

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

Электромеханический факультет
Кафедра теоретической и прикладной механики

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ КВАДРОКОПТЕРА

Выполнил: студент гр.4-33 Лопырев В.А.

Научный руководитель: доцент Зарубин З.В.

Цель работы



Оптимизирование лучей квадрокоптера в программном комплексе Abaqus и использовании полученной оптимизированной конструкции в действии

Задачи работы

- проведение лабораторных испытаний материалов на растяжение с целью определения необходимых физико-механических свойств
- испытание для измерения тяги винтов
- создание геометрической компьютерной модели луча в программном комплексе SolidWork
- расчет на прочность луча квадрокоптера в программном комплексе Abaqus
- проведение топологической оптимизации в программном комплексе Abaqus
- модальный анализ неоптимизированного и оптимизированного лучей в программном комплексе Ansys

Постановка задачи

Расчетная схема с граничными условиями

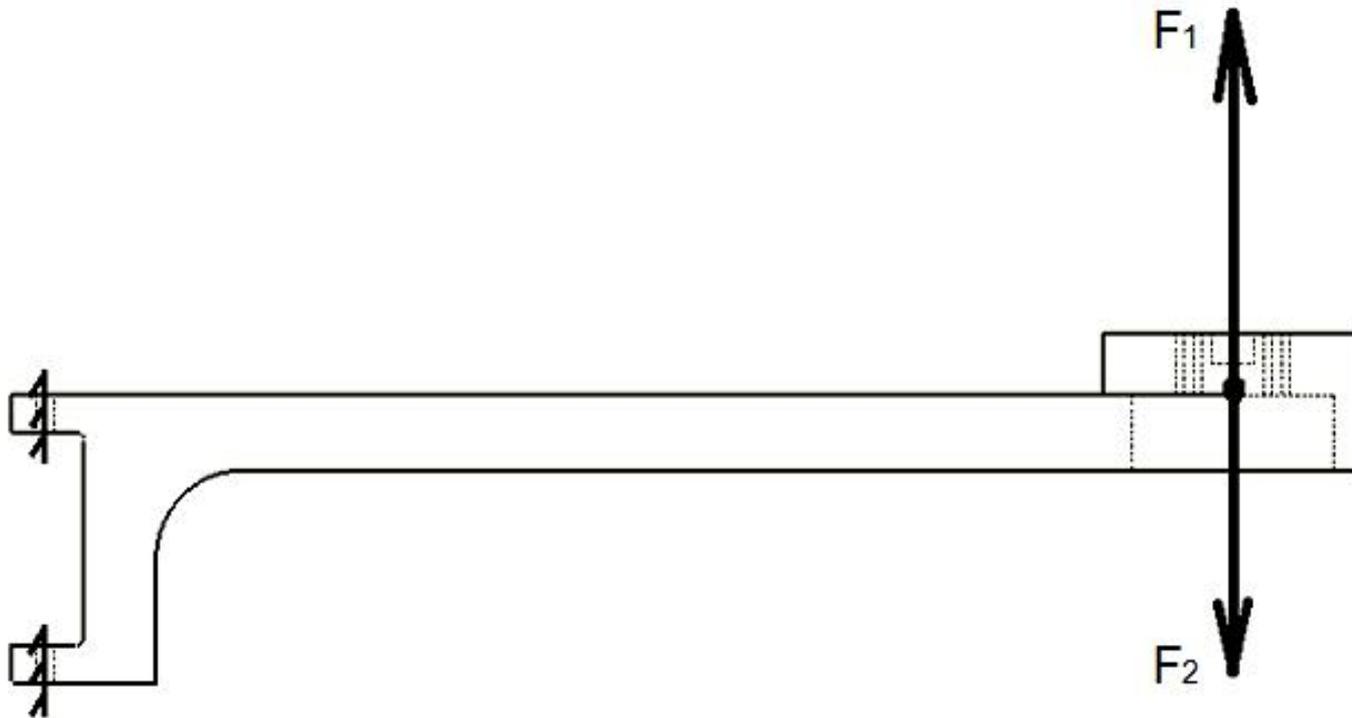


Рис.1

Лабораторные испытания

2 вида пластика $\Upsilon \neq \odot$:

а) Пластик фирмы $\text{H} \neq \text{H}$; б) Пластик фирмы $\text{H} \neq \text{H}$

