

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

Электромеханический факультет

Кафедра теоретической и прикладной механики

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему:

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТА КОНСТРУКЦИИ МЕХАНИЗМА

Выполнил: студент гр. 4-33

А.С.Мажара

Руководитель: к.т.н., доцент

М.А.Ноздрин

Классификация и устройство автопогрузчиков

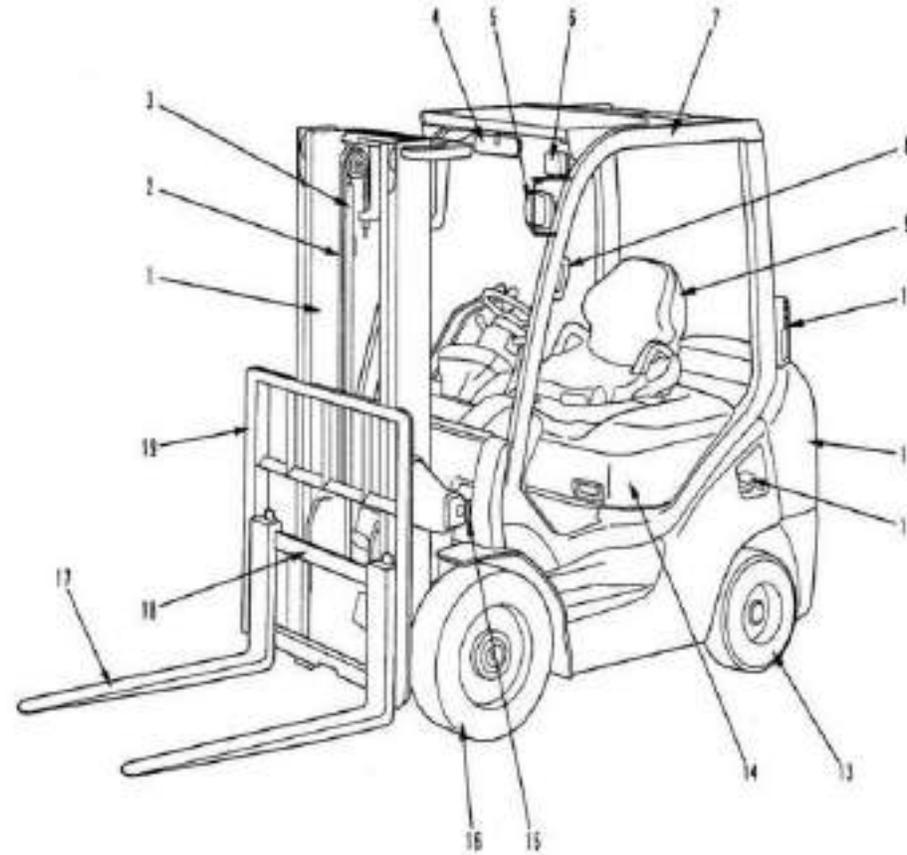


Рис. 1. Общий вид вилочного погрузчика: 1 - мачта; 2 — цепь подъема каретки; 3 — цилиндр подъема; 4 — зеркало заднего вида; 5 — фара; 6 — сигнал поворота и габаритный профиль; 7 — верхнее ограждение (крыша); 8 — вспомогательная ручка; 9 — сидение оператора; 10 — фонарь задний комбинированный; 11 — противовес; 12 — горловина топливного бака; 13 — заднее колесо; 14 — капот двигателя; 15 — цилиндр наклона; 16 — переднее колесо; 17 — вилы; 18 — каретка; 19 — опорная стенка.

