МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ДГТУ)

Факультет «Машиностроительные технологии и оборудование»

Кафедра «Технологии формообразования и художественная обработка материалов»

Составитель: доцент кафедры ТФиХОМ Церна И.А.

Методические указания к курсовой работе по дисциплине «Автоматизированное проектирование технических объектов»

Ростов–на–Дону

2019

1. Тема, цель и содержание работы

Тема работы «Автоматизированное проектирование корпуса захвата промышленного робота».

Цель работы: приобретение компетенций в области комплексного решения задач твердотельного моделирования и статического конечно-элементного анализа объектов штамповочного производства в процессе их автоматизированного проектирования с возможностью варьирования формой, размерами и материалами их элементов, видом и величиной приложенных нагрузок и характером ограничений движения.

Содержание работы предусматривает твердотельное моделирование сборки корпуса электромагнитного захвата (рис. 1) для промышленного робота листоштамповочного комплекса оборудования с конечно-элементным анализом разработанной конструкции в приложении Solid Edge Simulation [1].

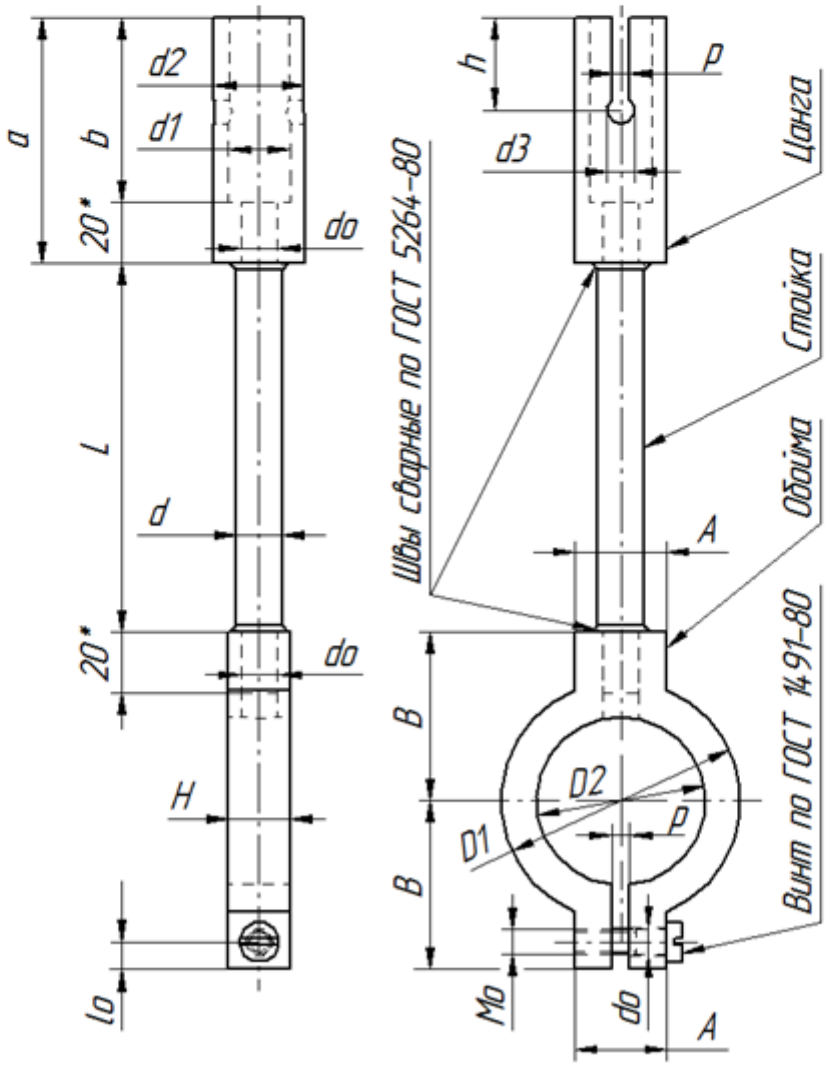


Рис. 1. Корпус электромагнитного захвата промышленного робота

Задачи работы:

1. твердотельное моделирование деталей и сборки корпуса захвата;
2. постановка задачи конечно-элементного анализа корпуса захвата;
3. обработка результатов и формулирование выводов.

2. Исходные данные работы

Исходные данные указаны на рис. 1 и в табл. 1 для двадцати вариантов заданий буквенными обозначениями и соответствующими им размерами элементов конструкции корпуса электромагнитного захвата (обоймы, стойки, цанги и винта). Номер *N* варианта задания для студентов соответствует их порядковому номеру в официальном списке группы на начало учебного семестра.