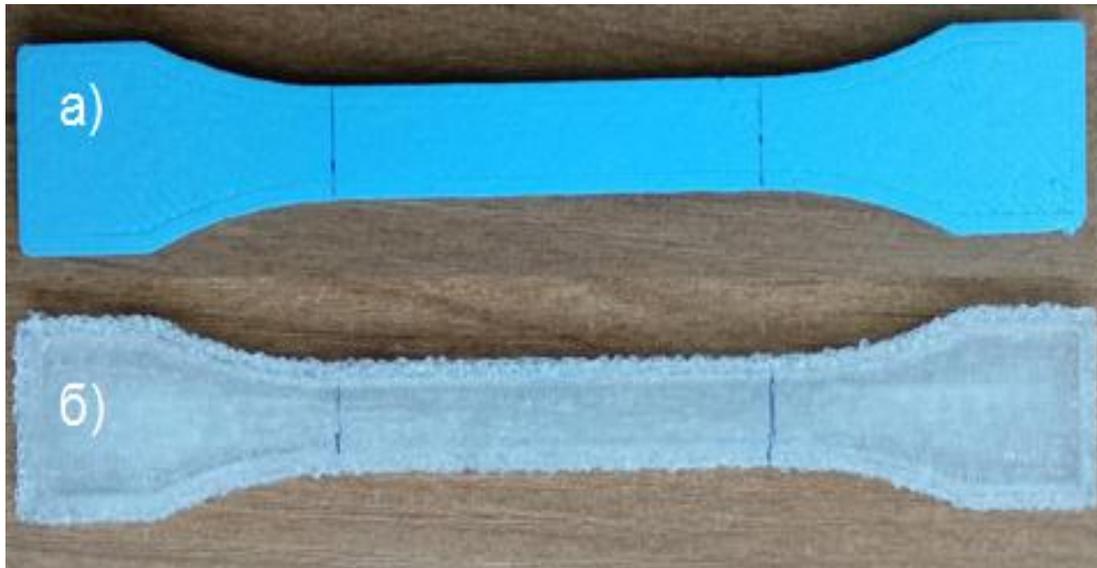
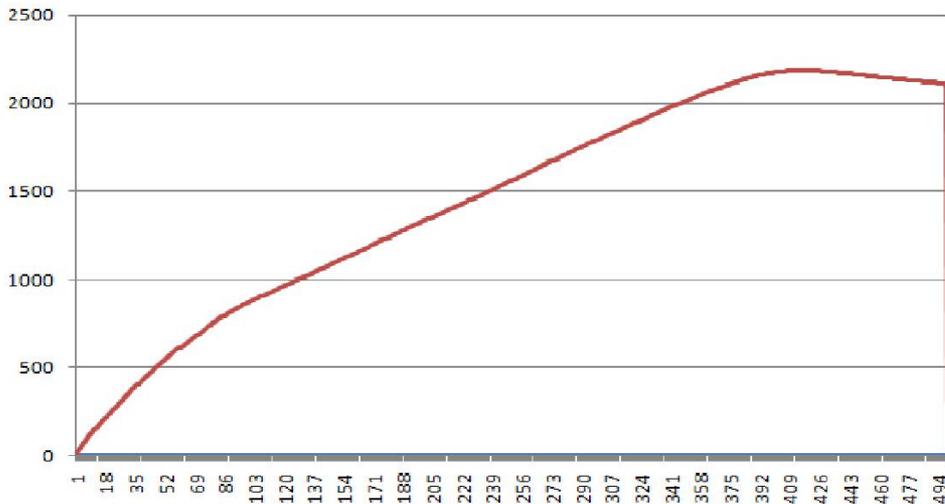