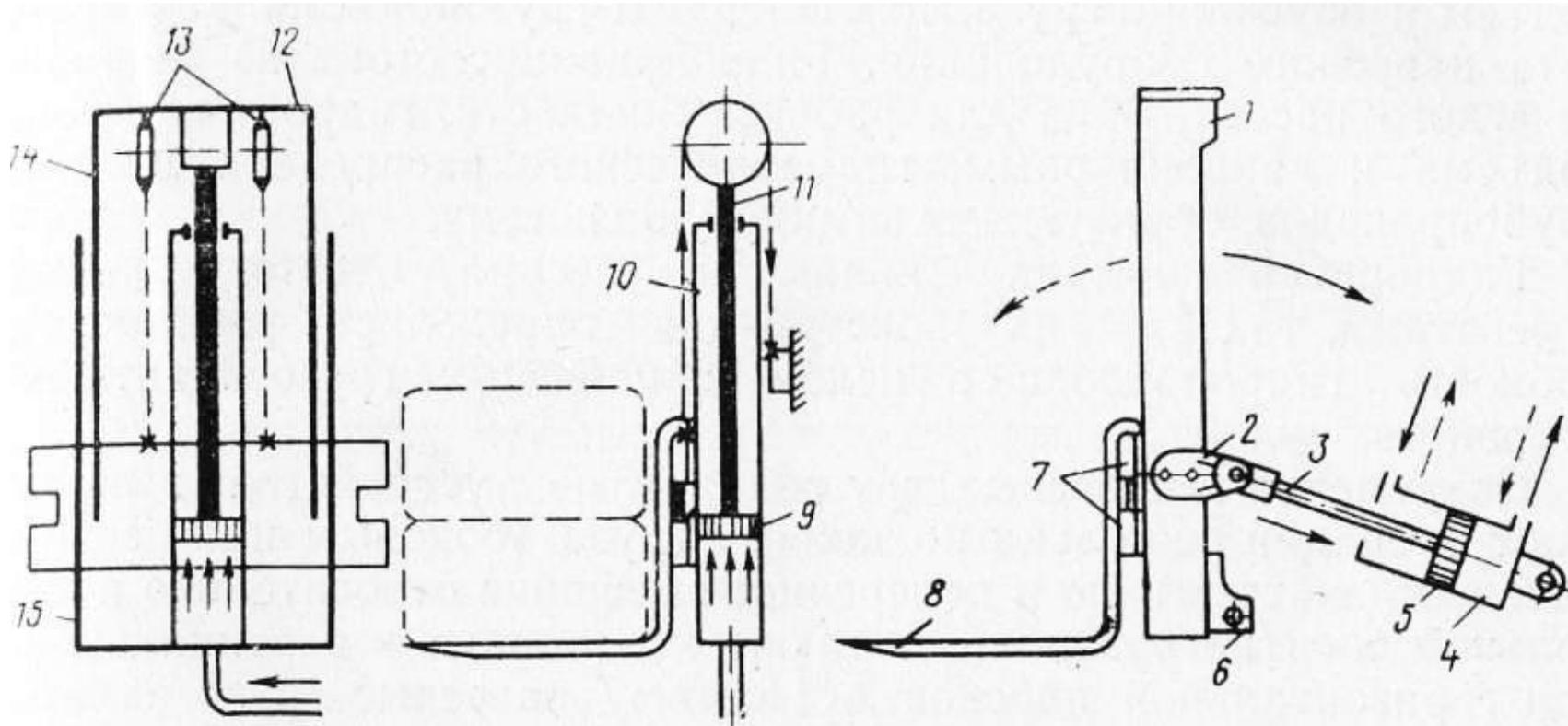


Рис. 2. Схема действия грузоподъемного устройства погрузчиков:

- 1 — рама; 2 — кронштейн соединения с механизмом наклона; 3 — шток;
 4 — гидроцилиндр наклона; 5 — поршень; 6 — кронштейн крепления к шасси; 7 — направляющие
 грузовой каретки; 8 — вилочный подхват; 9 — поршень; 10 — гидроцилиндр подъема;
 11 — шток; 12 — поперечина; 13 — звездочки; 14 — внутренние стойки (подвижные);
 15 — наружные стойки (неподвижные).

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью работы является модернизация конструкции и расширение функциональных возможностей вилочного погрузчика.

Для достижения поставленной цели формулируются следующие задачи:

1. Проведение предварительного прочностного расчета
2. Разработка расчетной схемы узла «Мачта – вилочный захват»
3. Численный расчет узла «Мачта – вилочный захват»
4. Анализ результатов расчетов и выработка рекомендаций

Предварительный прочностной расчет

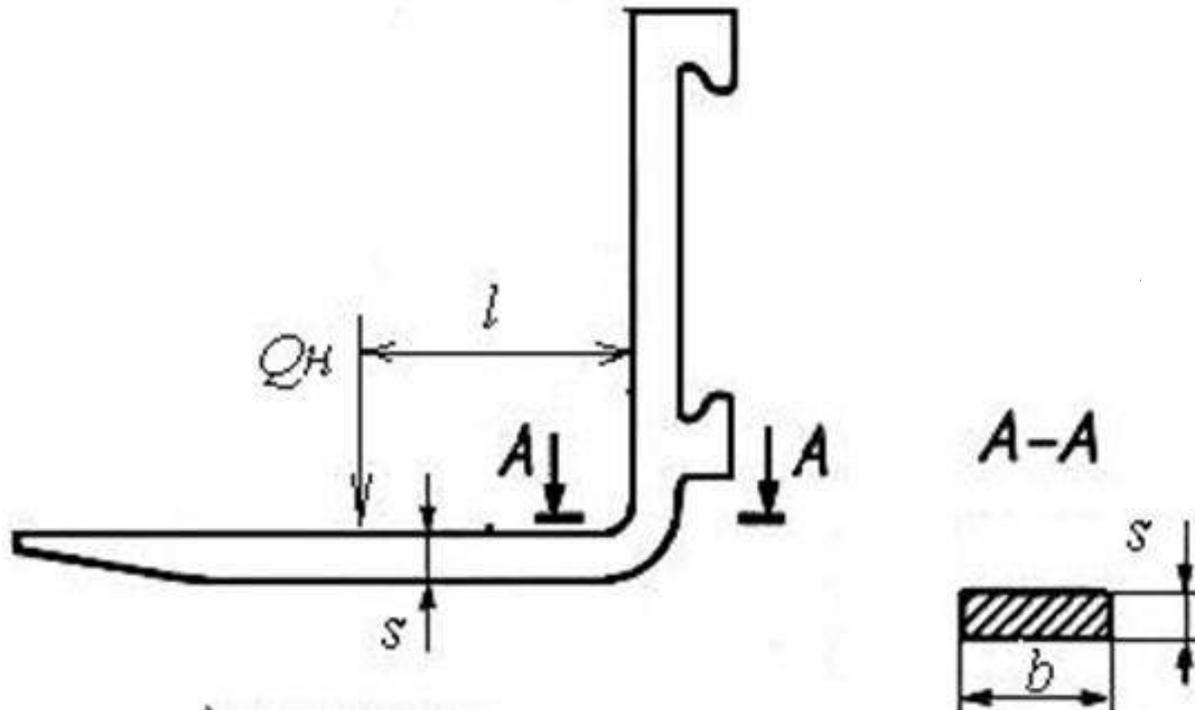


Рис. 3. Расчетная схема грузовых вилок

Размеры сечения $b = 0,04$ м и $s = 0,1$ м.

Расстояние приложения силы $l = 0,625$ м.

