

## МОДЕРНИЗАЦИЯ УЗЛА ГРУЗОПОДЪЕМНОГО МЕХАНИЗМА

*Жукова А.О., Иванова Г.В., Тарасенко Е.А.*

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
г. Санкт-Петербург*

**Ключевые слова:** грузоподъемные механизмы, грузозахватный орган, подвеска крана.

**Аннотация.** Статья посвящена проектированию узла грузоподъемного механизма и его статический расчёт. Целью данной работы является моделирование крюковой подвески крана с двумя блоками. Подготовка к проведению статического анализа и сам анализ проведены с помощью программ Ansys. При проектировании определены габариты деталей подвески, построение которых было выполнено с помощью инженерного пакета Creo. По результатам расчета сделан вывод о возможности модернизации подвески по массе наиболее габаритных элементов узла.

## MODERNIZATION OF LIFTING MECHANISM UNIT

*Shukova A.O., Ivanova G.V., Tarasenko E.A.*

*Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg*

**Keywords:** hoisting mechanisms, lifting device, crane suspension.

**Abstract.** The article is devoted to the design of the hoisting mechanism assembly and its static calculation. The aim of this work is to simulate a crane hook suspension with two blocks. Preparation for static analysis and the analysis itself were carried out using the Ansys programs. During the design, the dimensions of the suspension parts were determined, the construction of which was carried out using the Creo engineering package. Recommendations are given on the possibility of modernizing the suspension by the mass of the most overall elements of the assembly.

Грузоподъемные машины и механизмы (ГПМ) – универсальные технические устройства, которые используются применяются в различных сферах и отраслях – на объектах атомной, угольной, газовой промышленности, на электро- и тепловых станциях, при добыче и переработке минералов, а также при проведении строительно-монтажных и ремонтных работ, в складских и гаражных комплексах, при транспортировке различной продукции и т.д. [1].

К ГПМ относят следующие механизмы: краны, лифты (грузовые пассажирские), манипуляторы, подъемники (скиповые, строительные, шахтные), тельферы. К простейшим грузоподъемным устройствам относят: блоки, ворота, домкраты, лебёдки (тали), полиспасты.

На территории России ГПМ являются опасным оборудованием и подлежат учету в органах Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. Объекты, на которых используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы (за исключением лифтов, подъемных платформ для инвалидов), относятся к категории ОПО (п. 3 Приложения 1 к ФЗ №116) и подлежат обязательной регистрации в государственном реестре опасных производственных объектов.

Для обеспечения полной безопасности рабочих при производственном процессе важно соблюдать все правила безопасной эксплуатации оборудования.

Безопасность и надежность механизма, которые необходимо обеспечить ГПМ для работ в промышленности, закладываются на этапе проектирования его элементов [2].

В работе представлен процесс проектирования ГПМ на примере узла подвески крана. Расчет проводится для следующих исходных данных: подвеска крана состоит элементов: крюк, траверса, щеки, ось блоков, два блока; грузоподъемность – 5 тонн [3].

Главный критерий расчёта – это прочность конструкции. Расчёт элементов конструкции выполняется для траверсы (рис. 1) [4].

Основные конструктивные размеры (табл. 1) траверсы определяются по следующим соотношениям (1...5):

$$l_T = (1,15...1,25) \cdot D_{II}, \quad (1)$$

$$H_0 = L - (l_1 + l_2 + H), \quad (2)$$

$$d_{кр} = d_1 + (2...5), \quad (3)$$

$$d_m = \sqrt[3]{\frac{0,25 \cdot Q \cdot (\delta + \delta_1)}{0,1 \cdot [\sigma_B]}}, \quad (4)$$

$$B = \frac{1,5 \cdot Q \cdot (l_T + \delta + \delta_1)}{[\sigma_B] - H_0^2} + d_m, \quad (5)$$

где  $l_T$  – длина траверсы с двумя канатными блоками;

$D_{II}$  – наружный диаметр подшипника;

$H_0$  – расчётная высота траверсы;

$H$  – высота подшипника;

$d_{кр}$  – диаметр отверстия в траверсе под хвостик крюка;

$d_1$  – диаметр хвостика крюка;

$d_m$  – диаметр цапфы;

$\delta$  – толщина накладки, в предварительных расчётах принят размер 6мм;

$\delta_1$  – толщина кожуха, в предварительных расчётах принят размер 5мм;

$[\sigma_B]$  – допускаемое напряжение при изгибе,  $[\sigma_B] = 95$  МПа (для стали 20, см. список исп. ист.);

$B$  – ширина траверсы.

