

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Турбомашины двигателей и энергетических установок»

Дисциплина «Турбомашины двигателей и энергетических установок» является частью программы магистратуры «Проектирование и конструкция двигателей и энергетических установок летательных аппаратов» по направлению «24.04.05 Двигатели летательных аппаратов».

Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины: – формирование комплекса знаний о параметрическом совершенстве, моделировании и описании характеристик и газодинамических процессов в турбомашинах двигателей и энергетических установок; умений и навыков составления аналитических моделей и исследования с их помощью стационарных режимов турбомашин двигателей и энергетических установок, подготовки отчётов по результатам исследования. Полученные при изучении курса «Турбомашины двигателей и энергетических установок» знания должны позволить студентам подготовиться к изучению специальных дисциплин, связанных с расчётом, моделированием и анализом совместной работы узлов, проектированием авиационных двигателей и энергетических установок. В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет следующие общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции: • способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом; • способность осуществлять подготовку научно-технических отчётов, обзоров и публикаций по результатам выполненных исследований и разработок; • способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты сложных изделий с использованием средств автоматизированного проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий; • способность проводить технические расчёты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых изделий и конструкций; Задачи учебной дисциплины: • изучение средств описания термогазодинамических процессов, характеристик и методов обеспечения устойчивой работы лопаточных машин; • формирование умения формировать аналитические модели для расчетного обоснования конструктивного и параметрического облика турбомашин, анализа технико-экономического совершенства, характеристик, нагруженности и прочностного состояния основных элементов турбомашин; • формирование навыков решения аналитических моделей и реализации его результатов в форме эскизных проектов основных элементов проточной части турбомашин, оформления и представления результатов технического решения..

Изучаемые объекты дисциплины

– параметрические оценки конструктивного, технического и функционального совершенства турбомашин двигателей и энергетических установок; – математический аппарат, используемый при изучении, описании и решении моделей стационарных режимов и характеристик компрессоров и газовых турбин; – физические и математические модели процессов в турбомашинах двигателей и энергетических установок; – термогазодинамические процессы и энергетические преобразования и их конструктивная реализация в элементах турбомашин двигателей и энергетических установок; – методы регулирования турбомашин двигателей и энергетических установок..

Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах			
		Номер семестра			
		1			
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	46	46			
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:					
- лекции (Л)				34	34
- лабораторные работы (ЛР)				8	8
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)					
- контроль самостоятельной работы (КСР)				4	4
- контрольная работа					
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	62	62			
2. Промежуточная аттестация					
Экзамен	36	36			
Дифференцированный зачет					
Зачет					
Курсовой проект (КП)					
Курсовая работа (КР)	18	18			
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	
1-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
Энергетическая эффективность турбомашин	8	3	0	15
<p>Тема 5. Энергетические характеристики турбомашин</p> <p>Общая структура потерь энергии в турбомашинах. Специфические виды потерь энергии в турбинах.</p> <p>Оптимальные по профильным потерям степень реактивности и коэффициент расхода в ступени осевого компрессора.</p> <p>Потери энергии при транс- и сверхзвуковых скоростях обтекания.</p> <p>Вихревые явления в лопаточных венцах.</p> <p>Модель нулевого уровня для оценки концевых потерь от утечек в радиальном зазоре компрессорной ступени, влияние на неё параметров нагруженности ступени.</p> <p>Одномерная модель оценки потерь в лабиринтных уплотнениях ступени турбины.</p> <p>Разновидности адиабатных коэффициентов полезного действия и зависимость их значений от схемного и параметрического решения отдельных ступеней и турбомашин в целом.</p> <p>Тема 6. Влияние геометрических и кинематических параметров на энергетическую эффективность турбомашин</p> <p>Влияние основных геометрических размеров профиля и межлопаточного канала на профильные потери энергии в решётке профилей. Влияние формы обводов профиля на качество обтекания профиля, безотрывность обтекания и теплообмен с потоком.</p> <p>Предотвращение появления стоячих зон Гертлера. Учёт влияния механической и тепловой нагруженности, требований ресурса на геометрические параметры профиля.</p> <p>Выбор потребной густоты диффузорных компрессорных решёток, обеспечивающей компромисс между требованиями минимизации потерь энергии и обеспечения допустимого запаса газодинамической устойчивости.</p> <p>Оптимальная и конструктивная густота конфузорной турбинной решётки.</p> <p>Влияние угла атаки на потери и на газодинамическую устойчивость, оптимальные углы атаки. Совместная оптимизация угла атаки и густоты решёток с учётом верности лопаточных венцов 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
вихревых (вторичных) потерь. Совместное влияние степени реактивности и отношения окружной скорости вращения колеса и скорости истечения из соплового аппарата турбины на потери на среднем диаметре ротора турбины.				
Характеристики лопаточных машин	6	0	0	7
Тема 10. Устойчивость работы и характеристики компрессора Математическая модель работы компрессора с присоединённым объёмом, потеря устойчивости рабочего процесса. Физические основы процесса и условия потери газодинамической устойчивости. Модель изменения параметров состояния рабочего тела, кинематических параметров потока и параметров компрессора при снижении частоты вращения ниже расчётной. Рассогласование работы отдельных ступеней по расходным характеристикам. Потеря газодинамической устойчивости при превышении частоты вращения над расчётной величиной. Влияние на газодинамическую устойчивость характеристик присоединённого объёма, его рабочего процесса на переходных режимах работы системы «компрессор – потребитель». Физическая модель влияния расхода воздуха на входе на основные параметры ступеней и компрессора в целом при постоянной частоте вращения. Энергетическая и напорная характеристики компрессоров при переменной частоте вращения ротора. Способы обеспечения газодинамической устойчивости компрессоров на нерасчетных режимах. Параметрическая модель – на базе характеристик компрессора – развития неустойчивой работы. Критерии условий потери газодинамической устойчивости. Тема 11. Характеристики турбины. Совместная работа турбины и компрессора Зависимость энергетических и расходных параметров турбины от степени понижения полного давления при постоянной частоте вращения. Модель совместной работы турбины и компрессора.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Многоступенчатые и радиальные турбомашин	6	2	0	12
<p>Тема 8. Многоступенчатые турбомашин</p> <p>Физические основы газодинамических, прочностных и ресурсных ограничений на параметры одноступенчатых турбомашин. Необходимость применения многоступенчатых лопаточных машин.</p> <p>Анализ термодинамики многоступенчатых лопаточных машин с помощью p-v и T-S диаграмм. Сравнительный анализ энергетической эффективности компрессоров и турбин, влияние на неё степени повышения/понижения давления в многоступенчатых турбомашин.</p> <p>Перспективы развития компрессоров и турбин для газотурбинных двигателей пятого поколения.</p> <p>Особенности изменения параметров потока вдоль многоступенчатых турбин. Турбины со ступенями скорости и со ступенями давления. Параметр Парсонса для многоступенчатых турбин.</p> <p>Тема 9. Центробежные компрессоры</p> <p>Математическое описание газодинамических процессов в центробежных компрессорах. Особенности геометрических моделей низко- и вы-соконапорных центробежных компрессоров.</p>				
Пространственное профилирование лопаток и их решёток	2	1	0	16
<p>Тема 8. Многоступенчатые турбомашин</p> <p>Физические основы газодинамических, прочностных и ресурсных ограничений на параметры одноступенчатых турбомашин. Необходимость применения многоступенчатых лопаточных машин.</p> <p>Анализ термодинамики многоступенчатых лопаточных машин с помощью p-v и T-S диаграмм. Сравнительный анализ энергетической эффективности компрессоров и турбин, влияние на неё степени повышения/понижения давления в многоступенчатых турбомашин.</p> <p>Перспективы развития компрессоров и турбин для газотурбинных двигателей пятого поколения.</p> <p>Особенности изменения параметров потока вдоль многоступенчатых турбин. Турбины со</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>ступенями скорости и со ступенями давления. Параметр Парсонса для многоступенчатых турбин.</p> <p>Тема 9. Центробежные компрессоры</p> <p>Математическое описание газодинамических процессов в центробежных компрессорах. Особенности геометрических моделей низко- и вы-соконапорных центробежных компрессоров.</p>				
Основные модели турбомашин и их рабочих процессов	12	2	0	12
<p>Введение</p> <p>Предмет и задачи дисциплины. Основные понятия и определения.</p> <p>Тема 1. Математические средства описания моделей течения и процессов в турбомашинах и их элементах</p> <p>Основная система уравнений для описания трёхмерных нестационарных течений в турбомашинах и их элементах: уравнения неразрывности, движения, импульса, момента количества движения, энергии.</p> <p>Интегральные формы основных уравнений в общем виде для одномерного стационарного течения. Прикладные аспекты форм записи и использования основных уравнений применительно к турбомашинам: частные случаи</p> <p>Тема 2. Схемные решения турбомашин</p> <p>Типовые и комбинированные варианты схемных решений и геометрического облика турбомашин. Ключевые параметры турбомашин разных схем и их сравнительный анализ.</p> <p>Тема 3. Параметры для описания геометрических моделей турбомашин и их элементов</p> <p>Геометрические параметры профилей, решёток профилей и лопаточных венцов, их влияние на функциональные свойства и энергетические показатели эффективности турбомашин.</p> <p>Взаимосвязь значений параметров описания геометрических моделей турбомашин с их типами по скоростному диапазону рабочих режимов и нагруженности ступеней.</p> <p>Тема 4. Организация энергетических преобразований и модель термодинамических процессов</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>Компрессорный режим, турбинный режим, режим флюгирования в решётке плоских пластин. Активный и реактивный принцип энергетических преобразований в одной ступени турбомашин.</p> <p>Кинематическая и термодинамическая степени реактивности. Изменение газодинамических и кинематических параметров потока вдоль ступени при различных значениях степени реактивности. Оптимальное распределение удельных работ между вращающимися и неподвижными лопаточными венцами.</p> <p>Диаграммы энергетических преобразований в одной ступени турбома-шин в $p-v$ и $T-S$ координатах. Термодинамические основы большей энергетической эффективности процессов в турбинах по сравнению с процессами в компрессорах при одинаковом уровне политропного КПД.</p>				
ИТОГО по 1-му семестру	34	8	0	62
ИТОГО по дисциплине	34	8	0	62