|  |  |
| --- | --- |
| *Описание: voenmeh* | МИНОБРНАУКИ РОССИИ  федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего профессионального образования  **«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  **(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»)** |
| БГТУ.СМК-Ф-4.2-К5-01 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Факультет |  | А |  | Ракетно-космической техники |
|  |  | шифр |  | наименование |
| Кафедра |  | А3 |  | "Космические аппараты и двигатели" |
|  |  | шифр |  | наименование |

НИР

на тему:

Расчет напряженно-деформированного состояния конструкции торового бака разгонного блока при воздействии максимальной продольной перегрузки

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выполнил студент группы | | | |  | | А3М32 |
| Буянов Д.О. | | | | | | |
| Фамилия И.О. | | | | | | |
| **РУКОВОДИТЕЛЬ** | | | | | | |
| Евстафьев В.А. | |  |  | | | |
| Фамилия И.О. Подпись | | | | | | |
| Оценка |  | | | |  | |
| «\_\_\_\_\_» |  | | | | 20\_\_\_\_ г. | |

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2018г.

**Оглавление**

Введение ……………...…………………………………………………………3

1. Проектирование кронштейнов бака…………...…………………………..5

2.Расчет нагрузок…………...…………………………….……………….…..7

3. Расчет напряженно-деформированного состояния конструкции бака в Ansys………………...……………………………………………………..…….9

Заключение…………………………………………………………………….11

Библиографический список…………………………………………………..12

**Введение**

В данной работе будут рассмотрены метод крепления бака, а также эффект от воздействия на бак максимальной продольной перегрузки. После проектирования габаритов бака появилась задача крепления бака к корпусу РН. Для этого были сделаны кронштейны в количестве 8 штук, расположенных под углом 45\* относительно друг друга. К этим кронштейнам будут крепиться фермы, которые обеспечивают крепление бака к нависающей полезной нагрузке, а также к ступеням РН. Кронштейны будут сделаны таким способом, чтобы обеспечить одновременное крепление сразу 2 ферм, чтобы не создавать крутящего момента.

Далее будет проведен расчет прочности бака при максимальной продольной перегрузке, возникающей на участке выведения. Эти расчеты проводятся с целью выяснить, выдержит ли заданная толщина стенки в 3 мм. давление, возникающее при такой перегрузке, а также какие деформации появятся в торе при таком давлении. Все данные об итоге эксперимента будут зафиксированы в Ansys.

**1. Проектирование кронштейнов бака**

Созданная ранее в программе SolidWorks модель тора была укреплена внутренним шпангоутом, идущим внутри по внутреннему диаметру. К нему при помощи фермы крепится камера сгорания двигателя, а также прикреплен приборный отсек, представленный на рисунке 1.

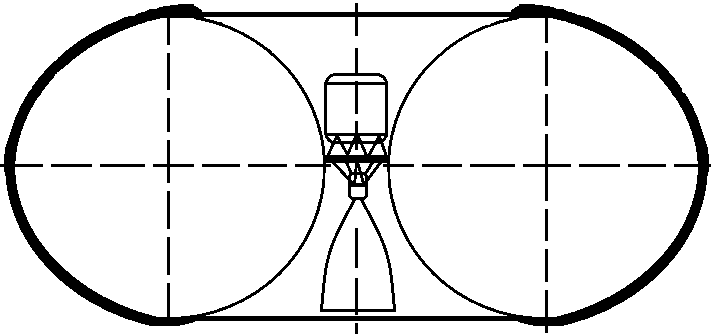


Рисунок 1 – Разгонный блок в разрезе

По поверхности тора были распределены 8 кронштейнов (Рис. 2), в местах расположения которых идет утолщение обшивки (Рис. 3), при помощи которых бак крепится к фермам как сверху, так и снизу, которые в свою очередь соединяют бак с ракетоносителем и полезной нагрузкой. Каждый кронштейн разделен на две части, нижняя часть предназначена для крепления нижней фермы, когда как верхняя нужна для крепления фермы от полезной нагрузки (Рис. 4). Разрез бака представлен на рисунке 5.