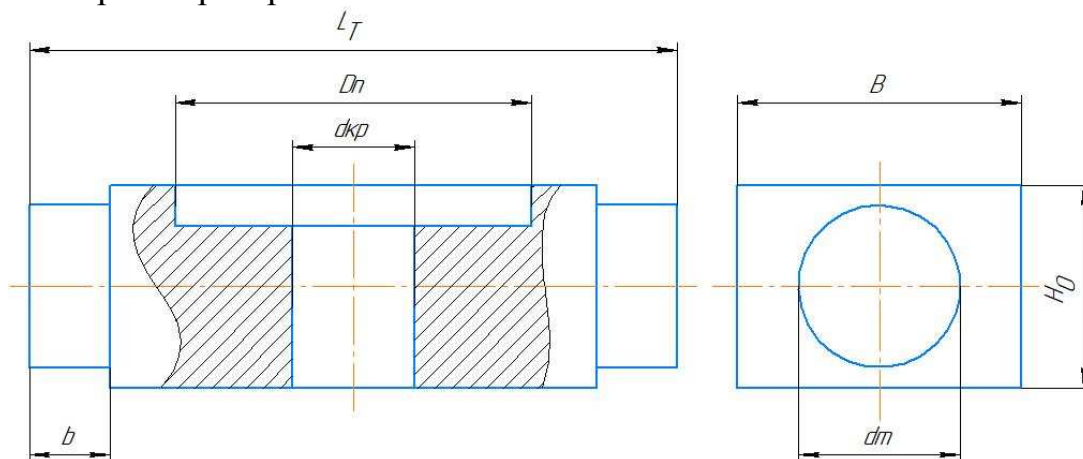


Рис. 1. Конструктивные размеры траверсы

Обозначение на рисунке 1:  $b = \delta + \delta_1$ .

Табл. 1. Конструктивные размеры траверсы

| $b$ , мм | $l_T$ , мм | $d_{кр}$ , мм | $B$ , мм | $d_m$ , мм | $H_0$ , мм |
|----------|------------|---------------|----------|------------|------------|
| 20       | 160        | 22            | 70       | 40         | 50         |

На рисунке 2 представлена 3D модель спроектированного узла подвески крана.

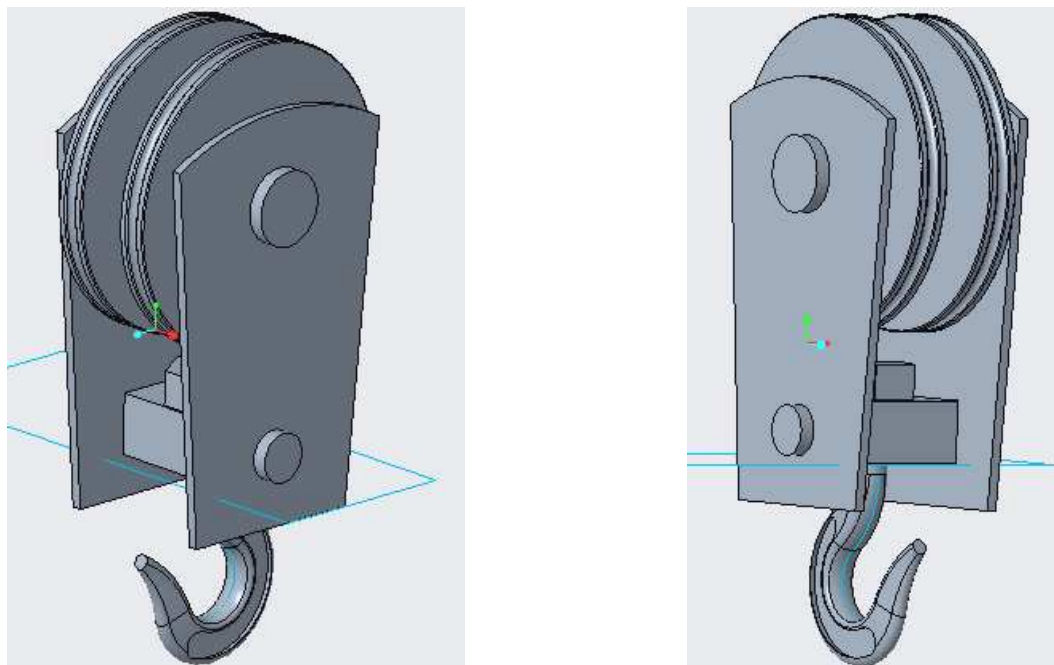


Рис. 2. 3D модель узла подвески крана

Модель узла крана выполнена с помощью инженерного пакета Сгео, проведен статический расчёт и анализ с использованием универсальной программы конечно-элементного анализа Ansys, для заданных условий закрепления и нагрузки, с целью проверки прочности ГПМ [5, 6].

