

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория, расчёт и проектирование ракетных двигателей твердого топлива»

Дисциплина «Теория, расчёт и проектирование ракетных двигателей твердого топлива» является частью программы специалитета «Проектирование ракетных двигателей твердого топлива (СУОС)» по направлению «24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей».

Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование системы знаний и компетенций в области теории, расчета и проектирования ракетных двигателей твердого топлива (РДТТ). Задачами дисциплины являются: - формирование знаний об энергетических параметрах РДТТ, газодинамических параметрах камеры сгорания, внутрибаллистических параметрах РДТТ и методах их регулирования, характеристиках сопловых блоков, способах тепловой защиты РДТТ; - формирование умений применять на практике методы решения задач внутренней баллистики, методы расчета энергетических характеристик двигателей, выбора их оптимальных параметров, размеров камеры и сверхзвукового сопла, методы расчета разброса баллистических параметров двигателя, взаимодействия продуктов сгорания со стенками камеры и сопла; - формирование навыков расчета энергетических характеристик РДТТ, обоснованного выбора геометрии камеры сгорания и соплового блока, расчета температурных и газовых полей в камере сгорания и сопле, расчета внутрибаллистических характеристик РДТТ, расчета тепловой защиты РДТТ, самостоятельного принятия конструкторских решений при проектировании РДТТ..

Изучаемые объекты дисциплины

Ракетный двигатель твердого топлива, баллистические твердые ракетные топлива, смесевые твердые ракетные топлива, конструкция РДТТ, газодинамические процессы в РДТТ, внутрибаллистические характеристики РДТТ, сопловой блок, регулирование РДТТ, тепловые процессы в элементах конструкции РДТТ, теплозащитное покрытие..

Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	8
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	180	108	72
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	82	50	32
- лабораторные работы (ЛР)	36	18	18
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	54	36	18
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	4	4
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	216	108	108
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет	9		9
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
Общая трудоемкость дисциплины	432	252	180

