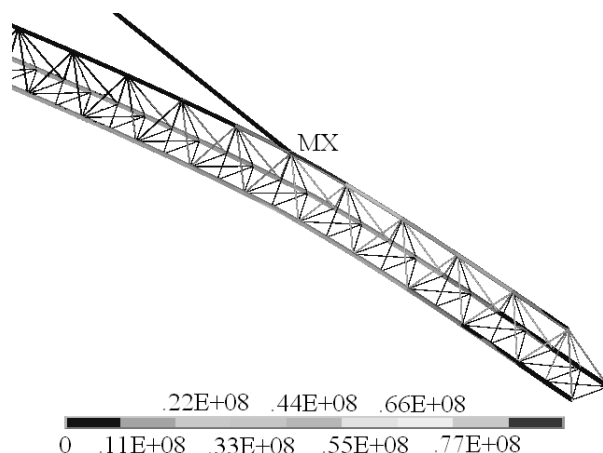


Рис. 1. Напряжения в стержнях грузонесущей стрелы лесного крана

На рис. 1 показано, что конструкция стрелы выполнена в виде двух параллельных нижних и одного верхнего поясов, соединенных между

собой продольной и поперечной треугольной решетками. Максимальные напряжения в стреле возникают в месте крепления поддерживающего раскоса к верхнему поясу фермы (на рисунке это место обозначено МХ). Максимальные растягивающие напряжения в верхнем поясе в месте крепления поддерживающего раскоса достигают величины $\sigma_{\max}^p = 99 \text{ Н/мм}^2$. В нижнем поясе сжимающие напряжения не превышают величины $\sigma_{\max}^{сж} = 44 \text{ Н/мм}^2$.

На рис. 2 показано распределение напряжений в месте сварного соединения узла крепления фасонки, необходимой для крепления каната, изменяющего вылет стрелы. Максимальные напряжения в сварном шве достигают величины $\sigma_{\max} = 245 \text{ Н/мм}^2$.

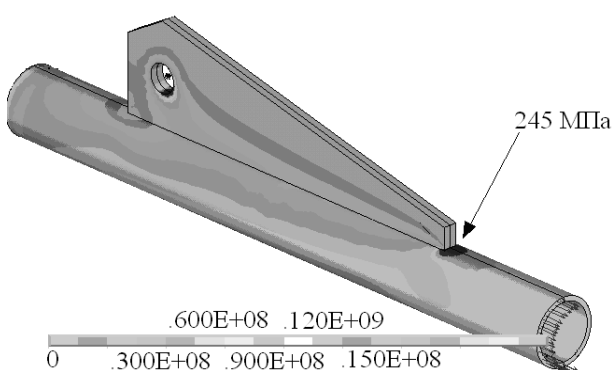


Рис. 2. Напряжения в узле крепления фасонки к верхнему поясу

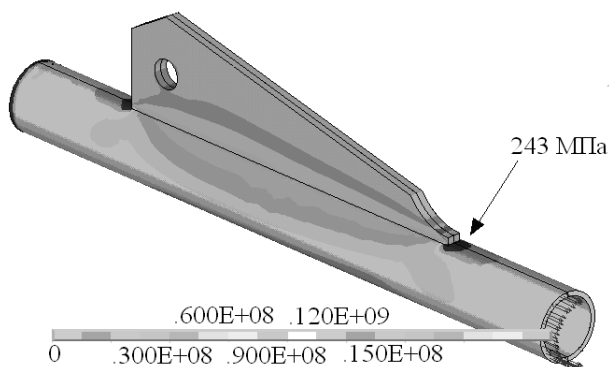


Рис. 3. Напряжения в узле при измененной форме фасонки

Дальнейшая работа направлена на исследование влияния формы и способа крепления фасонки к верхнему поясу с той целью, чтобы добиться снижения напряжений в сварном шве. Снизить напряжения в сварном шве можно

за счет изменения формы косынки (рис. 3). В таком случае напряжения уменьшаются, однако незначительно (243 МПа).

Более значительного снижения напряжений можно добиться за счет использования конструкции крепления фасонки дополнительных поперечных накладок (рис. 4). Максимальные напряжения в таком случае достигают величины 202 МПа. Снижение напряжений в таком случае составляет 17,5%.

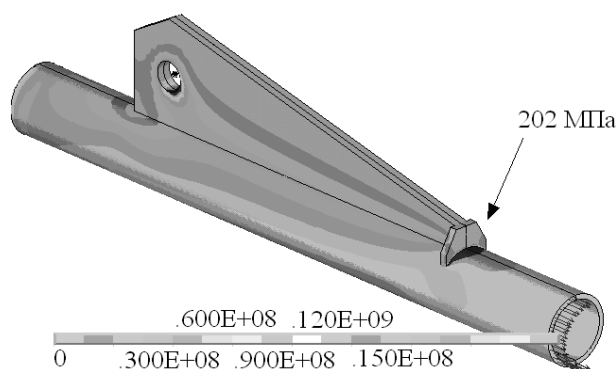


Рис. 4. Напряжения в узле при креплении косынки накладками

Закключение. Используя метод конечных элементов, можно проводить и дальнейшие исследования напряженно-деформированного состояния стрелы крана при воздействии на нее поперечных ветровых нагрузок, динамических нагрузок. Правильно заданные свойства материала изготовления, граничные условия и условия нагружения гарантируют высокую точность расчетов и сходимость их с натурными исследованиями. Применение средств конечно-элементного анализа в совокупности с высокопроизводительной компьютерной техникой в настоящее время позволяет значительно снизить срок проектирования несущих конструкций и технологического оборудования.

Литература

1. Морозов Е. М., Никишков Г. П. Метод конечных элементов в механике разрушения. М.: Наука. Гл. ред. физ-мат литературы, 1980.
2. Метод конечных элементов в статике сооружений / Я. Шмельтер [и др.]; пер. с пол. М. В. Предтеченского; под ред. В. Н. Сидорова. М.: Стройиздат, 1986.

Поступила 27.02.2014