

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
Передовая инженерная школа «Цифровой инжиниринг»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ИИШ ЦИ

 А.И. Боровков
« 12 » 12 2024 г.

ПРОГРАММА

**вступительного испытания для поступающих в магистратуру
по направлению подготовки / образовательной программе
15.04.03 «Прикладная механика» /**

15.04.03_11 «Передовые цифровые технологии в двигателестроении»

Санкт-Петербург
2024

АННОТАЦИЯ

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой части профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по направлениям **15.03.03 «Прикладная механика», 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»**, вошедших в содержание тестовых заданий вступительных испытаний в магистратуру.

Вступительное испытание, оценивается по стобальной шкале и состоит из междисциплинарного экзамена в объеме требований, предъявляемых государственными образовательными стандартами высшего образования к уровню подготовки бакалавра по направлениям, соответствующим направлению магистратуры, проводимого очно в письменной форме и дистанционно **(максимальный балл - 100)**.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение междисциплинарного экзамена – **50 баллов (50%)**.

Руководитель ОП



А.А. Себелев

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию Ученым советом института (протокол № 4 от «12» декабря 2024 г.).

1. ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЁННЫЕ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

1. Теория турбокомпрессоров
2. Паровые и газовые турбины
3. Энергетические машины и установки
4. Механика материалов.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

1. Теория турбокомпрессоров

1. Центробежный и осевой компрессоры, схема и принцип действия. Элементы центробежной и осевой ступени, и компрессора.
2. Процессы в центробежном компрессоре в s - T и i - p диаграммах. Термодинамика компрессоров динамического действия.
3. Изменение параметров потока в компрессорах динамического действия.
4. Треугольники скоростей, правила их построения. Угол атаки и угол отставания. Распределение скоростей по поверхностям лопаток.
5. Уравнения сохранения энергии в «механической» (уравнение Бернулли) и «тепловой» форме. Статические и полные параметры газа
6. Основное уравнение турбомашин (уравнение Эйлера). Уравнение состояния, учет несовершенства газа. Уравнение процесса. Уравнение неразрывности. Адиабатная, политропная и изотермная работа сжатия и расширения.
7. Теоретический и внутренний напоры. Коэффициент напора. Коэффициент расхода. Условный коэффициент расхода.
8. Характеристика ступени (компрессора). Безразмерная характеристика - коэффициенты расхода, напора, полезного действия.

Литература для подготовки

1. Ю.Б. Галеркин. Турбокомпрессоры. Монография. М.- Издательство ООО «ИИЦ КХТ». -2010. -С. 596.
2. Зуев А В. Теория, расчет и конструирование компрессоров динамического действия. Методика аэродинамического расчета лопаточных аппаратов стационарных осевых компрессоров: Методика аэродинамического расчета лопаточных аппаратов стационарных осевых компрессоров [Текст]: Учеб. пособие / А.В. Зуев, В.В. Огнев, В.Б. Семеновский ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— Санкт-Петербург : Изд-во СПбГПУ, 2003 .— 110 с. : ил .— Библиогр.: с.109.
3. Селезнев К.П. Теория и расчет турбокомпрессоров: учебное пособие для машиностроительных спец. вузов ; под общ. ред. К.П. Селезнева / [К.П. Селезнев и др.]. 2-е изд., перераб. и доп. Ленинград : Машиностроение, 1986. 391, [1] с.: ил.; 23 см. (Для вузов).
4. Селезнев К. П. Теория и расчет турбокомпрессоров : учебное пособие для вузов / К. П. Селезнев, Ю. С. Подобуев, С. А. Анисимов ; под ред. К. П. Селезнева. Ленинград : Машиностроение, 1968. 406 с. : ил. ; 22 см.