Рис.2



Рис.3

Результаты испытаний

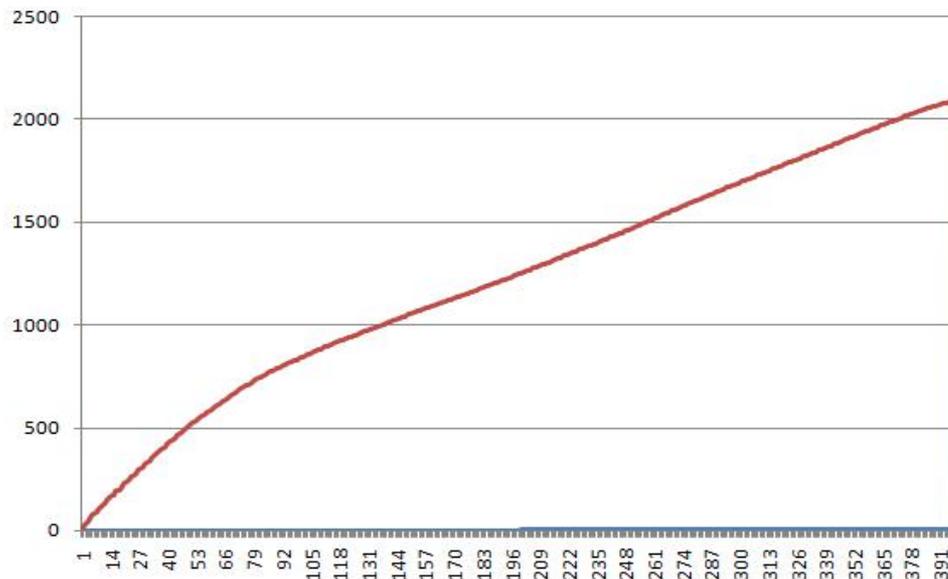


Образец №1

Макс. усилие $F=2190$ Н

Предел прочности $\sigma=54.75$ МПа

Рис.4



Образец №2

Макс. усилие $F=2090$ Н

Предел прочности $\sigma=52.25$ МПа

Рис.5

Измерение тяги пропеллера

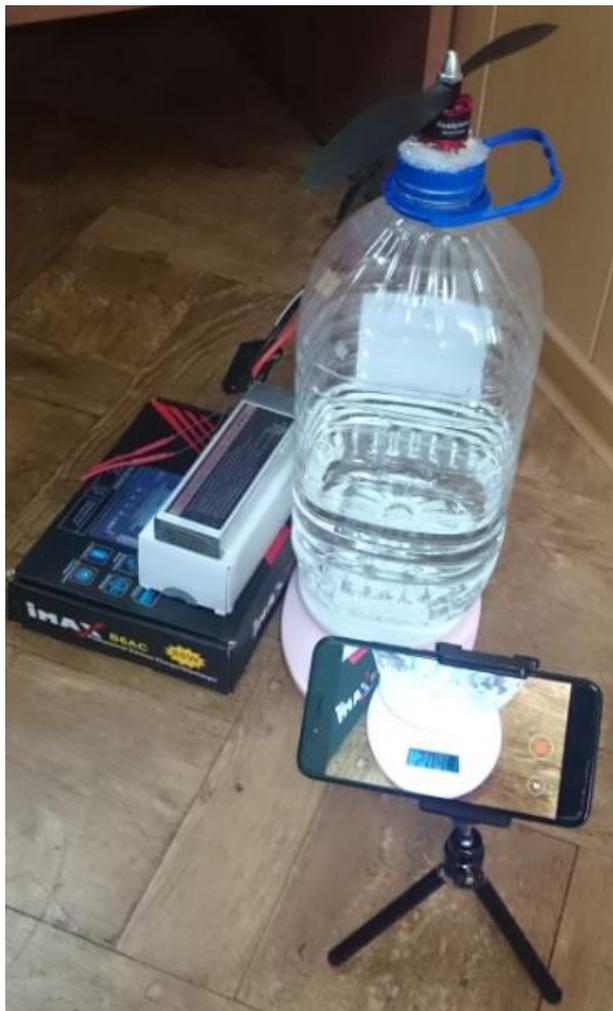


Таблица 1

Мощность двигателя (%)	Тяга пропеллера (гр)
16.5	48
33.2	118
49.9	223
66.6	334
83.3	500
100	650

Максимальная тяга при испытании $F_1=650\text{гр}=6,5\text{ Н}$
Вес двигателя с винтом $P_1=65\text{гр}=6,5\text{ Н}$

