

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### «Динамика и прочность турбомашин»

Дисциплина «Динамика и прочность турбомашин» является частью программы бакалавриата «Энергетическое машиностроение (общий профиль, СУОС)» по направлению «13.03.03 Энергетическое машиностроение».

#### **Цели и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является формирование комплекса знаний, умений и навыков, необходимых для решения прикладных проблем прочностных расчетов конструктивных элементов и узлов газоперекачивающих агрегатов с учетом динамических нагрузок, возникающих в процессе их функционирования на этапах их разработки и проектирования. Задачей изучения дисциплины является приобретение профессиональных знаний, умений и навыков: – изучение определенной совокупности теоретических знаний о роли и месте динамических нагрузок в формировании работоспособности и надежности газотурбинных двигателей и газоперекачивающих агрегатов и их неоднозначности в воздействии на материал, конструктивные элементы и конструкцию; – формирование умений проведения динамического анализа и расчета прочности, оценки надежности конструкции газотурбинных установок (ГТУ) и газоперекачивающих агрегатов (ГПА) для различных этапов его жизненного цикла; – формирование навыков выбора методов и методик прочностных расчетов конструктивных элементов газоперекачивающих агрегатов с учетом динамических нагрузок и освоении навыков основных расчетных алгоритмов в процессе разработки и проектирования энергетических систем..

#### **Изучаемые объекты дисциплины**

– газотурбинные двигатели и газоперекачивающие агрегаты; – процессы динамического нагружения и деформирования конструктивных элементов ГТУ и ГПА; – методы анализа статической и динамической прочности – экспериментальные методы, методы математического моделирования; методы испытаний, планирование эксперимента, эквивалентные испытания узлов и деталей конструкций ГТУ..

### Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	50	50	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	10	10	
- лабораторные работы (ЛР)	20	20	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	58	58	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 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
Динамический анализ ГТУ и ГПА	5	10	6	22
<p>Введение.</p> <p>Тема 1. Динамические нагрузки, действующие на ГТУ и ГПА</p> <p>Понятия динамики и динамической нагрузки. Классификация динамических нагрузок, действующих на ГТУ и ГПА на различных этапах их эксплуатации. Нагрузка при транспортировке. Эксплуатационные нагрузки. Тепловые нагрузки. Акустическая нагрузка. Колебания давления в камере ГТУ и колебания конструктивных элементов. Динамические нагрузки, действующие на корпус ГПА при подготовке воздуха в ВЗУ и системы выхлопа. Периодическая возмущающая сила и возмущающая сила произвольного вида. Основные задачи динамического анализа. Методы решения динамических задач. Технические решения на этапе динамического анализа. Динамические подходы к оценке динамической прочности (схема мгновенного разрушения и схема накопления повреждений). Роль динамического анализа в создании и отработке ГТУ и ГПА.</p> <p>Тема 2. Теории колебаний и механизмы возникновения колебаний в ГТУ и ГПА</p> <p>Виды колебаний конструкции ГТУ и их опасность.</p> <p>Собственные колебания элементов и узлов ГТУ и ГПА. Вынужденные колебания. Автоколебания и механизм их возникновения. Параметрические колебания. Нелинейные колебания. Механизмы возникновения изгибных и продольных автоколебаний конструктивных элементов ГТУ и ГПА. Теоретические методы определения колебаний в ГТУ и ГПА. Собственные продольные колебания стержня переменной погонной массы и жесткости. Метод последовательных приближений при определении собственных частот и форм колебаний. Вынужденные продольные колебания корпуса ГТУ при его выключении и выключении. Максимальная продольная растягивающая нагрузка для стыковочных соединений.</p> <p>Тема 3. Инженерная методика динамического расчета ГТУ и ГПА</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>Учет динамических свойств материала. Отличия в решении от балочной постановки задачи. Выделение реакции связей, сил инерции. Динамическое напряженно-деформированное состояние элемента. Связь динамического и статического модулей материала. Влияние температуры, скорости нагружения, частоты колебаний, времени на изменение механических свойств материала. Температурно-временная аналогия изменения физико-механических свойств материала. Основные уравнения динамического анализа напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов ГТУ и ГПА. Алгоритм расчета ресурса работы элемента.</p>				
Инженерные методы расчета	4	10	7	21
<p>Тема 4. Расчет тонкостенных элементов ГТУ Моментная и безмоментная теория оболочек. Коэффициент динамичности конструкции. Схема решения задачи и итерационная процедура учета подкрепления конструктивных элементов ГТУ. Оценка прочности. Прочностные расчеты стенок камеры сгорания ГТУ, баков, расчет вафельных конструкций, расчет силовых и переходных отсеков ГТУ. Оценка прочности конструктивных элементов.</p> <p>Тема 5. Динамическое поведение валов ГТУ и компрессора лопаточного типа с корпусом ГПА Трехмерная постановка задачи о колебаниях валов и лопаток ГТУ и компрессора. Отличия в решении от балочной постановки задачи. Некоторые сведения из теории обобщенных функций. Расчет недеформируемого контура. Применение результатов расчета элементов на действие сосредоточенных нагрузок к расчетам элементов на другие виды нагрузок. Расчет элементов деформируемого контура в напряжениях на действие сосредоточенных нагрузок, лежащих в его плоскости. Расчет элементов в перемещениях на действие сосредоточенных нагрузок, лежащих в плоскости его упругой оси. Расчет элементов на действие аксиальных нагрузок. Расчет в перемещениях упругого из своей плоскости шпангоута на действие</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>аксиальных нагрузок. Расчет дисков турбины, лопаток насоса на моноцикловую усталость, на усталость и устойчивость.</p> <p>Тема 6. Расчет камеры сгорания ГТУ, баков, пространственных конструкций сложной геометрической формы и трубопроводов Упрощенная методика оценки несущей способности конструктивных элементов камеры сгорания ГТУ, баков, пространственных конструкций, ферм и трубопроводов. Оценка устойчивости конструктивных элементов от действия статической и динамической нагрузок. Уточненная методика оценки несущей способности конструктивных элементов камеры сгорания ГТУ, баков пространственных конструкций, ферм и трубопроводов. Методы исследования работоспособности конструктивных элементов.</p>				
Динамические испытания ГТУ и ГПА	1	0	3	15
<p>Тема 7. Динамические испытания ГТУ</p> <p>Постановка и задачи динамического анализа по определению НДС конструктивных элементов и узлов ГТУ и ГПА. Параметры, определяемые при динамических испытаниях ГТУ и ГПА. Влияние динамических нагрузок на надежность ГТУ и ГПА.</p> <p>Заключение</p> <p>Основные моменты в понимании основных подходов в изучении и освоении дисциплины «Динамика и прочность турбомашин», формирования компетенций специалиста.</p>				
ИТОГО по 8-му семестру	10	20	16	58
ИТОГО по дисциплине	10	20	16	58