5. Определение осевых усилий, действующих на роторы турбокомпрессоров [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. И. Садовский [и др.] ; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, [Институт энергетики и транспортных систем]. Санкт-Петербург, 2018. URL: <http://elibr.spbstu.ru/dl/2/s18-265.pdf>

2. Паровые и газовые турбины

1. Циклы ПТУ и их показатели. Реальный цикл ПТУ и его показатели.
2. Пути повышения тепловой эффективности современных ПТУ. Влияние начальных и конечных параметров пара на показатели ПТУ и собственно паровой турбины.
3. Промежуточный перегрев пара. Оценка эффективности цикла с промежуточным перегревом пара. Паровой и газовый промежуточный перегрев пара.
4. Регенеративный подогрев питательной воды. Тепловая схема РППВ. Оборудование. Распределение подогрева по ступеням.
5. Особенности ПТУ для атомных электростанций. Влияние типа реактора на параметры ПТУ. Реакторы типа ВВЭР. Реакторы типа РБМК. Паровые турбины для АЭС.
6. Особенности промежуточного перегрева пара на АЭС. Промежуточный перегрев пара. Сепарация пара.
7. Тепловой и газодинамический расчет проточной части паровой турбины.
8. Ступень паровой турбины и ее показатели.
9. Выбор частоты вращения. Ступени скорости и ступени давления. Регулирующие ступени и их особенности. Потери в решетках и турбинной ступени. Расчетная и экспериментальная оценка потерь энергии.
10. Решетки турбинной ступени.
11. Модельные характеристики. Расчет ступени турбины по модельным характеристикам и треугольникам скоростей. Особенности расчета последних ступеней цилиндра низкого давления.
12. Многоцилиндровые паровые турбины.
13. Одновальные и двухвальные турбины. Меридиональное профилирование цилиндров. Классификация цилиндров по форме проточной части. Разбивка перепадов по ступеням, оценка числа ступеней.
14. Основы газодинамического расчета проточной части паровой турбины. Применение компьютеров для расчета проточной части паровой турбины. Оптимизация элементов проточной части.
15. Особенности теплового и газодинамического расчета проточной части ступеней с регулируемыми и нерегулируемыми отборами пара.
16. Режимы работы паровых турбин отличные от расчетного.
17. Связь режима работы ПТУ с графиком нагрузок. Оценка расхода пара через проточную часть турбины при изменении начальных и конечных параметров пара.
18. Формулы Стодолы-Флюгеля. Конус расхода Стодолы. Сетка расходов А.В.Щегляева.
19. Особенности работы турбин с различного рода парораспределением.
20. Дроссельное, сопловое, обводное парораспределения и скользящее давление.
21. Типы турбин комбинированного преобразования энергии.
22. ГТУ с высокотемпературной газовой турбиной. Типы систем охлаждения.

23. Открытое и закрытое воздушное охлаждение газовой турбины. Особенности парового охлаждения. Термодинамика охлаждаемой турбины. Теплота системы охлаждения и коэффициент потерь работы. Показатели ГТУ с открытым воздушным и паровым охлаждением. Показатели ГТУ с закрытым охлаждением.
24. Комбинированные установки с паровыми и газовыми турбинами. Комбинированные установки и их классификация.
25. Парогазовые установки с высоконапорными и низконапорными парогенераторами.
26. Маневренный паротурбинный блок с пиковой ГТУ. Типовая схема и принцип действия. Термодинамические свойства и основные показатели. Перспективы развития.
27. Принципы конструирования ГТУ. Общие принципы компоновки современных ГТУ.
28. Мероприятия, обеспечивающие повышение надежности и долговечности ГТУ различного назначения. Ресурс ГТУ.
29. Особенности конструирования компрессоров, камер сгорания и газовых турбин современных ГТУ.
30. Энергетические ГТУ. Условия эксплуатации пиковых ГТУ. Особенности их конструирования. Техничко-экономические показатели. Отечественные и зарубежные ГТУ для электростанций. Системы обеспечения эксплуатации ГТУ. Воздухозабор и выхлоп в ГТУ.