Вилы растягиваются силой:

$$P = \frac{K_D \cdot Q_H}{n} = \frac{1,2 \times 9800}{1,5} = 7761,$$

где $Q_H = 9800$ Н – номинальная грузоподъемная сила

$K_D = 1,2$ – коэффициент динамичности нагружения

n – коэффициент запаса прочности

Грузовые вилы изгибаются моментом

$$M = \frac{Q_H \cdot l}{n} = \frac{9800 \times 0,625}{1,5} = 4042,5 \text{ Н} \times \text{м}$$

Напряжение в опасном сечении рассчитывается по формуле: $\sigma = \frac{M}{W} + \frac{P}{A}$, $[\sigma] = \frac{250}{1,5} = 166,6$ МПа

Рассчитываем напряжение в опасном сечении: $\sigma = \frac{4042,5}{6,6 \cdot 10^{-5}} + \frac{7761,6}{0,004} = 95,75$ Мпа

Разработка расчетной схемы узла «Мачта – вилочный захват»

Исследуемой машиной является автопогрузчик модели 4045М с грузоподъемностью 1000 кг.

Параметры автопогрузчика:

Грузоподъемность на вилах, т	1
Расстояние от центра массы груза до передних стенок вил, мм	410
Наибольшая высота подъема груза на вилах, мм	2000

Габаритные размеры, мм:

Ширина	2050
Длина с вилами	4860
Высота с опущенным грузоподъемником	3260

Геометрическое моделирование

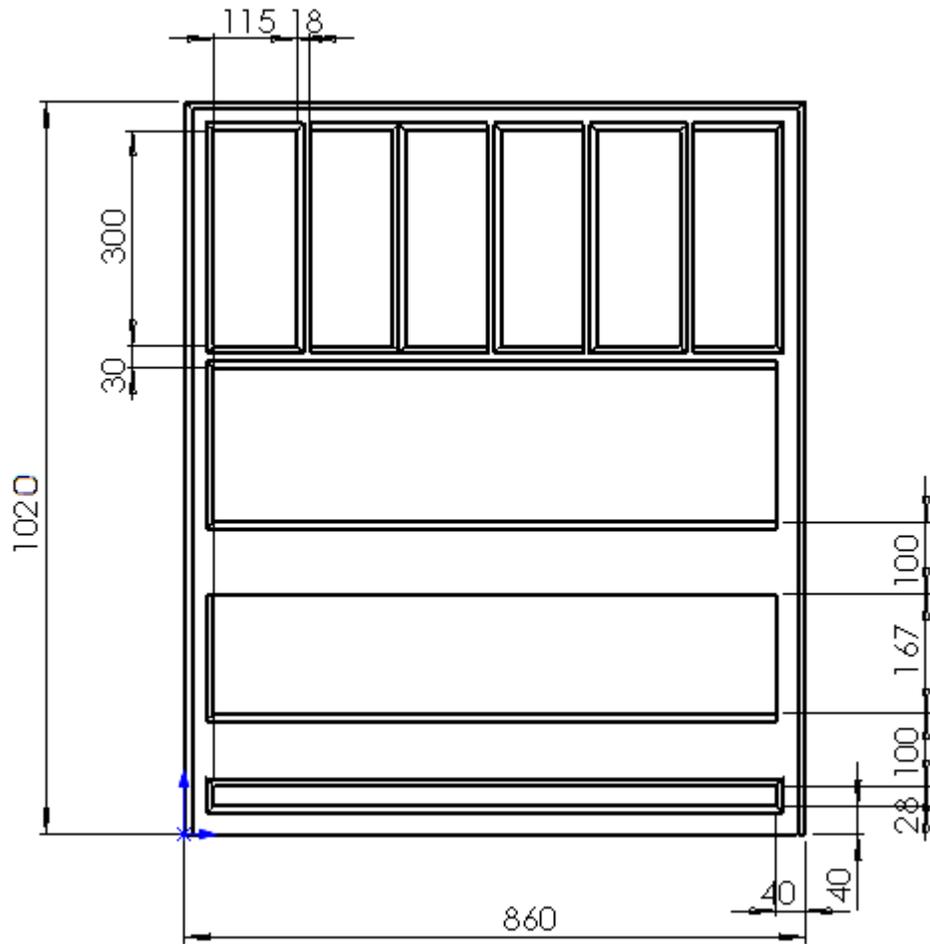


Рис. 4. Схема рамы, мм

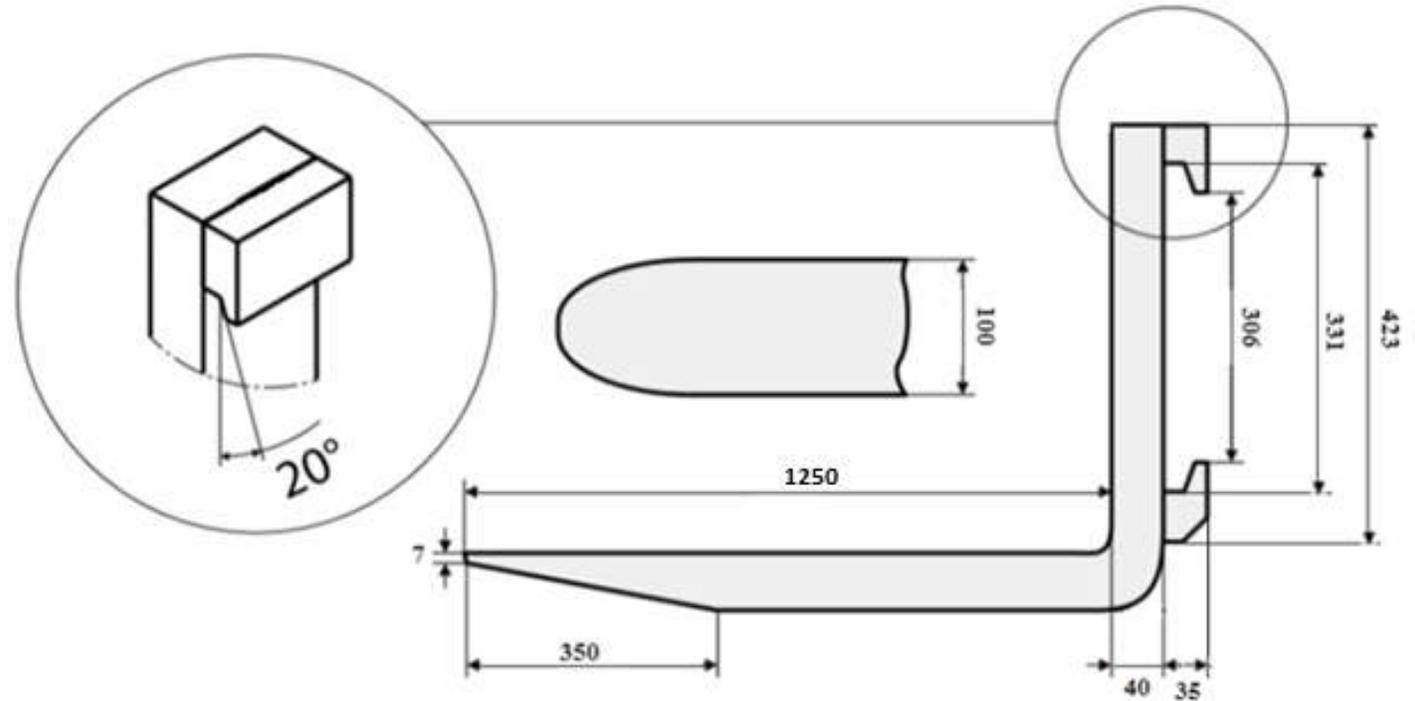


Рис. 5. Схема грузового захвата, мм

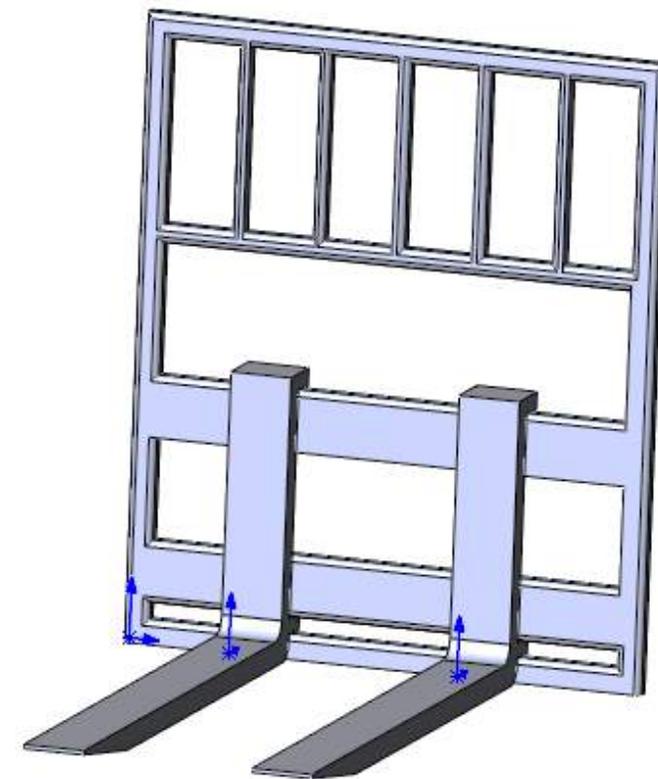
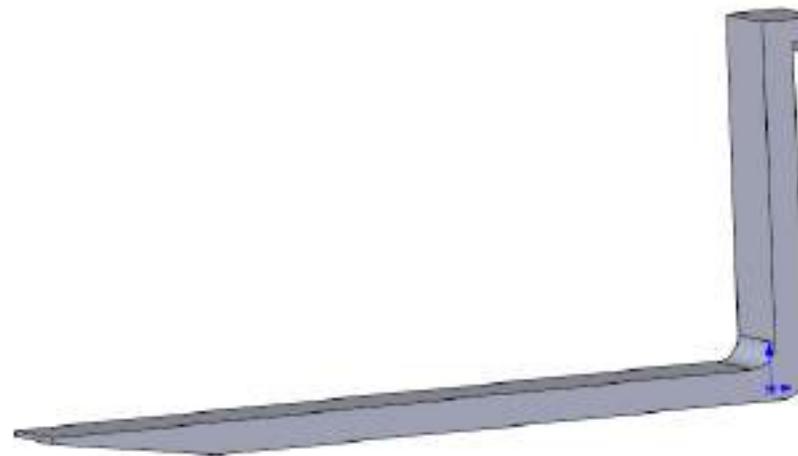
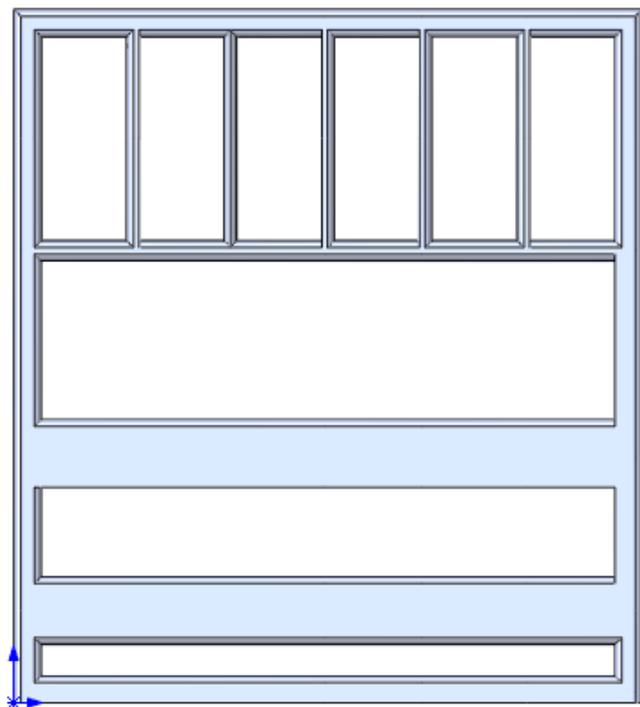


