

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

**Задания для самостоятельной работы студентов по дисциплине**  
**“Компьютерный инженерный анализ”**

Электронное методическое пособие

Самара

2012

УДК 519.876.5+629.78

Составитель: Пересыпкин К. В.

Задания для самостоятельной работы студентов по дисциплине “Компьютерный инженерный анализ” [Электронный ресурс] : электрон. метод. пособие / Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т); К. В. Пересыпкин. - Электрон. текстовые и граф. дан. (311 Кбайт). - Самара, 2012. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

Этот материал содержит задания для самостоятельной работы студентов при курсовом проектировании по дисциплине “Компьютерный инженерный анализ”. Кроме того, при углубленной проработке приведенные задачи могут служить темами научно – исследовательских работ студентов или темами дипломных проектов.

Рекомендовано для магистрантов, обучающихся по направлению 160400.68 «Ракетные комплексы и космонавтика» магистерская программа 160400.1.68Щ-П-2г00м «Проектирование и конструирование космических мониторинговых и транспортных систем».

Факультет: летательных аппаратов; кафедра: летательных аппаратов; дисциплина: Компьютерный инженерный анализ; курс: 5-6, семестр: 10-11

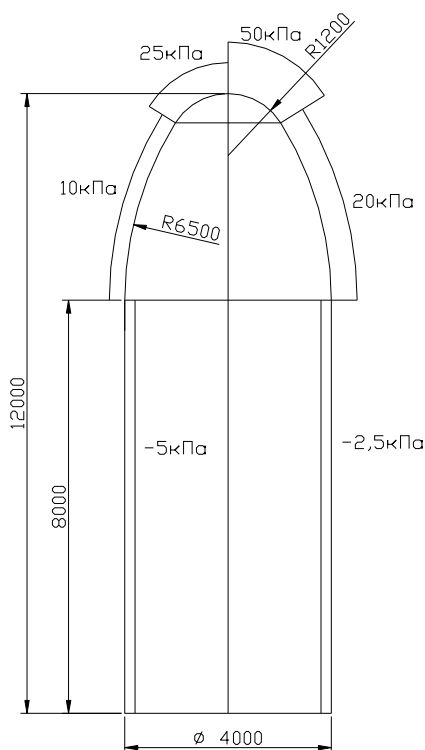
## Введение

Этот материал содержит задания для самостоятельной работы студентов при курсовом проектировании по дисциплине “Компьютерный инженерный анализ”. Кроме того, при углубленной проработке приведенные задачи могут служить темами научно –исследовательских работ студентов или темами дипломных проектов.

## Задания для самостоятельной работы студентов

### 1. Подбор ориентации волокон наполнителя в несущих слоях трехслойной оболочки головного обтекателя из композиционных материалов

Конструкция головного обтекателя показана на рисунке 1.



Обтекатель представляет собой трехслойную оболочку с несущими слоями из углепластика и наполнителем из алюминиевых сот. Укладка в несущих слоях: +30,-30, 90 относительно меридианального направления

Характеристики однонаправленного слоя углепластика: толщина 0.14мм,  $E_{11}=140\text{ГПа}$ ,  $E_{22}=8\text{ГПа}$ ,  $G=4\text{ГПа}$ . Модуль сдвига сот 160МПа в всех направлениях.

Рисунок 1 – Конструкция головного обтекателя

1. На основе линейного статического расчета подобрать число слоев углеленты по разным направлениям укладки.
2. Выполнить расчет на устойчивость
3. Скорректировать количество слоев углеленты так, чтобы критическая нагрузка потери устойчивости не превышала расчетную нагрузку, показанную на рисунке 1.