Таблица

Размеры деталей (рис. 1) и нагрузка для корпуса захвата

N	*A*	*B*	*D1*	*D2*	*p*	*H*	*do*	*lo*	*Mo*	*d*	*L*	*d1*	*d2*	*a*	*b*	*d3*	*h*	*F*
1	20	40	54	40	4	12	6	6	M5	8	105	14	22	70	50	6	20	5
2	22	42	58	42	4	12	6	6	M5	8	110	14	23	72	52	6	21	6
3	24	44	60	44	4	12	6	6	M5	8	115	16	24	74	54	6	22	7
4	26	46	64	46	4	12	6	6	M5	8	120	16	25	76	56	6	23	8
5	28	48	68	48	5	14	8	7	M6	10	125	18	26	78	58	7	24	9
6	30	50	72	50	5	14	8	7	M6	10	130	18	27	80	60	7	25	10
7	32	52	76	52	5	14	8	7	M6	10	135	20	28	82	62	7	26	11
8	34	54	80	54	5	14	8	7	M6	10	140	20	29	84	64	7	27	12
9	36	56	84	56	6	16	10	8	M8	12	145	22	30	86	66	8	28	14
10	38	58	88	58	6	16	10	8	M8	12	150	22	31	88	68	8	29	15
11	40	60	92	60	6	16	10	8	M8	12	155	24	32	90	70	8	30	16
12	42	62	96	62	6	16	10	8	M8	12	160	24	33	92	72	8	31	17
13	44	66	100	66	6	18	12	10	M10	14	165	25	34	94	74	8	32	18
14	46	70	104	70	6	18	12	10	M10	14	170	25	35	96	76	8	33	19
15	48	72	108	72	6	18	12	10	M10	14	175	26	36	98	78	8	34	20
16	50	74	112	74	6	18	12	10	M10	14	180	26	37	100	80	8	35	21
17	50	76	116	76	8	20	14	12	M12	16	185	28	38	102	82	8	35	22
18	50	78	120	78	8	20	14	12	M12	16	190	28	39	104	84	8	35	23
19	50	80	124	80	8	20	14	12	M12	16	195	30	40	106	86	8	35	24
20	50	84	128	84	8	20	14	12	M12	16	200	30	42	110	90	8	35	25

В таблице размеры деталей захвата заданы в «миллиметрах», а нагрузка F на верхней (опорной для электромагнита) грани корпуса указана в «Ньютонах».

3. Методика выполнения работы

Работа выполняется последовательным решением поставленных задач.

3.1. Твердотельное моделирование деталей и сборки захвата

Модель цанги (рис. 2) создаем построением следующих элементов:

1. кругового выступа (рис. 2а) с задней осевой расточкой для посадки на штырь руки промышленного робота и передним отверстием для сопряжения со стойкой захвата и последующей их сваркой;

2. линейного выреза (рис. 2б), образующего вертикальный паз для фиксации обоймы на штыре руки промышленного робота хомутом (на рис. 1 не показан).

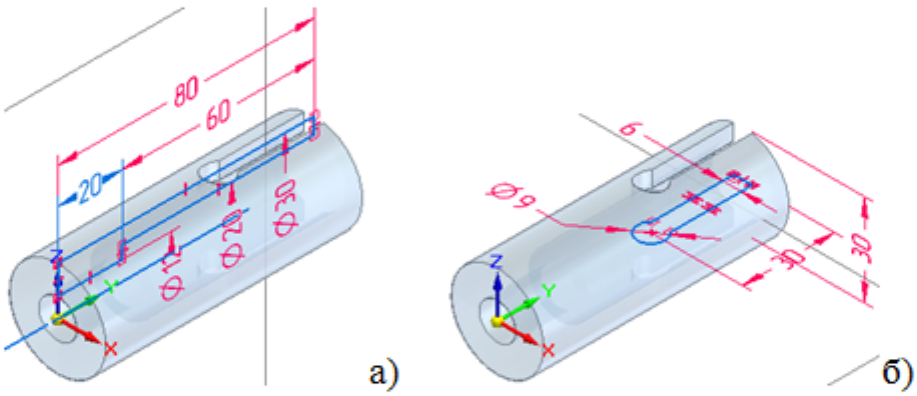


Рис. 2. Моделирование цанги

Модель обоймы (рис. 3) создаем построением следующих элементов:

1. симметричного относительно плоскости XY выступа (рис. 3а) с зажимным (передним) и монтажным (задним) приливами, осевым цилиндрическим вырезом и пазом в зажимном приливе для затяжки электромагнита (на рис. 1 не показан) в корпусе захвата;

2. простого отверстия в правой части зажимного прилива (рис. 3б);

3. резьбового отверстия в левой части зажимного прилива (рис. 3в);

4. осевого отверстия в монтажном приливе (рис. 3г) для сопряжения со стойкой захвата с последующей их сваркой.

Модель стойки (рис. 4) создаем построением следующих элементов:

- цилиндрического выступа сопрягаемой с обоймой части стойки (рис. 4а);
- цилиндрического выступа средней части стойки (рис. 4б);
- цилиндрического выступа сопрягаемой с цангой части стойки (рис. 4в).