Рис. 6. 3D модели рамы (слева) и грузового захвата (справа)

Рис. 7. Сборка конструкции

Граничные условия

Номинальной грузоподъемностью грузозахвата является максимально допустимая масса груза, поднимаемая и перемещаемая грузозахватом:

$$Q_{гр} = Q_n \cdot g,$$

где Q_n - номинальная грузоподъемность;

g - ускорение свободного падения ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$)

$$Q_{гр} = 9800 \text{ Н}$$

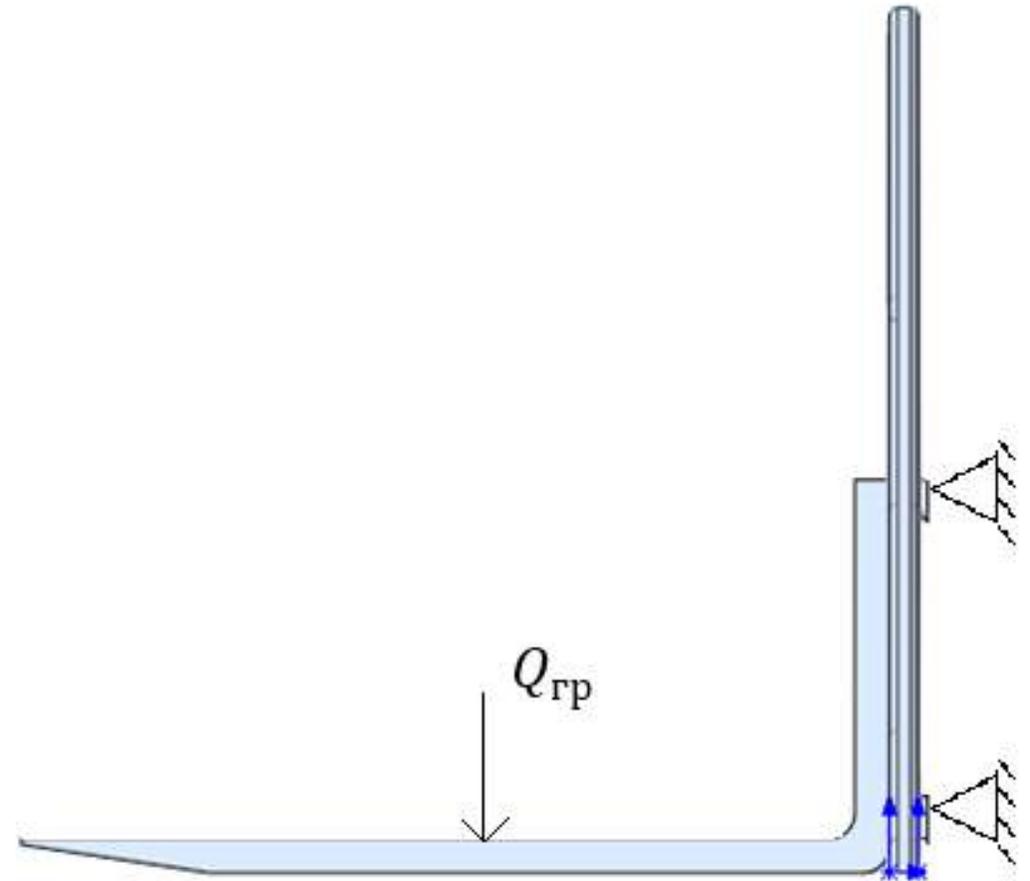


Рис. 8. Граничные условия узла «Мачта – вилочный захват»

Численный расчет узла «Мачта – вилочный захват»