**2. Моделирование колебаний оболочки головного обтекателя ракеты-носителя вызванных раскрытием продольного и поперечного стыков головного обтекателя с помощью удлиненных кумулятивных зарядов**

Конструкцию головного обтекателя взять из задания 1. Рассчитать колебания оболочки головного обтекателя после ударной нагрузки при отделении створки обтекателя с помощью удлиненных кумулятивных зарядов, установленных по поперечному и продольному стыкам. Определить габариты безопасной зоны под обтекателем. Исследовать влияние порядка разделения продольного и поперечного стыков на размер безопасной зоны.

**3. Исследование силовой работы обечайки топливного бака составленной из цилиндрических оболочек малого диаметра**

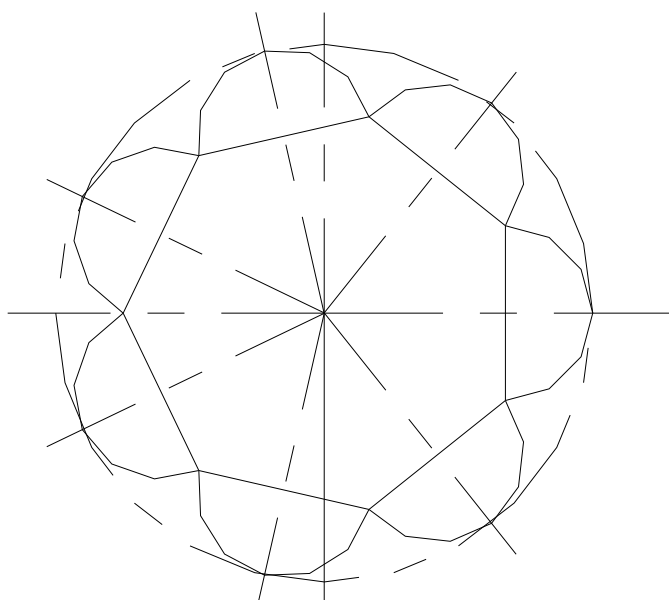


Рисунок 2 - Поперечное сечение бака

Поперечное сечение бака показано на рисунке 2. Границы цилиндрических оболочек соединены либо тросами либо плоской

мембраной, облегченной отверстиями. Размеры бака и нагрузки задаются преподавателем.

1. Из условий прочности и жесткости конструкции бака подобрать параметры конструкции.
2. Сравнить теоретическую массу рассматриваемого бака с традиционным цилиндрическим баком сходных размеров.

#### **4. Расчет термобаланса панели солнечной батареи**

Определить установившееся поле температур на конструкции солнечной батареи КА на орбите Земли. Солнечные лучи падают на батарею под прямым углом. Конструкция солнечной батареи представляет собой каркас из углепластиковых трубок и натянутой на эти трубки сетки с фотоэлементами. К корпусу КА батарея крепится через узел крепления и подкос. Конфигурацию батареи определяет преподаватель.

#### **5. Моделирование вибраций трехслойной оболочки**

Выполнить подробное моделирование высокочастотных колебаний гармонических вынужденных колебаний несущих слоев и сотового заполнителя трехслойной оболочки. Сравнить амплитуды колебаний этой оболочки с эквивалентной по жесткостям оболочки изготовленной из однородного материала.

#### **6. Моделирование натяжения солнечного паруса роторного типа**

Солнечный парус представляет собой систему тросов удерживаемых в натянутом состоянии центробежными силами. На концах тросов крепятся грузики и при вращении паруса в них возникают центробежные силы. На тросах крепится оболочка паруса. Параметры конструкции паруса определяет преподаватель. Расчитать напряжения действующие в элементах конструкции паруса обусловленные его вращением.

### **7. Моделирование процесса раскрытия солнечной батареи**

Выполнить нелинейный динамический расчет процесса раскрытия панели солнечной батареи. Определить жесткость пружин, осуществляющих раскрытие. Жесткость пружин должна удовлетворять требованиям:

1. напряжения в конструкции батареи в процессе раскрытия и колебаниях после раскрытия не должны превышать допустимых значений напряжений
2. Сила развиваемая пружинами должна преодолеть максимально возможную силу трения в шарнирах

### **8. Моделирование процесса сброса головного обтекателя**

Створка головного обтекателя под действием пневматических толкателей поворачивается на шарнирах. Определить колебания оболочки обтекателя в процессе сброса. Определить радиус безопасной зоны размещения полезной нагрузки.