Рис.6

Сборка квадрокоптера

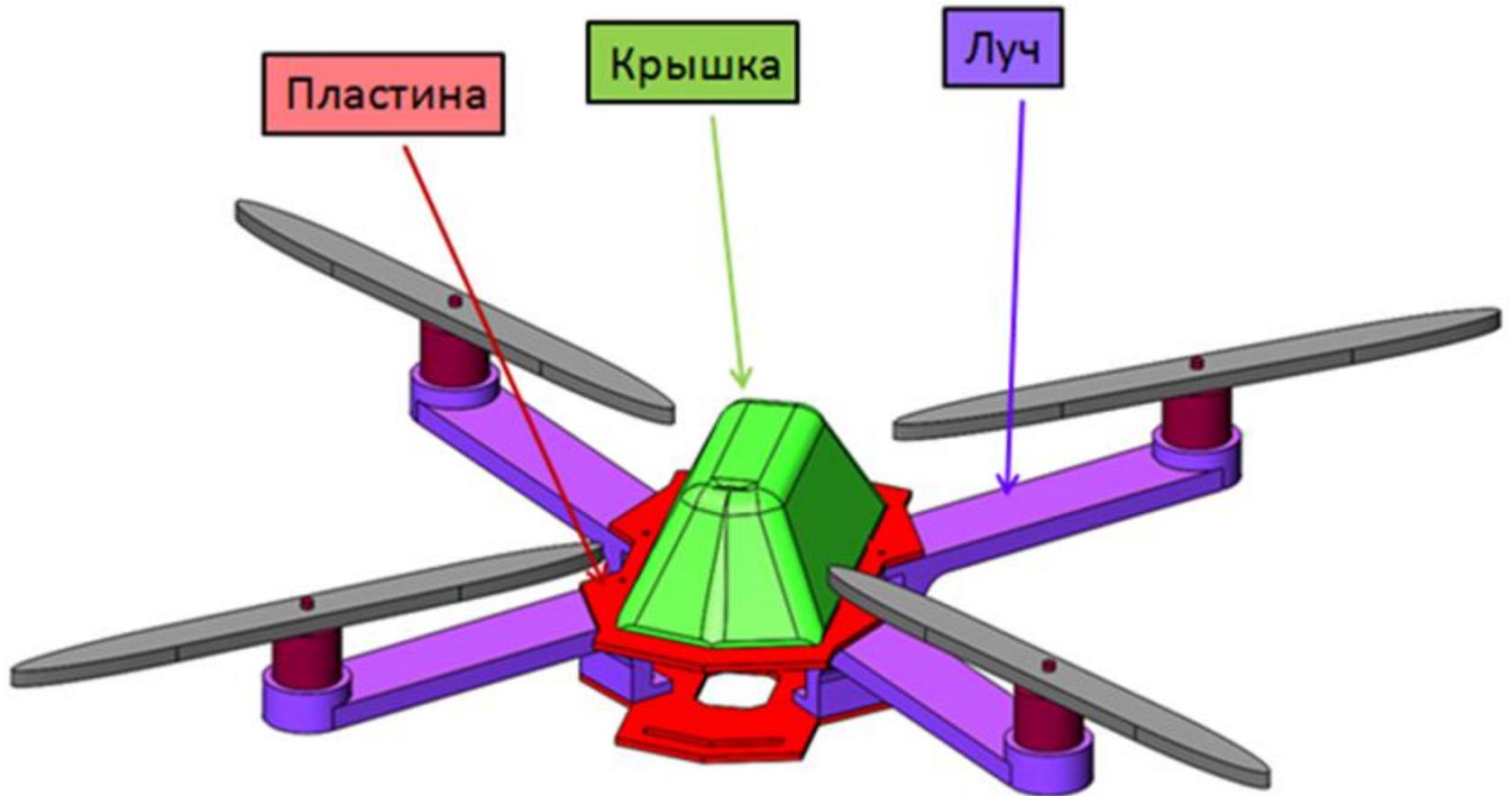


Рис.7

Расчет на прочность в программном комплексе ANSYS