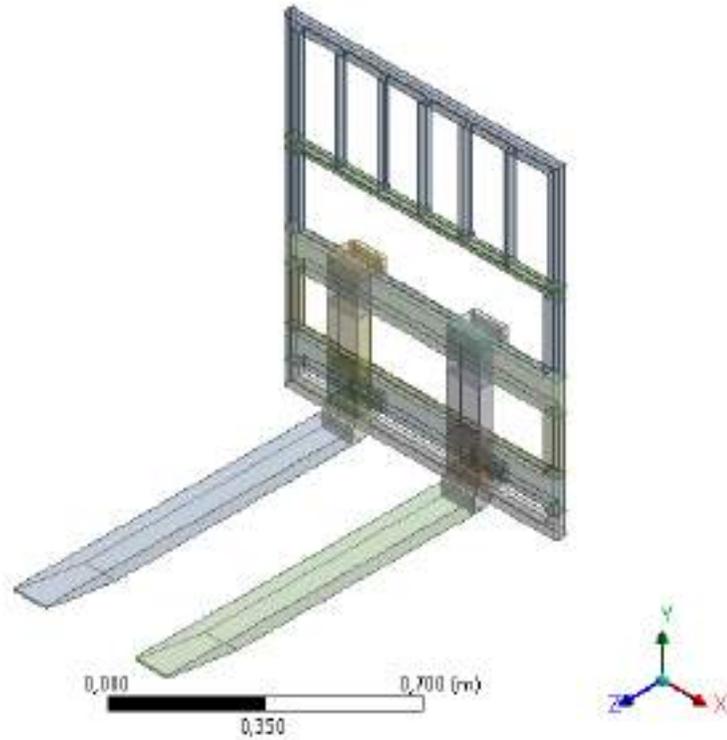


Рис. 9. Импортированная модель
вилочного захвата

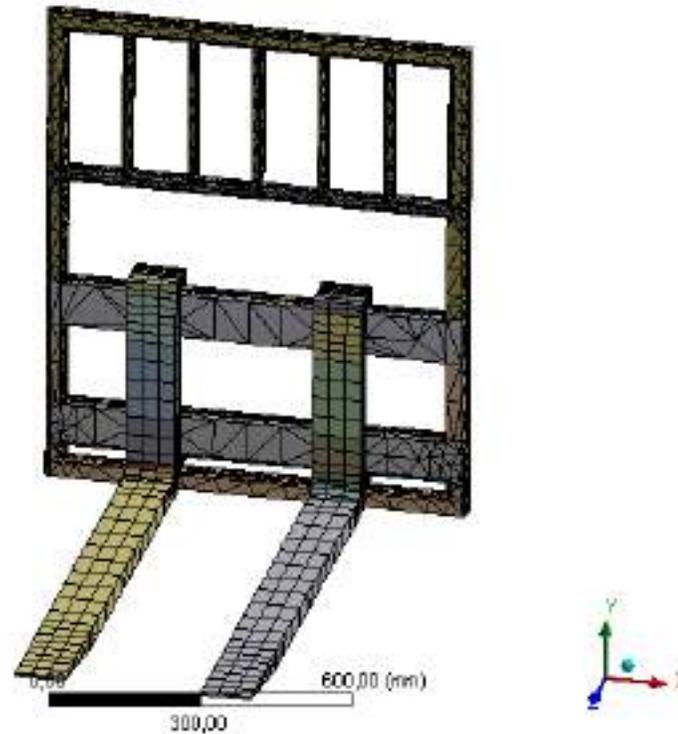


Рис. 10. Конечно элементная сетка

A: Static Structural
Static Structural
Time: 1, s
11.05.2021 12:21

A Force: 9800, N
C Remote Displacement
D Remote Displacement 2

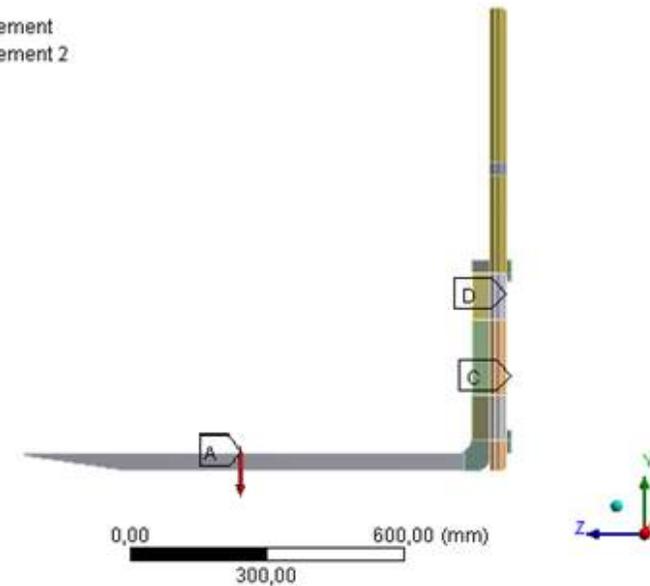
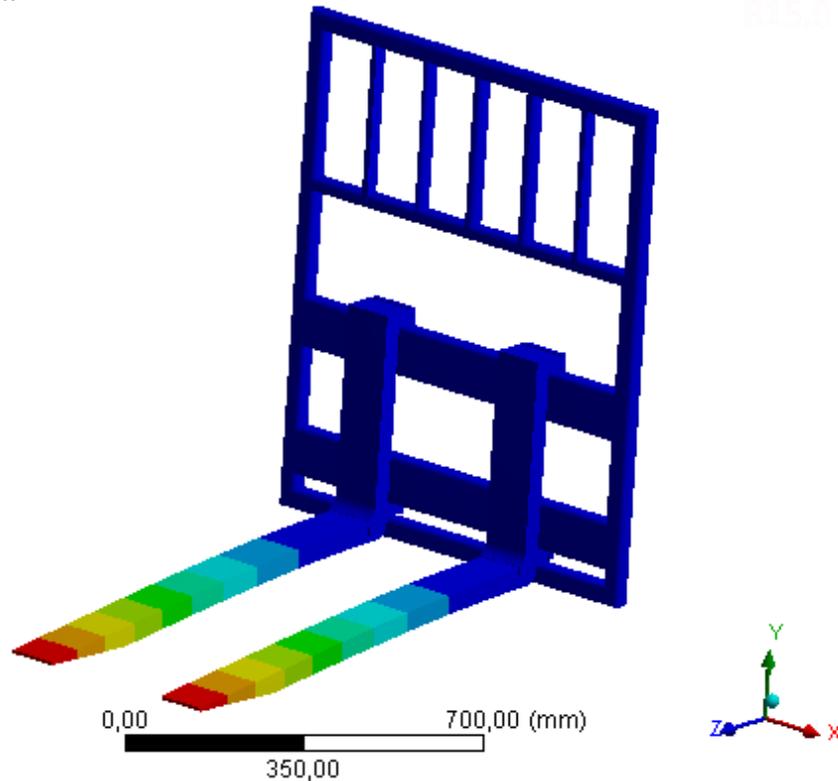
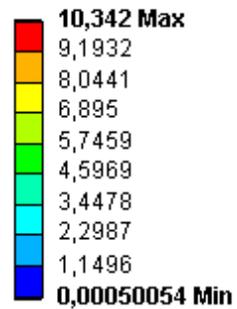


