

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

Кафедра теоретической и прикладной механики

Исследование напряженно-деформированного состояния элемента шлифовального станка

Выполнила:
студентка гр. 4-33
Теплякова Д.О.
Научный руководитель:
к.т.н., доцент Ноздрин М.А.

Иваново 2017

ВВЕДЕНИЕ

Напряженно-деформированный анализ - неотъемлемая часть процесса проектирования оборудования перед выбором его модели и выпуском в производство. Результаты расчетов используются для изменения параметров элементов работы оборудования.

В шлифовальном станке совершенствование оборудования проводится путем замены материала, геометрию элементов или электродвигателя.

Однако, также изменения приводят к увеличению затрат и увеличению времени на изготовление оборудования.

В работе проводится исследование модели на напряженно-деформированное состояние при холостом режиме работы. В дальнейшем, для следующего этапа проверки оборудования, будет достаточно просто заменить значения рассчитанных окружных сил.

Цель работы:

Исследование на напряженно-деформированное состояние модели шлифовального станка при холостом режиме работы.

Задачи:

Провести обзор общих сведений о ленточных шлифовальных станках.

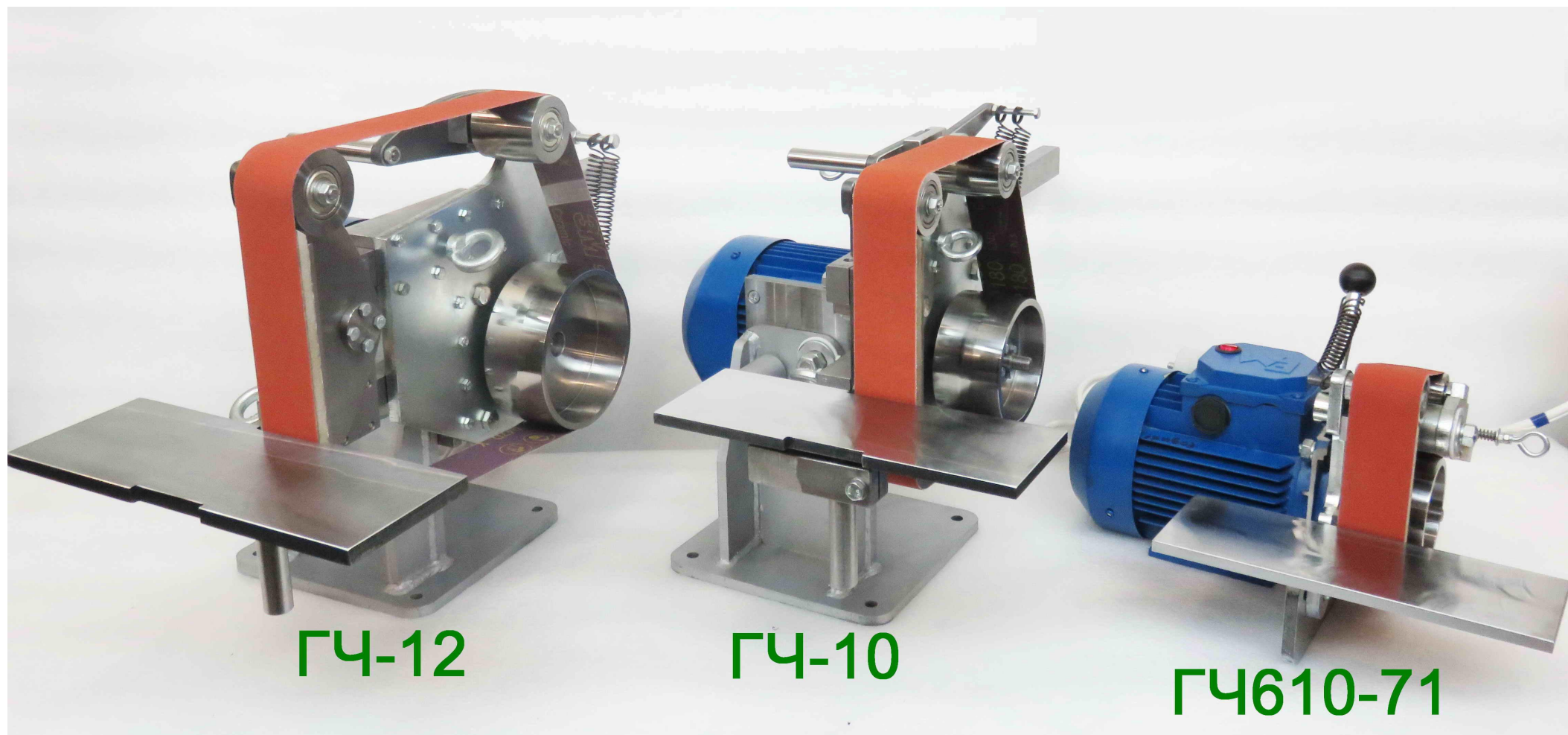
Спроектировать геометрическую модель станка.