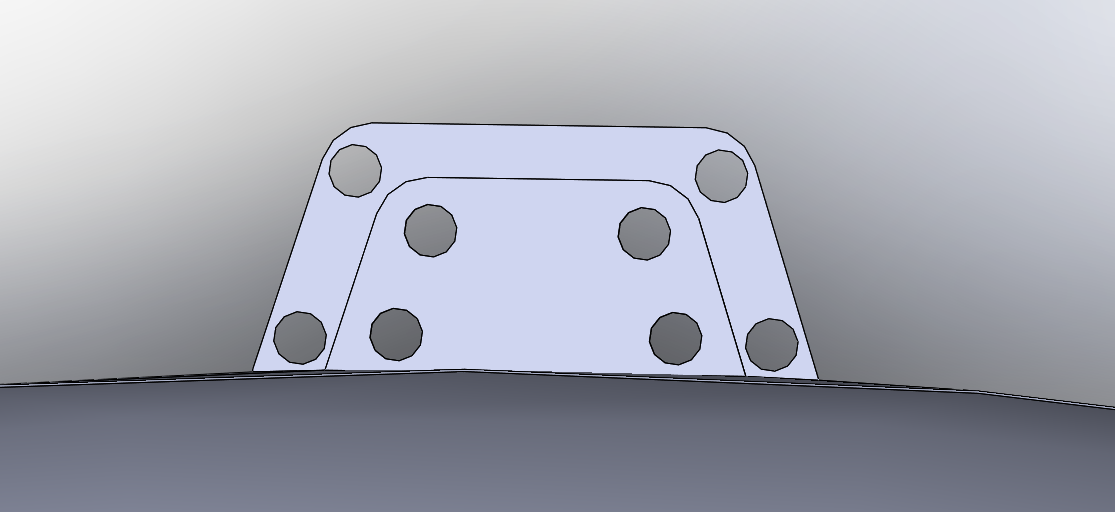


Рисунок 2 – Кронштейн

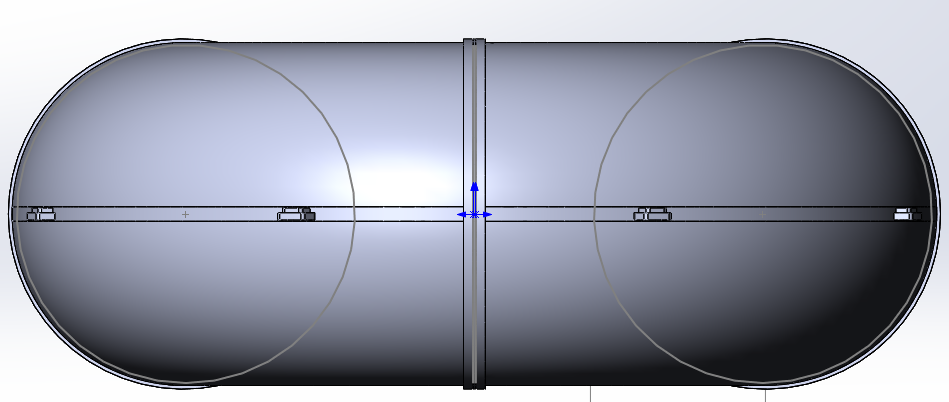


Рисунок 3 – Расположение кронштейнов

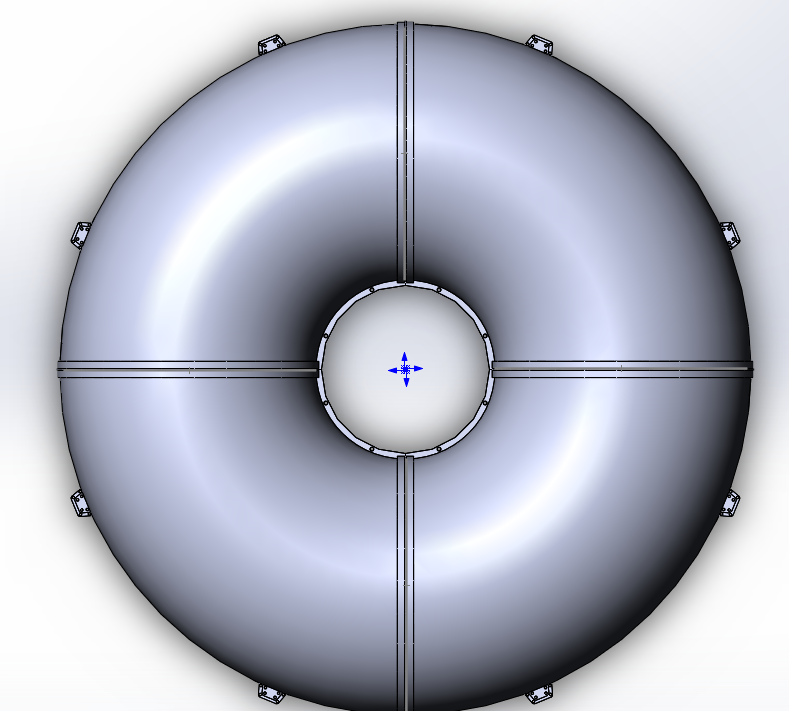
****

Рисунок 4 – Тор

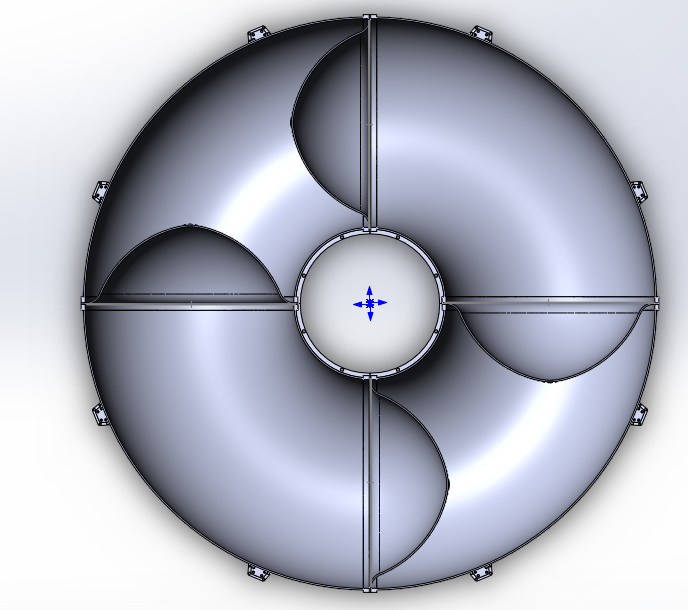
****

Рисунок 5 – Тор в разрезе

**2. Расчет нагрузок**

Первый расчётный случай нагружения был взят на участке выведения с максимальной продольной перегрузкой. В таблице 1 представлены исходные данные.

Таблица 1 - Исходные данные

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Обозначение | Значение |
| Плотность горючего, кг/ |  | 790 |
| Плотность окислителя, кг/ |  | 1400 |
| Запас прочности по давлению | *f*p | 1.35 |
| Сила притяжения земли | *g* | 9.8 |
| Максимальная продольная перегрузка |  | 4.2 |
| Давление наддува окислителя, Па |  | 2.5· |
| Давление наддува горючего, Па |  | 2· |

