

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Динамика и прочность ракетных двигателей»

Дисциплина «Динамика и прочность ракетных двигателей» является частью программы специалитета «Проектирование ракетных двигателей твердого топлива (СУОС)» по направлению «24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей».

Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков, необходимых для решения прикладных проблем прочностных расчетов конструктивных элементов и узлов ракетных двигателей с учетом динамических нагрузок, возникающих в процессе их функционирования на этапах их разработки и проектирования. Задачи дисциплины: - изучение методов расчета напряжений и деформаций отдельных элементов конструкции ракетного двигателя; - освоение программы конечно-элементного анализа для проведения прочностных расчетов и анализа конструкций на устойчивость; - освоение теоретических знаний о роли и месте динамических нагрузок в формировании работоспособности и надежности ракетных двигателей, и их неоднозначности в воздействии на материал, конструктивные элементы их конструкцию; - освоение приемов и методов проведения динамического анализа и расчета прочности, оценки надежности конструкции ракетных двигателей для различных этапов их жизненного цикла; - развитие умений выбора методов и методик прочностных расчетов конструктивных элементов ракетных двигателей с учетом динамических нагрузок, и освоении навыков основных расчетных алгоритмов в процессе их разработки и проектирования..

Изучаемые объекты дисциплины

- ракетные двигатели на жидком и твердом топливе; - методы расчетов на прочность и жесткость различных конструкций; - процессы динамического нагружения и деформирования конструктивных элементов ракетного двигателя и зарядов РДТТ; - методы выбора расчетных схем прочности и жесткости конструкций летательных аппаратов и их подсистем; - модели оценки прочности и устойчивости основных элементов и узлов ракетных двигателей; - модели материала; модели формы конструкции ракетных двигателей; - модели нагружения и модели разрушения конструктивных элементов ракетного двигателя; - запасы прочности, долговечность и ресурс ракетного двигателя; - методы анализа прочностной надежности типовых элементов и узлов ракетного двигателя..

Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	63	63	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	23	23	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	81	81	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