Определение силовых характеристик несущих элементов станка.

Постановка задачи в теории изгиба пластин.

Рассчитать напряжения основных элементов в сборке шлифовального станка в Ansys.

Примеры ленточных шлифовальных станков



Геометрическая модель станка

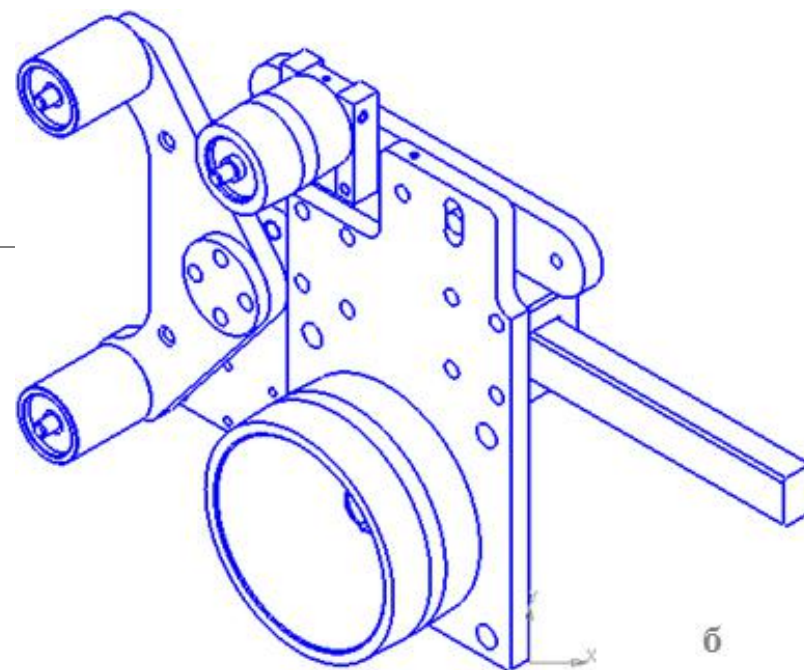
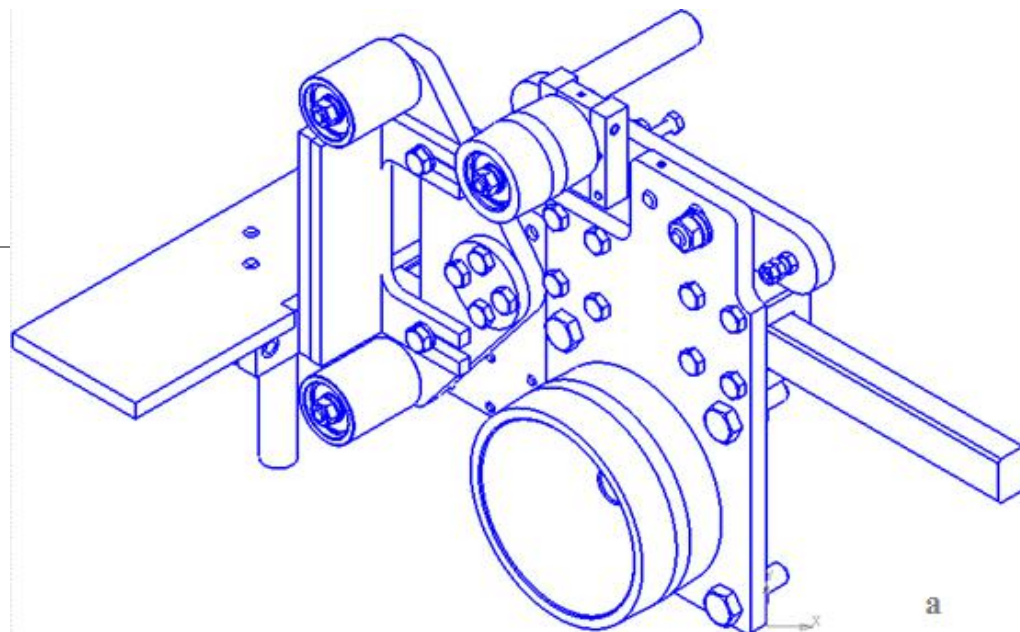
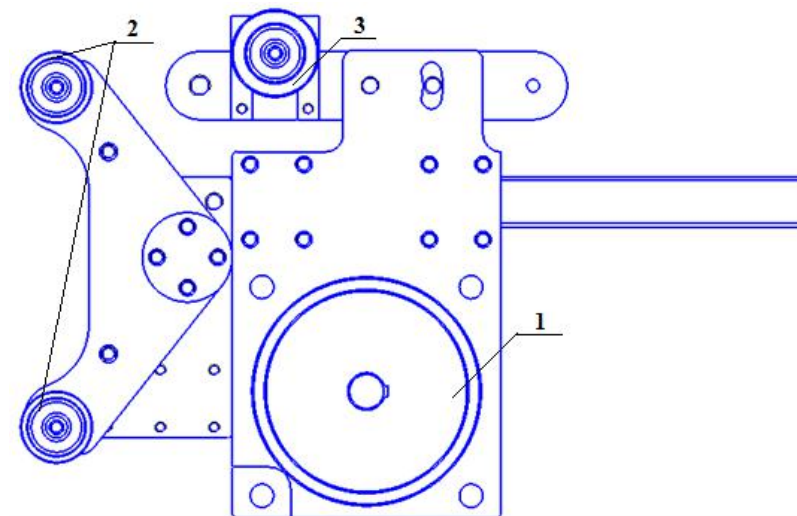