Литература для подготовки

1. Кириллов, И. И. Газовые турбины и газотурбинные установки [Текст]: в 2 т. : учебное пособие для машиностроительных вузов / И. И. Кириллов .— Москва : Машгиз, 1956.
2. Щегляев, А. В. Паровые турбины: Теория теплового процесса и конструкции турбин [Текст]: Учеб. для вузов: в 2 кн. Кн.2 .— М.: Энергоатомиздат, 1993 .— 415 с .— Библиогр.: с.409-411.
3. Лапшин К.Л. Оптимизация проточных частей паровых и газовых турбин, 2013. URL: <http://elib.spbstu.ru/dl/2/3476.pdf>
4. Костюк А.Г. и др. Паровые и газовые турбины для электростанций: Москва: Изд. дом МЭИ, 2008.

3. Энергетические машины и установки

1. Роль и место турбинных двигателей и установок в современной энергетике и в энергетическом балансе страны. Краткие исторические сведения. Газовая турбина и компрессор как необходимые компоненты современного комбинированного двигателя. Прогнозы спроса на электроэнергию и тепло до 2035 года.
2. Топливо-энергетические ресурсы и их использование. Газ, нефть, уголь, ядерное топливо, другие источники энергии.
3. Классификация двигателей, энергетических машин и установок. Тепловые турбины, гидротурбины, двигатели внутреннего сгорания, реакторы, парогенераторы, котлы и др.
4. История развития паровых и газовых турбин. Развитие отечественной энергетики. Вклад ученых СПбПУ в развитие отечественного турбиностроения.

5. Проблемы развития энергомашиностроения. Современное состояние и основные проблемы электроэнергетики России. Автономные энергетические установки. Роль малой энергетики в энергетической Программе России.
6. Основные потребители тепловой и электрической энергии. Категории потребителей. Технологии централизованного и комбинированного производства электроэнергии и тепла, установки для получения холода и кондиционирования.
7. Тепловые схемы ГТУ. Идеальные ГТУ. Реальные ГТУ простой схемы. ГТУ с генерацией тепла уходящих газов. ГТУ с промежуточным отводом и подводом тепла. Пути повышения экономичности ГТУ.
8. Циклы ГТУ и их показатели. Реальный цикл газотурбинной установки простой тепловой схемы.
9. Оптимальная степень повышения давления для получения максимальной удельной работы и КПД. Гидравлические потери по газовоздушному тракту и их влияние на основные показатели ГТУ.
10. Современные методы расчета основных показателей ГТУ. Алгоритм расчета на компьютере. Современный уровень развития ГТУ простой тепловой схемы.
11. Тепловые схемы ПТУ. Пути повышения экономичности ПТУ. Комбинированные установки с паровыми и газовыми турбинами. Принципиальные схемы комбинированных установок и их термодинамические основы. Парогазовые установки. Газопаровые установки. Контактные установки. Установки для получения холода и кондиционирования.
12. Пути повышения эффективности энергетических машин и установок. Пути повышения экономичности ГТУ, ПТУ.
13. Влияние работы энергетических машин и установок на окружающую среду. Краткие сведения о вредных выбросах и о методах их ограничения. Нормативные материалы, нормирующие выбросы токсических веществ.

Литература для подготовки

1. Энергетические газотурбинные установки стационарного типа: учеб. пособие для старших курсов энергет. специальностей / Ревзин Б.С., Комаров О.В. — Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2008
2. Вопросы проектирования энергетических ГТУ: учеб. пособие / Ревзин Б.С. — Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2007
3. Кириллов, И. И. Газовые турбины и газотурбинные установки [Текст]: в 2 т. : учебное пособие для машиностроительных вузов / И. И. Кириллов .— Москва : Машгиз, 1956.
4. Щегляев, А. В. Паровые турбины: Теория теплового процесса и конструкции турбин [Текст]: Учеб. для вузов: в 2 кн. Кн.2 .— М.: Энергоатомиздат, 1993 .— 415 с .— Библиогр.: с.409-411. — ISBN 5-283-00261-6 (ориг.)
5. Лапшин К.Л. Оптимизация проточных частей паровых и газовых турбин, 2013. URL: <http://elib.spbstu.ru/dl/2/3476.pdf>
6. Костюк А.Г. и др. Паровые и газовые турбины для электростанций: Москва: Изд. дом МЭИ, 2008
7. Арсеньев Л.В., Рассохин В.А., Оленников С.Ю., Расчет тепловой схемы ГТУ-Л., ЛГТУ, 1992.

