

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 26.06.2025 10:51:43

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52d5cd7971a86865a5825f9fa4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.Д. МИЛЛИОНЩИКОВА

Кафедра «Теплотехника и гидравлика»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

«ПАРОВЫЕ И ГАЗОВЫЕ ТУРБИНЫ»

Направление подготовки

13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки

«Энергообеспечение предприятий»

Квалификация выпускника

Бакалавр

Составитель (и) _____ Р.А-В. Турлуев

Грозный – 2024

1. ПАСПОРТ

Фонда оценочных средств по учебной дисциплине

«Паровые и газовые турбины»

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Общая характеристика турбин тепловых и атомных станций	ОПК-3, ПК-2	Опрос. Практическое, занятие. ИТР
2	Влияние основных параметров пара на работу ПТУ. Классификация турбин.	ОПК-3, ПК-2	Опрос. Практическое, занятие. ИТР
3	Тепловой процесс турбинной ступени.	ОПК-3, ПК-2	Опрос. Практическое, занятие. ИТР
4	Методика расчета турбинной ступени.	ОПК-3, ПК-2	Опрос. Практическое, занятие. ИТР
5	Проектирование и конструкции ступеней паровых турбин	ОПК-3, ПК-2	Опрос. Практическое, занятие. ИТР
6	Основные расчеты при проектировании паровой турбины.	ОПК-3, ПК-2	Опрос. Практическое, занятие. ИТР
7	Системы парораспределения паровых турбин	ОПК-3, ПК-2	Опрос. Практическое, занятие. ИТР
8	Турбины для комбинированной выработки теплоты и электрической энергии.	ОПК-3, ПК-2	Опрос. Практическое, занятие. ИТР
9	Конденсационные установки паровых турбин и основы их эксплуатации.	ОПК-3, ПК-2	Опрос. Практическое, занятие. ИТР
10	Вибрационная надежность турбин и оценки надежности их основных элементов	ОПК-3, ПК-2	Опрос. Практическое, занятие. ИТР
11	Конструкции и оценки надежности элементов валопровода турбоагрегата	ОПК-3, ПК-2	Опрос. Практическое, занятие. ИТР
12	Основы эксплуатации, регулирования и ремонта паровых турбин.	ОПК-3, ПК-2	Опрос. Практическое, занятие. ИТР
13	Рабочий процесс многоступенчатой паровой турбины	ОПК-3, ПК-2	Опрос. Практическое, занятие. ИТР
14	Задачи и виды защит паровых турбин. Основы их ремонта и эксплуатации	ОПК-3, ПК-2	Опрос. Практическое, занятие. ИТР
15	Схемы ГТУ. Конструкции газовых турбин и компрессоров ГТУ.	ОПК-3, ПК-2	Опрос. Практическое, занятие. ИТР
16	Компрессоры ГТУ. Переменные режимы эксплуатации ГТУ	ОПК-3, ПК-2	Опрос. Практическое, занятие. ИТР
17	Турбомашин парогазовых установок, их конструкции и особенности выбора	ОПК-3, ПК-2	Опрос. Практическое, занятие. ИТР

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№	Наименование	Краткая характеристика	Представление
----------	---------------------	-------------------------------	----------------------

п/п	оценочного средства	оценочного средства	оценочного средства в фонде
1	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление По решению определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
3	Расчетно-графическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определённой методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине целом	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы или ИТР
4	Экзамен	Итоговая форма оценки знаний	Вопросы к экзамену (зачету)

3. Комплекты заданий для выполнения практических и лабораторных работ

3.1 Комплект заданий для практических работ:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Общая характеристика турбин ТЭС и АЭС	Место паровой турбины в термодинамическом цикле. Показатели экономичности паровых турбин и турбоустановок.
2	Влияние основных параметров пара на работу ПТУ. Классификация турбин.	Влияние основных параметров пара на эффективность паротурбинной установки. Влияние конечного давления на эффективность работы турбоустановок.
3	Методика расчета турбинной ступени. Тепловой аэродинамический расчет турбинной ступени	Изменение реактивности по высоте лопатки. Методы профилирования длинных лопаток.

5	Основные расчеты при проектировании паровой турбины. Расчет на прочность. Обеспечение надежности турбин	Построение процесса расширения пара в проточной части турбины и оценки его расхода для реализации требуемой мощности турбоагрегата.
6	Переменные режимы работы паровых турбин	Распределение давлений и теплоперепадов в ступенях турбины при изменении режима работы.
7	Конденсационные установки паровых турбин и основы их эксплуатации. Конденсатные и циркуляционные насосы.	Схема конденсационной установки и устройство конденсатора. Тепловые процессы в конденсаторе Тепловой баланс конденсатора. Температура конденсата и его переохлаждение. Порядок теплового расчета конденсатора. Расчет поверхности охлаждения.
8	Вибрационная надежность турбин и оценки надежности их основных элементов	Расчеты на прочность основных деталей статора турбины. Конструкции корпусов, их материал и расчет. Обоймы. Тепловые расширения. Расчет фланцевого соединения.
9	Конструкции и оценки надежности элементов валопровода турбоагрегата	Расчет лопаток на прочность. Вибрация лопаток. Отстройка лопаток от опасных вибраций. Роторы турбин и их конструкции. Крепление деталей на валу. Расчет дисков на прочность. Расчет вала на прочность.
10	Основа эксплуатации, регулирования и ремонта паровых турбин. Рабочий процесс многоступенчатой паровой турбины	Принципиальные схемы регулирования. Основные элементы систем регулирования. Регуляторы скорости. Золотники. Сервомоторы. Обратная связь. Механизм управления (синхронизатор). Регулирующие клапаны. Статистическая характеристика регулирования.
11	Схемы ГТУ. Конструкции газовых турбин и компрессоров ГТУ.	Газовые турбины: процесс расширения в газовой турбине и выбор числа ее ступеней; особенности турбинных ступеней газовой турбины; методика расчета проточной части; системы охлаждения газовых турбин. Схемы и циклы ГТУ.
12	Компрессоры ГТУ. Переменные режимы эксплуатации ГТУ	Переменные режимы эксплуатации ГТУ: переменные режимы ГТУ; пуск газотурбинных установок; системы защиты и автоматического регулирования ГТУ
13	Турбомашинные парогазовые установки, их конструкции и особенности выбора	Особенности параметров паровых и газовых турбин для парогазовых установок с одно, двух и трехконтурными котлами-утилизаторами.
14	Турбомашинные парогазовые установки, их конструкции и особенности выбора	Паровые турбины для ПГУ: особенности расчета и проектирования паровых турбин для ПГУ

Критерии оценки ответов на практические работы:

- не зачтено выставляется студенту, если студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки. В результате «не зачтено» студент не получает баллы за практическую работу.

- **зачтено** выставляется студенту, если студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, показания и противопоказания, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет. Признанием факта выполнения практической работы является - «зачтено», балльный эквивалент которого может составлять до трех балла по балльно-рейтинговой системе.

3.2 Вопросы для самостоятельного изучения по дисциплине «Паровые и газовые турбины»

№ п/п	Вопросы для самостоятельного изучения
1	Принцип действия паровой турбины. Типовые турбины. Принципиальные схемы энергетических установок ТЭС и АЭС. Влияние основных параметров пара на эффективность паротурбинной установки.
2	Конструктивное выполнение сопловых и рабочих лопаток. Типы хвостовиков и бандажей. Изображение процесса расширения пара в вые и газовые турбины-диаграмме для ступени.
3	Назначение и типы уплотнений в турбине и требования к ним. Схема лабиринтового уплотнения. Течение пара через уплотнение. Процесс расширения пара в уплотнении в hs -диаграмме. Определение протечки пара через лабиринтовое уплотнение.
4	Компоновки паровых турбин различного назначения. Основы выбора конструкции турбин. Деление ступеней конденсационных турбин на группы. Способы увеличения предельной мощности. Однопоточные и многопоточные, одновальные и многовальные турбины.
5	Основные расчеты при проектировании многоцилиндровой паровой турбины. Построение процесса расширения пара в проточной части турбины и оценки его расхода для реализации требуемой мощности турбоагрегата.
6	Способы (системы) парораспределения паровых турбин. Дроссельное парораспределение. Сопловое парораспределение. Обводное парораспределение. Тепловой процесс турбины при переменном пропуске пара в различных системах парораспределения.
7	Энергетические характеристики теплофикационных паровых турбин. Конструкции теплофикационных турбин.
8	Схемы маслоснабжения; эксплуатация турбинных масел. Конструкции подшипников валопровода паровых турбин. Аварийная смазка турбин. Турбинное масло. Элементы систем маслоснабжения.
9	Назначение конденсационных устройств. Типы конденсаторов. Конструкция поверхностного конденсатора. Конденсационные установки паровых турбин. Схема конденсационной установки и устройство конденсатора.
10	Вибрационная надежность турбоагрегатов. Высокочастотная вибрация турбоагрегата. Низкочастотная вибрация. Вибрация оборотной частоты турбоагрегата. Контроль и нормы вибрации турбоагрегата. Методы предупреждения повышенной вибрации валопровода. Существующие системы вибромониторинга и диагностики.
11	Основные преимущества многоступенчатых турбин. Эрозия рабочих лопаток и способы борьбы с ней. Концевые уплотнения турбин. Схема отвода и подвода пара в уплотнении. Типы концевых уплотнений. Задачи регулирования турбин. Уравнение моментов турбогенератора. Условие постоянства частоты вращения.

12	Парогазовые установки: тепловые схемы, состав и показатели экономичности ПГУ; Особенности параметров паровых и газовых турбин для парогазовых установок с одно, двух и трехконтурными котлами-утилизаторами.
----	--

3.3 Темы ИТР по дисциплине «Паровые и газовые турбины»

№ п/п	Задания на ИТР
1	Расчет регулирующей ступени паровой турбины
2	Расчеты газовых турбин
3	Расчет критических частот вращения ротора турбины и оценки его надежности.
4	Выбор паровой турбины для ПГУ. Тепловой расчета турбины ПГУ
5	Расчет на прочность элементов корпуса турбины.
6	Тепловой расчет конденсатора турбоустановки
7	Расчет режима турбин с регулируемыми отборами
8	Расчет переменного режима турбинной ступени и отсека паровой турбины.
9	Расчет треугольников скоростей.
10	Выбор профилей турбинных решеток и оценки их эффективности.
11	Расчет дополнительных потерь ступени.
12	Расчет компрессора ГТУ.
13	Расчет вибрационной надежности турбин и оценки надежности их основных элементов
14	Расчет конденсатного насоса.
15	Расчет циркуляционного насоса.
16	Расчет турбины для комбинированной выработки теплоты и электрической энергии.
17	Расчет на прочность деталей паровых турбин
18	Расчет многоцилиндровой паровой турбины.
19	Расчет турбинной ступени.

Критерии оценки вопросов самостоятельной работы

Дополнительное средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний, обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п., для дополнения неполноценного ответа по основному материалу курса лекций.

«Зачтено» - ответ четко выстроен, рассказывается, объясняется суть работы; автор понимает материал, прекрасно в нем ориентируется и отвечает на вопросы; показано владение научным и специальным аппаратом; четкость выводов по теме. Таким образом правильные ответы на вопросы из перечня тем самостоятельной работы помогут студенту в получении хорошей отметки.