Рисунок 1- Полный чертеж сборки до упрощения(а) и после упрощения деталей(б)

где 1- Шкив,

2- Направляющие ролики,

3- Регулировочный ролик.



Модель станка

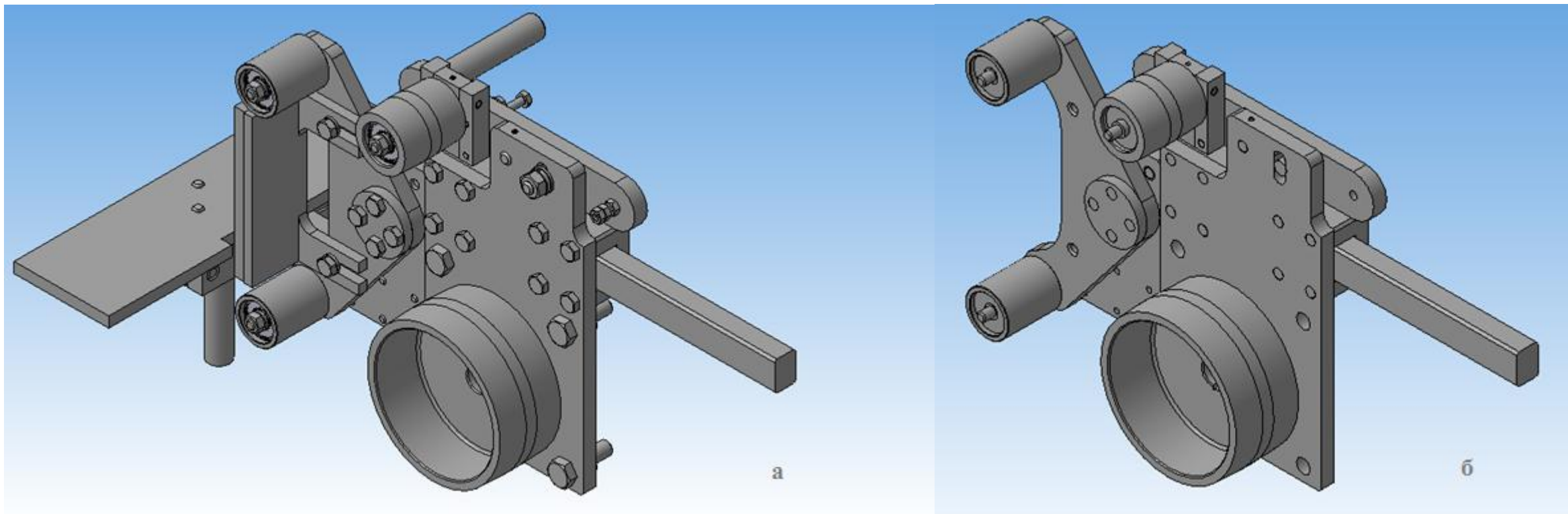


Рисунок 2- Модель станка до упрощения(а) и после упрощения(б).

