

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок»

Дисциплина «Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок» является частью программы специалитета «Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты двигателей летательных аппаратов» по направлению «24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей».

Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: – получение знаний по термогазодинамическим и энергетическим основам работы воздушно-реактивных двигателей различных типов и их узлов, организации совместной работы узлов, термодинамическим основам регулирования параметров функционирования ВРД и их эксплуатационным характеристикам; умений и навыков применения математического и физического моделирования для определения оптимальных параметров рабочего процесса авиационных двигателей методами численного эксперимента (вычислительными методами), расчета термогазодинамических, геометрических и кинематических параметров авиационных двигателей, построения эксплуатационных характеристик авиационных двигателей. Задачи учебной дисциплины: • формирование знаний – теоретических основ рабочих процессов в авиационных двигателях и энергетических установках различных типов; – методики этапов проведения газодинамических, тепловых и прочностных расчётов процессов в авиационных двигателях и энергетических установках; – о требованиях к составлению описаний принципов действия и устройства проектируемых авиационных двигателей и энергетических установок. • формирование умений – пользоваться современными вычислительными пакетами для моделирования рабочих процессов в авиационных двигателях и энергетических установках и их агрегатах; – проводить газодинамические, тепловые и прочностные расчёты авиационных двигателей и энергетических установок и их элементов с использованием аналитических и численных методов исследования; – составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий. формирование навыков – постановки и решения расчётно-теоретических и экспериментальных исследовательских задач; – анализа и обобщения результатов моделирования при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ при проектировании авиационных двигателей и энергетических установок; – проведения газодинамических, тепловых и прочностных расчётов авиационных двигателей и энергетических установок и их элементов с использованием аналитических и численных методов исследования с применением современных программных средств и анализа полученных результатов для принятия технических решений; –составления описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с научно-техническим и технико-экономическим обоснованием принятых проектно-технических решений..

Изучаемые объекты дисциплины

– воздушно-реактивные двигатели различных типов, принципы их работы; – среда, в которой эксплуатируются летательные аппараты; – история эволюционного развития авиационно-космической техники; – основы теории полета; – летательные аппараты и их энергетические комплексы; – силовые и энергетические установки летательных аппаратов..

Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	9
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	138	66	72
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	78	46	32
- лабораторные работы (ЛР)	34	16	18
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18		18
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	4	4
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	150	78	72
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36		36
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18		18
Общая трудоемкость дисциплины	324	144	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
8-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
Совместная работа узлов в системе ТРД	12	4	0	14
Тема 8. Совместная работа узлов на установившихся режимах работы ТРД Совместная работа узлов газогенератора и выходного устройства с регулируемым реактивным соплом и сопловым аппаратом турбины. Совместная работа компрессора, камеры сгорания и турбины на установившихся режимах. Вывод уравнения линии совместной работы (ЛСР) компрессора, камеры сгорания и турбины одновального ТРД. Влияние различных факторов на расположение линии совместной работы узлов ТРД с неизменной геометрией проточной части. Влияние регулирования компрессора на положение ЛСР. Техничко-экономическое обоснование при расчете и первичном проектировании ТРД. Тема 9. Особенности совместной работы узлов на неустановившихся режимах работы ТРД Неустановившиеся режимы работы ТРД. Обеспечение переходных режимов и приемистости. Этапы запуска газотурбинного двигателя. Запуск газотурбинного двигателя на стенде и в полете. Необходимость применения для запуска стартеров. Принципы работы стартеров газотурбинного двигателя. Номенклатура основных режимов работы ТРД.				
Основы расчета ТРД	10	4	0	17
Тема 3. Зависимость удельных параметров ТРД от параметров рабочего процесса Влияние параметров рабочего процесса на удельные параметры ТРД. Зависимость удельной тяги и удельного расхода топлива от суммарной степени повышения давления, температуры газа перед турбиной и КПД процессов сжатия и расширения. Тема 4. Основные этапы расчета ТРД Понятие о свободной энергии ТРД. Выбор оптимальных параметров рабочего процесса ТРД. Термогазодинамический расчет параметров рабочего тела по тракту и основных параметров ТРД. Геометрический и кинематический расчет ТРД. Первичное проектирование по результатам расчета, определение облика ТРД.				