### **9. Расчет остаточных пластических деформаций в конструкции с требованиями по размеростабильности**

Рассчитать процесс нагрузки и разгрузки узла крепления прибора к конструкции КА. Узел крепления имеет сложную объемную конфигурацию, которая задается преподавателем. Расчет должен проводиться с учетом физической нелинейности материала. Определить остаточные угловые перемещения прибора.

### **10. Спроектировать конструкцию арочного моста**

Конструкция арочного моста показана на рисунке 3.

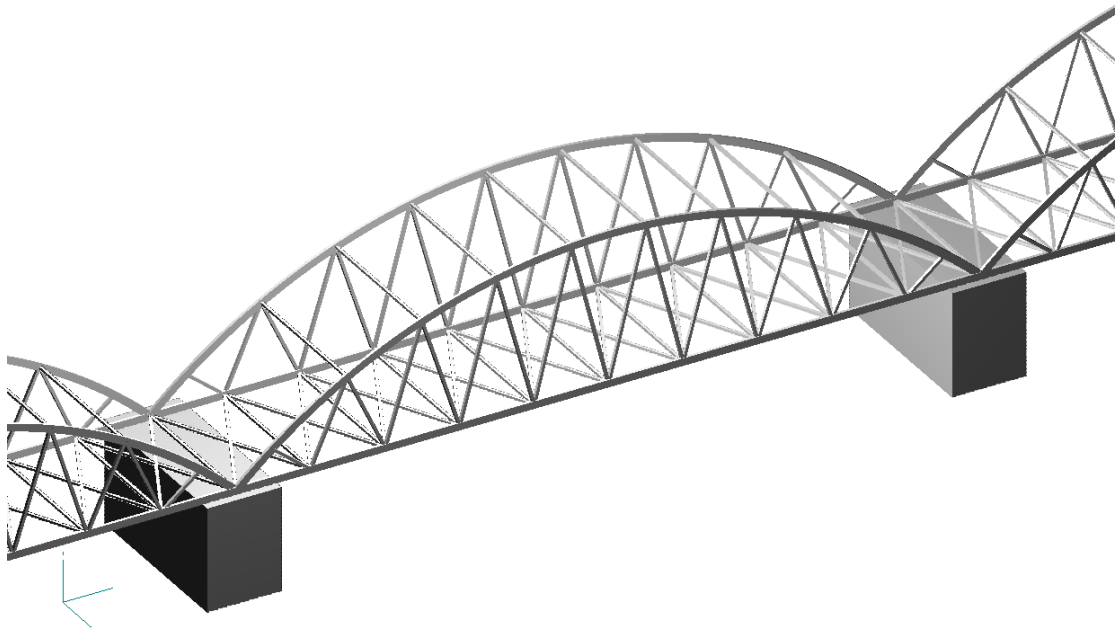


Рисунок 3 - Конструкция арочного моста

Длина пролета 50 м

Максимальная высота фермы 10 м

Ширина моста 10 м

Подобрать поперечные сечения балок фермы моста на основе:

1. Прочности моста под действием силы веса дорожного покрытия и транспорта. Дорожное покрытие представляет собой железобетонные плиты толщиной 200 мм (плотность железобетона – 3000кг/м<sup>3</sup>). Вес транспорта брать в случае, когда по мосту проезжают в два ряда грузовики массой в 5т каждый. Грузовики расположены по длине моста с интервалом в 10 м. Массу покрытия и транспорта распределить равномерно по длине балок составляющих полотно моста. Под прочностью подразумевается как не превышение максимальных допустимых напряжений в материале, так и местная и общая потеря устойчивости;
2. Первая частота собственных колебаний моста не должна быть ниже 2 Гц.

