

УДК 621.311
**КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ
КОНСТРУКЦИИ ПРИЦЕПА ДЛЯ КАТУШКИ С КАБЕЛЕМ**

Полукошко А.А.

Научный руководитель – Напрасников В.В., к.т.н., доцент

Цель работы – рассчитать напряженно-деформированное состояние прицепа для катушки (рисунок 1), при действующих на него нагрузках. Геометрическая модель прицепа представлена на рисунке 2.

Конструкция изготовлена из стали (модуль Юнга $E = 2,2 \cdot 10^5$ МПа, плотность $\rho = 7850$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$).



Рисунок 1. Прицеп с катушкой: внешний вид
модель

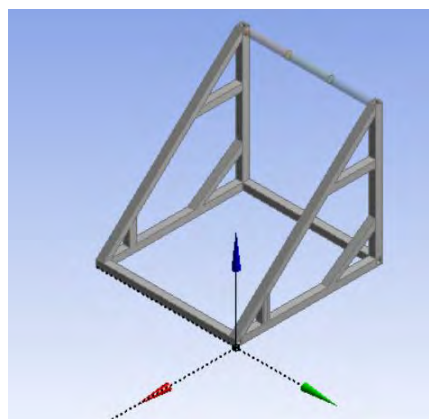


Рисунок 2. Геометрическая модель

Приложим к конструкции нагрузку. Заменим силу веса на силу, которая действует на часть перекладины, к которой должна быть прикреплена катушка, как представлено на рисунке 3.

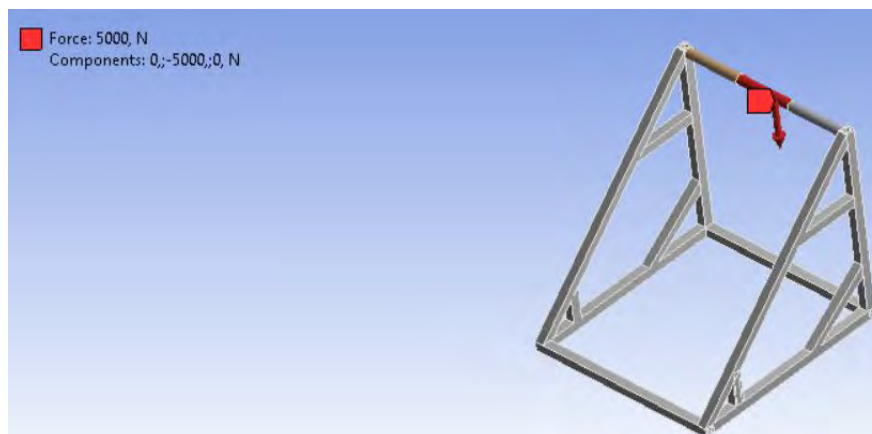


Рисунок 3. Приложенная нагрузка к конструкции

Прежде чем начать расчет конструкции, необходимо в ветку результатов Solution добавить Total Deformation. После этого станет возможным просматривать деформированное состояние конструкции в закрепленном состоянии, которое представлено на рисунке 4.

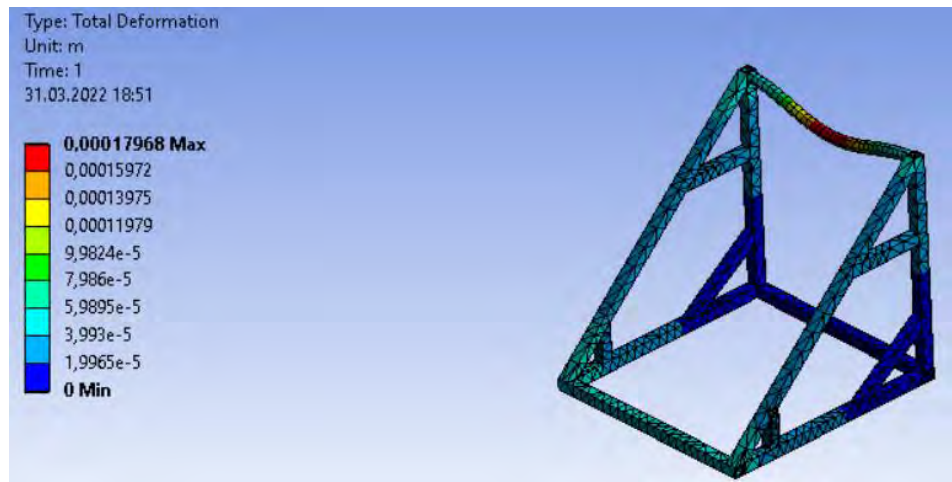


Рисунок 4. Общая деформация

Также посмотрим деформированное состояние конструкции при перевозке, когда имеются кинематические возмущения со стороны грунта при движении прицепа по дороге (рисунок 5).