Определение силовых характеристик несущих элементов станка

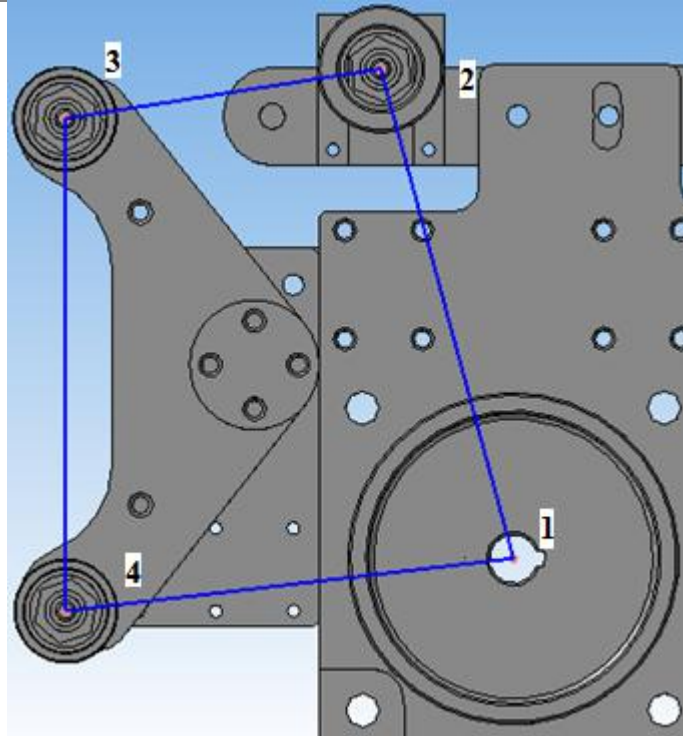


Рисунок 3- Несущие элементы станка и их межосевое расстояние

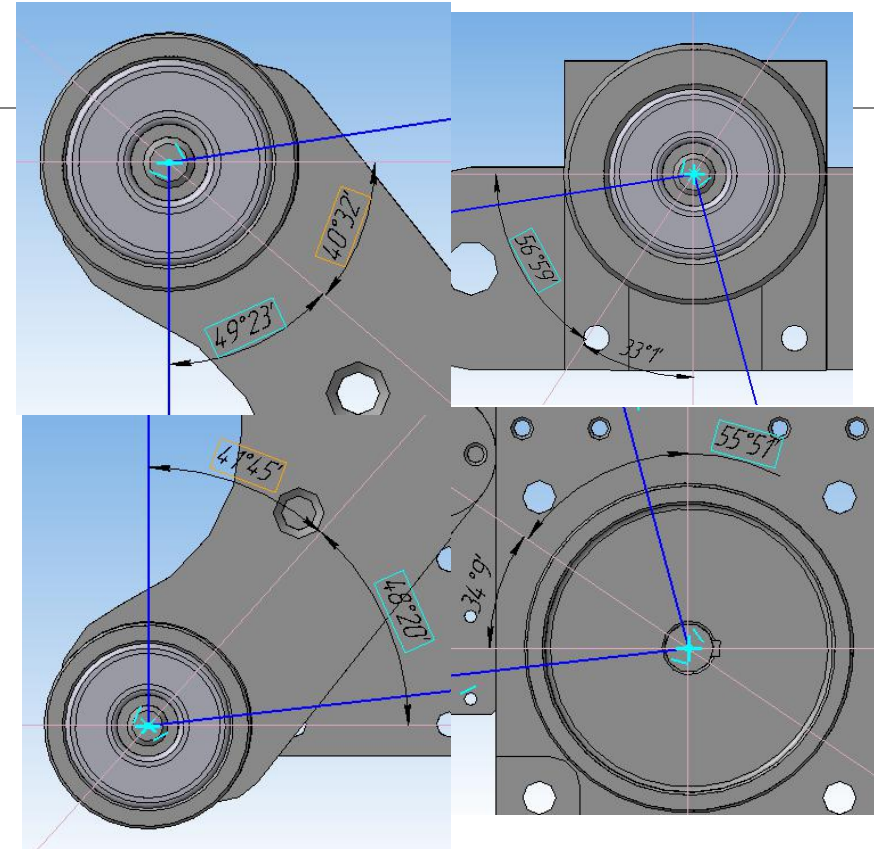


Рисунок 4- Проекции окружающих сил на глобальные оси

Рассмотрение модели с помощью задачи на изгиб пластин

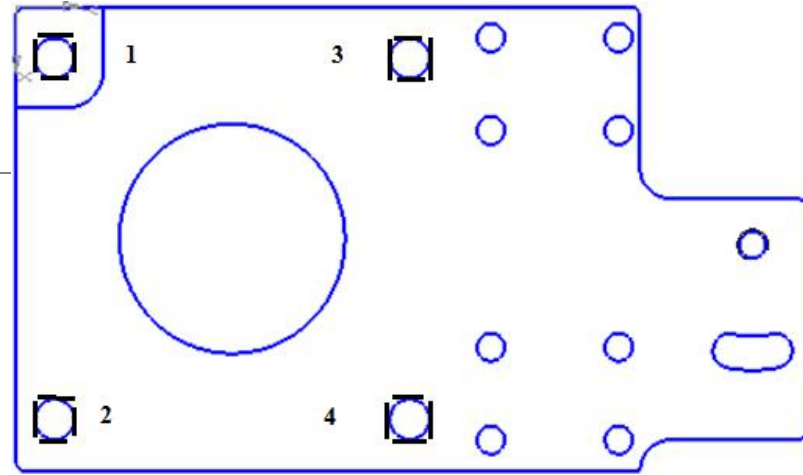


Рисунок 5 – Нумерация отверстий граничных условий

1 участок $y=[6,16;19,16]$ $x=[10,16;23,16]$

2 участок $y=[6,16;19,16]$ $x=[126,84;139,84]$

3 участок $y=[122,84\ 135,84]$ $x=[10,16;23,16]$

4 участок $y=[122,84\ 135,84]$ $x=[126,84;139,84]$

Напряжения, действующие на пластину при изгибе.