#### **11.Проектирование топливного бака**

Конструкция топливного бака показана на рисунке 4.

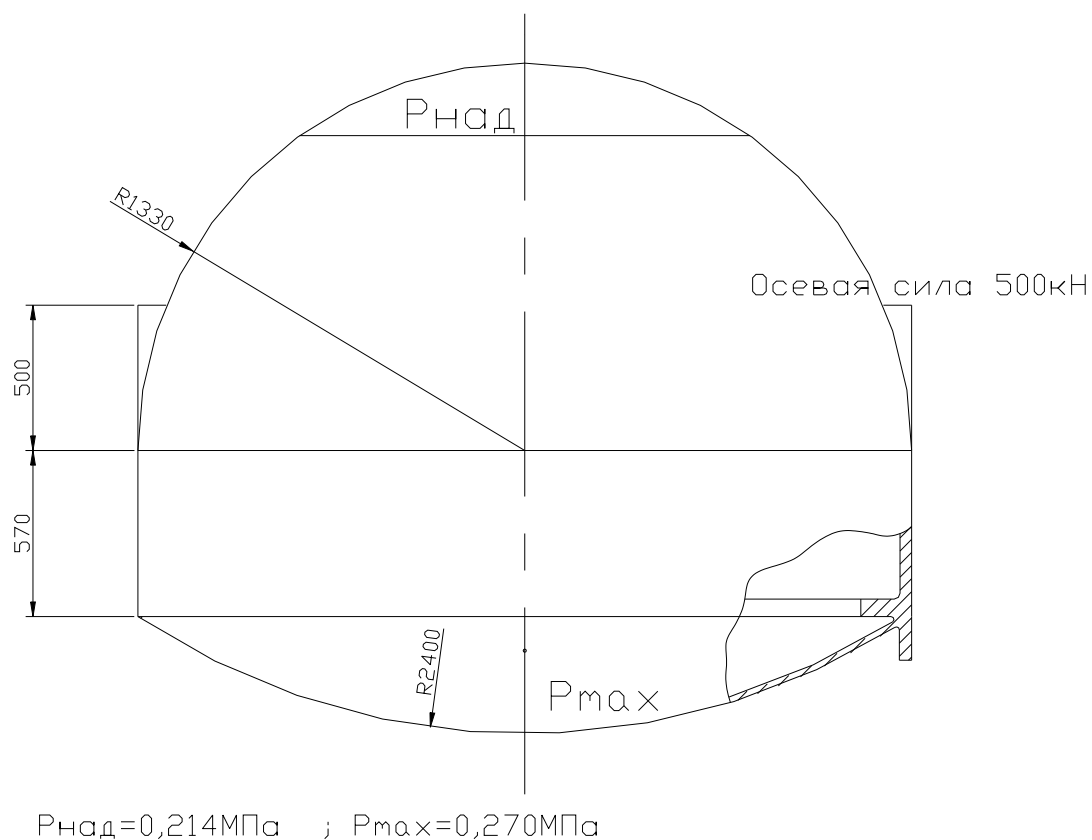


Рисунок 4 - Конструкция топливного бака

1. Подобрать толщины оболочек и площади поперечного сечения распорного шпангоута в сечении стыка нижнего днища с цилиндрической обечайкой для заданного в баке давления из соображений прочности;
2. Провести статический линейный расчет конструкции;
3. Провести статический нелинейный расчет конструкции с учетом геометрической нелинейности;
4. Провести статический нелинейный расчет конструкции с учетом геометрической и физической нелинейности;
5. Сравнить полученные результаты.

### **Заключение**

Работа студентов над предложенными заданиями позволит повысить уровень их знаний в области автоматизированного проектирования, а также позволит повысить их творческий потенциал.