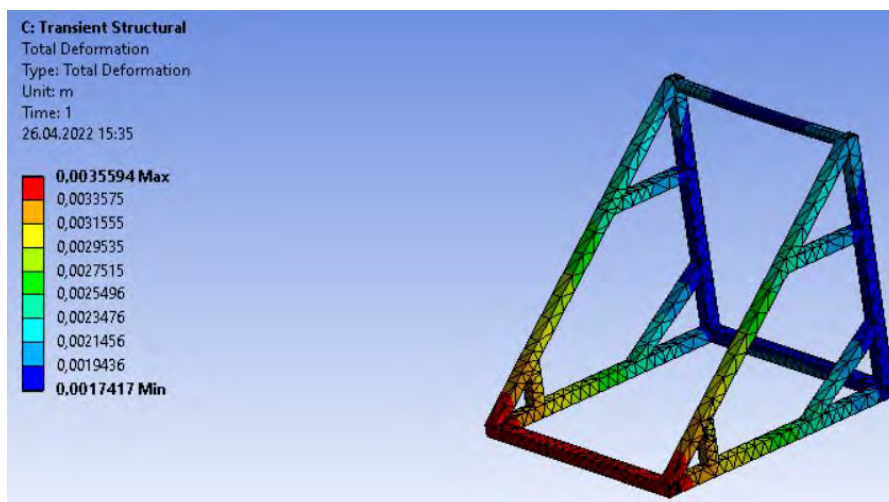


Рисунок 5. Общая деформация при наличии кинематических возмущений

Целью оптимизации является уменьшение массы материала с учетом приложенных нагрузок.

В качестве оптимизируемых параметров:

(Width1) ширина бруса прицепа – 90мм...110мм

(Width2) ширина полого сечения бруса прицепа – 50мм...66мм

Критерий оптимальности – масса (минимизируется).

Ограничение – максимально эквивалентное напряжение не должно превышать 200 Мпа.

Предварительно была исследована чувствительность выходных параметров по отношению к входным параметрам. Результаты представлены на рисунке 6, а предложенные кандидаты после оптимизации на рисунке 7.

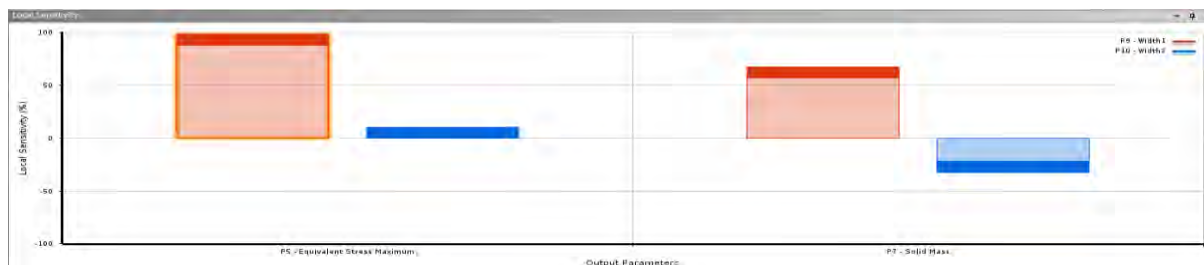


Рисунок 6. Влияние входных параметров на выходные

| Table of Schematic D4: Optimization | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---|------------------------------|-------------------|-------------------|
| | A | B | C | D | E |
| 1 | Optimization Study | | | | |
| 2 | Minimize P7 | Goal, Minimize P7 (Default importance) | | | |
| 3 | P5 <= 2E+08 Pa | Strict Constraint, P5 values less than or equals to 2E+08 Pa (Default importance) | | | |
| 4 | Optimization Method | | | | |
| 5 | Screening | The Screening optimization method uses a simple approach based on sampling and sorting. It supports multiple objectives and constraints as well as all types of input parameters. Usually it is used for preliminary design, which may lead you to apply other methods for more refined optimization results. | | | |
| 6 | Configuration | Generate 1000 samples and find 3 candidates. | | | |
| 7 | Status | Converged after 1000 evaluations. | | | |
| 8 | Candidate Points | | | | |
| 9 | | Candidate Point 1 | Candidate Point 1 (verified) | Candidate Point 2 | Candidate Point 3 |
| 10 | P9 - Width1 (mm) | | 90 | 90,23 | 90,11 |
| 11 | P10 - Width2 (mm) | | 66 | 63,008 | 60,008 |
| 12 | P5 - Equivalent Stress Maximum (Pa) | ★★★ 2,0211E+07 | ★★★ 2,0211E+07 | ★★★ 2,021E+07 | ★★★ 2,0206E+07 |
| 13 | P7 - Solid Mass (kg) | ★★★ 1174,8 | ★★★ 1174,8 | ★★★ 1178,2 | ★★★ 1181 |

Рисунок 7. Кандидаты решения

Проанализировав полученные результаты, оптимальным будем считать Candidate Point 1, в котором мы максимально сэкономим по массе, и не превысим допустимые напряжения.

Масса стала 1174,8 кг, а была 1197,2 кг, то есть уменьшилась на 22,4 кг. Результаты представлены в Таблице 1.

Таблица 1 Результаты оптимизации

| Параметр | Width1, мм | Width2, мм | Stress, МПа | Mass, kg |
|----------------------|------------|------------|-------------|----------|
| Исходное значение | 100 | 60 | 20,199 | 1197,2 |
| Оптимальное значение | 90 | 66 | 20,211 | 1174,8 |