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>Термодинамические циклы ТРД</p> <p>Введение. Принцип создания тяги ТРД. Изменение параметров рабочего тела и превращения энергии по тракту ТРД. Основные параметры ТРД. Предмет и задачи дисциплины.</p> <p>Тема 1. Идеальный цикл ТРД</p> <p>Сущность второго закона термодинамики для тепловых машин. Условия и диаграммы идеального цикла с подводом тепла при постоянном давлении и его реализация в ТРД. Основные термодинамические процессы в цикле с подводом тепла при постоянном давлении, взаимосвязь параметров в характерных точках цикла применительно к работе ТРД.</p> <p>Работа и термический КПД идеального цикла, их зависимость от параметров рабочего процесса ТРД (суммарной степени повышения давления воздуха в двигателе и температуры газа перед турбиной). Особенности цикла со ступенчатым подводом тепла при постоянных давлениях.</p> <p>Тема 2. Реальный (действительный) цикл ТРД</p> <p>Потери, учитываемые в действительных (реальных) циклах. Диаграммы действительного цикла ТРД с подводом тепла при постоянном давлении в координатах и $T-S$ и их сравнение с диаграммами идеального цикла. Характеристика основных процессов действительного цикла. Внутренняя (индикаторная) и эффективная (полезная) работа действительного цикла ТРД.</p> <p>Эффективный, тяговый (полетный) и полный (экономический) коэффициенты полезного действия (КПД), их зависимость от основных параметров двигателя и условий полета.</p> <p>Энергетический баланс в ТРД.</p>	8	4	0	25
Характеристика узлов ТРД	16	4	0	22
<p>Тема 5. Процессы, протекающие в воздухозаборниках ТРД</p> <p>Назначение воздухозаборников и требования, предъявляемые к ним. Основные параметры воздухозаборников. Дозвуковые входные устройства, режимы их работы и процессы, протекающие в них при различных формах канала и условиях на входе. Основы расчета и проектирования дозвуковых воздухозаборников. Воздухозаборники для</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>сверхзвуковых скоростей полета, их классификация по виду торможения потока. Мероприятия по уменьшению потерь в сверхзвуковых входных устройствах. Режимы работы сверхзвуковых воздухозаборников. Совместная работа воздухозаборника и компрессора в системе двигателя. Запасы устойчивости сверхзвуковых воздухозаборников и их регулирование.</p> <p>Тема 6. Процессы, протекающие в основных камерах сгорания ТРД</p> <p>Назначение камер сгорания и требования, предъявляемые к ним. Топлива для ТРД. Их распыливание, испарение, смешение и горение. Основы горения и некоторые термохимические соотношения. Форсунки, применяемые в камерах сгорания ТРД, теория их работы. Типы камер сгорания и рабочие процессы, протекающие в них. Течение газа и потери полного давления в элементах камер сгорания. Характеристики основных камер сгорания. Основы расчета и проектирования основных камер сгорания, определение их размеров. Критерии оценки работы камер сгорания по эмиссии вредных веществ.</p> <p>Перспективы развития камер сгорания. Меры по уменьшению дымления воздушно-реактивных двигателей и наличия токсичных примесей в продуктах сгорания.</p> <p>Тема 7. Выходные устройства ТРД</p> <p>Назначение, состав и основные требования к выходным устройствам. Реактивные сопла, их назначение. Дозвуковое реактивное сопло, режимы его работы. Газодинамический расчет дозвукового сопла. Сверхзвуковое реактивное сопло, режимы его работы. Виды потерь в реактивных соплах и способы их уменьшения. Характеристики реактивных сопел. Регулирование реактивных сопел. Шум АД и методы борьбы с ним. Устройства для реверса и девиации тяги.</p>				
ИТОГО по 8-му семестру	46	16	0	78
9-й семестр				
Особенности совместной работы узлов и характеристик двигателей прямой реакции	10	6	5	36
Тема 13. Двухвальные ТРД Необходимость применения двухвальных				

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>ТРД. Скольжение роторов и его влияние на газодинамическую устойчивость компрессора. Особенности совместной работы узлов двухвального ТРД. Особенности программ регулирования и характеристик двухвальных ТРД. Преимущества и недостатки двухвальных ТРД.</p> <p>Тема 14. Турбореактивные двигатели двухконтурные (ТРДД) Схемы ТРДД и их основные параметры. Газодинамические преимущества ТРДД перед ТРД. Оптимальное распределение энергии между контурами. Зависимость удельных параметров ТРДД от степени двухконтурности и коэффициента распределения энергии. Влияние отбора воздуха из-за КВД и КНД на запас устойчивой работы и параметры ТРДД. Особенности законов регулирования ТРДД и ТРДД с форсажной камерой (ТРДФ). Особенности характеристик ТРДД.</p> <p>Тема 15. ТРД с форсажной камерой (ТРДФ) Назначение и способы форсирования тяги. Рабочий процесс в форсажных камерах. Понятие о неустойчивых режимах горения. Особенности характеристик ТРДФ.</p>				
Эксплуатационные характеристики ТРД	10	6	5	26
<p>Тема 10. Термодинамические основы регулирования ТРД Основные понятия из теории регулирования и управления силовыми установками. Регулируемые параметры и регулирующие факторы. Основные законы и программы регулирования ТРД и ТРД с форсажной камерой (ТРДФ). Сравнение различных программ регулирования при изменении скорости и высоты полета.</p> <p>Тема 11. Дроссельные характеристики ТРД Типы характеристик ТРД и их назначение. Дроссельные характеристики (ДХ) ТРД с нерегулируемой и регулируемой геометрией проточной части. Влияние на дроссельные характеристики программы регулирования ТРД, оптимальное дросселирование.</p> <p>Тема 12. Высотно-скоростные и климатические характеристики ТРД Скоростные характеристики (СХ) ТРД.</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
Влияние на СХ высоты полета, степени повышения давления в компрессоре, температуры газа перед турбиной, программы регулирования двигателя. Высотные характеристики (ВХ) ТРД. Климатические характеристики ТРД. Методы получения характеристик ТРД. Приведение параметров ТРД к стандартным атмосферным условиям. Области эксплуатационных ограничений ТРД.				
Особенности совместной работы узлов и характеристик двигателей непрямой реакции	12	6	8	10
Тема 16. Турбовинтовые двигатели (ТВД) Принцип действия, схемы и основные параметры ТВД. Оптимальное распределение энергии между воздушным винтом и реактивным соплом, уравнение Стечкина. Зависимость удельных параметров от параметров рабочего процесса. Влияние отбора мощности на запас устойчивой работы и параметры ТВД. Дроссельные характеристики ТВД. Климатические характеристики ТВД. Высотно-скоростные характеристики ТВД. Тема 17. Турбовальные (ТВаД) и вспомогательные газотурбинные двигатели (ГТД) Принцип действия, схемы и основные параметры ТВаД. Зависимость удельных параметров от параметров рабочего процесса. Влияние отбора мощности на запас устойчивой работы и параметры ТВаД. Дроссельные характеристики ТВаД. Климатические характеристики ТВаД. Назначение и особенности конструкции узлов вспомогательных ГТД.				
ИТОГО по 9-му семестру	32	18	18	72
ИТОГО по дисциплине	78	34	18	150