«Не зачтено» - рассказывается, но не объясняется суть или зачитывается; имеются отдельные представления об изучаемом материале, но все, же большая часть не усвоена, отвечает плохо и неграмотно; докладчик не может ответить на большинство вопросов.

4. Оценочные средства

4.1 Вопросы к первой рубежной аттестации по дисциплине "Паровые и газовые турбины"

1. Классификация электрических станций и место турбомашин в них: маркировки паровых турбин ТЭС и АЭС и основные сведения об их конструкциях.
2. Роль паро- и газотурбинных установок в энергетике и других отраслях. Особенности тепловых схем паротурбинных установок ТЭС и АЭС.
3. Место паровой турбины в термодинамическом цикле. Показатели экономичности паровых турбин и турбоустановок.
4. Особенности тепловых схем турбоустановок ТЭС и АЭС.
5. Принцип действия паровой турбины и ее место в энергетической установке. Типовые конструкции паровой турбины.
6. Принципиальные схемы паро- и газотурбинных энергетических установок ТЭС и АЭС.
7. Влияние основных параметров пара на эффективность паротурбинной установки. Влияние конечного давления на эффективность работы турбоустановок.
8. Циклы паротурбинных установок. КПД турбины. Промежуточный перегрев пара паротурбинных установок.
9. Регенеративный подогрев питательной воды паротурбинных установок.
10. Понятие мощности: идеальной турбины, внутренней, эффективной, электрической, номинальной и расчетной.
11. Абсолютные и относительные КПД. Классификация турбин. Условные обозначения турбин.
12. Тепловой процесс турбинной ступени. Основные уравнения потока для сжимаемой жидкости: состояния, неразрывности, количества движения, сохранения энергии.
13. Характеристики потока при расширении газа в каналах. Параметры полного торможения. Конфузорное и диффузорное течение потока.
14. Определение выходной скорости при расширении газа в неподвижном канале.
15. Критические параметры и критическая скорость. Критический расход. Приведенный расход. 23. Изменение проходного сечения канала в зависимости от относительного давления.
16. Расширение газа в каналах с потерями располагаемой энергии. Суживающиеся и расширяющиеся каналы. Формы каналов турбинных решеток. Отклонение потока в косом срезе турбинных решеток. Предельное отклонение в косом срезе.
17. Геометрические и газодинамические характеристики решеток турбинных профилей.
18. Обтекание потоком одиночного турбинного профиля в зависимости от геометрических и режимных параметров.
19. Потери турбинного профиля: профильные, кромочные, концевые, волновые, от нестационарности потока.
20. Коэффициенты скорости, потери располагаемой энергии, расхода.
21. Конструкция ступени осевого типа: система уравнений для расчетов термо- и газодинамических процессов в проточной части турбинной ступени;
22. Тепловая диаграмма процессов преобразования энергии в турбинных решетках; степень реактивности турбинной ступени; треугольники скоростей и методика их расчета.
23. Мощность и экономичность турбинных ступеней: уравнения для расчетов усилий и мощности турбинной ступени; относительный лопаточный КПД ступени; двухвенечные ступени скорости.
24. Выбор турбинных решеток для турбинных ступеней: геометрические, газодинамические и режимные характеристики турбинных решеток; выбор типа лопаток для решеток ступеней; определение экономичности сопловой и рабочей решеток.
25. Методика теплового и аэродинамического расчета турбинной ступени.
26. Методика аэродинамического расчета турбинной ступени.
27. Виды потерь в турбинной ступени и ее относительный внутренний КПД. Потери в турбинной ступени на трение диска и лопаточного бандажа. Потери в турбинной ступени от парциального подвода пара.
28. Лабиринтовые уплотнения и потери в турбинной ступени от утечек; потери от влажности водяного пара; зависимость относительного внутреннего КПД ступени от параметра $u/cф$.
29. Располагаемые теплоперепады ступени, сопловой и рабочей решеток.

30. Степень реакции турбинной ступени. Активные и реактивные потери в турбинной ступени.
31. Абсолютные и относительные скорости потока в ступени и их определение. Треугольники скоростей в турбинной ступени.
32. Преобразование энергии на рабочих лопатках. Окружное и осевое усилие потока на лопатках. Мощность и удельная работа ступени.
33. Потери располагаемой энергии в соплах, на рабочих лопатках турбины и с выходной скоростью.
34. Определение выходной относительной скорости потока из вращающегося канала рабочих решеток.
35. Методика расчета турбинной ступени: выбор исходных характеристик и параметров турбинной ступени.
36. Методика расчета турбинной ступени с $d/l > 10 \dots 13$; Особенности расчета и проектирования ступеней с длинными лопатками, законы закрутки турбинных лопаток.
37. Выбор характеристик ступени. Определение основных геометрических параметров (средний диаметр, выходные высоты, углы выхода потока, тип профиля лопаток, углы установки профиля, величины хорд, относительные и абсолютные шаги лопаток, зазоры и перекрыши и т.п.).
38. Степень парциальности. Расчет решеток при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях.
39. Использование аэродинамических характеристик решеток при их расчете. Нормали на профили сопловых и рабочих лопатках. Условные обозначения типов профилей.
40. Особенности расчета ступени с «длинными» лопатками. Понятие «длинных» лопаток. Изменение реактивности по высоте лопатки. Методы профилирования длинных лопаток.
41. Конструктивное выполнение сопловых и рабочих лопаток. Типы хвостовиков и бандажей. Изображение процесса расширения пара в hs - диаграмме для ступени.
42. Проектирование и конструкции ступеней паровых турбин: особенности конструкций турбинных ступеней для цилиндров паровых турбин; правила их проектирования и нормативные документы; особенности радиально-осевых ступеней.
43. Назначение турбинных ступеней скорости. Тепловой процесс и КПД турбинной ступени скорости. Оптимальное отношение скоростей u/c_ϕ для турбинной ступени скорости. Определение скоростей на выходе из решеток и потерь располагаемой энергии.
44. Изображение процесса расширения в турбинной ступени скорости в hs - диаграмме. Дополнительные потери ступени. Внутренняя работа потока, относительный внутренний КПД ступени.
45. Дополнительные потери ступени: потери трения диска и лопаточного бандажа; потери, связанные с парциальным подводом пара (на вентиляцию и сегментные); потери от утечек через диафрагменное уплотнение и надбандажный зазор; потери от влажности пара.
46. Оптимальная степень парциальности ступени. Назначение уплотнений в турбине и требования к ним. Типы уплотнений. Схема лабиринтового уплотнения. Течение пара через уплотнение. Процесс расширения пара в уплотнении в hs -диаграмме. Определение протечки пара через лабиринтовое уплотнение. Изображение процесса расширения пара в hs -диаграмме для ступени.
47. Компоновки паровых турбин различного назначения: предельная мощность однопоточной конденсационной турбины; способы повышения предельной мощности; определение размеров последней ступени; компоновочные решения, показатели надежности и экономичности паровых турбин.
48. Основы выбора конструкции турбин. Деление ступеней конденсационных турбин на группы.
49. Способы увеличения предельной мощности. Однопоточные и многопоточные, одновальные и многовальные турбины.
50. Расчетная мощность турбины. Выбор теплоперепада и типа регулирующей ступени. Предварительная оценка размеров первой и последней нерегулируемых ступеней.

51. Определение числа ступеней и распределение теплоперепада между ними. Особенности расчета ступеней отдельных групп конденсационных турбин.
52. Приближенная оценка КПД турбоагрегата и отдельных отсеков проточной части турбины. Выбор частоты вращения, числа валов и цилиндров турбины.

Образец билета к первой рубежной аттестации по дисциплине "Паровые и газовые турбины"

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"

Кафедра "Теплотехника и гидравлика"

Группа "ЭОП-24" Семестр "5"

Дисциплина "Паровые и газовые турбины"

Билеты к первой рубежной аттестации

Билет № 1

1. Абсолютные и относительные КПД. Классификация турбин. Условные обозначения турбин.
2. Особенности расчета ступени с «длинными» лопатками. Понятие «длинных» лопаток. Изменение реактивности по высоте лопатки. Методы профилирования длинных лопаток.
3. Абсолютные и относительные скорости потока в ступени и их определение. Треугольники скоростей в турбинной ступени.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

4.2 Вопросы ко второй рубежной аттестации по дисциплине "Паровые и газовые турбины"

1. Обеспечение надежности основных элементов паровых турбин: расчет осевых усилий в валопроводе турбоагрегата и способы их компенсации. Статическая прочность рабочих лопаток ступеней.
2. Общая характеристика переменных режимов: Понятие переменного (нерасчетного) режима турбинных решеток и турбинной ступени.
3. Переменный режим суживающихся и расширяющихся решеток. Маневренность и программы регулирования энергоблоков.
4. Холостой ход турбоагрегата. Моторный режим. Режим горячего вращающегося резерва. Сетка относительных расходов.
5. Предельное отношение давлений для расширяющейся решетки. Изменение степени реакции и расхода пара через ступень. КПД ступени при изменении режима ее работы.
6. Расчет переменного режима работы ступени. Приближенные методы расчета.
7. Условия работы регулирующих и последних ступеней турбин при переменном пропуске пара.
8. Распределение давлений и теплоперепадов в ступенях турбины при изменении режима работы.
9. Влияние отклонения начальных параметров водяного пара, параметров промперегрева и давления в конденсаторе на мощность турбин. Влияние начального давления. Влияние начальной температуры и температуры промперегрева. Влияние конечного давления на мощность паровой турбины
10. Способы (системы) парораспределения паровых турбин. Дроссельное парораспределение. Сопловое парораспределение. Обводное парораспределение.
11. Тепловой процесс турбины при переменном пропуске пара в различных системах парораспределения. Распределение потоков пара между сопловыми сегментами.
12. Изменение давлений пара за регулирующими клапанами и в камере регулирующей ступени при переменных расходах пара.
13. Выбор системы парораспределения. Регулирование мощности турбины способом скользящего давления.