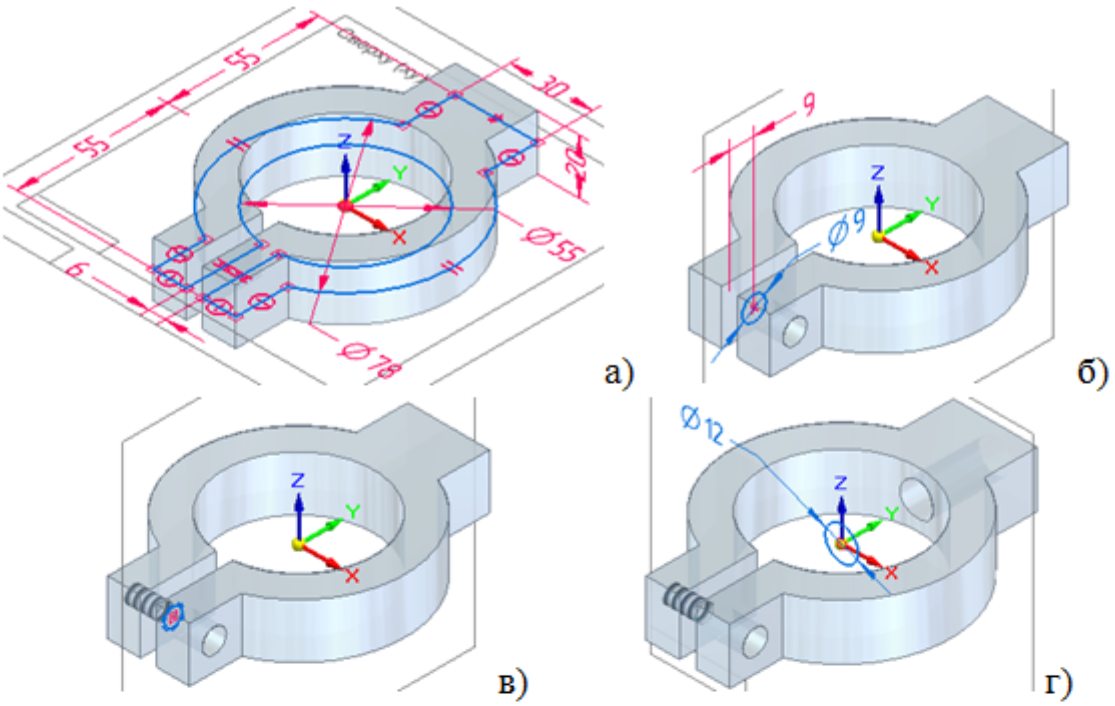


Рис. 3. Моделирование обоймы

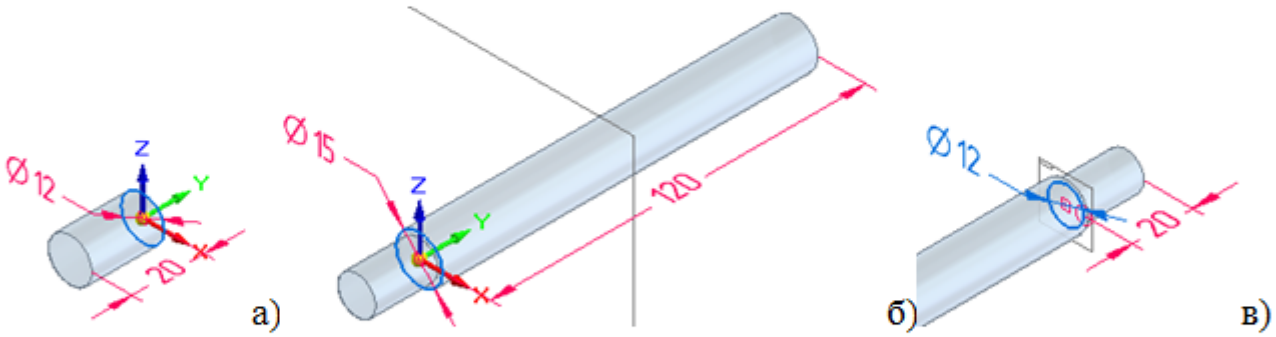


Рис. 4. Моделирование стойки

<u>Модель винта</u> (рис. 5) создаем по ГОСТ 1491-80 с резьбой M_O построением следующих элементов [3]:

- цилиндра головки винта с круглым профилем (рис. 5а), диаметр и высота которого соответствуют заданному размеру резьбы M_O;
- цилиндра тела винта с круглым профилем (рис. 5б), диаметр которого соответствует заданному размеру резьбы M_O, а длина равна ширине A зажимного прилива обоймы захвата;
- участка резьбы M_O (рис. 3в) с длиной, равной половине ширины A зажимного прилива обоймы захвата.
- выреза на головке винта (рис. 3г) с шириной и глубиной, соответствующими заданному размеру резьбы M_O.

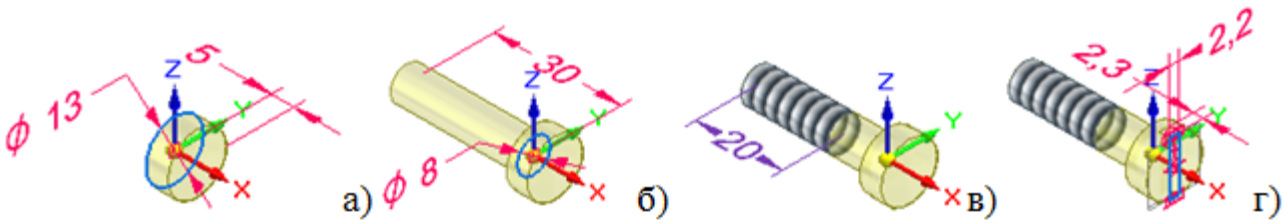


Рис. 5. Моделирование винта

Материал для моделей деталей корпуса захвата назначаем вызовом «Таблицы материалов» из Навигатора каждой детали. С учетом назначения деталей принимаем для их изготовления алюминий АК6 ГОСТ 4784-97 (рис. 6).