$$\left. \begin{aligned} \sigma_y &= \frac{12M_y}{h^3} \\ \sigma_x &= \frac{12M_x}{h^3} \\ \tau_{yz} &= \frac{12T_z}{h^3} \\ \tau_{xz} &= \frac{6Q_y}{h^3} \left(\frac{h^2}{4} - x^2 \right) \\ \tau_{zy} &= \frac{6Q_x}{h^3} \left(\frac{h^2}{4} - x^2 \right) \end{aligned} \right\}$$

Задача по определению изгиба пластинки может быть сведена к решению одного дифференциального уравнения, которое носит название уравнения Жермен-Лагранжа:

$$D \left(\frac{\delta^4 w}{\delta y^4} + \frac{\delta^4 w}{\delta y^2 \delta x^2} + \frac{\delta^4 w}{\delta x^4} \right) = q$$

где q – внешняя нагрузка, действующая на поверхности пластинки по нормали к средней плоскости,

D – жесткость пластинки при изгибе,

$w = w(x, y)$ перемещение вдоль оси z .

Расчет напряжений основных элементов сборки шлифовального станка в Ansys

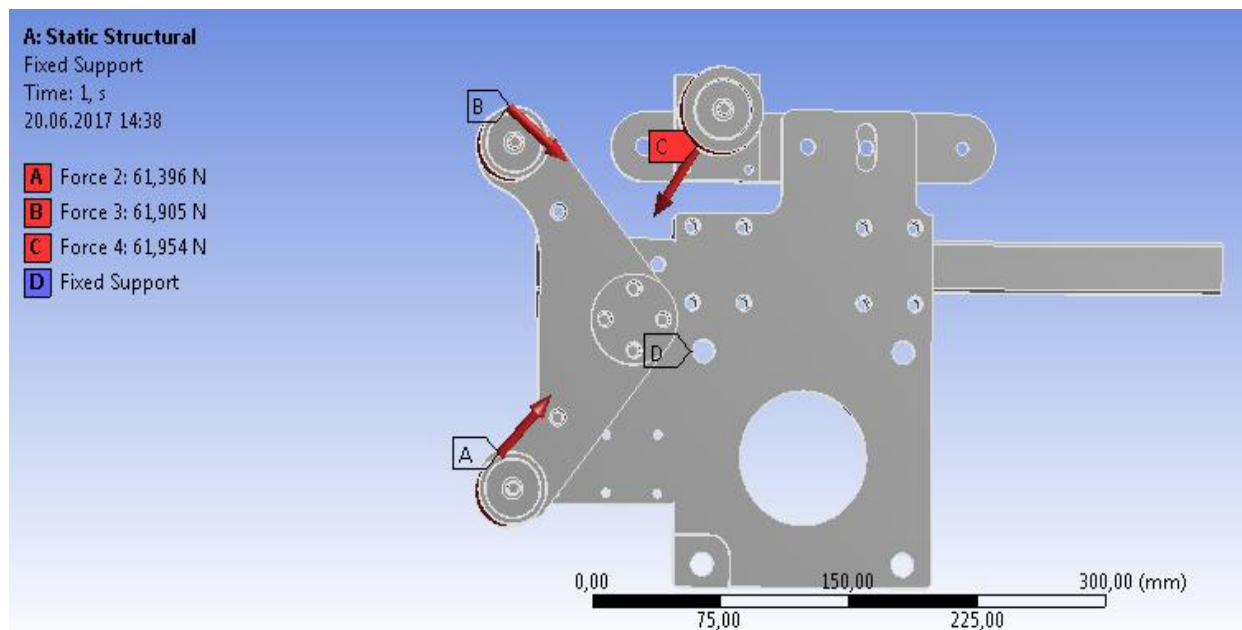


Рисунок 6- Граничные условия

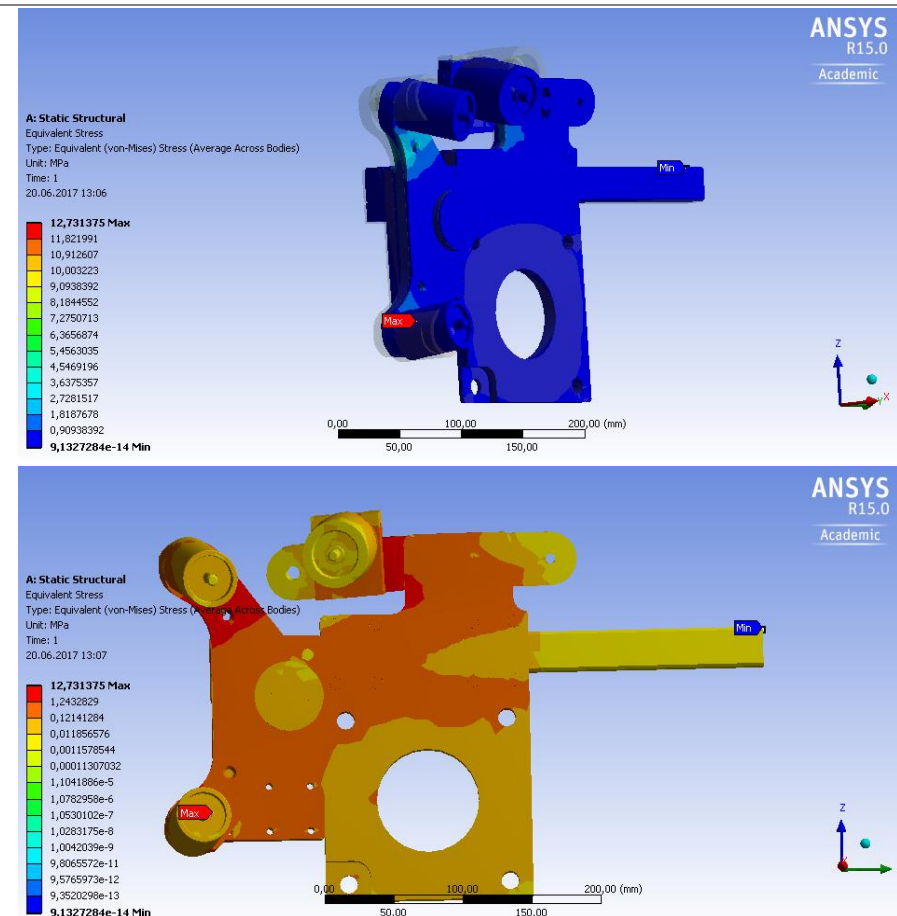


Рисунок 7 – Стандартное и логарифмическое отображение напряженного состояния станка

Напряженное состояние в исследуемом элементе.