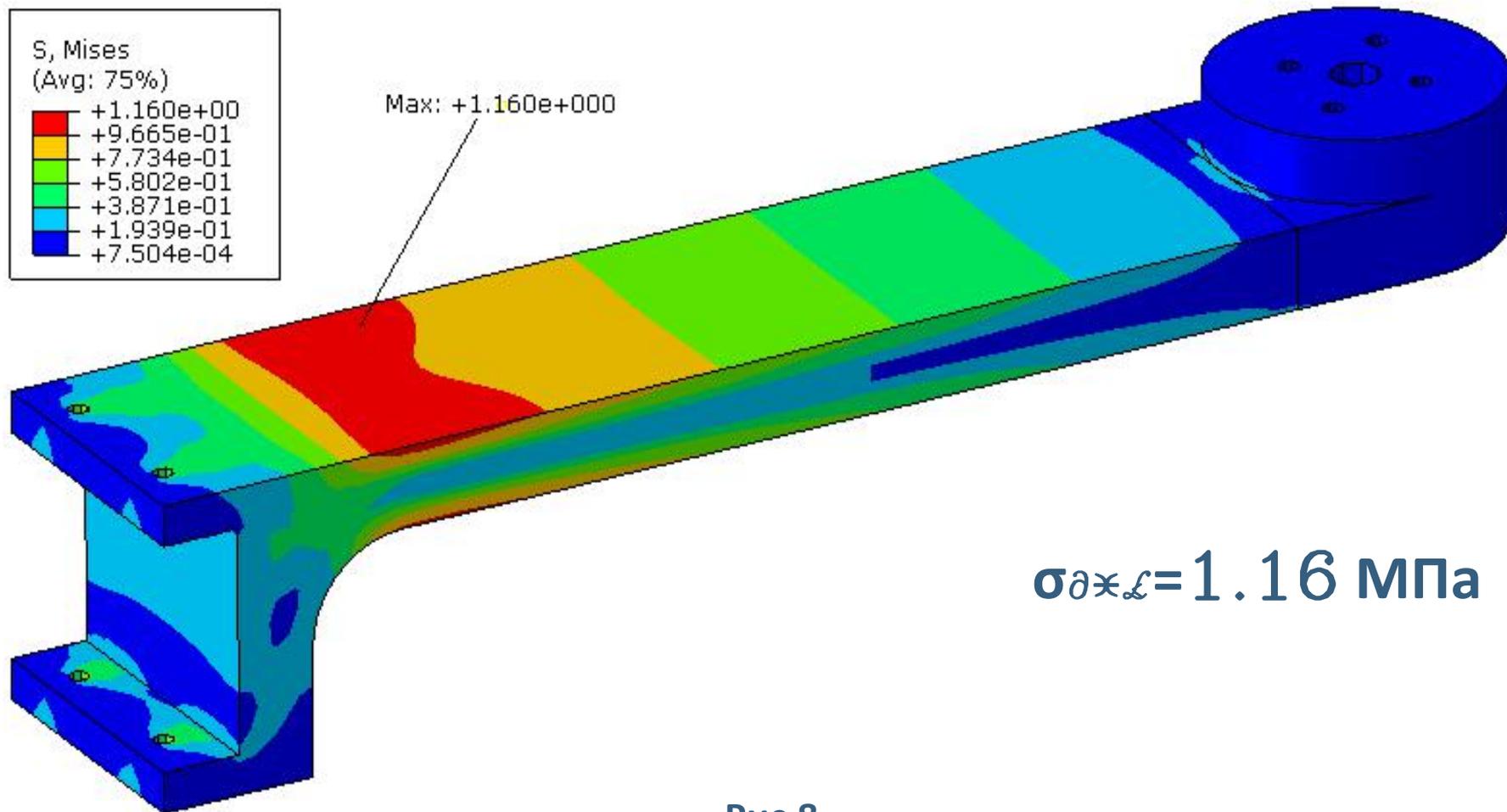


Рис.8

Топологическая оптимизация

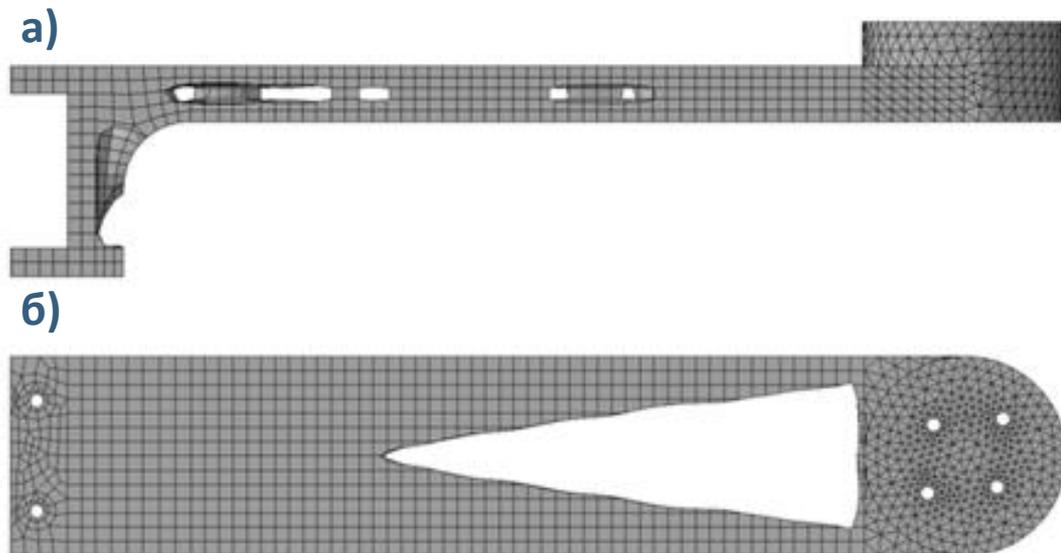


Рис.9

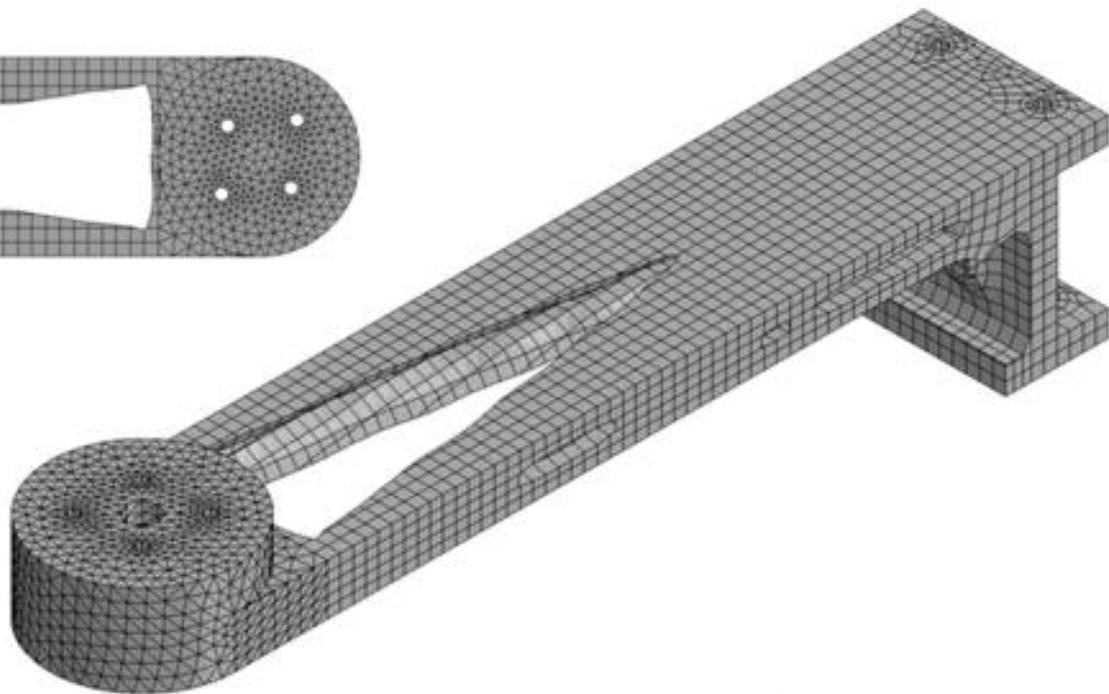