Свойства

Свойство	Значение	Удалит...	Изме...
Плотность	2800,000 кг/м^3		
Коэф. тепл. расширения	0,0000 /С		
Теплопроводность	0,176 кВт/м-С		
Удельная теплоемкость	838,000 Дж/кг-С		
Модуль упругости	70999,998 МПа		
Число Пуассона	0,330		
Предел текучести	360,000 МПа		
Предел прочности	420,000 МПа		
Относительное удлинение %	0,000		

Рис. 6. Таблица свойств материалов

Модель сборки корпуса захвата создаем в среде «Сварная деталь» по разработанным моделям элементов его конструкции (рис. 7).

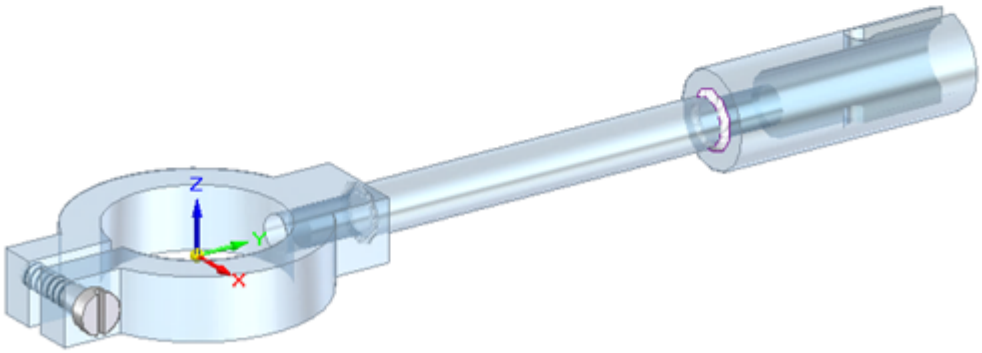
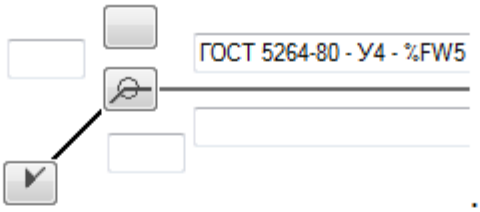


Рис. 7. Модель сборки захвата

При этом два сварных шва соединения стойки с обоймой и цангой моделируем инструментом «Сварной шов» из группы «Операции в сварной сборке». Катеты швов принимаем равной высоты 2 мм. Атрибуты сварных швов прини-

маем по ГОСТ 5264-80 для ручной дуговой сварки без скоса кромок деталей для углового одностороннего соединения по замкнутой линии:

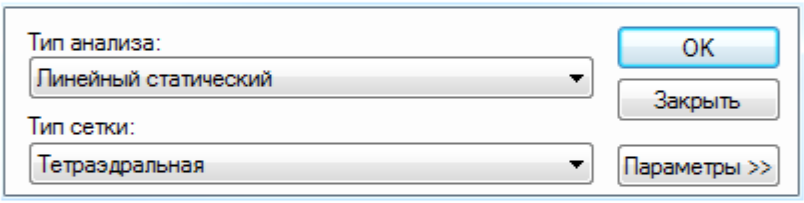


3.2. Постановка задачи конечно-элементного анализа захвата

Постановку задачи конечно-элементного анализа захвата выполняем в следующем порядке.

Кнопкой «Активировать» в средствах Навигатора сборки активируем все элементы конструкции корпуса захвата.

Кнопкой «Создать анализ» запускаем задачу симуляции в режиме «Линейный статический» с типом сетки «Тетраэдральная»:



Кнопкой «Определить» выбираем геометрию для анализа указанием всех элементов конструкции объекта моделирования (рис. 8).

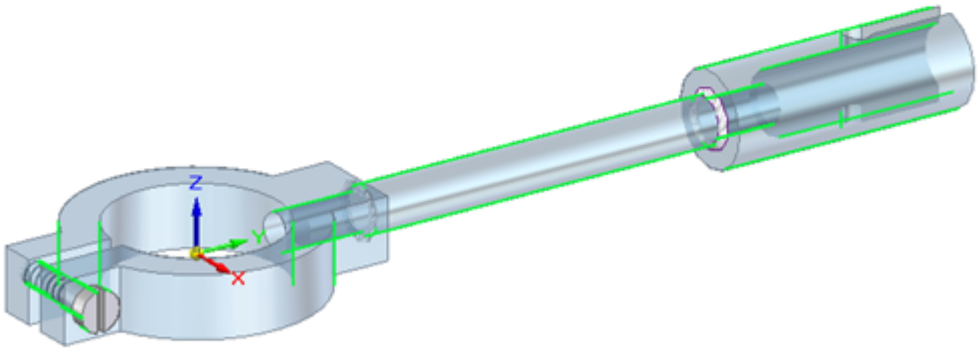


Рис. 8. Выбор геометрии для анализа

Кнопкой «Сила» создаем нагрузку на верхней (опорной для электромагнита) грани корпуса захвата с заданной величиной F, которая в табл. 1 указана в Ньютонах, а в окне запроса значения нагрузки задается с учетом размерности, предлагаемой симулятором (рис. 9).

Кнопкой «Зафиксировать все шесть степеней свободы» создаем ограничение движения на внутренней посадочной полости цанги захвата (рис. 9).