1. Найдем гидростатическое давление в баке окислителя при действии нагрузки nx. Для этого посчитаем высоту жидкости с учетом воздушной подушки.

Воздушная подушка (Рис.6) составляем 5% от высоты бака и составляет 70 мм. Значит, высота для расчетов будет взята 1330мм.

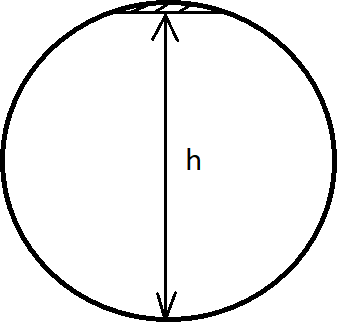


Рисунок 6 – Высота топлива с учетом воздушной подушки

Далее найдем максимальное давление, возникающее в баке окислителя.

1. Найдем гидростатическое давление в баке горючего при действии нагрузки nx. Для этого посчитаем высоту жидкости с учетом воздушной подушки.

Далее найдем максимальное давление, возникающее в баке горючего.

**3. Расчет напряженно-деформированного состояния конструкции бака в Ansys**

Как видно из рисунка 7, максимальные диформации возникают в области расположения окислителя, на фронтальной и задней поверхности тора. По всей осталной поверности диформации не превышают 0,1мм.