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
7-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
Состав и характеристики ракетных двигателей твердого топлива	18	0	12	40
<p>Введение. Цели и задачи дисциплины, структура курса, связь данного курса с другими дисциплинами, рекомендуемая литература.</p> <p>Тема 1. Отличительные особенности ракетных двигателей. Реактивные и ракетные двигатели. Источники энергии и массы для ракетных двигателей. Химические ракетные двигатели. Солнечные ракетные двигатели. Ядерные ракетные двигатели. Электрические ракетные двигатели. Парогазовые ракетные двигатели. Сравнительный анализ ракетных двигателей.</p> <p>Тема 2. Общие сведения о ракетных двигателях твердого топлива (РДТТ). История развития РДТТ. Достоинства и недостатки РДТТ. Классификация РДТТ. Основные узлы РДТТ (понятие, терминология, обозначение).</p> <p>Тема 3. Основные энергетические характеристики ракетного двигателя. Идеальный термодинамический цикл ракетного двигателя. Термодинамический цикл с потерями. Энергетические характеристики двигателя. Удельные энергетические характеристики двигателя.</p> <p>Тема 4. Твердые ракетные топлива (ТРТ). Требования к ТРТ. Состав баллистических ТРТ. Состав смесевых ТРТ. Характеристики ТРТ (термохимические, энергетические, баллистические, физико-механические, теплофизические, взрывчатые). Сравнительный анализ баллистических и смесевых ТРТ.</p>				
Основы проектирования и расчета ракетных двигателей твердого топлива	32	18	24	68
<p>Тема 5. Газодинамика камеры сгорания ракетного двигателя твердого топлива. Уравнения движения газа в канале твердотопливного заряда. Квазистационарное течение. Массовый расход топлива (газоприход). Расход газа через сопло. Параметры торможения и критические параметры. Газодинамические функции. Местные сопротивления. Течение газа в предсопловом объеме. Течение газа в каналах</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>заряда нецилиндрической формы.</p> <p>Тема 6. Расчет внутрибаллистических характеристик (ВБХ) ракетного двигателя твердого топлива. Основные участки диаграмм «давление-время» и «тяга-время». ВБХ на установившемся режиме работы РДТТ (основные уравнения, формула Бори, оценка устойчивости давления в камере сгорания). Режим воспламенения. Режим набора давления в камере сгорания. Режим спада давления в камере сгорания. Этапы расчета ВБХ на стационарном участке работы РДТТ.</p> <p>Тема 7. Разбросы внутрибаллистических характеристик ракетного двигателя твердого топлива. Общие сведения. Разброс давления. Разброс расхода. Разброс тяги. Разброс времени работы двигателя.</p> <p>Тема 8. Проектирование сопла ракетного двигателя твердого топлива. Классификация основных схем сопловых блоков. Профилирование дозвуковой части сопла. Профилирование околокритического сечения сопла. Профилирование сверхзвуковой части сопла. Определение газодинамических параметров по контуру сопла. Оценка потерь удельного импульса. Некоторые способы оптимизации контуров сопловых блоков.</p> <p>Тема 9. Регулирование ракетного двигателя твердого топлива. Постановка задачи. Способы решения. Настройка на постоянное давление. Настройка на постоянную тягу. Газодинамический способ управления величиной тяги.</p> <p>Тема 10. Выбор параметров ракетного двигателя твердого топлива. Особенности выбора параметров РДТТ. Выбор топлива. Выбор размеров камеры сгорания. Выбор давления в камере сгорания. Связь параметров РДТТ с тактико-техническими параметрами ракеты.</p> <p>Тема 11. Общие вопросы проектирования современных ракетных двигателей твердого топлива. Анализ процесса проектирования. Критерии сравнительного анализа, используемые при создании новых изделий. Логическая схема проектирования РДТТ. Выбор конструктивной схемы РДТТ.</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
ИТОГО по 7-му семестру	50	18	36	108
8-й семестр				
Высокотемпературное разрушение материалов, применяемых в РДТТ	10	6	8	30
Тема 20. Высокотемпературное разрушение коксующихся материалов Абляция. Основные механизмы разрушения материалов в химически активных газовых потоках. Расчет скоростей уноса массы материалов, анализ уравнения теплового баланса, температуры поверхности разрушающегося материала; обоснование выбора потребной толщины теплозащитного материала, тепломеханическое разрушение прококсованного слоя материала, влияние структуры и технологических факторов изготовления материалов на их абляционные характеристики. Тема 21. Высокотемпературное разрушение стеклопластиков Механизм высокотемпературного разрушения материалов с учетом оплавления наполнителя, влияние к-фазы на этот процесс. Тема 22. Высокотемпературное разрушение углеграфических материалов под действием к-фазы Особенности высокотемпературного разрушения при взаимодействии с частицами; взаимодействие частиц двухфазных потоков с поверхностью материала.				
Основы теплообмена в РДТТ	12	6	6	48
Тема 16. Общая характеристика конвективного теплообмена в РДТТ Особенности теплообмена в РДТТ, условия взаимодействия потоков с материалами в РДТТ. Исторический очерк развития науки о теплообмене в РДТТ. Основные зоны (области) двигателя с точки зрения интенсивности тепло-массообмена в них, анализ условий тепло и массообмена в этих зонах. Тема 17. Модели конвективного теплообмена в РДТТ Особенности конвективного теплообмена в РДТТ (анализ теплообмена на утолщенной части сопла, в районе критического сечения				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
сопла с цилиндрической горловиной, при несимметричном вдуве газа в закритическую часть сопла, конвективный теплообмен при вдуве инородного газа в пограничный слой, особенности влияния к-фазы). Тема 18. Радиационный обмен в РДТТ Анализ радиационного теплообмена в РДТТ (для однородных и гетерогенных сред). Тема 19. Основные теплозащитные материалы, используемые в РДТТ Анализ исходных составляющих, методов получения, характеристик и теплозащитных композиционных материалов (угле-стекло-асбопластиков, феноло-каучуковых композиций, графиты, пирографиты, УККМ). Физико-химические процессы в материалах при их нагреве в условиях двигателя.				
Основы термодинамического расчета	10	6	4	30
Тема 12. Горение твердых ракетных топлив Механизм горения баллистических твердых топлив: зоны горения, основные математические соотношения. Механизм горения смесевых твердых топлив: отличительные особенности, основные математические соотношения. Эрозионное горение твердого топлива: причины возникновения, учет в расчете РДТТ, способы устранения. Вибрационное горение. Тема 13. Основы термодинамического расчета Цель термодинамического расчета ракетного двигателя. Условная формула топлива. Основы химической кинетики. Диссоциация, рекомбинация, ионизация. Состав продуктов сгорания. Определение температуры в камере без учета процессов диссоциации. Определение температуры в камере с учетом процессов диссоциации. Тема 14. Задачи термодинамического расчета параметров рабочего процесса Горение в изобарной камере. Термодинамические параметры процесса течения. Определение параметров течения. Использование результатов термодинамического расчета. Горение в неизобарной камере. Погрешность расчета термодинамических характеристик.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 15. Зависимость термодинамических характеристик от основных факторов Общие сведения. Зависимость термодинамических характеристик от соотношения компонентов топлива. Зависимость от давления во входном сечении сопла. Зависимость от степени расширения газа или от геометрической степени расширения сопла. Особенности зависимостей термодинамических характеристик для гетерогенных продуктов сгорания.				
ИТОГО по 8-му семестру	32	18	18	108
ИТОГО по дисциплине	82	36	54	216