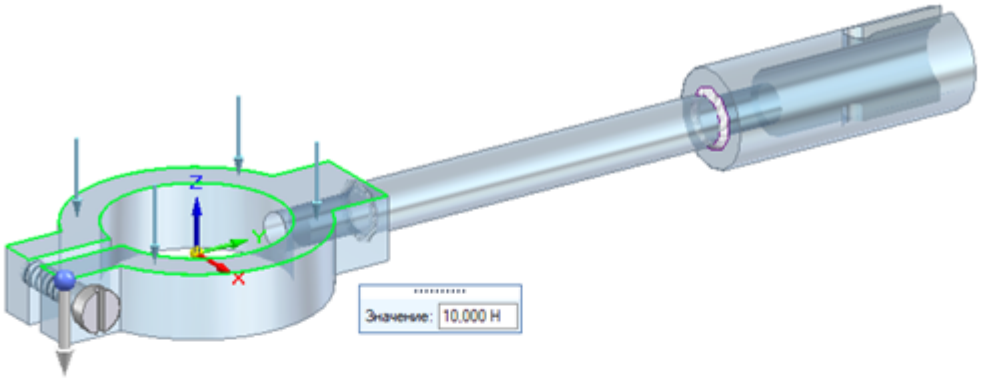
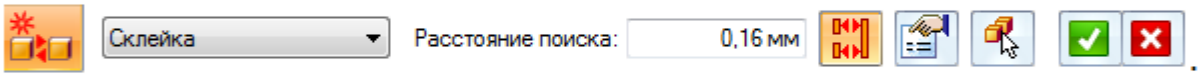
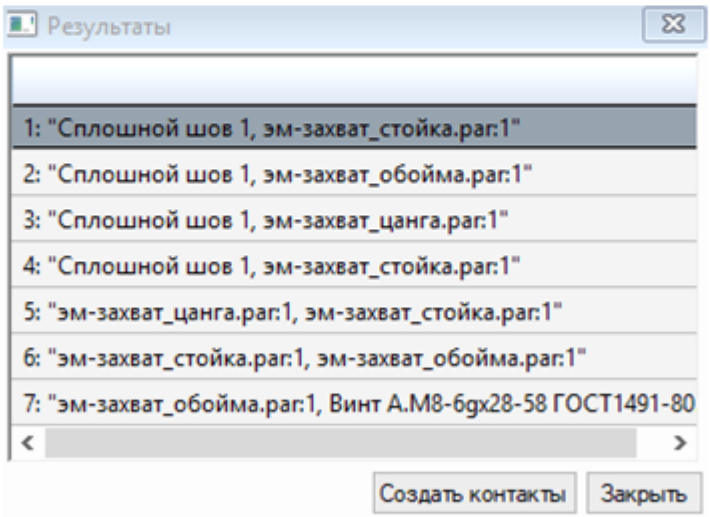


Рис. 9. Создание нагрузки и ограничения движений

Кнопкой «Автоматически» переходим к выбору соединений контактных граней деталей корпуса захвата в местах их взаимного сопряжения и подтверждаем выбор в атрибутах команды нажатием кнопки с галочкой на зеленом фоне:



Проверяем список выявленных сопряжений в окне «Результаты»



и в случае его корректности нажимаем кнопку «Создать контакты» для наложения связей между деталями корпуса захвата (рис. 10).

Кнопкой «Сетка» открываем окно ее атрибутов (рис. 11а), в котором выбираем размер сетки, задаем ее визуализацию и создаем ее нажатием кнопки «Сетка» (рис. 11б).

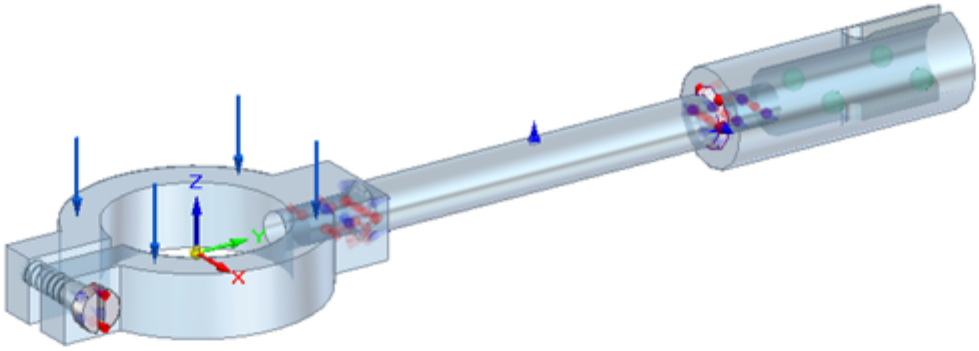
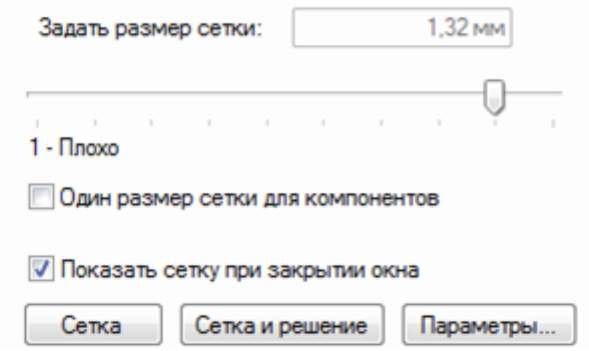
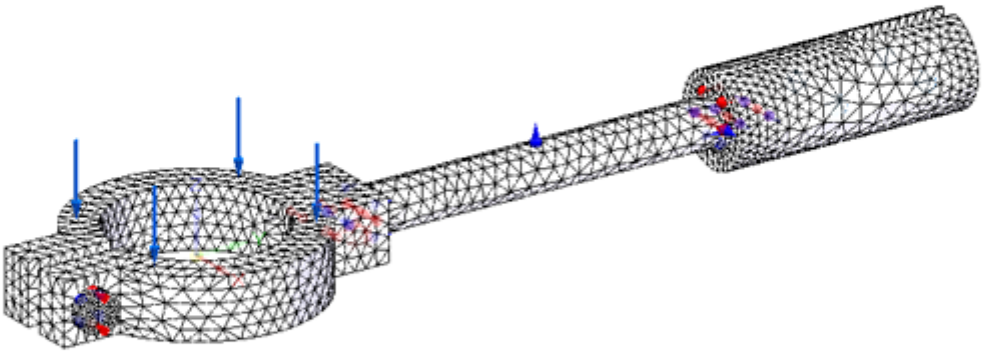