Рис.10

Моделирование оптимизированного луча

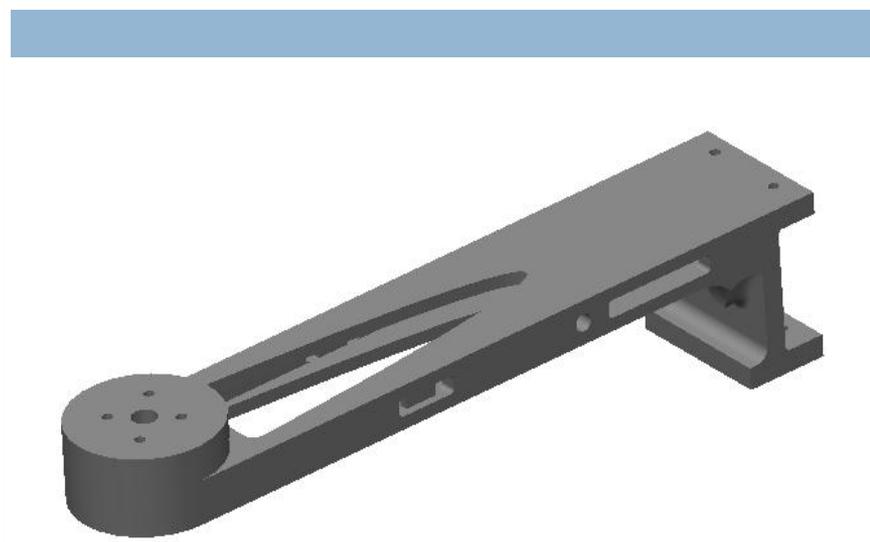
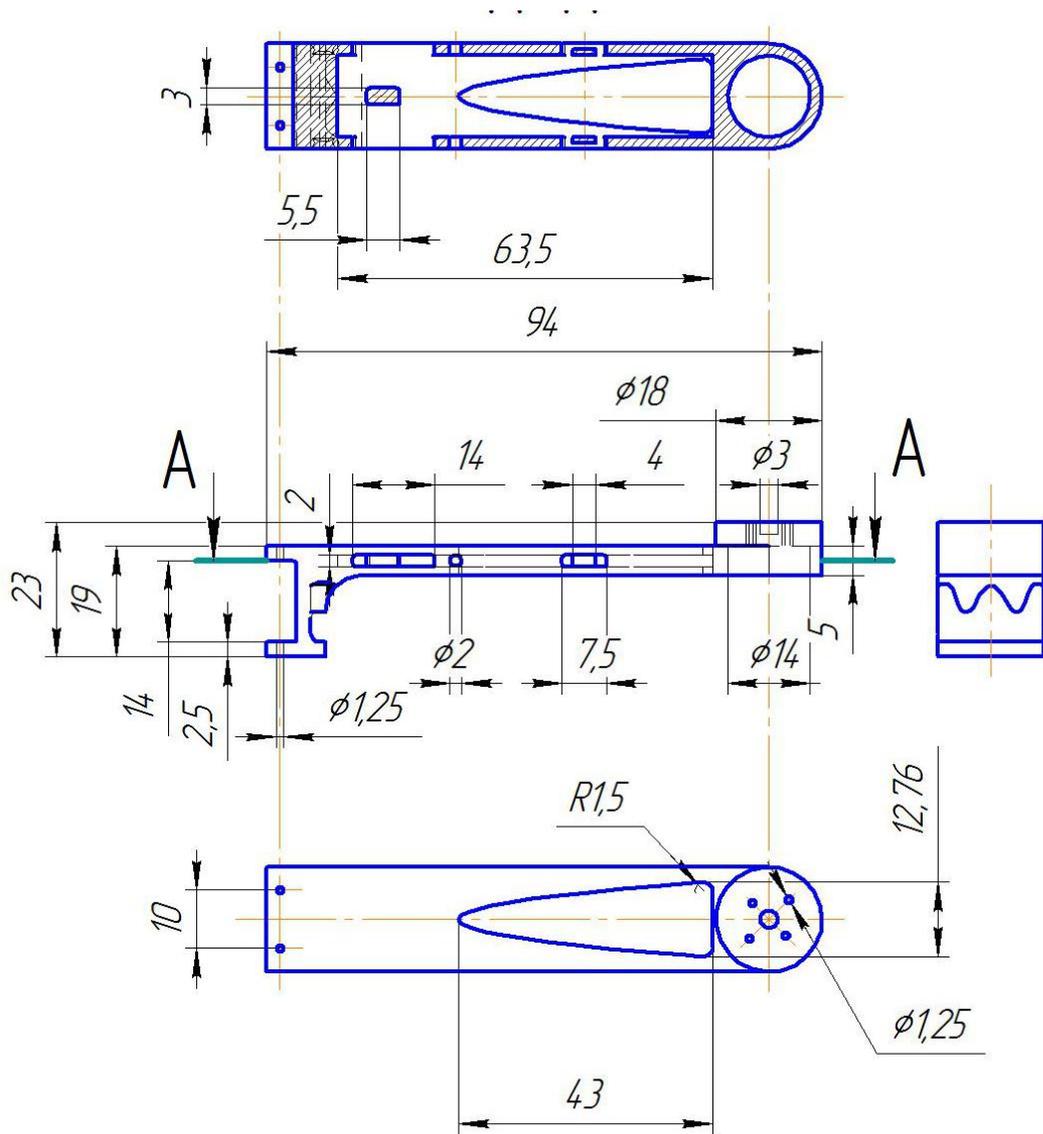


