

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Термодинамические процессы газотурбинных установок и их регулирование»

Дисциплина «Термодинамические процессы газотурбинных установок и их регулирование» является частью программы магистратуры «Газотурбинные и паротурбинные установки и двигатели» по направлению «13.04.03 Энергетическое машиностроение».

Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является формирование профессиональных компетенций, связанных с разработкой термодинамических процессов, протекающих в ГТУ, со способами их регулирования при переменном режиме работы, с их тепловыми схемами и циклами; формирование научно-технического мировоззрения на основе знания особенностей сложных технических систем; воспитание навыков технической культуры. Задачи дисциплины: - ознакомление с современными методологиями проектирования и расчёта ГТУ, со способами их регулирования при переменном режиме работы; - изучение тепловых схем, рабочего процесса и термодинамических циклов ГТУ; - формирование навыков оптимизации параметров циклов ГТУ и определение их термодинамической эффективности при стационарном и переменном режиме работы..

Изучаемые объекты дисциплины

- ГТУ различных тепловых схем; - методы термодинамического анализа и оптимизации процессов в ГТУ; - способы повышения энергетической эффективности ГТУ; - способы регулирования ГТУ при переменном режиме их работы; - методология проектирования газотурбинных установок..

Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	90	45	45
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	32	18	14
- лабораторные работы (ЛР)	36	9	27
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	6	2	4
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	126	63	63
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36		36
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18		18
Общая трудоемкость дисциплины	252	108	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
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
Применение сложных тепловых схем ГТУ	12	6	10	40
<p>Тема 3. Цикл ГТУ с регенерацией теплоты Схема ГТУ с регенератором. Идеальный цикл. Параметры цикла. КПД. Температурные напоры по горячему и холодному сечениям теплообменника. Степень регенерации тепла ? р. Идеальная регенерация тепла. Термический КПД регенеративного цикла. Анализ идеального регенеративного цикла. Сравнение его с циклом Брайтона. Реальный цикл с регенерацией тепла. Сравнение его с реальным циклом Брайтона. Потери давления рабочего тела в регенераторе. Преимущества и недостатки регенеративной схемы.</p> <p>Тема 4. Цикл ГТУ с промежуточным охлаждением в процессе сжатия Схема ГТУ с промежуточным охлаждением (ГТУ ПО) между компрессорами низкого и высокого давления (КНД и КВД). Воздухоохладитель (ВО). Основная идея промежуточного охлаждения. Идеальный цикл. Работа цикла. Термический КПД цикла. Оптимальные значения степеней сжатия в КНД и КВД. Анализ идеального цикла. Сравнение его с циклом Брайтона. Оптимальный идеальный цикл с изотермическим сжатием. Максимальная работа и КПД этого цикла. Сравнение его с циклом Брайтона и с одним промежуточным охлаждением.</p> <p>Тема 5. Цикл ГТУ с промежуточным теплоподводом в процессе расширения Схема ГТУ с промежуточным теплоподводом (ГТУ ТП) между турбинами высокого и низкого давления (ТВД и ТНД). Основная идея промежуточного теплоподвода. Идеальный цикл. Работа цикла. Термический КПД цикла. Анализ идеального цикла. Оптимальные значения степеней расширения в ТВД и ТНД. Сравнение циклов с промежуточным теплоподводом, с промежуточным охлаждением и Брайтона. Оптимальный идеальный цикл с изотермическим расширением. Максимальная работа и КПД этого цикла. Сравнение его с циклом Брайтона, с одним промежуточным теплоподводом и изотермическим сжатием.</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
Тема 6. Циклы сложных тепловых схем ГТУ Возможные тепловые схемы ГТУ. Наиболее применяемые в настоящее время схемы. Цикл с многократным и промежуточным охлаждением и теплоподводом, близкий к циклу Карно (в координатах T, S). Цикл с многократным и промежуточным охлаждением и теплоподводом, и с регенерацией теплоты, близкий к циклу Карно (в координатах T, S). Преимущества и недостатки сложных тепловых схем.				
Основы термодинамики. Цикл ГТУ простейшей тепловой схемы	6	3	6	23
Введение Основные задачи дисциплины «Термодинамические процессы газотурбинных установок и их регулирование». Состав дисциплины. Связь с другими дисциплинами. Формы промежуточного и заключительного контроля. Рекомендуемая основная и дополнительная литература. Тема 1. Термодинамические параметры и процессы Параметры состояния: температура, давление, удельный объем, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия. Теплота, работа. Первый закон термодинамики. Изопараметрические процессы: изохорный, изобарный, изотермный, изоэнтропный (адиабатный). Термодинамические циклы. Коэффициент полезного действия (КПД) цикла. Цикл Карно. Классификация ГТУ по сложности термодинамического цикла: простые (по циклу Брайтона), регенеративные, карнотизированные. Совершенствование ГТУ. Два направления повышения их термодинамической эффективности: увеличение максимальной температуры цикла и применение сложных тепловых схем. Тема 2. Рабочий процесс и цикл ГТУ простейшей тепловой схемы Схема простейшей ГТУ и её термодинамический цикл с подводом теплоты при постоянном давлении (цикл Брайтона). Идеальные циклы с адиабатными и изотермными процессами сжатия. Параметры цикла: удельная работа, КПД.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Реальные циклы. Расчёт процессов с реальным рабочим телом. Учёт зависимости свойств газа от температуры и давления. Учёт неадиабатичности процессов при сжатии и расширении. Параметры реального цикла: удельная работа, КПД. Оптимальные степени повышения давления (ОСПД).				
ИТОГО по 1-му семестру	18	9	16	63
2-й семестр				
ГТУ для газоперекачивающих компрессорных станций	6	10	0	30
Тема 9. Основные характеристики и проблемы приводных ГТУ Газоперекачивающие агрегаты (ГПА): нагнетатели газа и приводные ГТУ. Основные технические характеристики приводных ГТУ: мощность, начальная температура газа перед турбиной, степень повышения давления воздуха в компрессоре, эффективный КПД. Основные проблемы приводных ГТУ: топливная экономичность (повышение КПД), продление ресурса, повышение надёжности, модернизация. Тема 10. Тепловые схемы ГТУ для ГПА Работа ГПА на переменных режимах. Выбор тепловой схемы и параметров приводной ГТУ. Тепловые схемы ГТУ для ГПА: без теплообменника и с теплообменником (оптимальная степень регенерации). Введение промежуточного охлаждения воздуха при сжатии. Применение двухкаскадных компрессоров с приводом КНД и ТВД соответственно от ТНД и ТВД.				
Регулирование режимов работы ГТУ	8	17	0	33
Тема 7. Переменные режимы работы ГТУ Расчётный и нерасчётный (переменный) режимы работы ГТУ. Статические характеристики ГТУ. Уравнение Флюгеля – Стодола. Зона допустимых режимов работы ГТУ. Способы регулирования ГТУ: количественный (изменение расхода) и качественный (изменение удельной полезной работы). Количественно-качественное регулирование мощности ГТУ. Применение входного направляющего аппарата (ВНА) и поворотного направляющего аппарата (ПНА) компрессора для изменения проходного сечения проточной части.				

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 8. Стабилизация температуры воздуха Стабилизация температуры воздуха, поступающего в компрессор: подогрев наружного воздуха (при отрицательных температурах), испарительное охлаждение или применение охладителей теплообменников (при больших положительных температурах).				
ИТОГО по 2-му семестру	14	27	0	63
ИТОГО по дисциплине	32	36	16	126