Рис. 11. Схема нагружения
узла «Мачта – вилочный захват»

Результаты расчетов перемещений и напряжений

A: Static Structural
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 1
11.05.2021 12:33



A: Static Structural
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 1
11.05.2021 12:46

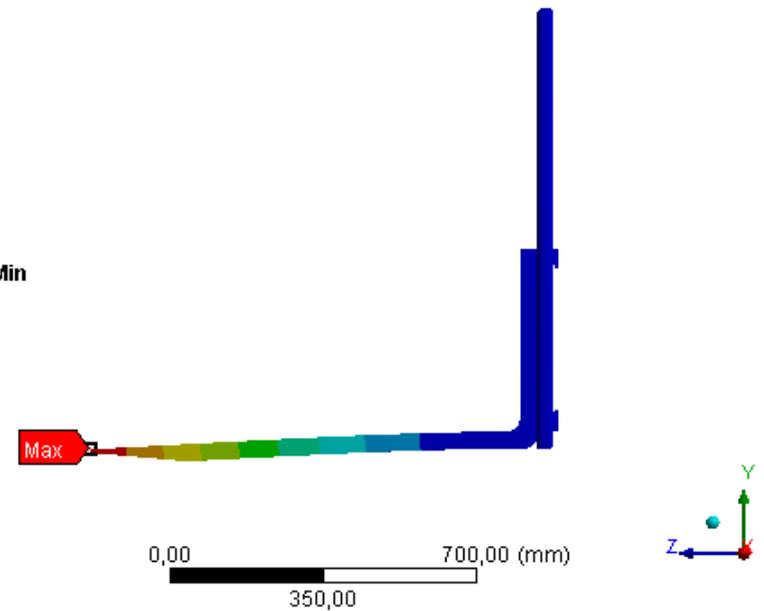
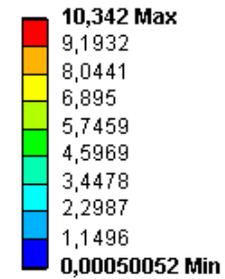


Рис. 12. Перемещения узла «Мачта – вилочный захват»

A: Static Structural

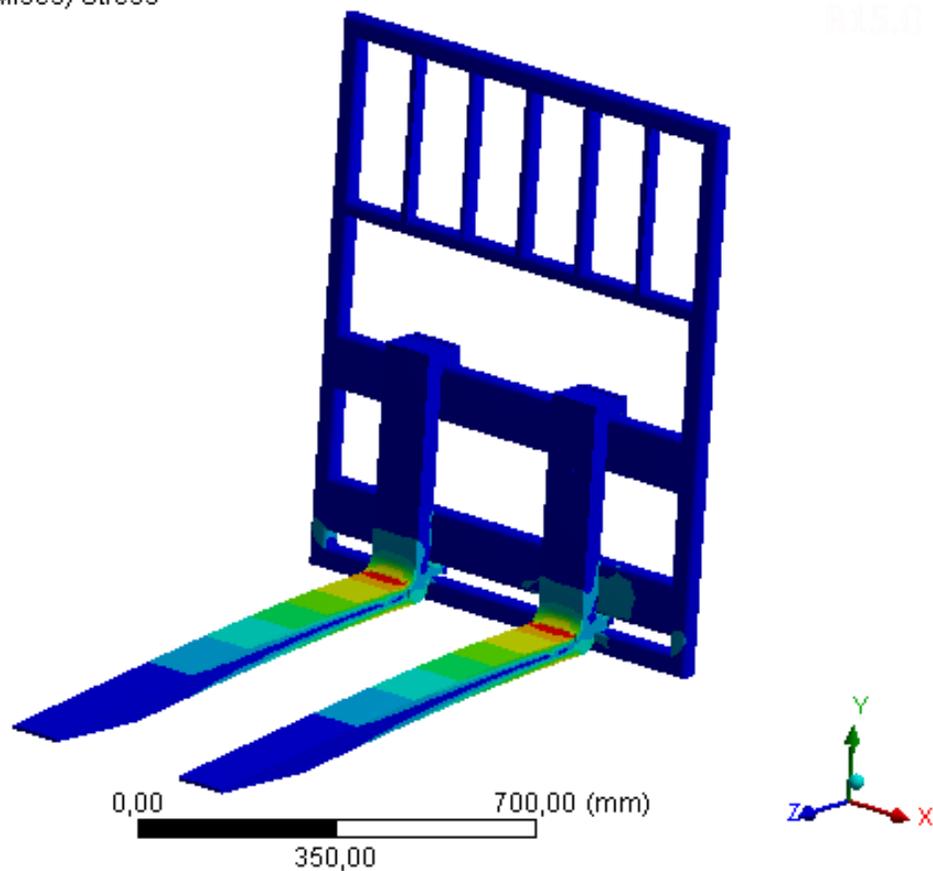
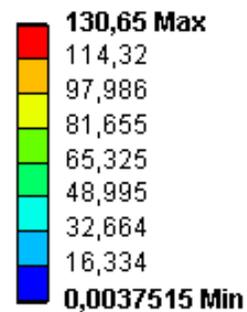
Equivalent Stress