Рис.11

Расчет на прочность оптимизированной модели

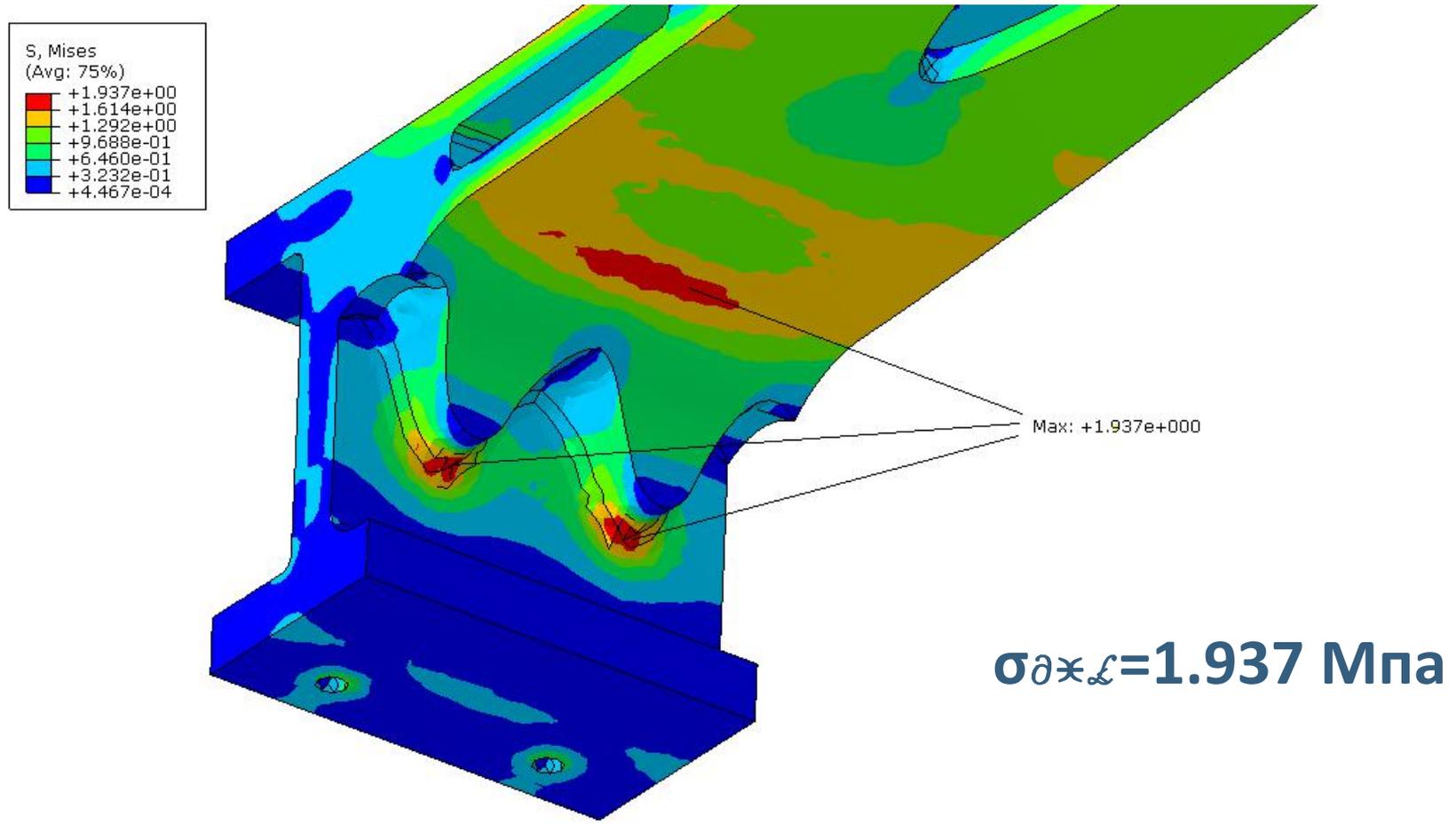
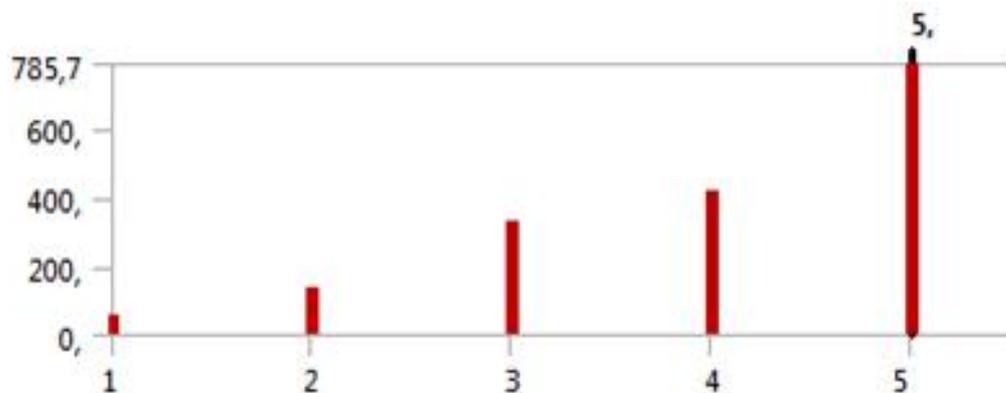