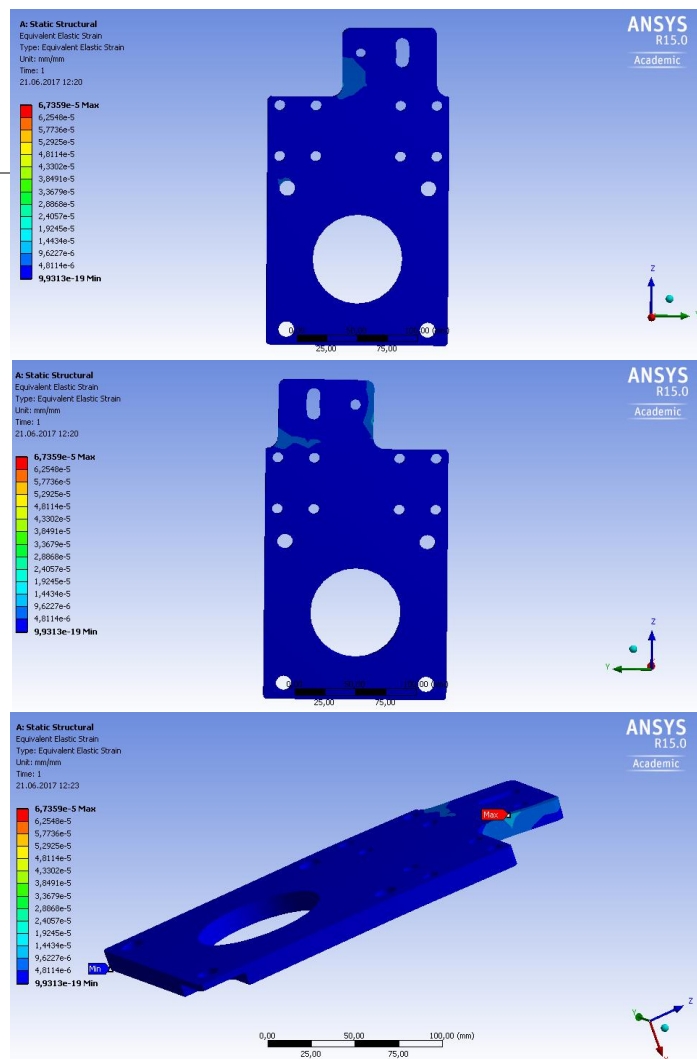


Рисунок 8 - Напряженное состояние пластины

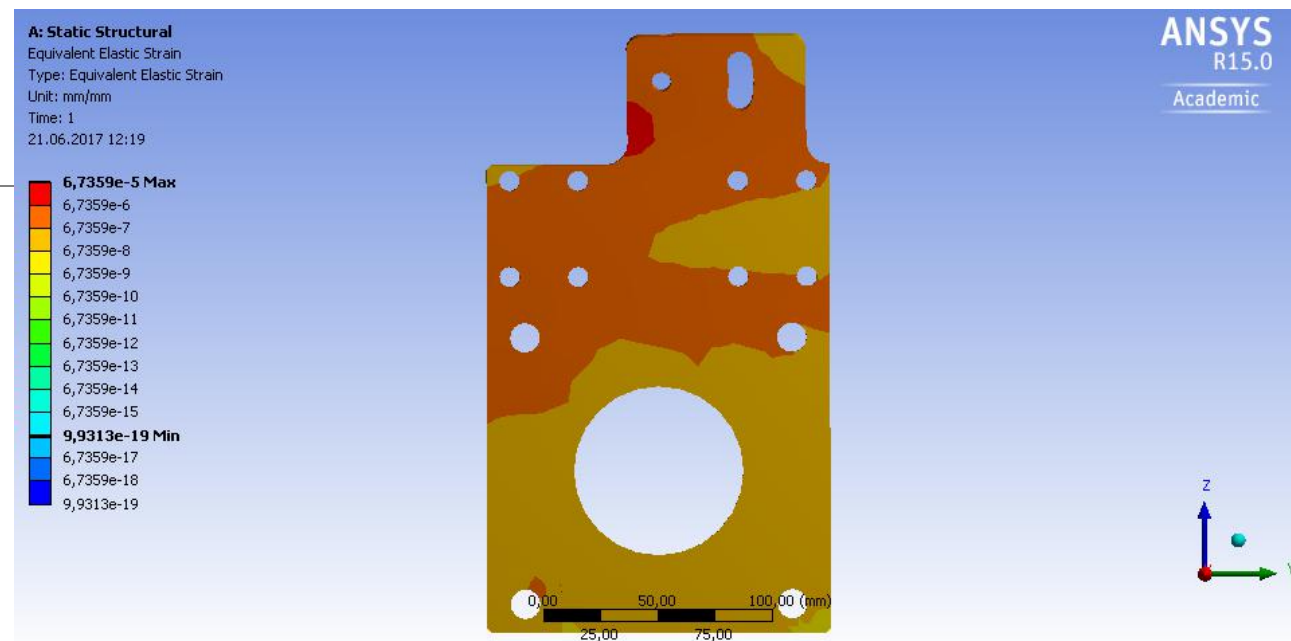


Рисунок 9 - Логарифмическое отображение напряженного состояния пластины

Напряженное состояние в исследуемом элементе.

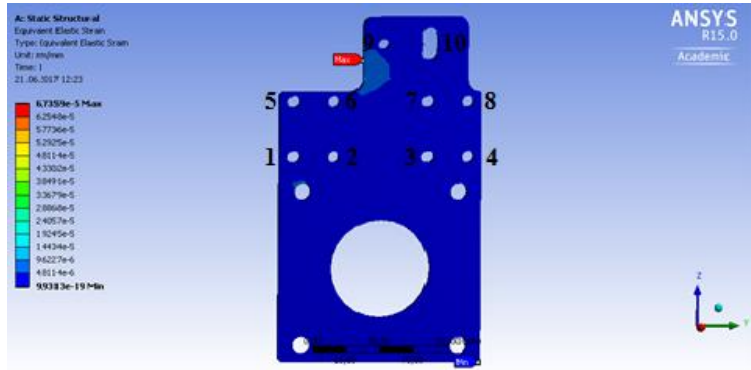