Рис. 10. Создание контактов для сопрягаемых деталей захвата



а)



б)

Рис. 11. Выбор размера сетки (а) и результат ее создания (б)

Кнопкой «Решить» запускаем решение задачи конечно-элементного анализа корпуса захвата.

3.3. Обработка результатов и формулирование выводов

Результатом решения задачи конечно-элементного анализа корпуса захвата являются модели распределения напряжений (рис. 12) и деформаций (рис. 13) в его конструкции. Эти модели позволяют не только визуально определить наличие и локализацию мест концентрации напряжений в конструкции объекта проектирования, но и провести количественно оценку напряжений и деформаций в узлах созданной для него конечно-элементной сетки.

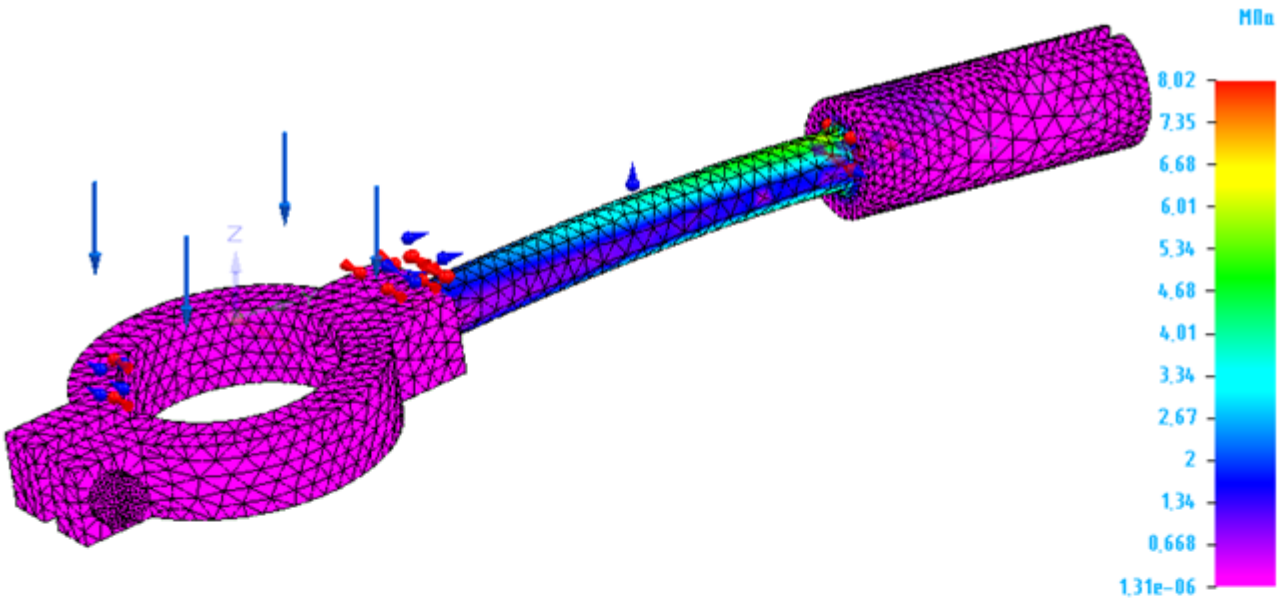


Рис. 12. Распределение напряжений в модели сборки захвата

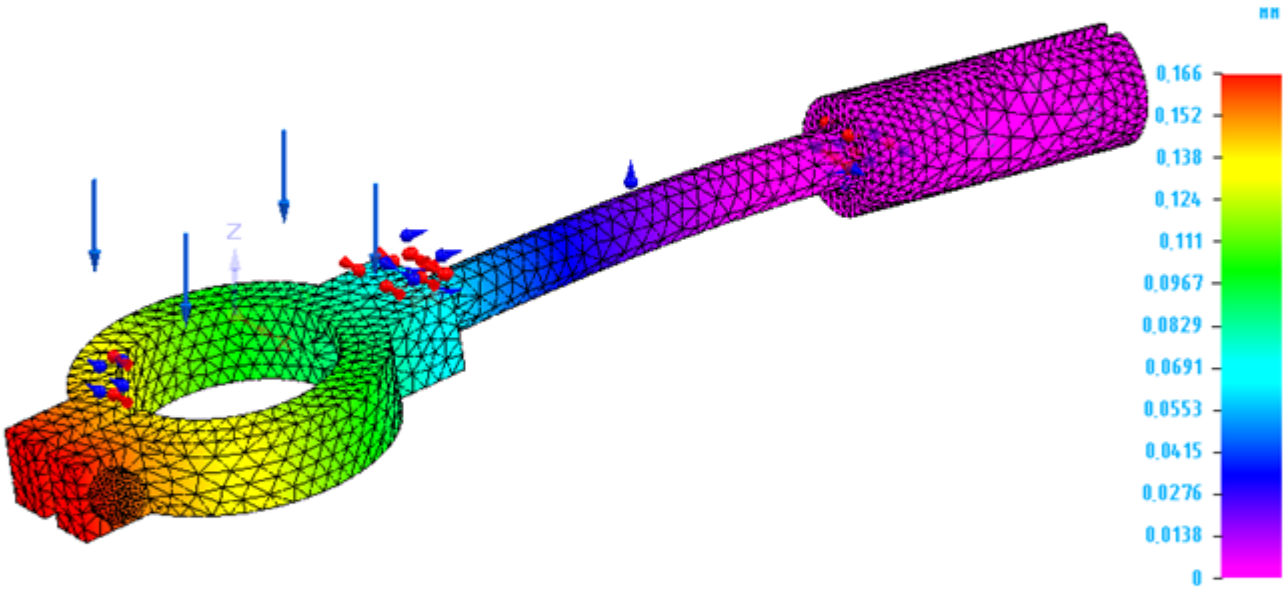


Рис. 13. Распределение деформаций в модели сборки захвата

Последнюю задачу решаем инструментом «Проба», с помощью которого определяем следующие характеристики.

1. Напряжение в стойке вблизи цанги захвата, которое в представленном на рис. 14 примере равно σ=5,75 МПа в узле с координатами X=0 мм, Y=169 мм и Z=7,5 мм.

2. Перемещения верхних горизонтальных ребер зажимного и монтажного приливов обоймы захвата, которые в примере на рис. 15 равны:

- δ_1=0,0653 мм (в узле с координатами X_1=0 мм, Y_1=55 мм и Z_1=10 мм);
- δ_2=0,166 мм (в узле с координатами X_2=–5 мм, Y_2=–55 мм и Z_2=10 мм).