Для выполнения статического расчёта модель необходимо зафиксировать и приложить к ней нагрузку равную грузоподъемности. Ниже (рис. 3-5) приведены результаты расчётов на перемещение, деформацию и нормальные напряжения, возникающие при рабочем процессе для модели.

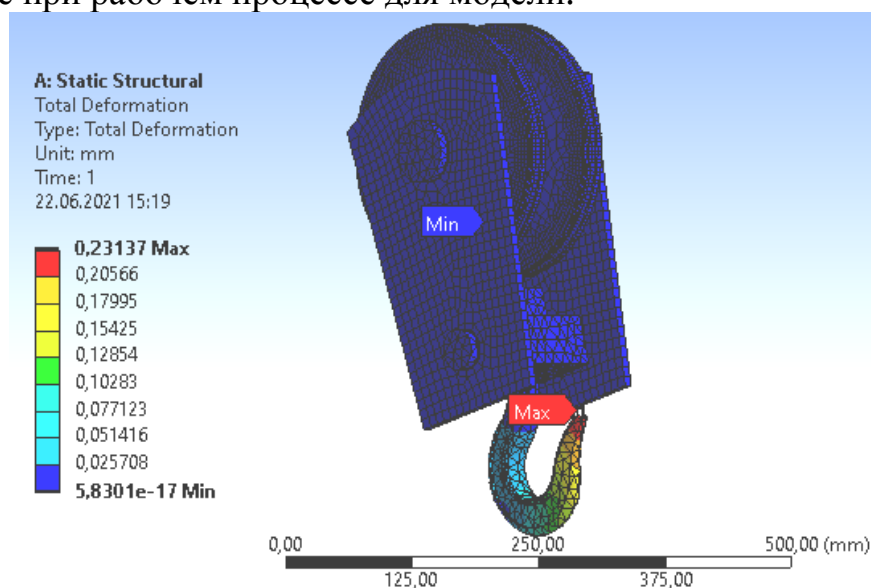


Рис. 3. Результат расчета полного перемещения

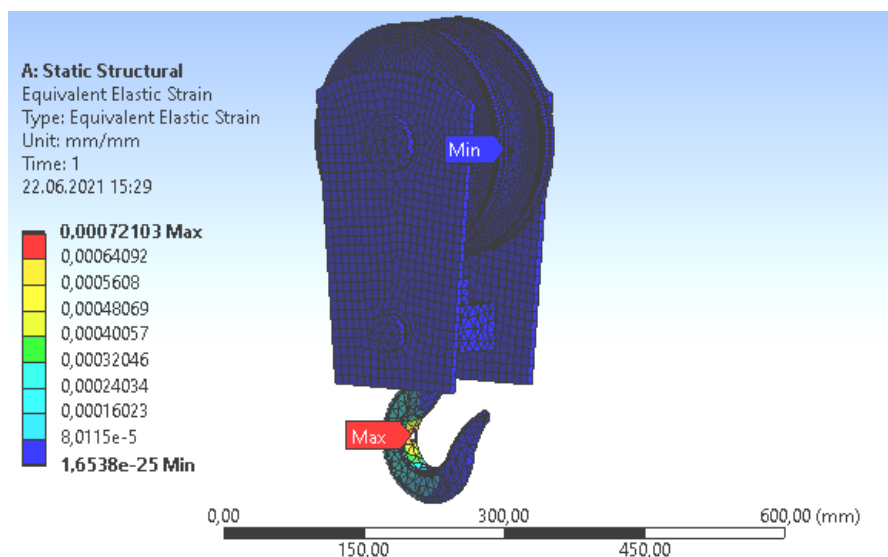


Рис. 4. Результаты расчета полной деформации

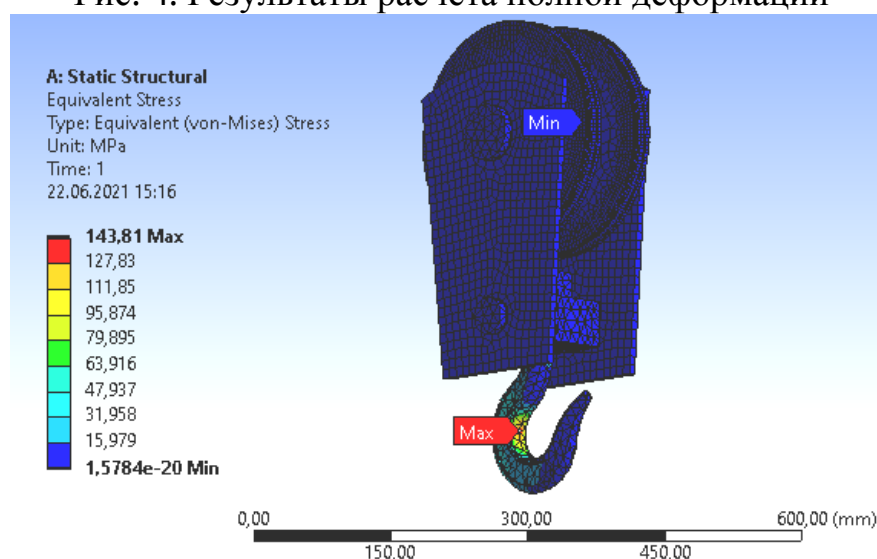


Рис. 5. Результаты расчета нормального напряжения

Не менее важно чтобы конструкция была не только прочной и устойчивой, но и максимально удобной при эксплуатации и транспортировке. Для этого некоторые детали можно облегчить, сделав их из менее плотных материалов или выполнив оптимизацию по массе элементов узла.

Результат по оптимизации представлен в таблицах 2 и 3.

Табл. 2. Изменение массы

| Наименование  | Масса, кг | Изменение, % |
|---------------|-----------|--------------|
| Блоки (2 шт.) | 10,368    | 41,3         |
| Щеки (2 шт.)  | 6,55      | 10,52        |
| Подвеска      | 26,542    | 23,45        |

Табл. 3. Сравнительный анализ

| Конструкция       | Полное перемещение, мм | Напряжения Мизеса, МПа | Упругая деформация, % |
|-------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| До оптимизации    | 0,23137                | 143,81                 | 0,072                 |
| После оптимизации | 0,23918                | 143,58                 | 0,072                 |

Анализ полученных результатов показал, что расчетные параметры полностью удовлетворяют условиям прочности и жесткости, позволил сделать вывод о возможности оптимизации конструкции, уменьшить ее массу на 8 кг, что существенно снизит затраты на материал.