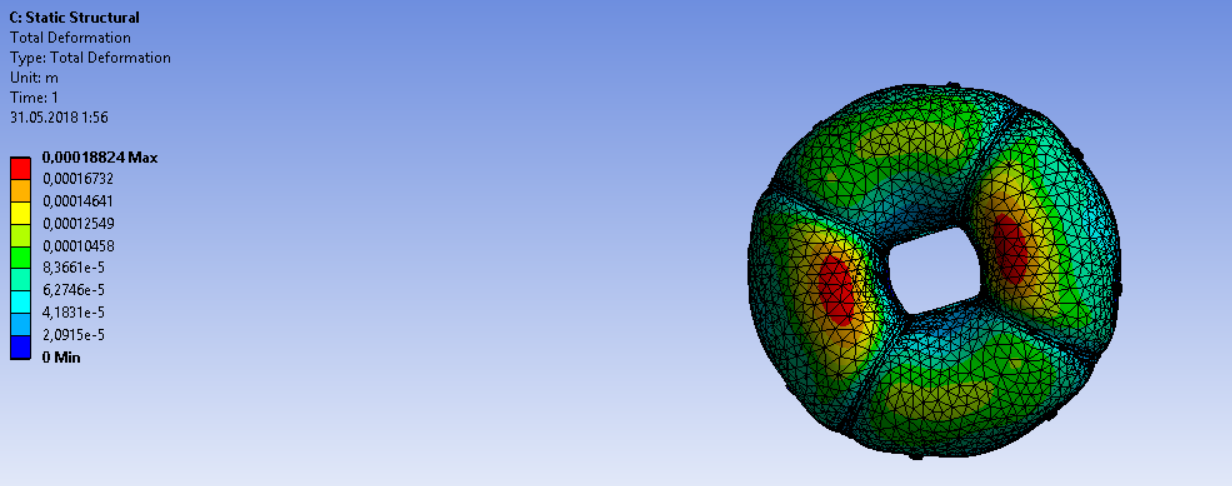


Рисунок 7 – Деформации в торе

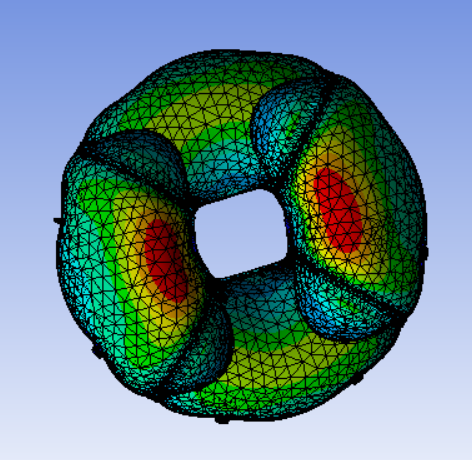


Рисунок 8 – Деформации в торе в разрезе

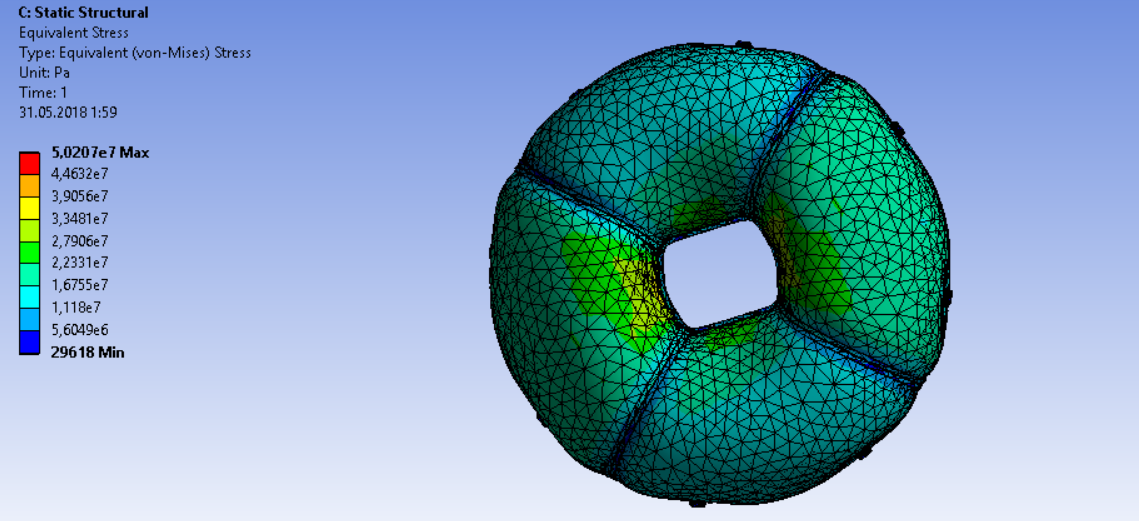


Рисунок 9 – Эквивалентные напряжения в торе

По рисунку 10 видно, максимальные напряжения возникают в области расположения окислителя, ближе к внутреннему диаметру тора. По всей осталной поверности, а также на днищах, напряжения находятся в приделах 2 - 3 · Па

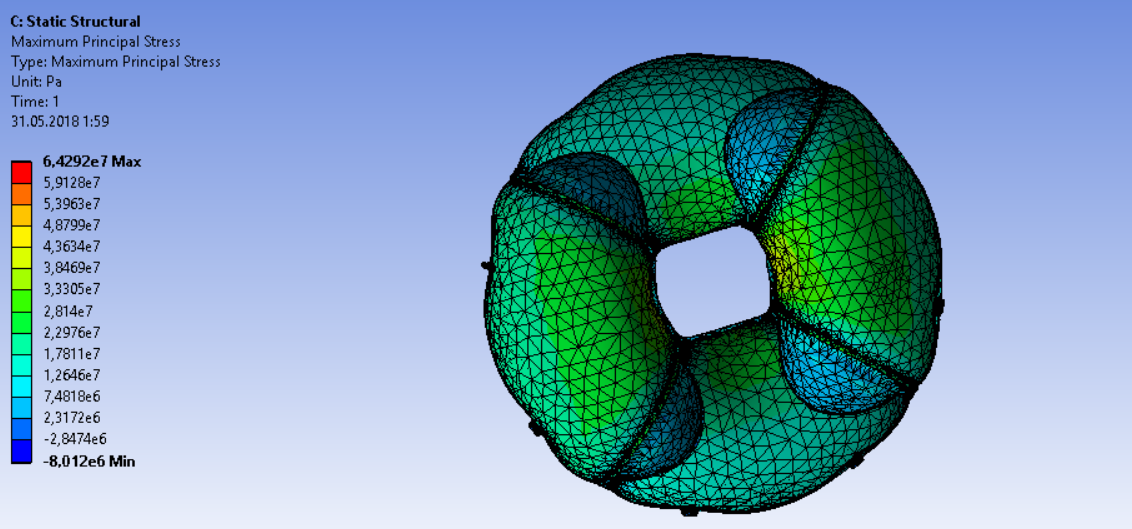


Рисунок 10 – Максимальные напряжения в торе

**Заключение**

Из расчетов в программе видно, что при заданной перегрузке бак сохраняет работоспособность, и его максимальная деформация составляет 0,188 мм.

Визуализация максимального напряжения показала, что самое большое значение напряжения возникает в баке окислителя и достигает 6.42 · Па, что не превышает значения придела текучести материала, равного 1.7 · Па.

Таким образом, исходя из данных, полученных при расчетах, было сделано заключение, что в случае максимальной продольной перегрузки бак сохраняет свою прочность.

**Библиографический список**

1. Мишин В.П. Основы конструирование ракет-носителей космических аппаратов. / Б.В. Грабин, О.И. Давыдов, В.И. Жихарев и др. М.: Машиностроение, 1991 – 416 с.

2. Никольский В.В. Основы проектирования автоматических космических аппаратов. / В.В. Никольский; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2007. – 230 с.

3. Евстафьев В.А. Основы конструирования космических аппаратов. / В.А. Евстафьев; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2008. – 95 с.

4. Никольский В.В. Системное проектирование транспортных космических аппаратов. / В.В. Никольский; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2001. – 101 с.

5. Лизин В.Т., Пяткин В.А. Проектирование тонкостенных конструкций: Учеб. пособие для студентов вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2003. – 448с.: ил.