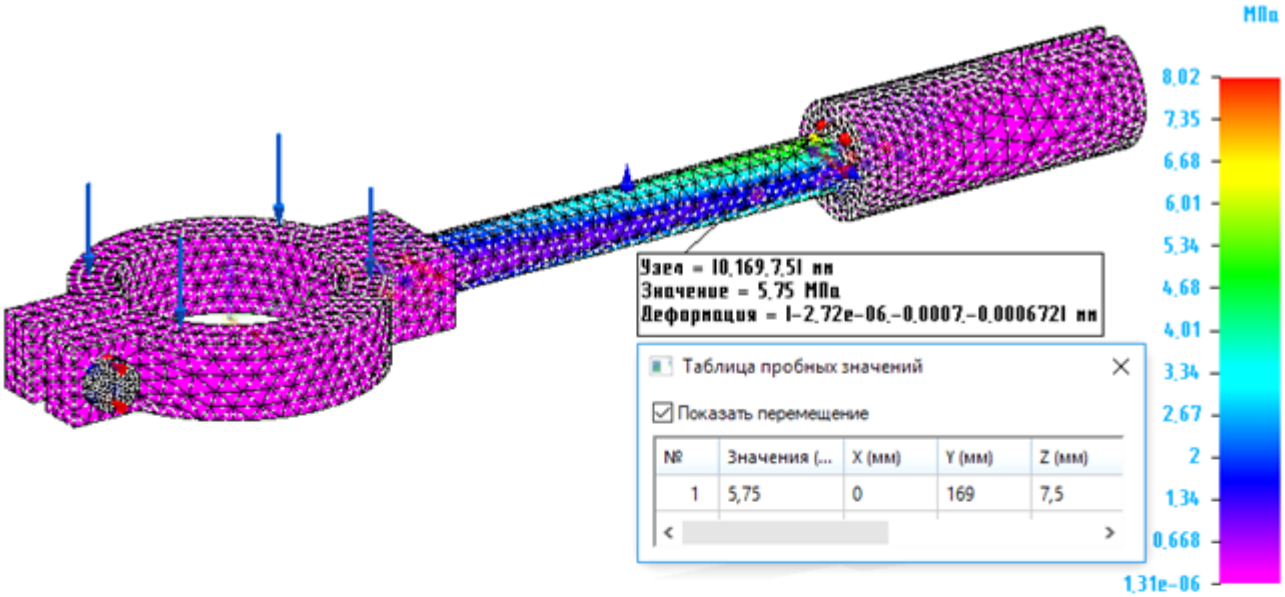


Рис. 14. Определение напряжений в узлах модели захвата

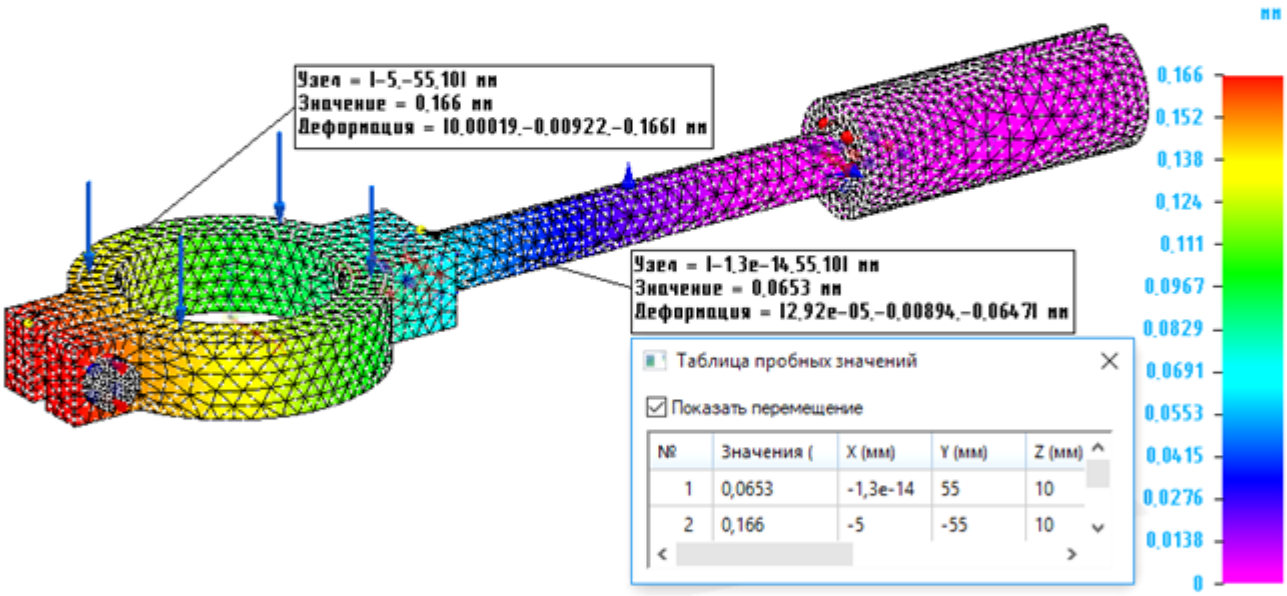


Рис. 15. Определение деформаций в узлах модели захвата

Выводы (по примерам на рис. 14, 15):

1. наиболее нагруженным элементом конструкции захвата является стойка в области ее соединения с цангой.

2. максимальное напряжение в стойке достигает 8,02 МПа и возникает в области расположения сварного шва, соединяющего стойку с цангой.

3. максимальная упругая деформация достигает δ_2=0,166 мм на всей длине верхнего ребра зажимного прилива обоймы захвата в узлах с абсциссами $-A/2 \le X \le +A/2$, ординатами Y= –55 мм и аппликатами Z= 10 мм.

4. максимальный перекос обоймы захвата под нагрузкой в угловом измерении равен

$$\beta = arctg\frac{\delta_2 - \delta_1}{Y_2 - Y_1} = arctg\frac{0,166 - 0,0653}{-55 - (+55)} = -0,05^{\circ}.$$

4. Требования к оформлению отчета

Отчет по работе оформляется в текстовом редакторе Word шрифтом «Times New Roman» с размером 14 пт с одинарным интервалом. Формат бумаги – А4. Абзац – 1,25 см. Поля страницы: верхнее – 2,0 см, нижнее – 2,5 см, левое – 2,5 см, правое – 1,5 см, переплет – 0.

Отчет должен содержать следующие обязательные материалы.

1. Тема, цель и задачи работы.