14. Диаграмма режимов конденсационной турбины. Расход пара на холостой ход. Изменение экономичности и надежности.
15. Изменение температуры свежего пара и промежуточного перегрева.
16. Влияние давления отработавшего пара. Универсальная зависимость изменения мощности конденсационной турбины от конечного давления.
17. Осевые усилия турбины при переменном режиме.
18. Турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии.
19. Турбины с противодавлением, связь между противодавлением и нагрузкой турбины, особенности конструктивного оформления турбины;
20. Турбины с промежуточным регулируемым отбором пара (тип Т) и их диаграммы режимов, процессы расширения пара в hs - диаграмме, диаграммы режимов, конструктивное оформление турбин, поворотные диаграммы;
21. Турбины с двумя регулируемым отборами пара (тип ПТ), диаграммы режимов.
22. Турбины с двухступенчатым отопительным отбором пара. Энергетические характеристики теплофикационных паровых турбин. Конструкции теплофикационных турбин.
23. Назначение конденсационных устройств. Типы конденсаторов. Конструкция поверхностного конденсатора.
24. Схема конденсационной установки и устройство конденсатора. Схема конденсационной установки и ее элементы.
25. Тепловые процессы в конденсаторе Тепловой баланс конденсатора. Количество воздуха, поступающее в конденсатор. Парциальные давления пара и воздуха.
26. Температура конденсата и его переохлаждение. Зоны массовой конденсации и охлаждения. Паровое сопротивление конденсатора.
27. Порядок теплового расчета конденсатора. Выбор кратности охлаждения и скорости движения воды в трубках. Расчет поверхности охлаждения, числа ходов воды, числа трубок и их длины, размеров трубной доски.
28. Компоновки и конструкции конденсаторов паровых турбин. Принципы рациональной компоновки трубного пучка.
29. Построение тепловых характеристик конденсатора при изменении расхода пара, температуры и расхода охлаждающей воды.
30. Гидравлическое сопротивление конденсатора. Соединение с выхлопным патрубком турбины.
31. методика расчета конденсатора.
32. Основы эксплуатации конденсационных установок: характеристика конденсатора и переменный режим его работы; воздухоотсасывающие устройства; особенности эксплуатации конденсационной установки.
33. Характеристика пароструйного эжектора. Конденсатные и циркуляционные насосы. Конструкции насосов.
34. Системы маслоснабжения паровых турбин и основные требования к ним. Схемы маслоснабжения; эксплуатация турбинных масел.
35. Конструкции подшипников валопровода паровых турбин. Аварийная смазка турбин. Турбинное масло. Элементы систем маслоснабжения.
36. Вибрационная надежность турбоагрегатов. Высокочастотная вибрация турбоагрегата. Низкочастотная вибрация. Вибрация оборотной частоты турбоагрегата. Контроль и нормы вибрации турбоагрегата. Методы предупреждения повышенной вибрации валопровода.
37. Существующие системы вибромониторинга и диагностики.
38. Колебания лопаточного аппарата турбин: формы колебаний рабочих лопаток; расчет частот колебаний пакетов лопаток; вибрационная диаграмма лопаточного аппарата; правила отстройки от резонансных состояний.
39. Расчеты на прочность основных деталей статора турбины: конструкции и расчеты толщины корпусов турбин; напряженное состояние фланцевого разъема корпуса; оценки надежности диафрагм; материалы, применяемые для изготовления паровых турбин.
40. Конструкции корпусов, их материал и расчет. Обоймы. Тепловые расширения. Расчет фланцевого соединения.
41. Сопловые и направляющие лопатки. Сопловые сегменты. Крепление.

42. Конструкции и материал диафрагм. Крепление диафрагм. Расчет диафрагм. Диафрагменные уплотнения.
43. Конструкции концевых уплотнений турбин. Трубопроводы концевых уплотнений.
44. Системы парораспределения турбин.
45. Конструкции и оценки надежности элементов валопровода турбоагрегата: оценка надежности ротора паровой турбины; расчеты критических частот вращения ротора; напряжения и деформации во вращающемся диске; расчет напряжений в диске; определение натяга и освобождающей частоты вращения; требования к надежности и ресурсным характеристикам роторов паровых турбин.
46. Роторы турбин и их конструкции. Крепление деталей на валу. Расчет дисков на прочность. Расчет вала на прочность. Критическая частота вращения ротора. Материалы дисков, валов, цельникованных роторов. Соединительные муфты. Валоповоротное устройство.
47. Основы эксплуатации турбоагрегатов: задачи эксплуатации и критерии надежности в работе турбин; особенности пусков и останова турбин.
48. Схема устройства активной и реактивной турбины. Понятие регулирующих и не регулируемых ступеней.
49. Использование потери с выходной скоростью в ступенях. Коэффициент возврата тепла. Потери от дросселирования вне проточной части турбины.
50. Основные преимущества многоступенчатых турбин.
51. Эрозия рабочих лопаток и способы борьбы с ней. 56. Концевые уплотнения турбин. Схема отвода и подвода пара в уплотнении. Типы концевых уплотнений.
52. Задачи регулирования турбин. Уравнение моментов турбогенератора. Условие постоянства частоты вращения.
53. Принципиальные схемы регулирования. Основные элементы систем регулирования. Регуляторы скорости. Золотники. Сервомоторы. Обратная связь. Механизм управления (синхронизатор). Регулирующие клапаны.
54. Статистическая характеристика регулирования турбогенератора.
55. Степень неравномерности и нечувствительности. Рациональная форма статической характеристики. Работа регулирования при параллельном включении генераторов.
56. Переходные процессы регулирования турбин.
57. Особенности регулирования теплофикационных турбин. Поворотные диафрагмы.
58. Особенности регулирования турбин с промежуточным перегревом.
59. Задачи и виды защит паровых турбин. Защита от повышения скорости вращения. Реле осевого сдвига. Предохранительные и обратные клапаны. Стопорные и отсеченные клапаны. Сервомоторы клапанов.
60. Основы ремонта паровых турбин: характерные неполадки при эксплуатации паровых турбин; организация ремонта паротурбинных агрегатов
61. Энергетические газотурбинные установки: общие сведения об энергетических ГТУ.
62. Термодинамический цикл и схемы ГТУ.
63. Показатели экономичности ГТУ и способы их повышения. Применение ГТУ в тепловых электростанциях ГТУ-ТЭЦ.
64. Применение ГТУ на базе авиационных двигателей.
65. Газовые турбины, процесс расширения в газовой турбине и выбор числа ее ступеней. Особенности турбинных ступеней газовой турбины.
66. Методика расчета проточной части газовой турбины. Системы охлаждения газовых турбин.
67. Схемы и циклы ГТУ. Основные показатели, характеризующие ГТУ, и способы повышения их экономичности.
68. Одновальные ГТУ с регенерацией. Сложные и многовальные ГТУ.
69. Парогазовые установки. Компрессоры ГТУ, конструкция осевого компрессора. Режимы работы и характеристики осевых компрессоров ГТУ.
70. Явление помпажа ГТУ, конструкции камер сгорания. Переменные режимы эксплуатации ГТУ, переменные режимы ГТУ, пуск газотурбинных установок, системы защиты и автоматического регулирования ГТУ.
71. Парогазовые установки: тепловые схемы, состав и показатели экономичности ПГУ.

72. Особенности параметров паровых и газовых турбин для парогазовых установок с одно, двух и трехконтурными котлами-утилизаторами.
73. Паровые турбины для ПГУ: особенности расчета и проектирования паровых турбин для ПГУ. Конструкции турбин для ПГУ утилизационного типа. Конструкции турбин для теплофикационных парогазовых установок.

Образец билета ко второй рубежной аттестации по дисциплине "Паровые и газовые турбины"

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа "ЭОП-24" Семестр "5"
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 1

1. Расчеты на прочность основных деталей статора турбины: конструкции и расчеты толщины корпусов турбин; напряженное состояние фланцевого разъема корпуса; оценки надежности диафрагм; материалы, применяемые для изготовления паровых турбин.
2. Тепловой процесс турбины при переменном пропуске пара в различных системах парораспределения. Распределение потоков пара между сопловыми сегментами.
3. Построение тепловых характеристик конденсатора при изменении расхода пара, температуры и расхода охлаждающей воды.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

4.3 Вопросы к зачету по дисциплине «Паровые и газовые турбины» (ОПК-3, ПК-2)

1. Классификация электрических станций и место турбомашин в них: маркировки паровых турбин ТЭС и АЭС и основные сведения об их конструкциях. Роль паро- и газотурбинных установок в энергетике и других отраслях.
2. Особенности тепловых схем паротурбинных установок ТЭС и АЭС. Место паровой турбины в термодинамическом цикле. Показатели экономичности паровых турбин и турбоустановок. (ОПК-3, ПК-2)
3. Особенности тепловых схем турбоустановок ТЭС и АЭС. Принцип действия паровой турбины и ее место в энергетической установке. Типовые конструкции паровой турбины.
4. Принципиальные схемы паро- и газотурбинных энергетических установок ТЭС и АЭС. Влияние основных параметров пара на эффективность паротурбинной установки. Влияние конечного давления на эффективность работы турбоустановок.
5. Циклы паротурбинных установок. КПД турбины. Промежуточный перегрев пара паротурбинных установок. Регенеративный подогрев питательной воды паротурбинных установок.
6. Понятие мощности: идеальной турбины, внутренней, эффективной, электрической, номинальной и расчетной. Абсолютные и относительные КПД. (ОПК-3, ПК-2)
7. Классификация турбин. Условные обозначения турбин.
8. Тепловой процесс турбинной ступени. Основные уравнения потока для сжимаемой жидкости: состояния, неразрывности, количества движения, сохранения энергии. Характеристики потока при расширении газа в каналах. Параметры полного торможения. Конфузорное и диффузорное течение потока.
9. Определение выходной скорости при расширении газа в неподвижном канале. Критические параметры и критическая скорость. Критический расход. Приведенный расход. Изменение проходного сечения канала в зависимости от относительного давления.
10. Расширение газа в каналах с потерями располагаемой энергии. Суживающиеся и расширяющиеся каналы. Формы каналов турбинных решеток. Отклонение потока в косом срезе турбинных решеток. Предельное отклонение в косом срезе.

11. Геометрические и газодинамические характеристики решеток турбинных профилей. Обтекание потоком одиночного турбинного профиля в зависимости от геометрических и режимных параметров. (ОПК-3, ПК-2)
12. Потери турбинного профиля: профильные, кромочные, концевые, волновые, от нестационарности потока. Коэффициенты скорости, потери располагаемой энергии, расхода.
13. Конструкция ступени осевого типа: система уравнений для расчетов термо- и газодинамических процессов в проточной части турбинной ступени; тепловая диаграмма процессов преобразования энергии в турбинных решетках; степень реактивности турбинной ступени; треугольники скоростей и методика их расчета.
14. Мощность и экономичность турбинных ступеней: уравнения для расчетов усилий и мощности турбинной ступени; относительный лопаточный КПД ступени; двухвенечные ступени скорости.
15. Выбор турбинных решеток для турбинных ступеней: геометрические, газодинамические и режимные характеристики турбинных решеток; выбор типа лопаток для решеток ступеней; определение экономичности сопловой и рабочей решеток.
16. Методика теплового и аэродинамического расчета турбинной ступени. Методика аэродинамического расчета турбинной ступени. (ОПК-3, ПК-2)
17. Виды потерь в турбинной ступени и ее относительный внутренний КПД. Потери в турбинной ступени на трение диска и лопаточного бандажа. Потери в турбинной ступени от парциального подвода пара.
18. Лабиринтовые уплотнения и потери в турбинной ступени от утечек; потери от влажности водяного пара; зависимость относительного внутреннего КПД ступени от параметра u/c_{ϕ} .
19. Располагаемые теплоперепады ступени, сопловой и рабочей решеток. Степень реакции турбинной ступени. Активные и реактивные потери в турбинной ступени.
20. Абсолютные и относительные скорости потока в ступени и их определение. Треугольники скоростей в турбинной ступени.
21. Преобразование энергии на рабочих лопатках. Окружное и осевое усилие потока на лопатках. Мощность и удельная работа ступени.
22. Потери располагаемой энергии в соплах, на рабочих лопатках турбины и с выходной скоростью. Определение выходной относительной скорости потока из вращающегося канала рабочих решеток.
23. Методика расчета турбинной ступени: выбор исходных характеристик и параметров турбинной ступени. Методика расчета турбинной ступени с $d/l_{\text{А}} 10...13$;
24. Особенности расчета и проектирования ступеней с длинными лопатками, законы закрутки турбинных лопаток. Выбор характеристик ступени. (ОПК-3, ПК-2)
25. Определение основных геометрических параметров (средний диаметр, выходные высоты, углы выхода потока, тип профиля лопаток, углы установки профиля, величины хорд, относительные и абсолютные шаги лопаток, зазоры и перекрыши и т.п.). Степень парциальности.
26. Расчет решеток при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях.
27. Использование аэродинамических характеристик решеток при их расчете. Нормали на профили сопловых и рабочих лопатках. Условные обозначения типов профилей.
28. Особенности расчета ступени с «длинными» лопатками. Понятие «длинных» лопаток. Изменение реактивности по высоте лопатки. Методы профилирования длинных лопаток. Конструктивное выполнение сопловых и рабочих лопаток. Типы хвостовиков и бандажей.
29. Изображение процесса расширения пара в h_s - диаграмме для ступени. (ОПК-3, ПК-2)
30. Проектирование и конструкции ступеней паровых турбин: особенности конструкций турбинных ступеней для цилиндров паровых турбин; правила их проектирования и нормативные документы; особенности радиально-осевых ступеней.
31. Роторы турбин и их конструкции. Крепление деталей на валу. Расчет дисков на прочность. Расчет вала на прочность. Критическая частота вращения ротора. Материалы дисков, валов, цельникованных роторов. Соединительные муфты. Валоповоротное устройство.
32. Основы эксплуатации турбоагрегатов: задачи эксплуатации и критерии надежности в работе турбин; особенности пусков и останова турбин.