### **Список литературы**

1. Грузоподъемные машины. Промышленная безопасность ОПО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://mtk-exp.ru/gruzopodemnyye\\_mehanizmy\\_ekspluatiruem\\_v\\_ramkah\\_zakona/](https://mtk-exp.ru/gruzopodemnyye_mehanizmy_ekspluatiruem_v_ramkah_zakona/)
2. Подколзин А.А., Пискунов О.М., Беляев В.В. Учебное пособие для студентов машиностроительных специальных вузов. Проектирование грузоподъемных механизмов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://studopedia.net/5\\_46998\\_proektirovanie-kryukovoy-podveski.html](https://studopedia.net/5_46998_proektirovanie-kryukovoy-podveski.html)
3. ОСТ 24.191.08-81. Отраслевой стандарт. Крюковые подвески. Конструкция и размеры. Введ. 16.08.81.
4. Механические характеристики конструкционных материалов. Теоритическая механика. Детали машин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.soprotmat.ru/mechchar.htm>
5. Огородникова О.М. Статический конструкционный анализ. Ansys [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://mircompozitov.ucoz.ru/05\\_ansys\\_workbench](https://mircompozitov.ucoz.ru/05_ansys_workbench)
6. Елисеев К.В., Кузин А.К., Орлов С.Г. Вычислительная механика. Вычислительный практикум в системе ANSYS: учебное пособие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elib.spbstu.ru/dl/2/si20-389.pdf/view>

### **Сведения об авторах:**

*Жукова Анна Олеговна* – магистр, СПбПУ, Санкт-Петербург;

*Иванова Галина Валерьевна* – старший преподаватель, СПбПУ, Санкт-Петербург;

*Тарасенко Елена Александровна* – доцент, СПбПУ, Санкт-Петербург.