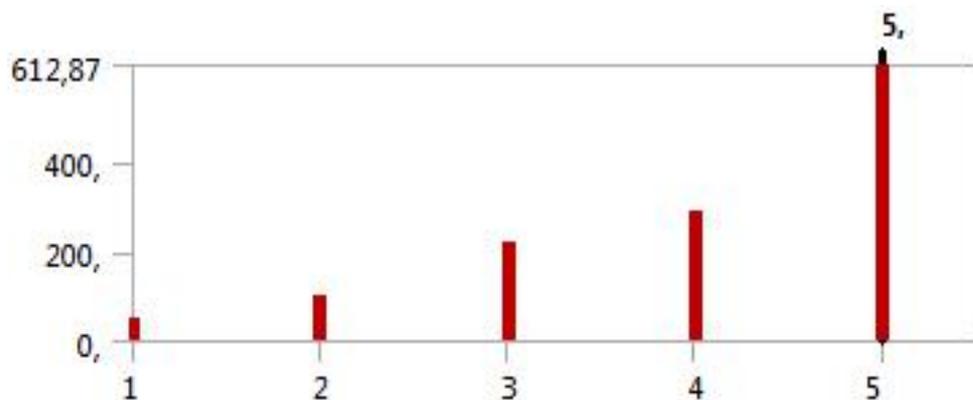
Рис.12

Модальный анализ



	Mode	<input checked="" type="checkbox"/> Frequency [Hz]
1	1,	54,086
2	2,	138,13
3	3,	328,51
4	4,	412,97
5	5,	785,72

Рис.13



	Mode	<input checked="" type="checkbox"/> Frequency [Hz]
1	1,	51,905
2	2,	97,359
3	3,	216,28
4	4,	289,81
5	5,	612,87

Рис.14

Заключение

- Проведены лабораторные испытания материалов на растяжение двух видов пластика (PLA REC и PLA ESUN), в результате которых был выбран пластик фирмы REC
- Измерена тяга двигателя, при 100% мощности двигателя сила, действующая на луч равна 6,5 Н
- Созданы 3D модели составляющих сборки квадрокоптера, приблизительный вес сборки – 600 гр.
- Проведен расчет на прочность луча квадрокоптера аналитически и в программном комплексе ABAQUS
- Проведена оптимизация модели луча квадрокоптера, вес которой снизился на 35 %, а максимальные напряжения возросли на 40%
- Собственные частоты оптимизированного луча лежат дальше от рабочей частоты вращения электродвигателя



Спасибо за внимание!