33. Схема устройства активной и реактивной турбины. Понятие регулирующих и не регулируемых ступеней.
34. Использование потери с выходной скоростью в ступенях. Коэффициент возврата тепла. Потери от дросселирования вне проточной части турбины. (ОПК-3, ПК-2)
35. Основные преимущества многоступенчатых турбин.
36. Эрозия рабочих лопаток и способы борьбы с ней. 56. Концевые уплотнения турбин. Схема отвода и подвода пара в уплотнении. Типы концевых уплотнений.
37. Задачи регулирования турбин. Уравнение моментов турбогенератора. Условие постоянства частоты вращения.
38. Принципиальные схемы регулирования. Основные элементы систем регулирования. Регуляторы скорости. Золотники. Сервомоторы. Обратная связь. Механизм управления (синхронизатор). Регулирующие клапаны.
39. Статистическая характеристика регулирования турбогенератора.
40. Степень неравномерности и нечувствительности. Рациональная форма статической характеристики. Работа регулирования при параллельном включении генераторов.
41. Переходные процессы регулирования турбин.
42. Особенности регулирования теплофикационных турбин. Поворотные диафрагмы.
43. Особенности регулирования турбин с промежуточным перегревом.
44. Задачи и виды защит паровых турбин. Защита от повышения скорости вращения. Реле осевого сдвига. Предохранительные и обратные клапаны. Стопорные и отсеченные клапаны. Сервомоторы клапанов. (ОПК-3, ПК-2)
45. Основы ремонта паровых турбин: характерные неполадки при эксплуатации паровых турбин; организация ремонта паротурбинных агрегатов
46. Энергетические газотурбинные установки: общие сведения об энергетических ГТУ.
47. Термодинамический цикл и схемы ГТУ.
48. Показатели экономичности ГТУ и способы их повышения. Применение ГТУ в тепловых электростанциях ГТУ-ТЭЦ.
49. Применение ГТУ на базе авиационных двигателей.
50. Газовые турбины, процесс расширения в газовой турбине и выбор числа ее ступеней. Особенности турбинных ступеней газовой турбины.
51. Методика расчета проточной части газовой турбины. Системы охлаждения газовых турбин.
52. Схемы и циклы ГТУ. Основные показатели, характеризующие ГТУ, и способы повышения их экономичности.
53. Одновальные ГТУ с регенерацией. Сложные и многовальные ГТУ. (ОПК-3, ПК-2)
54. Парогазовые установки. Компрессоры ГТУ, конструкция осевого компрессора. Режимы работы и характеристики осевых компрессоров ГТУ.
55. Явление помпажа ГТУ, конструкции камер сгорания. Переменные режимы эксплуатации ГТУ, переменные режимы ГТУ, пуск газотурбинных установок, системы защиты и автоматического регулирования ГТУ.
56. Парогазовые установки: тепловые схемы, состав и показатели экономичности ПГУ.
57. Особенности параметров паровых и газовых турбин для парогазовых установок с одно, двух и трехконтурными котлами-утилизаторами.
58. Паровые турбины для ПГУ: особенности расчета и проектирования паровых турбин для ПГУ. Конструкции турбин для ПГУ утилизационного типа. Конструкции турбин для теплофикационных парогазовых установок.

Образец билета к зачету по дисциплине "Паровые и газовые турбины"

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа "ЭОП-24" Семестр "5"

Дисциплина "Паровые и газовые турбины"

Билеты к зачету

Билет № 1

1. Особенности параметров паровых и газовых турбин для парогазовых установок с одно, двух и трехконтурными котлами-утилизаторами.
2. Явление помпажа ГТУ, конструкции камер сгорания. Переменные режимы эксплуатации ГТУ, переменные режимы ГТУ, пуск газотурбинных установок, системы защиты и автоматического регулирования ГТУ.
3. Методика теплового и аэродинамического расчета турбинной ступени. Методика аэродинамического расчета турбинной ступени.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Критерии оценки знаний студента на зачете

Оценка «Зачтено» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

А также студенту, который твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка «Зачтено» может также выставляться студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

**5. Контрольно- измерительный материал
по учебной дисциплине**

«Паровые и газовые турбины»

**5.1 Билеты к первой рубежной аттестации по дисциплине
«Паровые и газовые турбины»**

Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 1

1. Абсолютные и относительные КПД. Классификация турбин. Условные обозначения турбин.
2. Особенности расчета ступени с «длинными» лопатками. Понятие «длинных» лопаток. Изменение реактивности по высоте лопатки. Методы профилирования длинных лопаток.
3. Абсолютные и относительные скорости потока в ступени и их определение. Треугольники скоростей в турбинной ступени.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 2

1. Проектирование и конструкции ступеней паровых турбин: особенности конструкций турбинных ступеней для цилиндров паровых турбин; правила их проектирования и нормативные документы; особенности радиально-осевых ступеней.
2. Степень парциальности. Расчет решеток при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях.
3. Конструктивное выполнение сопловых и рабочих лопаток. Типы хвостовиков и бандажей. Изображение процесса расширения пара в - диаграмме для ступени.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 3

1. Роль паро- и газотурбинных установок в энергетике и других отраслях. Особенности тепловых схем паротурбинных установок ТЭС и АЭС.
2. Геометрические и газодинамические характеристики решеток турбинных профилей.
3. Методика теплового и аэродинамического расчета турбинной ступени.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 4

1. Критические параметры и критическая скорость. Критический расход. Приведенный расход. 23. Изменение проходного сечения канала в зависимости от относительного давления.
2. Особенности расчета ступени с «длинными» лопатками. Понятие «длинных» лопаток. Изменение реактивности по высоте лопатки. Методы профилирования длинных лопаток.
3. Выбор турбинных решеток для турбинных ступеней: геометрические, газодинамические и режимные характеристики турбинных решеток; выбор типа лопаток для решеток ступеней; определение экономичности сопловой и рабочей решеток.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации

Билет № 5

1. Мощность и экономичность турбинных ступеней: уравнения для расчетов усилий и мощности турбинной ступени; относительный лопаточный КПД ступени; двухвенечные ступени скорости.
2. Методика расчета турбинной ступени с $d/l > 10 \dots 13$; Особенности расчета и проектирования ступеней с длинными лопатками, законы закрутки турбинных лопаток.
3. Выбор турбинных решеток для турбинных ступеней: геометрические, газодинамические и режимные характеристики турбинных решеток; выбор типа лопаток для решеток ступеней; определение экономичности сопловой и рабочей решеток.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 6

1. Абсолютные и относительные скорости потока в ступени и их определение. Треугольники скоростей в турбинной ступени.
2. Преобразование энергии на рабочих лопатках. Окружное и осевое усилие потока на лопатках. Мощность и удельная работа ступени.
3. Методика аэродинамического расчета турбинной ступени.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 7

1. Потери турбинного профиля: профильные, кромочные, концевые, волновые, от нестационарности потока.
2. Тепловая диаграмма процессов преобразования энергии в турбинных решетках; степень реактивности турбинной ступени; треугольники скоростей и методика их расчета.
3. Конструктивное выполнение сопловых и рабочих лопаток. Типы хвостовиков и бандажей. Изображение процесса расширения пара в - диаграмме для ступени.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 8

1. Виды потерь в турбинной ступени и ее относительный внутренний КПД. Потери в турбинной ступени на трение диска и лопаточного бандажа. Потери в турбинной ступени от парциального подвода пара.
2. Способы увеличения предельной мощности. Однопоточные и многопоточные, одновальные и многовальные турбины.
3. Абсолютные и относительные КПД. Классификация турбин. Условные обозначения турбин.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 9

1. Классификация электрических станций и место турбомашин в них: маркировки паровых турбин ТЭС и АЭС и основные сведения об их конструкциях.

2. Выбор турбинных решеток для турбинных ступеней: геометрические, газодинамические и режимные характеристики турбинных решеток; выбор типа лопаток для решеток ступеней; определение экономичности сопловой и рабочей решеток.
3. Назначение турбинных ступеней скорости. Тепловой процесс и КПД турбинной ступени скорости. Оптимальное отношение скоростей для турбинной ступени скорости. Определение скоростей на выходе из решеток и потерь располагаемой энергии.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 10

1. Мощность и экономичность турбинных ступеней: уравнения для расчетов усилий и мощности турбинной ступени; относительный лопаточный КПД ступени; двухвенечные ступени скорости.
2. Определение числа ступеней и распределение теплоперепада между ними. Особенности расчета ступеней отдельных групп конденсационных турбин.
3. Степень реакции турбинной ступени. Активные и реактивные потери в турбинной ступени.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 11

1. Место паровой турбины в термодинамическом цикле. Показатели экономичности паровых турбин и турбоустановок.
2. Основы выбора конструкции турбин. Деление ступеней конденсационных турбин на группы.
3. Мощность и экономичность турбинных ступеней: уравнения для расчетов усилий и мощности турбинной ступени; относительный лопаточный КПД ступени; двухвенечные ступени скорости.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 12

1. Методика аэродинамического расчета турбинной ступени.
2. Критические параметры и критическая скорость. Критический расход. Приведенный расход. 23. Изменение проходного сечения канала в зависимости от относительного давления.
3. Конструкция ступени осевого типа: система уравнений для расчетов термо- и газодинамических процессов в проточной части турбинной ступени;

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 13

1. Методика расчета турбинной ступени: выбор исходных характеристик и параметров турбинной ступени.
2. Классификация электрических станций и место турбомашин в них: маркировки паровых турбин ТЭС и АЭС и основные сведения об их конструкциях.
3. Циклы паротурбинных установок. КПД турбины. Промежуточный перегрев пара паротурбинных установок.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 14

1. Особенности тепловых схем турбоустановок ТЭС и АЭС.
2. Критические параметры и критическая скорость. Критический расход. Приведенный расход. 23. Изменение проходного сечения канала в зависимости от относительного давления.
3. Выбор характеристик ступени. Определение основных геометрических параметров (средний диаметр, выходные высоты, углы выхода потока, тип профиля лопаток, углы установки профиля, величины хорд, относительные и абсолютные шаги лопаток, зазоры и перекрыши и т.п.).