Рисунок 10- Нумерация контактных соединений пластины.

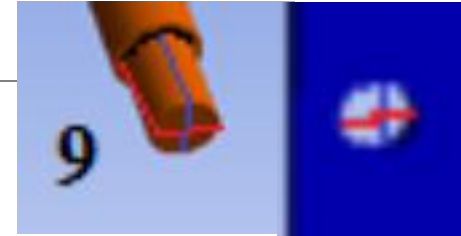


Рисунок 11– Горизонтальная(красная) и вертикальная(синяя) плоскости напряжений.

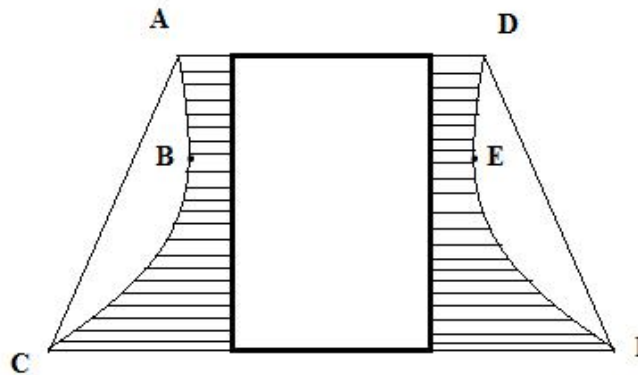


Рисунок 12 – Эпюры напряжений вдоль отверстия.