Краткое содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
9-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Расчет на прочность и устойчивость основных конструктивных элементов ракетных двигателей	13	10	10	41
<p>Введение</p> <p>Предмет дисциплины динамика ракетного двигателя. Общая характеристика и состав дисциплины. Объем в часах лекционных и практических занятий. Формы промежуточного и заключительного контроля. Рекомендуемая основная и дополнительная литература. Роль курса в системе знаний инженера-механика. Методические указания по его изучению. Место динамики ракетного двигателя и оценки прочности и устойчивости его конструктивных элементов в процессе разработки комплекса летательного аппарата.</p> <p>Тема 1. Вариационные и приближенные методы расчета силовых конструкций</p> <p>Потенциальная энергия деформации упругой системы. Вариационное решение задачи теории упругости в перемещениях. Вариационный принцип Лагранжа.</p> <p>Приближенные методы решения задач строительной механики. Метод Ритца-Тимошенко. Конечно-разностные методы. Метод конечных элементов.</p> <p>Тема 2. Использование пакета конечно-элементного анализа ANSYS</p> <p>Назначение комплектация и основные возможности пакета. Основные этапы решения задачи в ANSYS. Место конечно-элементного анализа при проектировании. Построение геометрической и конечно-элементной моделей, задание граничных условий, решение задачи, анализ результатов. Стандартные форматы обмена графической информации между приложениями.</p> <p>Решение плоских задач (ПНС, ПДС, осесимметричная). Расчет стержней и балок. Расчет пластин и оболочек. Динамический анализ (гармонический анализ, модальный анализ, анализ переходных процессов).</p> <p>Температурный анализ. Проведение расчетов на устойчивость.</p> <p>Тема 3. Расчет стержневых систем и ферменных конструкций</p> <p>Кинематический анализ стержневых систем и</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>ферменных конструкций. Статически определимые и неопределимые стержневые системы. Расчет плоских стержневых систем и пространственных ферм. Расчет статически определимых ферм. Метод вырезания углов. Метод сечений.</p> <p>Тема 4. Расчет пластин Основные уравнения и гипотезы. Вывод основных уравнений в декартовой системе координат. Плоское напряженное состояние пластин. Изгиб пластин, основные соотношения. Вывод дифференциального уравнения упругой поверхности пластины. Учет граничных условий. Общее решение дифференциального уравнения для прямоугольной пластины.</p> <p>Тема 5. Расчет оболочек вращения Основные понятия и гипотезы Кирхгофа-Лява. Геометрия оболочек вращения. Основные соотношения общей теории оболочек. Вывод геометрических соотношений (уравнений связи деформаций и перемещений). Безмоментная теория оболочек вращения. Основные уравнения безмоментной теории оболочек. Уравнения осесимметричной задачи. Вычисление напряжений и деформации в сферической и цилиндрической оболочках при действии внутреннего давления. Основные уравнения моментной теории оболочек. Уравнения моментной теории оболочек при осесимметричной деформации. Краевой эффект для цилиндрической оболочки.</p> <p>Тема 6. Расчет на устойчивость пластин и оболочек Понятие об устойчивости. Задача Эйлера. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. Устойчивость пластин. Устойчивость прямоугольной пластины, шарнирно опертой по контуру и сжатой в одном направлении. Двустороннее сжатие прямоугольной пластины. Устойчивость цилиндрических оболочек. Устойчивость цилиндрических оболочек при осевом сжатии и внешнем давлении. Устойчивость сферической оболочки при</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>внешнем давлении.</p> <p>Тема 7. Расчет напряженно-деформированного состояния элементов конструкций ракетного двигателя</p> <p>Напряжения и деформации в толстостенной трубе (задача Ляме). Расчет напряженно-деформированного состояния прочноскрепленного заряда с гладким цилиндрическим каналом при действии внутреннего давления и температуры эксплуатации.</p> <p>Расчет корпуса РДТТ. Расчет сферических, эллиптических и торосферических днищ.</p> <p>Расчет шпангоутов. Особенности расчета на прочность конструкций ЖРД.</p> <p>Расчет конструкций из композиционных материалов.</p>				
Динамический анализ ракетного двигателя	10	8	8	40
<p>Тема 8. Динамические нагрузки, действующие на летательный аппарат</p> <p>Понятия динамики и динамической нагрузки. Классификация динамических нагрузок, действующих на летательный аппарат на различных этапах его эксплуатации. Нагрузки при хранении ракетных двигателей. Нагрузка при транспортировке. Ветровая нагрузка. Полетные нагрузки. Тепловые нагрузки. Акустическая нагрузка. Колебания давления в камере РДТТ и тяги двигателя.</p> <p>Тема 9. Определения теории колебаний и механизмы их возникновения в ракетном двигателе летательного аппарата</p> <p>Собственные колебания элементов и узлов ракетных двигателей. Вынужденные колебания. Автоколебания и механизм их возникновения. Параметрические колебания. Нелинейные колебания. Механизмы возникновения изгибных и продольных автоколебаний ракеты.</p> <p>Динамические нагрузки, действующие на корпус ракетного двигателя при отсечке двигателя. Периодическая возмущающая сила и возмущающая сила произвольного вида.</p> <p>Тема 10. Задачи динамического анализа ракетного двигателя</p> <p>Основные задачи динамического анализа.</p> <p>Методы решения динамических задач.</p> <p>Технические решения на этапе</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>динамического анализа. Динамические подходы к оценке динамической прочности (схема мгновенного разрушения и схема накопления повреждений).</p> <p>Виды колебаний конструкции летательного аппарата и их опасность. Роль динамического анализа в создании конструкции летательного аппарата.</p> <p>Тема 11. Колебания ракетного двигателя Возможные причины возникновения продольных колебаний. Собственные продольные колебания стержня переменной погонной массы и жесткости. Метод последовательных приближений при определении собственных частот и форм колебаний. Вынужденные продольные колебания корпуса ракеты при выключении двигателя. Максимальная продольная растягивающая нагрузка для стыковочных соединений.</p> <p>Тема 12. Расчет напряженно-деформированного состояния ракеты с РДТТ при транспортировке Коэффициент динамичности конструкции. Схема решения задачи и итерационная процедура учета подкрепления корпуса РДТТ зарядом твердого топлива. Оценка прочности. Учет динамических свойств твердого ракетного топлива. Трехмерная постановка задачи о колебаниях прочноскрепленного заряда. Отличия в решении от балочной постановки задачи.</p> <p>Тема 13. Экспериментальные методы исследований динамической прочности ракетных двигателей Экспериментальные методы исследования твердых топлив. Динамические испытания ракет. Постановка и задачи динамических испытаний ракет. Параметры, определяемые при динамических испытаниях ракет. Влияние динамических нагрузок на надежность ракет.</p> <p>Тема 14. Расчет камеры сгорания ЖРД, топливных баков и трубопроводов Упрощенная методика оценки несущей способности конструктивных элементов сгорания ЖРД, топливных баков и трубопроводов. Оценка устойчивости</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
конструктивных элементов от действия статической и динамической нагрузок. Уточненная методика оценки несущей способности конструктивных элементов сгорания ЖРД, топливных баков и трубопроводов. Методы исследования работоспособности конструктивных элементов				
ИТОГО по 9-му семестру	23	18	18	81
ИТОГО по дисциплине	23	18	18	81