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 15

1. Способы увеличения предельной мощности. Однопоточные и многопоточные, одновальные и многовальные турбины.
2. Понятие мощности: идеальной турбины, внутренней, эффективной, электрической, номинальной и расчетной.
3. Принципиальные схемы паро- и газотурбинных энергетических установок ТЭС и АЭС.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 16

1. Оптимальная степень парциальности ступени. Назначение уплотнений в турбине и требования к ним. Типы уплотнений. Схема лабиринтового уплотнения. Течение пара через уплотнение. Процесс расширения пара в уплотнении в -диаграмме. Определение протечки пара через лабиринтовое уплотнение. Изображение процесса расширения пара в -диаграмме для ступени.
2. Геометрические и газодинамические характеристики решеток турбинных профилей.
3. Потери турбинного профиля: профильные, кромочные, концевые, волновые, от нестационарности потока.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 17

1. Выбор турбинных решеток для турбинных ступеней: геометрические, газодинамические и режимные характеристики турбинных решеток; выбор типа лопаток для решеток ступеней; определение экономичности сопловой и рабочей решеток.
2. Тепловая диаграмма процессов преобразования энергии в турбинных решетках; степень реактивности турбинной ступени; треугольники скоростей и методика их расчета.
3. Методика аэродинамического расчета турбинной ступени.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"

Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 18

1. Конструктивное выполнение сопловых и рабочих лопаток. Типы хвостовиков и бандажей. Изображение процесса расширения пара в p -диаграмме для ступени.
2. Степень реакции турбинной ступени. Активные и реактивные потери в турбинной ступени.
3. Методика расчета турбинной ступени с $d/l > 10 \dots 13$; Особенности расчета и проектирования ступеней с длинными лопатками, законы закрутки турбинных лопаток.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 19

1. Абсолютные и относительные КПД. Классификация турбин. Условные обозначения турбин.
2. Циклы паротурбинных установок. КПД турбины. Промежуточный перегрев пара паротурбинных установок.
3. Степень реакции турбинной ступени. Активные и реактивные потери в турбинной ступени.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 20

1. Принцип действия паровой турбины и ее место в энергетической установке. Типовые конструкции паровой турбины.
2. Потери располагаемой энергии в соплах, на рабочих лопатках турбины и с выходной скоростью.
3. Использование аэродинамических характеристик решеток при их расчете. Нормали на профили сопловых и рабочих лопатках. Условные обозначения типов профилей.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 21

1. Регенеративный подогрев питательной воды паротурбинных установок.
2. Коэффициенты скорости, потери располагаемой энергии, расхода.
3. Понятие мощности: идеальной турбины, внутренней, эффективной, электрической, номинальной и расчетной.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 22

1. Располагаемые теплоперепады ступени, сопловой и рабочей решеток.
2. Лабиринтовые уплотнения и потери в турбинной ступени от утечек; потери от влажности водяного пара; зависимость относительного внутреннего КПД ступени от параметра $u/cф$.
3. Основы выбора конструкции турбин. Деление ступеней конденсационных турбин на группы.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 23

1. Выбор турбинных решеток для турбинных ступеней: геометрические, газодинамические и режимные характеристики турбинных решеток; выбор типа лопаток для решеток ступеней; определение экономичности сопловой и рабочей решеток.
2. Влияние основных параметров пара на эффективность паротурбинной установки. Влияние конечного давления на эффективность работы турбоустановок.
3. Определение числа ступеней и распределение теплоперепада между ними. Особенности расчета ступеней отдельных групп конденсационных турбин.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к первой рубежной аттестации
Билет № 24

1. Изображение процесса расширения в турбинной ступени скорости в - диаграмме. Дополнительные потери ступени. Внутренняя работа потока, относительный внутренний КПД ступени.
2. Регенеративный подогрев питательной воды паротурбинных установок.
3. Особенности тепловых схем турбоустановок ТЭС и АЭС.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

5.1.1 Образец тестов к первой рубежной аттестации

Какие элементы ГТУ являются основными?

- A. Топливный насос, компрессор, камера сгорания, газовая турбина;
- B. Топливный насос, компрессор, газовая турбина;
- C. Компрессор, камера сгорания, газовая турбина;
- D. Топливный насос, компрессор, камера сгорания;

ANSWER: C

Каким образом можно повысить долю полезной мощности ГТУ?

- A. Повысив температуру воздуха, засасываемого компрессором;
- B. Снизив температуру газа, перед турбиной;
- C. Повысив температуру газа и повысив температуру воздуха;
- D. Снизив температуру воздуха, засасываемого компрессором;

ANSWER: C

Газотурбинные тепловые электростанции – это

- A. Электростанции общего пользования, которые обслуживают все виды потребителей района (промышленные предприятия, транспорт, население и т.д.);
- B. Электростанции, обслуживающие тепловой и электрической энергией конкретные производственные предприятия или их комплекс;
- C. Электростанции, которые оснащаются паротурбинными установками (ПТУ), которые для преобразования тепловой энергии в механическую используют самую сложную, самую мощную и чрезвычайно совершенную энергетическую машину - паровую турбину;
- D. Электростанции, которые оснащаются газотурбинными установками (ГТУ), работающими на газообразном или, в крайнем случае, жидком (дизельном) топливе;
- E. Электростанции, которые комплектуются парогазовыми установками (ПГУ), представляющими комбинацию ГТУ и ПТУ, что позволяет обеспечить высокую экономичность;

ANSWER: D

Электростанции, которые оснащаются газотурбинными установками (ГТУ), работающими на газообразном или, в крайнем случае, жидком (дизельном) топливе – это

- A. Районные электростанции;
- B. Промышленные электростанции;
- C. Паротурбинные электростанции;
- D. Газотурбинные тепловые электростанции;
- E. Парогазовые тепловые электростанции.

ANSWER: C

Дать название узлу турбины. Совокупность неподвижной сопловой решетки, закрепленной в сопловых коробках или диафрагмах, со своей вращающейся рабочей решеткой, закрепленной на следующем по ходу пара диске, принято называть ...

- A. Валом турбины;
- B. Выпускным патрубком;
- C. Компрессором;
- D. Ступенью турбины;

ANSWER: D

В состав ГТУ обычно входят:

- A. Камера сгорания;
- B. Газовая турбина;
- C. Воздушный компрессор;
- D. Теплообменные аппараты различного назначения (воздухоохладители, маслоохладители системы смазки, регенеративные теплообменники) и вспомогательные устройства (маслонасосы, элементы водоснабжения и др.);
- E. Верны ответы A, B, C и D.

ANSWER: E

Рабочим телом ГТУ служит:

- A. Продукты сгорания топлива;
- B. Водяной пар;
- C. Сухой насыщенный пар;
- D. Влажный воздух;
- E. Верны ответы A, B, C и D.

ANSWER: E

Газотурбинные установки (ГТУ) могут быть:

- A. Энергетические ГТУ;
- B. Энерготехнологические ГТУ;
- C. Приводные ГТУ;
- D. Транспортные ГТУ;
- E. Верны ответы A, B, C и D.

ANSWER: E

Энергетические ГТУ применяются:

- A. Для покрытия пиковых нагрузок и в качестве аварийного резерва для собственных нужд крупных энергосистем, когда надо очень быстро включить агрегат в работу;
- B. В технологических схемах химических, нефтеперерабатывающих, металлургических и других комбинатов;
- C. Для привода центробежных нагнетателей природного газа на компрессорных станциях магистральных трубопроводов, а также насосов для транспортировки нефти и нефтепродуктов, и воздуходувок в парогазовых установках;
- D. В качестве главных и форсажных двигателей самолетов (турбореактивных и турбовинтовых) и судов морского флота;
- E. Верны ответы A, B, C и D.

ANSWER: A

Приводные ГТУ применяются:

- A. Для покрытия пиковых нагрузок и в качестве аварийного резерва для собственных нужд крупных энергосистем, когда надо очень быстро включить агрегат в работу;
- B. В технологических схемах химических, нефтеперерабатывающих, металлургических и других комбинатов;
- C. Для привода центробежных нагнетателей природного газа на компрессорных станциях магистральных трубопроводов, а также насосов для транспортировки нефти и нефтепродуктов, и воздуходувок в парогазовых установках;

D. В качестве главных и форсажных двигателей самолетов (турбореактивных и турбовинтовых) и судов морского флота;

E. Верны ответы А, В, С и D.

ANSWER: С

Транспортные ГТУ широко применяются:

A. Для покрытия пиковых нагрузок и в качестве аварийного резерва для собственных нужд крупных энергосистем, когда надо очень быстро включить агрегат в работу;

B. В технологических схемах химических, нефтеперерабатывающих, металлургических и других комбинатов;

C. Для привода центробежных нагнетателей природного газа на компрессорных станциях магистральных трубопроводов, а также насосов для транспортировки нефти и нефтепродуктов, и воздуходувок в парогазовых установках;

D. В качестве главных и форсажных двигателей самолетов (турбореактивных и турбовинтовых) и судов морского флота;

E. Верны ответы А, В, С и D.

ANSWER: D

Газовая турбина – это:

A. Энергетическая турбомашина, элемент парового турбоагрегата, преобразующий потенциальную энергию пара высоких параметров в механическую энергию вращения ее ротора, приводящего электрогенератор;

B. Турбомашина, преобразующая потенциальную энергию продуктов сгорания, полученных в камере сгорания, в механическую энергию вращения ее ротора, который приводит компрессор и электрогенератор;

C. Турбина, отработавший пар которой поступает в конденсатор;

D. Турбина, сохраняющая неизменным свое местоположение при эксплуатации;

E. Паровая турбина типа P с конечным давлением, больше атмосферного.

ANSWER: B

Турбомашина, преобразующая потенциальную энергию продуктов сгорания, полученных в камере сгорания, в механическую энергию вращения ее ротора, который приводит компрессор и электрогенератор – это:

A. Паровая турбина;

B. Газовая турбина;

C. Конденсационная турбина;

D. Стационарная турбина;

E. Турбина с противодействием.

ANSWER: B

Турбина, сохраняющая неизменным свое местоположение при эксплуатации – это:

A. Паровая турбина;

B. Газовая турбина;

C. Конденсационная турбина;

D. Стационарная турбина;

E. Турбина с противодействием.

ANSWER: D

Выбрать правильный вариант пропущенного названия части турбины: Всякая турбина состоит из неподвижных и вращающихся частей. Совокупность всех неподвижных частей принято называть ... турбины, а вращающихся — ротором.