Модуль напряжений на поверхности отверстий, контактирующих со стержнями

№ эл-та	Плоскость	A	B	C	D	E	F
1	В	$6 \cdot 10^{-7}$	—	$2,03 \cdot 10^{-6}$	$8,2 \cdot 10^{-7}$	—	$1,47 \cdot 10^{-6}$
	Г	$9,31 \cdot 10^{-7}$	—	$1,85 \cdot 10^{-6}$	$8,12 \cdot 10^{-7}$	—	$1,6 \cdot 10^{-6}$
2	В	$4,5 \cdot 10^{-7}$	—	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$4,9 \cdot 10^{-7}$	—	$9,7 \cdot 10^{-7}$
	Г	$5,1 \cdot 10^{-7}$	—	$1,01 \cdot 10^{-6}$	$5,41 \cdot 10^{-7}$	—	$9,92 \cdot 10^{-7}$
3	В	$5,3 \cdot 10^{-7}$	$3,8 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$2,81 \cdot 10^{-7}$	—	$6,96 \cdot 10^{-7}$
	Г	$5,56 \cdot 10^{-7}$	—	$8,28 \cdot 10^{-7}$	$4,02 \cdot 10^{-7}$	$3,7 \cdot 10^{-7}$	$9,3 \cdot 10^{-7}$
4	В	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$6,62 \cdot 10^{-7}$	$9,6 \cdot 10^{-7}$	$6,21 \cdot 10^{-7}$	$4,3 \cdot 10^{-7}$	$6,81 \cdot 10^{-7}$
	Г	$7,9 \cdot 10^{-7}$	—	$6,07 \cdot 10^{-7}$	$8,12 \cdot 10^{-7}$	$5,9 \cdot 10^{-7}$	$7,2 \cdot 10^{-7}$
5	В	$1,1 \cdot 10^{-7}$	—	$6,89 \cdot 10^{-7}$	$1,23 \cdot 10^{-7}$	—	$2,6 \cdot 10^{-7}$
	Г	$5,7 \cdot 10^{-7}$	$5,3 \cdot 10^{-7}$	$7,5 \cdot 10^{-7}$	$2,83 \cdot 10^{-7}$	—	$6,7 \cdot 10^{-7}$
6	В	$8,87 \cdot 10^{-7}$	—	$1,34 \cdot 10^{-7}$	$7,01 \cdot 10^{-7}$	—	$1,22 \cdot 10^{-6}$
	Г	$4,54 \cdot 10^{-7}$	—	$8,4 \cdot 10^{-7}$	$6,63 \cdot 10^{-7}$	—	$1,15 \cdot 10^{-7}$
7	В	$1,03 \cdot 10^{-6}$	$8,9 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$2,53 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$2,6 \cdot 10^{-6}$
	Г	$1,7 \cdot 10^{-6}$	—	$1,9 \cdot 10^{-6}$	$1,56 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$2,082 \cdot 10^{-6}$
8	В	$1,01 \cdot 10^{-6}$	—	$5,9 \cdot 10^{-7}$	$2,03 \cdot 10^{-6}$	$1,56 \cdot 10^{-6}$	$2,1 \cdot 10^{-6}$
	Г	$1,2 \cdot 10^{-6}$	—	$9,3 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$9,87 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$
9	В	$1,3 \cdot 10^{-6}$	—	$3,3 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	—	$2,9 \cdot 10^{-6}$
	Г	$2,8 \cdot 10^{-6}$	—	$5,02 \cdot 10^{-6}$	$2,17 \cdot 10^{-6}$	—	$3,8 \cdot 10^{-6}$
10	В	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$2,7 \cdot 10^{-6}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$2,18 \cdot 10^{-6}$	—	$2,29 \cdot 10^{-7}$
	Г	$9,26 \cdot 10^{-7}$	—	$8,3 \cdot 10^{-7}$	$4,17 \cdot 10^{-6}$	$2,7 \cdot 10^{-6}$	$3,7 \cdot 10^{-6}$

Анализ результатов

Полученные результаты расчетов напряжений элементов в ПО Ansys показывают, что наибольшие напряжения (12,7 МПа) являются приемлемыми для работы станка.

При максимальных напряжениях для стали в 160 МПа получилось 12,7 МПа.

Расчет напряжений в исследуемой пластине показывает величины от $9 \cdot 10^{-19}$ МПа до $6,7 \cdot 10^{-5}$ МПа, при этом деформация имеет значения меньше миллиметра.

Расчетные значения деформаций не имеют существенного влияния на натяжение ленты или силу трения между лентой и роликами.

Заключение

В работе проведено исследование модели на напряженно-деформированное состояние элемента шлифовального станка при холостом режиме работы.

Значения показывают, что наибольшее усилия в обращенные на станок в сборке почти в 15 раз меньше максимально допустимых при этом максимальные напряжения действующие на саму пластину в $2 \cdot 10^6$ меньше максимально допустимых.

Из этого следует вывод, что станок прошел начальную проверку перед следующей стадией нагружения несущих элементов дополнительными внешними нагрузками.

После проверки оборудование отправляют на производство.