

**ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ**  
**к вступительным испытаниям при приеме в магистратуру**  
**в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Санкт-Петербургский государственный морской технический**  
**университет»**

**на магистерскую программу**  
**«Морские энергетические установки с турбинными двигателями»**  
**(26.04.02.26)**  
**по направлению подготовки 26.04.02**  
**«Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской**  
**инфраструктуры»**

ВОПРОСЫ к вступительному испытанию

1. Характеристики экономичности судовых энергетических установок.
2. Внешние характеристики турбинного двигателя.
3. Паротурбинные установки (ПТУ). Цикл паротурбинного двигателя и состав основного оборудования.
4. Влияние начального давления и температуры пара на к.п.д. цикла Ренкина.
5. Влияние давления в конденсаторе и промежуточного перегрева пара на к.п.д. ПТУ.
6. Регенеративный подогрев питательной воды. Регенеративная тепловая схема с отбором пара от главной турбины.
7. Особенности работы турбинного двигателя атомных ПТУ. (Промежуточная сепарация влаги и перегрев пара; особенности влажнопаровых турбин).
8. Термодинамический цикл простейшей газотурбинной установки (ГТУ) и ее состав. (Идеальный цикл – цикл Брайтона). Реальный цикл простейшей ГТУ.
9. ГТД с регенерацией тепла уходящих газов и с промежуточным охлаждением воздуха.
10. Повышение экономичности ГТУ путем применения парового теплоутилизационного контура.
11. Охлаждение лопаток газовых турбин. Определение расхода воздуха на охлаждение.
12. Ступень турбомшины. Состав и назначение элементов. Используемые системы координат. Особенности кинематики потока и форма межлопаточных каналов лопаточных венцов турбин и нагнетателей. Примеры ступеней с 1, 2 и 3 лопаточными венцами. Биротативная ступень.
13. Рабочий процесс в турбинной ступени и его изображение в термодинамической диаграмме энтальпия - энтропия. Полные параметры в относительном движении. Основные внешние параметры турбинной ступени.
14. Основные геометрические, кинематические и термодинамические безразмерные параметры турбинной ступени. Скоростная характеристика и ее виды в различных системах отнесения. Вид безразмерных внешних характеристик ступени. Система отнесения к перепаду.
15. Рабочий процесс в компрессорной ступени и его изображение в термодинамической диаграмме энтальпия - энтропия. Решетки профилей и треугольники скоростей. Безразмерные параметры компрессорной ступени.

16. Уравнение радиального равновесия. Теория цилиндрической и конической ступени. Законы закрутки потока за сопловым и рабочим аппаратом турбинной ступени.
17. Классификация потерь энергии в ступени турбомшины. Физические причины, вызывающие отдельные составляющие потерь. Виды КПД.
18. Основы подобия рабочих процессов в турбомашине. Виды подобия, критерии подобия. Проектирование с использованием методов подобия.
19. Причины использования многоступенчатых турбин. Ступени скорости. Идея конструкции. Рабочий процесс в тепловой диаграмме энтропия - энтальпия. Треугольники скоростей. Решетки профилей. Выражение для КПД. Зависимость окружного и внутреннего КПД от скоростной характеристики.
20. Многоступенчатые турбины со ступенями давления. Рабочий процесс в тепловой диаграмме энтропия - энтальпия. Располагаемый перепад энтальпий. Коэффициент возвращенной теплоты. Приближенное определение КПД многоступенчатой турбины через КПД входящих в ее состав ступеней. Условие использования выходной кинетической энергии из предыдущей ступени.
21. Внешние характеристики компрессорных ступеней. Многоступенчатые компрессоры. Внешние характеристики многоступенчатых компрессоров. Совместные режимы работы сети и компрессора. Неустойчивые режимы работы компрессора.
22. Особенности проектирования последних ступеней паровых турбин.
23. Основные проектные операции, выполняемые на первом этапе стадии внутреннего проектирования парового турбоагрегата.
24. Оценка КПД и массогабаритных показателей турбоагрегата на ранних стадиях проектирования.
25. Математическая модель напряженно-деформированного состояния деталей турбомашин. Упругие и пластические деформации. Критерии прочности. Ползучесть и усталость материала. Предел длительной прочности.
26. Расчет напряжений растяжения и изгиба в рабочих лопатках постоянного и переменного сечения. Типичные эпюры изменения осредненных в поперечных сечениях напряжений по длине лопатки.
27. Конструкции турбинных дисков и расчет их напряженно-деформированного состояния в поле центробежных сил. Влияние неравномерного поля температур на напряженно-деформированное состояние вращающихся дисков.
28. Вибрация лопаток судовых турбин. Частотная характеристика лопаток и отстройка от резонанса на рабочих оборотах. Требования к вибрационным характеристикам рабочих лопаток последних ступеней турбин.
29. Поперечные колебания вращающихся роторов турбин. Критические числа оборотов вала с одним диском.
30. Параметры неподвижного и движущегося газового потока, их физический смысл с точки зрения молекулярного строения вещества. Первое и второе начало термодинамики. Уравнения состояния и изоэнтропийного процесса.
31. Одномерная модель гидрогазодинамики с термодинамическим учетом эффектов вязкости.
32. Течение в соплах и диффузорах. Изображение процесса в термодинамической диаграмме энтальпия - энтропия. Переход через скорость звука. Особенности сверхзвуковых течений.
33. Газодинамические функции и их применение для расчета параметров движущегося потока.
34. Модель течения вязкой рабочей среды (Уравнения Навье - Стокса). Ламинарный и турбулентный режим течения. Модели турбулентного течения вязкой рабочей среды. (Уравнения Рейнольдса, понятие о моделях турбулентности).

## Рекомендованная литература

1. Курзон А.Г., Маслов Л.А. Судовые турбинные установки. Учебник. -Л.: Судостроение, 1991.
2. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок /Елисеев Ю.О., Манушин Э.А. и др. Учебник . - М.: МГТУ им. Баумана, 2000.
3. Тихомиров Б.А., Ерохин С.К. Универсальный программный комплекс для расчета циклов газотурбинных установок. Методические указания. СПбГМТУ. 2000.
4. Horlock J.H. Advanced gas turbine cycles. Elsevier science ltd. 2003.
5. Щегляев А.В. Паровые турбины. Теория теплового процесса и конструкции турбин. Кн.1. Учебник. - М., Энергоатомиздат, 1993.
6. Холщевников К.В., Емин О.Н., Митрохин В.Т. Теория и расчет авиационных лопаточных машин. Учебник - М., Машиностроение, 1986.
7. Топунов А.М. Теория судовых турбин. Учебник. - Л.: Судостроение, 1985.
8. Манушин Э. А., Суровцев И.П. Конструирование и расчет на прочность турбомашин газотурбинных и комбинированных установок. Учебник. - М.: Машиностроение, 1990.
9. Погодин Ю.М., Пшеничная К.В. Математическое обеспечение эскизного проектирования судового парового турбоагрегата.: Учебное пособие. Л.: Изд. ЛКИ, 1985.
10. Костюк А. Г.. Динамика и прочность турбомашин. Учебник для вузов. - 2-е изд., М., Изд-во МЭИ, 2000.
11. Круглов М.Г., Меднов А.А. Газовая динамика комбинированных двигателей внутреннего сгорания. М., Машиностроение, 1988.
12. Топунов А.М., Погодин Ю.М., Шуповаленко К.В. Определение осредненных показателей проточных устройств. СЭУ. Уч. пособие. Л. ЛКИ., 1987.
13. Волков К.Н., Емельянов В.Н. Течения и теплообмен в каналах и вращающихся полостях М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.