4. Механика материалов

1. Растяжение и сжатие;
2. Кручение;
3. Геометрические характеристики поперечных сечений стержня;
4. Изгиб стержней;
5. Перемещения в стержневой системе при произвольной нагрузке;
6. Раскрытие статической неопределимости стержневых систем методом сил;
7. Основы теории напряженного и деформированного состояний;
8. Критерии пластичности и разрушения;
9. Толстостенные трубы;
10. Пластины и оболочки;
11. Основы расчета элементов конструкций, работающих за пределами упругости;
12. Прочность при циклически изменяющихся напряжениях;
13. Устойчивость равновесия деформируемых систем;
14. Методы экспериментального исследования деформированного и напряженного состояния.

Литература для подготовки

1. Беляев Н.М. Сопротивление материалов / Н.М. Беляев. – Главная редакция физико-математической литературы изд-ва "Наука", 1976 г. - 608 с.
2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов : учебник для вузов / В.И. Феодосьев. – 18-е изд. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2021. - 542 с. : ил. - (Terra Mechanica). - ISBN 978-5-7038-5671-0.
3. Тимошенко С.П. Сопротивление материалов. т. 1 Элементарная теория и задачи / С.П. Тимошенко, – Главная редакция физико-математической литературы изд-ва "Наука", 1965 г. - 364 с.
4. Тимошенко С.П. Сопротивление материалов. т. 2 Более сложные вопросы, теория и задачи / С.П. Тимошенко, – Главная редакция физико-математической литературы изд-ва "Наука", 1965 г. - 480 с.

3. ПРИМЕР ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Передовая инженерная школа «Цифровой инжиниринг»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ООП

_____ А.А. Себелев

« ____ » _____ 20 ____ г.

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ

по направлению подготовки/образовательной программе

15.04.03 «Прикладная механика»/

15.04.03_11 «Передовые цифровые технологии в двигателестроении»

Структура тестового задания

1. Вопрос с вариантами ответов из «Теория турбокомпрессоров» (3 вопроса)
2. Вопрос с вариантами ответов из «Паровые и газовые турбины» (3 вопроса)
3. Вопрос с вариантами ответов из «Энергетические машины и установки» (3 вопроса)
4. Вопрос с вариантами ответов из «Механика материалов» (3 вопроса)
5. Вопрос на соответствие из «Теория турбокомпрессоров» (1 вопрос)
6. Вопрос на соответствие из «Паровые и газовые турбины» (1 вопрос)
7. Вопрос на соответствие из «Энергетические машины и установки» (1 вопрос)
8. Вопрос на соответствие из «Механика материалов» (1 вопрос)
9. Открытый вопрос из «Теория турбокомпрессоров» (1 вопрос)
10. Открытый вопрос из «Паровые и газовые турбины» (1 вопрос)
11. Открытый вопрос из «Энергетические машины и установки» (1 вопрос)
12. Открытый вопрос из «Механика материалов» (1 вопрос)

Примеры вопросов из тестового задания:

1. Прочностью какого элемента газовой турбины ограничивается ее мощность?
Корпус
Сопловая лопатка первой ступени
Сопловая лопатка последней ступени
Рабочая лопатка последней ступени
2. Какие современные энергетические турбинные установки имеют наивысший

коэффициент полезного действия?

Атомные энергетические установки с ВВЭР

Высокотемпературные газотурбинные установки

Паротурбинные установки со сверхкритическими параметрами пара

Комбинированные газопаровые установки с котлом-утилизатором.

3. Если у осевой компрессорной ступени степень реактивности 0.74, а коэффициент теоретического напора 0.22, то какая часть подведенной энергии идет на увеличение кинетической энергии?

0,22

0,26

0,32

0,36