Type: Equivalent (von-Mises) Stress

Unit: MPa

Time: 1

11.05.2021 12:28



A: Static Structural

Equivalent Stress

Type: Equivalent (von-Mises) Stress

Unit: MPa

Time: 1

11.05.2021 12:42

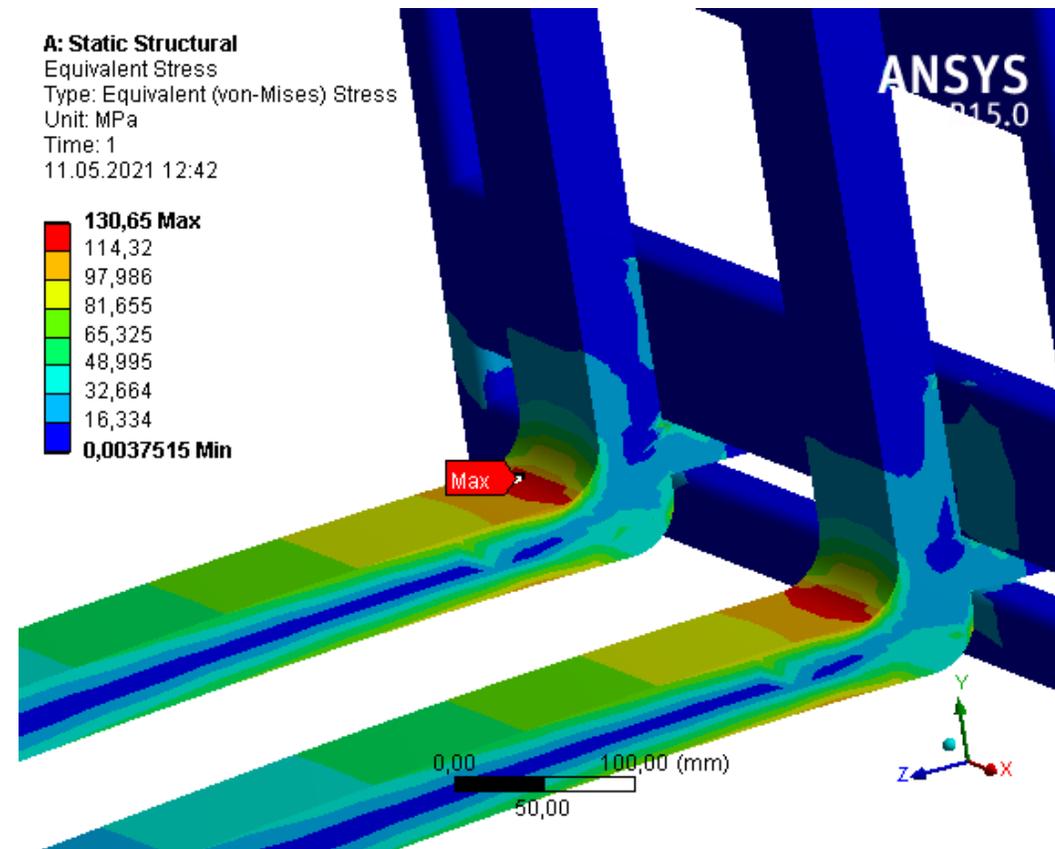
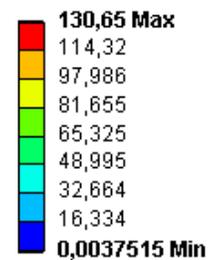


Рис. 13. Распределение напряжения узла «Мачта – вилочный захват»

Исследование оптимальной нагрузки узла

В таблице представлены результаты расчета напряженно-деформированного состояния узла «Мачта - вилочный захват» с увеличением нагрузки.

Таблица 1. Результаты расчета

Нагрузка	Кг	1000	1100	1200	1300
	Н	9800	10780	11760	13720
σ_{max}	МПа	130,65	139,47	149,78	174,23

Заключение

В ходе выпускной квалификационной работы был проведен предварительный прочностной расчет, который показал, что рассчитанное напряжение σ меньше допускаемого $[\sigma]$:
 $95,75 \text{ Мпа} \leq 166,6 \text{ Мпа}$

В программном комплексе SolidWork разработана компьютерная 3D модель узла «Мачта – вилочный захват».

На основе созданной геометрии был проведен численный расчет напряженно-деформированного состояния, с помощью которой выявлены наиболее опасные участки в узле «Мачта – вилочный захват».

Проведено исследование оптимальной нагрузки узла, который показал, что после увеличения нагрузки максимальное напряжение выросло с 130,65 МПа (при нагрузке 1000 кг) до 149,78 МПа (при нагрузке 1200 кг). Однако полученное напряжение меньше допускаемого напряжения для стали данной марки, равного 160 МПа. При нагрузке 1400 кг напряжение 174,23 Мпа превышает допускаемое напряжение.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

Электромеханический факультет

Кафедра теоретической и прикладной механики

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему:

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТА КОНСТРУКЦИИ МЕХАНИЗМА

Выполнил: студент гр. 4-33

А.С.Мажара

Руководитель: к.т.н., доцент

М.А.Ноздрин