2. Исходные данные с эскизом проекционных видов и размерами деталей корпуса захвата из табл. 1 для принятого варианта задания.

3. Описание порядка построения твердотельных моделей деталей захвата (цанги, стойки, обоймы и винта) с эскизами соответствующих им окон выполненных построений.

4. Описание всех этапов постановки задачи конечно-элементного анализа захвата с эскизами соответствующих им окон симулятора.

5. Эскизы окон симулятора, иллюстрирующие распределения напряжений и деформаций в сборочной модели захвата с соответствующими описаниями.

6. Эскизы окон симулятора, иллюстрирующие результаты определения напряжений и деформаций в характерных узлах сборочной модели захвата с соответствующими описаниями.

7. Выводы по результатам конечно-элементного анализа захвата.

8. Перечень использованных источников.

Перечень рекомендуемых источников

1. Р.В. Хохленков. Solid Edge с синхронной технологией. — М: ДМК Пресс, 2010: Эл.рес. – http://www.razym.ru/komp/designn/109330-hohlenkov-roman-solid-edge-s-sinhronnoy-tehnologiey-cd.html.

2. Шахнов В.А. и др. Основы конструирования в Solid Edge. — М: ДМК Пресс, 2014: Эл.рес. – http://www.razym.ru/komp/programm/337180-shahnov-va-i-dr-osnovy-konstruirovaniya-v-solid-edge.html.

3. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н.Жестковой.- М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.