A. Двигателем;

B. Статором;

C. Компрессором;

D. Вентилятором;

ANSWER: B

Компрессор элемент ГТУ который представляет собой:

A. Роторную турбомашину с проточной частью, состоящей из вращающихся решеток;

B. Роторную турбомашину с проточной частью, состоящей из неподвижных решеток;

C. Роторную турбомашину с проточной частью, состоящей из вращающихся и неподвижных решеток;

D. Роторную турбомашину состоящей из вращающихся лопаток;

ANSWER: C

Камера сгорания элемент ГТУ, в котором происходит:

A. Происходит испарение газообразного топлива;

B. Происходит сжигание газообразного или жидкого топлива;

C. Происходит сжигание газообразного топлива;

D. Происходит испарение газообразного или жидкого топлива;

ANSWER: B

Диффузор ГТУ — это:

A. Расширяющийся канал на выходе компрессора и газовой турбины, позволяющий преобразовать скорость выходного потока в давление;

B. Сужающийся канал на входе в компрессор, позволяющий преобразовать скорость входного потока в давление;

C. Расширяющийся канал на входе в газовую турбину, позволяющий преобразовать скорость входного потока в давление;

D. Сужающийся канал на выходе компрессора и газовой турбины, позволяющий преобразовать скорость выходного потока в давление;

ANSWER: A

В компрессоре ГТУ происходит:

A. Сжатие газообразного или жидкого топлива;

B. Расширение газообразного или жидкого топлива;

C. Сжатие воздуха;

D. Расширение воздуха;

ANSWER: C

КПД ГТУ открытого термодинамического цикла составляет:

A. 15-25%

B. 35—36 %;

C. 45-65%;

D. 70-80%

ANSWER: B

5.2 Билеты ко второй рубежной аттестации по дисциплине «Паровые и газовые турбины»

**Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"**

Кафедра "Теплотехника и гидравлика"

Группа «ЭОП-24» Семестр «5»

Дисциплина "Паровые и газовые турбины"

Билеты ко второй рубежной аттестации

Билет № 1

1. Расчеты на прочность основных деталей статора турбины: конструкции и расчеты толщины корпусов турбин; напряженное состояние фланцевого разъема корпуса; оценки надежности диафрагм; материалы, применяемые для изготовления паровых турбин.
2. Тепловой процесс турбины при переменном пропуске пара в различных системах парораспределения. Распределение потоков пара между сопловыми сегментами.
3. Построение тепловых характеристик конденсатора при изменении расхода пара, температуры и расхода охлаждающей воды.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

**Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"**

Кафедра "Теплотехника и гидравлика"

Группа «ЭОП-24» Семестр «5»

Дисциплина "Паровые и газовые турбины"

Билеты ко второй рубежной аттестации

Билет № 2

1. Существующие системы вибромониторинга и диагностики.
2. Эрозия рабочих лопаток и способы борьбы с ней. 56. Концевые уплотнения турбин. Схема отвода и подвода пара в уплотнении. Типы концевых уплотнений.
3. Расчеты на прочность основных деталей статора турбины: конструкции и расчеты толщины корпусов турбин; напряженное состояние фланцевого разъема корпуса; оценки надежности диафрагм; материалы, применяемые для изготовления паровых турбин.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 3

1. Основы эксплуатации конденсационных установок: характеристика конденсатора и переменный режим его работы; воздухоотсасывающие устройства; особенности эксплуатации конденсационной установки.
2. Парогазовые установки. Компрессоры ГТУ, конструкция осевого компрессора. Режимы работы и характеристики осевых компрессоров ГТУ.
3. Колебания лопаточного аппарата турбин: формы колебаний рабочих лопаток; расчет частот колебаний пакетов лопаток; вибрационная диаграмма лопаточного аппарата; правила отстройки от резонансных состояний.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 4

1. Расчеты на прочность основных деталей статора турбины: конструкции и расчеты толщины корпусов турбин; напряженное состояние фланцевого разъема корпуса; оценки надежности диафрагм; материалы, применяемые для изготовления паровых турбин.
2. Принципиальные схемы регулирования. Основные элементы систем регулирования. Регуляторы скорости. Золотники. Сервомоторы. Обратная связь. Механизм управления (синхронизатор). Регулирующие клапаны.
3. Паровые турбины для ПГУ: особенности расчета и проектирования паровых турбин для ПГУ. Конструкции турбин для ПГУ утилизационного типа. Конструкции турбин для теплофикационных парогазовых установок.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 5

1. методика расчета конденсатора.
2. Расчеты на прочность основных деталей статора турбины: конструкции и расчеты толщины корпусов турбин; напряженное состояние фланцевого разъема корпуса; оценки надежности диафрагм; материалы, применяемые для изготовления паровых турбин.
3. Особенности параметров паровых и газовых турбин для парогазовых установок с одно, двух и трехконтурными котлами-утилизаторами.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 6

1. Степень неравномерности и нечувствительности. Рациональная форма статической характеристики. Работа регулирования при параллельном включении генераторов.
2. Распределение давлений и теплоперепадов в ступенях турбины при изменении режима работы.
3. Конструкции и оценки надежности элементов валопровода турбоагрегата: оценка надежности ротора паровой турбины; расчеты критических частот вращения ротора; напряжения и деформации во вращающемся диске; расчет напряжений в диске; определение натяга и освобождающей частоты вращения; требования к надежности и ресурсным характеристикам роторов паровых турбин.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 7

1. Распределение давлений и теплоперепадов в ступенях турбины при изменении режима работы.
2. Конструкции и оценки надежности элементов валопровода турбоагрегата: оценка надежности ротора паровой турбины; расчеты критических частот вращения ротора; напряжения и деформации во вращающемся диске; расчет напряжений в диске; определение натяга и освобождающей частоты вращения; требования к надежности и ресурсным характеристикам роторов паровых турбин.
3. Холостой ход турбоагрегата. Моторный режим. Режим горячего вращающегося резерва. Сетка относительных расходов.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 8

1. Основные преимущества многоступенчатых турбин.
2. Построение тепловых характеристик конденсатора при изменении расхода пара, температуры и расхода охлаждающей воды.
3. Сопловые и направляющие лопатки. Сопловые сегменты. Крепление.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 9

1. Показатели экономичности ГТУ и способы их повышения. Применение ГТУ в тепловых электростанциях ГТУ-ТЭЦ.
2. Системы маслоснабжения паровых турбин и основные требования к ним. Схемы маслоснабжения; эксплуатация турбинных масел.
3. Особенности параметров паровых и газовых турбин для парогазовых установок с одно, двух и трехконтурными котлами-утилизаторами.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 10

1. Вибрационная надежность турбоагрегатов. Высокочастотная вибрация турбоагрегата. Низкочастотная вибрация. Вибрация оборотной частоты турбоагрегата. Контроль и нормы вибрации турбоагрегата. Методы предупреждения повышенной вибрации валопровода.
2. Схема устройства активной и реактивной турбины. Понятие регулирующих и не регулируемых ступеней.
3. Системы парораспределения турбин.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»

Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 11

1. Применение ГТУ на базе авиационных двигателей.
2. Методика расчета проточной части газовой турбины. Системы охлаждения газовых турбин.
3. Термодинамический цикл и схемы ГТУ.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 12

1. Вибрационная надежность турбоагрегатов. Высокочастотная вибрация турбоагрегата. Низкочастотная вибрация. Вибрация оборотной частоты турбоагрегата. Контроль и нормы вибрации турбоагрегата. Методы предупреждения повышенной вибрации валопровода.
2. Основы эксплуатации конденсационных установок: характеристика конденсатора и переменный режим его работы; воздухоотсасывающие устройства; особенности эксплуатации конденсационной установки.
3. Эрозия рабочих лопаток и способы борьбы с ней. 56. Концевые уплотнения турбин. Схема отвода и подвода пара в уплотнении. Типы концевых уплотнений.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 13

1. Газовые турбины, процесс расширения в газовой турбине и выбор числа ее ступеней. Особенности турбинных ступеней газовой турбины.
2. Схема конденсационной установки и устройство конденсатора. Схема конденсационной установки и ее элементы.
3. Турбины с двумя регулируемыми отборами пара (тип ПТ), диаграммы режимов.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 14

1. Построение тепловых характеристик конденсатора при изменении расхода пара, температуры и расхода охлаждающей воды.
2. Обеспечение надежности основных элементов паровых турбин: расчет осевых усилий в валопроводе турбоагрегата и способы их компенсации. Статическая прочность рабочих лопаток ступеней.
3. Общая характеристика переменных режимов: Понятие переменного (нерасчетного) режима турбинных решеток и турбинной ступени.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 15

1. Назначение конденсационных устройств. Типы конденсаторов. Конструкция поверхностного конденсатора.
2. Схема конденсационной установки и устройство конденсатора. Схема конденсационной установки и ее элементы.

3. Расчеты на прочность основных деталей статора турбины: конструкции и расчеты толщины корпусов турбин; напряженное состояние фланцевого разъема корпуса; оценки надежности диафрагм; материалы, применяемые для изготовления паровых турбин.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 16

1. Особенности регулирования теплофикационных турбин. Поворотные диафрагмы.
2. Температура конденсата и его переохлаждение. Зоны массовой конденсации и охлаждения. Паровое сопротивление конденсатора.
3. Переходные процессы регулирования турбин.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 17

1. Назначение конденсационных устройств. Типы конденсаторов. Конструкция поверхностного конденсатора.
2. Турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии.
3. Использование потери с выходной скоростью в ступенях. Коэффициент возврата тепла. Потери от дросселирования вне проточной части турбины.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 18

1. Показатели экономичности ГТУ и способы их повышения. Применение ГТУ в тепловых электростанциях ГТУ-ТЭЦ.
2. Тепловые процессы в конденсаторе Тепловой баланс конденсатора. Количество воздуха, поступающее в конденсатор. Парциальные давления пара и воздуха.
3. Схема конденсационной установки и устройство конденсатора. Схема конденсационной установки и ее элементы.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 19

1. Использование потери с выходной скоростью в ступенях. Коэффициент возврата тепла. Потери от дросселирования вне проточной части турбины.
2. Сопловые и направляющие лопатки. Сопловые сегменты. Крепление.
3. Обеспечение надежности основных элементов паровых турбин: расчет осевых усилий в валопроводе турбоагрегата и способы их компенсации. Статическая прочность рабочих лопаток ступеней.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"

**Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 20**

1. Компоновки и конструкции конденсаторов паровых турбин. Принципы рациональной компоновки трубного пучка.
2. Осевые усилия турбины при переменном режиме.
3. Способы (системы) парораспределения паровых турбин. Дроссельное парораспределение. Сопловое парораспределение. Обводное парораспределение.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

**Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 21**

1. Распределение давлений и теплоперепадов в ступенях турбины при изменении режима работы.
2. Обеспечение надежности основных элементов паровых турбин: расчет осевых усилий в валопроводе турбоагрегата и способы их компенсации. Статическая прочность рабочих лопаток ступеней.
3. Задачи и виды защит паровых турбин. Защита от повышения скорости вращения. Реле осевого сдвига. Предохранительные и обратные клапаны. Стопорные и отсеченные клапаны. Сервомоторы клапанов.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

**Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 22**

1. Конструкции подшипников валопровода паровых турбин. Аварийная смазка турбин. Турбинное масло. Элементы систем маслоснабжения.
2. Показатели экономичности ГТУ и способы их повышения. Применение ГТУ в тепловых электростанциях ГТУ-ТЭЦ.
3. Газовые турбины, процесс расширения в газовой турбине и выбор числа ее ступеней. Особенности турбинных ступеней газовой турбины.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

**Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 23**

1. Системы парораспределения турбин.
2. Схема устройства активной и реактивной турбины. Понятие регулирующих и не регулируемых ступеней.
3. Роторы турбин и их конструкции. Крепление деталей на валу. Расчет дисков на прочность. Расчет вала на прочность. Критическая частота вращения ротора. Материалы дисков, валов, цельникованных роторов. Соединительные муфты. Валоповоротное устройство.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

**Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты ко второй рубежной аттестации
Билет № 24**

1. Холостой ход турбоагрегата. Моторный режим. Режим горячего вращающегося резерва. Сетка относительных расходов.
2. Применение ГТУ на базе авиационных двигателей.
3. Температура конденсата и его переохлаждение. Зоны массовой конденсации и охлаждения. Паровое сопротивление конденсатора.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

5.2.1 Образец тестов ко второй рубежной аттестации

Парогазовые электростанции объединяют в себе:

- A. Паросиловую и газотурбинную энергетические установки;
- B. Паросиловую и дизельную энергетические установки;
- C. Газотурбинную и ветроэнергетическую установки;
- D. Атомную и гидроэлектростанции;

ANSWER: A

В простейшем случае поверхности нагрева котла-утилизатора ПГУ состоят из трех элементов:

- A. Барабана, экранных труб, топки;
- B. Экономайзера, барабана, воздухоподогревателя;
- C. Экономайзера, испарителя пароперегревателя;
- D. Экранных труб, экономайзера, пароперегревателя;

ANSWER: C

В экономайзере котла-утилизатора ПГУ, происходит нагрев поступающей:

- A. Питательной воды;
- B. Химически очищенной воды;
- C. Технической воды;
- D. Питьевой воды;

ANSWER: A

Образующийся на выходе из пароперегревателя пар направляется в:

- A. В газовую турбину где, расширяясь, совершает работу;
- B. В паровой котел где, расширяясь, совершает работу;
- C. В паровую турбину, где, расширяясь, совершает работу;
- D. В водогрейный котел где, расширяясь, совершает работу;

ANSWER: C.

Энергетические установки, в которых теплота уходящих газов ГТУ прямо или косвенно используется для выработки электроэнергии в паротурбинном цикле это:

- A. Паротурбинные установки;
- B. Газотурбинные установки;
- C. Конденсационные установки;
- D. Стационарные установки;
- E. Парогазовые установки;

ANSWER: E

Утилизационные ПГУ. В этих установках:

- A. В этих установках тепло уходящих газов ГТУ, содержащих достаточное количество кислорода, направляется в энергетический котел, замещая в нем воздух, подаваемый дутьевыми вентиляторами котла из атмосферы;
- B. В этих установках регенеративные подогреватели отключаются от паровой турбины, а тепло уходящих газов ГТУ направляется для подогрева питательной воды в энергетическом котле;
- C. В этих установках тепло уходящих газов ГТУ утилизируется в водогрейных котлах с получением пара высоких параметров, используемого в паротурбинном цикле;
- D. В этих установках тепло уходящих газов ГТУ утилизируется в котлах-утилизаторах с получением пара высоких параметров, используемого в паротурбинном цикле;

ANSWER: D.

По назначению ПГУ подразделяют на конденсационные и теплофикационные. Подобрать правильные варианты ответов:

- A. Конденсационные ПГУ вырабатывают электроэнергию и тепло для нагрева сетевой воды в подогревателях, подключаемых к паровой турбине;
- B. Конденсационные ПГУ вырабатывают тепло для нагрева сетевой воды в подогревателях, подключаемых к паровой турбине;
- C. Конденсационные ПГУ вырабатывают только электроэнергию;
- D. Теплофикационные ПГУ вырабатывают только электроэнергию;
- E. Теплофикационные ПГУ вырабатывают электроэнергию и тепло для нагрева сетевой воды в подогревателях, подключаемых к паровой турбине;
- F. Теплофикационные ПГУ вырабатывают тепло для нагрева сетевой воды в подогревателях, подключаемых к паровой турбине;

ANSWER: C и E

Утилизационные ПГУ. В этих установках тепло уходящих газов ГТУ направляется в:

- A. В энергетические котлы;
- B. В паровые котлы;
- C. В котлы-утилизаторы;
- D. В камеру сгорания;
- E. В регенеративные подогреватели;

ANSWER: C

Сбросные ПГУ с низконапорным парогенератором. В этих установках тепло уходящих газов ГТУ направляется в:

- A. В энергетические котлы;
- B. В паровые котлы;
- C. В котлы-утилизаторы;
- D. В камеру сгорания;
- E. Регенеративные подогреватели;

ANSWER: A

Самые современные ПГУ выполняются:

- A. Одноконтурными;
- B. Двухконтурными;
- C. Трехконтурными;
- D. Четырехконтурными;
- E. Многоконтурными;

ANSWER: C

По числу валов турбогенераторов ПГУ делятся на:

- A. Одновальные;
- B. Двухвальные;
- C. Трехвальные;
- D. Четырехвальные;
- E. Многовальные;

ANSWER: A и E

Паровой котел с естественной циркуляцией это:

- A. Совокупность устройств, обеспечивающих образование пара или горячей воды путем подвода к ним тепловой энергии от сжигаемого топлива;
- B. Совокупность устройств, в котором происходит сжигание газообразного или жидкого топлива с целью получения продуктов сгорания требуемой температуры;
- C. Совокупность устройств служащей для конденсации пара, отработавшего в турбине;
- D. Совокупность устройств испаритель, которого работает на принципе многократной естественной циркуляции рабочего тела по тракту барабан — опускная труба — испаритель — барабан без использования циркуляционных насосов;

ANSWER: D.

На ПГУ –ТЭЦ комбинируется производство

- A. Электроэнергии;
- B. Тепловой энергии;
- C. Электрической и тепловой энергии;
- D. Энергии ветра и солнца;

Е. Тепла и горячей воды;

ANSWER: С

Парогазотурбинные тепловые электростанции – это:

А. Электростанции общего пользования, которые обслуживают все виды потребителей района (промышленные предприятия, транспорт, население и т.д.);

В. Электростанции, обслуживающие тепловой и электрической энергией конкретные производственные предприятия или их комплекс;

С. Электростанции, которые оснащаются паротурбинными установками (ПТУ), которые для преобразования тепловой энергии в механическую используют самую сложную, самую мощную и чрезвычайно совершенную энергетическую машину - паровую турбину;

Д. Электростанции, которые оснащаются газотурбинными установками (ГТУ), работающими на газообразном или, в крайнем случае, жидком (дизельном) топливе;

Е. Электростанции, которые комплектуются парогазовыми установками (ПГУ), представляющими комбинацию ГТУ и ПТУ, что позволяет обеспечить высокую экономичность;

ANSWER: Е

Электростанции, которые оснащаются газотурбинными установками (ГТУ), работающими на газообразном или, в крайнем случае, жидком (дизельном) топливе – это

А. Районные электростанции;

В. Промышленные электростанции;

С. Паротурбинные электростанции;

Д. Газотурбинные тепловые электростанции;

Е. Парогазовые тепловые электростанции.

ANSWER: D.

По типу теплосиловых установок, используемых на ТЭС для преобразования тепловой энергии в механическую энергию вращения роторов турбоагрегатов, различают:

А. Паротурбинные электростанции;

В. Газотурбинные электростанции;

С. Парогазовые электростанции;

Д. Все ответы правильные;

ANSWER: D.

Рабочим телом ГТУ служит:

А. Продукты сгорания топлива;

В. Перегретый водяной пар;

С. Влажный водяной пар;

Д. Влажный воздух;

Е. Все ответы верны;

ANSWER: А

Рабочим телом ПТУ служит:

А. Продукты сгорания топлива;

В. Перегретый водяной пар;

С. Влажный водяной пар;

Д. Сухой насыщенный пар;

Е. Влажный воздух;

Ф. Все ответы верны;

ANSWER: В

Газовая турбина – это:

А. Энергетическая турбомашина, элемент парового турбоагрегата, преобразующий потенциальную энергию пара высоких параметров в механическую энергию вращения ее ротора, приводящего электрогенератор;

В. Турбомашина, преобразующая потенциальную энергию продуктов сгорания, полученных в камере сгорания, в механическую энергию вращения ее ротора, который приводит компрессор и электрогенератор;

С. Турбина, отработавший пар которой поступает в конденсатор;

Д. Турбина, сохраняющая неизменным свое местоположение при эксплуатации;

Е. Паровая турбина типа Р с конечным давлением, больше атмосферного;

ANSWER: B

КПД ПГУ составляет:

- A. 15-25%
- B. 35—36 %;
- C. 45-65%;
- D. 60-80%

ANSWER: D.

5.3 Билеты к зачету по дисциплине «Паровые и газовые турбины»

**Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к зачету
Билет № 1**

1. Особенности параметров паровых и газовых турбин для парогазовых установок с одно, двух и трехконтурными котлами-утилизаторами.
2. Явление помпажа ГТУ, конструкции камер сгорания. Переменные режимы эксплуатации ГТУ, переменные режимы ГТУ, пуск газотурбинных установок, системы защиты и автоматического регулирования ГТУ.
3. Методика теплового и аэродинамического расчета турбинной ступени. Методика аэродинамического расчета турбинной ступени.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

**Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к зачету
Билет № 2**

1. Конструкция ступени осевого типа: система уравнений для расчетов термо- и газодинамических процессов в проточной части турбинной ступени; тепловая диаграмма процессов преобразования энергии в турбинных решетках; степень реактивности турбинной ступени; треугольники скоростей и методика их расчета.
2. Расчет решеток при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях.
3. Проектирование и конструкции ступеней паровых турбин: особенности конструкций турбинных ступеней для цилиндров паровых турбин; правила их проектирования и нормативные документы; особенности радиально-осевых ступеней.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

**Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к зачету
Билет № 3**

1. Использование аэродинамических характеристик решеток при их расчете. Нормали на профили сопловых и рабочих лопатках. Условные обозначения типов профилей.
2. Конструкция ступени осевого типа: система уравнений для расчетов термо- и газодинамических процессов в проточной части турбинной ступени; тепловая диаграмма процессов преобразования энергии в турбинных решетках; степень реактивности турбинной ступени; треугольники скоростей и методика их расчета.
3. Термодинамический цикл и схемы ГТУ.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

**Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"**

Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к зачету
Билет № 4

1. Явление помпажа ГТУ, конструкции камер сгорания. Переменные режимы эксплуатации ГТУ, переменные режимы ГТУ, пуск газотурбинных установок, системы защиты и автоматического регулирования ГТУ.
2. Расчет решеток при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях.
3. Роторы турбин и их конструкции. Крепление деталей на валу. Расчет дисков на прочность. Расчет вала на прочность. Критическая частота вращения ротора. Материалы дисков, валов, цельникованных роторов. Соединительные муфты. Валоповоротное устройство.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"

Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к зачету

Билет № 5

1. Определение основных геометрических параметров (средний диаметр, выходные высоты, углы выхода потока, тип профиля лопаток, углы установки профиля, величины хорд, относительные и абсолютные шаги лопаток, зазоры и перекрыши и т.п.). Степень парциальности.
2. Проектирование и конструкции ступеней паровых турбин: особенности конструкций турбинных ступеней для цилиндров паровых турбин; правила их проектирования и нормативные документы; особенности радиально-осевых ступеней.
3. Классификация электрических станций и место турбомашин в них: маркировки паровых турбин ТЭС и АЭС и основные сведения об их конструкциях. Роль паро- и газотурбинных установок в энергетике и других отраслях.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"

Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к зачету

Билет № 6

1. Методика расчета турбинной ступени: выбор исходных характеристик и параметров турбинной ступени. Методика расчета турбинной ступени с $d/1\text{м} 10...13$;
2. Статистическая характеристика регулирования турбогенератора.
3. Использование аэродинамических характеристик решеток при их расчете. Нормали на профили сопловых и рабочих лопатках. Условные обозначения типов профилей.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"

Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к зачету

Билет № 7

1. Применение ГТУ на базе авиационных двигателей.
2. Паровые турбины для ПГУ: особенности расчета и проектирования паровых турбин для ПГУ. Конструкции турбин для ПГУ утилизационного типа. Конструкции турбин для теплофикационных парогазовых установок.
3. Определение основных геометрических параметров (средний диаметр, выходные высоты, углы выхода потока, тип профиля лопаток, углы установки профиля, величины хорд, относительные и абсолютные шаги лопаток, зазоры и перекрыши и т.п.). Степень парциальности.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"

Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»

Дисциплина "Паровые и газовые турбины"

Билеты к зачету

Билет № 8

1. Газовые турбины, процесс расширения в газовой турбине и выбор числа ее ступеней. Особенности турбинных ступеней газовой турбины.
2. Определение выходной скорости при расширении газа в неподвижном канале. Критические параметры и критическая скорость. Критический расход. Приведенный расход. Изменение проходного сечения канала в зависимости от относительного давления.
3. Основные преимущества многоступенчатых турбин.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова

Институт "Энергетики"

Кафедра "Теплотехника и гидравлика"

Группа «ЭОП-24» Семестр «5»

Дисциплина "Паровые и газовые турбины"

Билеты к зачету

Билет № 9

1. Понятие мощности: идеальной турбины, внутренней, эффективной, электрической, номинальной и расчетной. Абсолютные и относительные КПД.
2. Выбор турбинных решеток для турбинных ступеней: геометрические, газодинамические и режимные характеристики турбинных решеток; выбор типа лопаток для решеток ступеней; определение экономичности сопловой и рабочей решеток.
3. Абсолютные и относительные скорости потока в ступени и их определение. Треугольники скоростей в турбинной ступени.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова

Институт "Энергетики"

Кафедра "Теплотехника и гидравлика"

Группа «ЭОП-24» Семестр «5»

Дисциплина "Паровые и газовые турбины"

Билеты к зачету

Билет № 10

1. Преобразование энергии на рабочих лопатках. Окружное и осевое усилие потока на лопатках. Мощность и удельная работа ступени.
2. Одновальные ГТУ с регенерацией. Сложные и многовальные ГТУ.
3. Определение основных геометрических параметров (средний диаметр, выходные высоты, углы выхода потока, тип профиля лопаток, углы установки профиля, величины хорд, относительные и абсолютные шаги лопаток, зазоры и перекрыши и т.п.). Степень парциальности.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова

Институт "Энергетики"

Кафедра "Теплотехника и гидравлика"

Группа «ЭОП-24» Семестр «5»

Дисциплина "Паровые и газовые турбины"

Билеты к зачету

Билет № 11

1. Особенности расчета ступени с «длинными» лопатками. Понятие «длинных» лопаток. Изменение реактивности по высоте лопатки. Методы профилирования длинных лопаток. Конструктивное выполнение сопловых и рабочих лопаток. Типы хвостовиков и бандажей.
2. Тепловой процесс турбинной ступени. Основные уравнения потока для сжимаемой жидкости: состояния, неразрывности, количества движения, сохранения энергии. Характеристики потока при расширении газа в каналах. Параметры полного торможения. Конфузорное и диффузорное течение потока.
3. Расширение газа в каналах с потерями располагаемой энергии. Суживающиеся и расширяющиеся каналы. Формы каналов турбинных решеток. Отклонение потока в косом срезе турбинных решеток. Предельное отклонение в косом срезе.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова

Институт "Энергетики"

Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к зачету
Билет № 12

1. Особенности расчета ступени с «длинными» лопатками. Понятие «длинных» лопаток. Изменение реактивности по высоте лопатки. Методы профилирования длинных лопаток. Конструктивное выполнение сопловых и рабочих лопаток. Типы хвостовиков и бандажей.
2. Особенности параметров паровых и газовых турбин для парогазовых установок с одно, двух и трехконтурными котлами-утилизаторами.
3. Особенности регулирования теплофикационных турбин. Поворотные диафрагмы.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к зачету
Билет № 13

1. Расчет решеток при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях.
2. Методика расчета турбинной ступени: выбор исходных характеристик и параметров турбинной ступени. Методика расчета турбинной ступени с $d/\lambda \approx 10 \dots 13$;
3. Особенности расчета и проектирования ступеней с длинными лопатками, законы закрутки турбинных лопаток. Выбор характеристик ступени.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к зачету
Билет № 14

1. Определение основных геометрических параметров (средний диаметр, выходные высоты, углы выхода потока, тип профиля лопаток, углы установки профиля, величины хорд, относительные и абсолютные шаги лопаток, зазоры и перекрыши и т.п.). Степень парциальности.
2. Преобразование энергии на рабочих лопатках. Окружное и осевое усилие потока на лопатках. Мощность и удельная работа ступени.
3. Расчет решеток при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к зачету
Билет № 15

1. Методика расчета проточной части газовой турбины. Системы охлаждения газовых турбин.
2. Потери турбинного профиля: профильные, кромочные, концевые, волновые, от нестационарности потока. Коэффициенты скорости, потери располагаемой энергии, расхода.
3. Использование аэродинамических характеристик решеток при их расчете. Нормали на профили сопловых и рабочих лопатках. Условные обозначения типов профилей.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к зачету

Билет № 16

1. Использование аэродинамических характеристик решеток при их расчете. Нормали на профили сопловых и рабочих лопатках. Условные обозначения типов профилей.
2. Расширение газа в каналах с потерями располагаемой энергии. Суживающиеся и расширяющиеся каналы. Формы каналов турбинных решеток. Отклонение потока в косом срезе турбинных решеток. Предельное отклонение в косом срезе.
3. Степень неравномерности и нечувствительности. Рациональная форма статической характеристики. Работа регулирования при параллельном включении генераторов.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к зачету
Билет № 17

1. Виды потерь в турбинной ступени и ее относительный внутренний КПД. Потери в турбинной ступени на трение диска и лопаточного бандажа. Потери в турбинной ступени от парциального подвода пара.
2. Показатели экономичности ГТУ и способы их повышения. Применение ГТУ в тепловых электростанциях ГТУ-ТЭЦ.
3. Одновальные ГТУ с регенерацией. Сложные и многовальные ГТУ.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к зачету
Билет № 18

1. Особенности тепловых схем турбоустановок ТЭС и АЭС. Принцип действия паровой турбины и ее место в энергетической установке. Типовые конструкции паровой турбины.
2. Классификация электрических станций и место турбомашин в них: маркировки паровых турбин ТЭС и АЭС и основные сведения об их конструкциях. Роль паро- и газотурбинных установок в энергетике и других отраслях.
3. Использование аэродинамических характеристик решеток при их расчете. Нормали на профили сопловых и рабочих лопатках. Условные обозначения типов профилей.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к зачету
Билет № 19

1. Методика расчета турбинной ступени: выбор исходных характеристик и параметров турбинной ступени. Методика расчета турбинной ступени с $d/L_{\text{в}} 10...13$;
2. Основы ремонта паровых турбин: характерные неполадки при эксплуатации паровых турбин; организация ремонта паротурбинных агрегатов
3. Потери турбинного профиля: профильные, кромочные, концевые, волновые, от нестационарности потока. Коэффициенты скорости, потери располагаемой энергии, расхода.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к зачету
Билет № 20

1. Задачи регулирования турбин. Уравнение моментов турбогенератора. Условие постоянства частоты вращения.

2. Классификация электрических станций и место турбомашин в них: маркировки паровых турбин ТЭС и АЭС и основные сведения об их конструкциях. Роль паро- и газотурбинных установок в энергетике и других отраслях.
3. Явление помпажа ГТУ, конструкции камер сгорания. Переменные режимы эксплуатации ГТУ, переменные режимы ГТУ, пуск газотурбинных установок, системы защиты и автоматического регулирования ГТУ.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к зачету
Билет № 21

1. Основы эксплуатации турбоагрегатов: задачи эксплуатации и критерии надежности в работе турбин; особенности пусков и останова турбин.
2. Циклы паротурбинных установок. КПД турбины. Промежуточный перегрев пара паротурбинных установок. Регенеративный подогрев питательной воды паротурбинных установок.
3. Изображение процесса расширения пара в - диаграмме для ступени.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к зачету
Билет № 22

1. Классификация турбин. Условные обозначения турбин.
2. Особенности параметров паровых и газовых турбин для парогазовых установок с одно, двух и трехконтурными котлами-утилизаторами.
3. Методика теплового и аэродинамического расчета турбинной ступени. Методика аэродинамического расчета турбинной ступени.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к зачету
Билет № 23

1. Циклы паротурбинных установок. КПД турбины. Промежуточный перегрев пара паротурбинных установок. Регенеративный подогрев питательной воды паротурбинных установок.
2. Понятие мощности: идеальной турбины, внутренней, эффективной, электрической, номинальной и расчетной. Абсолютные и относительные КПД.
3. Лабиринтовые уплотнения и потери в турбинной ступени от утечек; потери от влажности водяного пара; зависимость относительного внутреннего КПД ступени от параметра $u/cф$.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
Институт "Энергетики"
Кафедра "Теплотехника и гидравлика"
Группа «ЭОП-24» Семестр «5»
Дисциплина "Паровые и газовые турбины"
Билеты к зачету
Билет № 24

1. Потери располагаемой энергии в соплах, на рабочих лопатках турбины и с выходной скоростью. Определение выходной относительной скорости потока из вращающегося канала рабочих решеток.
2. Методика расчета турбинной ступени: выбор исходных характеристик и параметров турбинной ступени. Методика расчета турбинной ступени с $d/Л\lambda 10...13$;

3. Особенности расчета ступени с «длинными» лопатками. Понятие «длинных» лопаток. Изменение реактивности по высоте лопатки. Методы профилирования длинных лопаток. Конструктивное выполнение сопловых и рабочих лопаток. Типы хвостовиков и бандажей.

Подпись преподавателя _____ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" _____ Р.А-В. Турлуев

Контрольные вопросы
проверки знаний (аттестация, зачет, экзамен) группы _____ по дисциплине
«Турбины тепловых и атомных электрических станций».

1. ЦВД, ЦСД, ЦНД;
2. Статор турбины;
3. Ротор турбины;
4. Соединительные муфты;
5. Валы паровых турбин;
6. Подшипники турбины;
7. Корпус турбины;
8. Уплотнения турбины;
9. Рабочие лопатки турбины;
10. Фундамент турбины;
11. Проточная часть и принцип действия турбины;
12. Валоповоротное устройство (ВПУ);
13. Конденсационные устройства паровых турбин;
14. Система смазки;
15. Масляный бак;
16. Маслоохладители;
17. Реле давления;
18. Система регулирования и управления турбиной;
19. Система защиты турбины;
20. Типы паровых турбин и области их использования;

