

Министерство науки и высшего образования РФ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный морской технический университет»
(СПбГМТУ)

УТВЕРЖДАЮ



Проректор
по образовательной деятельности

Е. Р. Счисляева

ПРОГРАММА

вступительного экзамена для поступающих в аспирантуру

2.4. Энергетика и электротехника

шифр и наименование группы научных специальностей

2.4.7 Турбомашины и поршневые двигатели

шифр и наименование научной специальности

Введение

Программа вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности 2.4.7. «Турбомашины и поршневые двигатели» составлена на основе федеральных государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки аспирантов по группе научных специальностей 2.4. Энергетика и электротехника.

В основу настоящей программы положены следующие разделы дисциплин, преподаваемых в вузах: паротурбинные и газотурбинные установки, механика жидкости и газа, введение в теорию турбомашин, динамика и прочность турбомашин, основы проектирования паровых турбин и газотурбинных двигателей, переменный режим работы турбомашин и турбоустановок, автоматическое регулирование турбоустановок.

Программа вступительного экзамена в аспирантуру разработана в соответствии с федеральными государственными стандартами высшего профессионального образования ступеней «специалист», «магистр».

Лица, желающие поступить в аспирантуру по данной научной специальности, должны показать свою подготовленность к продолжению образования и продемонстрировать наличие компетенций по следующим вопросам.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

1. Паротурбинные, газотурбинные и комбинированные турбоустановки и двигатели

Обоснование выбора типа двигателя и определение его параметров.

Принципы выбора параметров ПТУ и нормативы.

Показатели тепловой экономичности ПТУ.

Перспективные направления развития современных ПТУ. Вопросы экологии в проектировании ПТУ.

Раздельная и комбинированная выработка тепла и электроэнергии.

Анализ тепловых схем ПТУ АЭС. Принципиальные схемы отечественных судовых АПТУ. Особенности работы влажно-паровых турбин. Внешняя и внутренняя сепарация.

Тепловые и конструктивные схемы ГТУ. Определение оптимальных термодинамических параметров циклов ГТД, реализованных по различным тепловым схемам.

Системы охлаждения деталей газовых турбин ГТД.

Перспективные направления развития современных ГТУ. Вопросы экологии в проектировании ГТУ. Особенности конструкций малоэмиссионных камер сгорания ГТУ.

Достоинства и недостатки ГТД, реализующих замкнутый термодинамический цикл.

Газопаротурбинные установки (ГПТУ) с котлом-утилизатором и паротурбинным теплоутилизующим контуром – бинарные. Температурная диаграмма котла-утилизатора.

Газопаровые установки (ГПУ) контактного типа. Установки с впрыском воды, с котлом-утилизатором и впрыском пара в ГТД. Улучшение экологических характеристик энергетической установки.

Перспективы использования основных типов комбинированных энергетических установок на базе ГТД в промышленной и морской энергетике.

2. Динамика и прочность элементов турбомашин и турбоустановок

Условия работы элементов турбомашин и турбоустановок. Свойства материалов.

Силы, напряжения и деформации. Виды деформаций и критерии прочности.

Длительная прочность и ползучесть. Циклическое деформирование и ресурс.

Трещиностойкость и остаточный ресурс.

Численные методы в прочностных расчетах элементов турбомашин. Метод конечных элементов. Пакеты прикладных программ, реализующих метод конечных элементов.

Определение напряжений в быстровращающихся дисках от действия центробежных сил и неравномерного нагрева.

Связи и перемещения в механических системах.

Колебания в механических системах. Гироскопические силы и диссипативные силы. Демпфирование колебаний. Метод комплексных амплитуд.

Напряженно-деформированное состояние лопаток турбомашин. Влияние межлопаточных связей на статическую прочность лопаток.

Термическая прочность, трещиностойкость, коррозионное растрескивание, малоцикловая и многоцикловая усталость лопаток. Обеспечение виброненадежности лопаток турбомашин.

Методы расчета прочности роторов, валов и дисков турбомашин.

3. Регулирование паровых и газовых энергетических турбоустановок

Изменение нагрузки в энергетической системе.

Способы регулирования частоты тока в сети. Первичное регулирование частоты тока с помощью регуляторов турбины. Вторичное регулирование с помощью регуляторов электростанции и механизмами управления (МУ) турбин. Принципиальные схемы вторичного регулирования. Третичное регулирование станционными регуляторами на основе оптимизации минимальной стоимости 1 кВт·час электроэнергии и экономии топлива.

Требования к энергетическим блокам и их системам автоматического регулирования (САР) с точки зрения регулирования турбин для обеспечения устойчивости энергосистем (требования по обеспечению «статической» и «динамической» устойчивости энергосистемы).

Регулирующие органы. Требования к регулирующим органам. Способы достижения линейной зависимости между мощностью турбины и управляющим сигналом в системе регулирования. Гидравлические усилители.

Пути повышения быстродействия САР турбины. Система защиты турбоустановок.

Особенности регулирования газотурбинных установок.

4. Проектирование турбин

Системный подход к проектированию сложных объектов. Стадии внешнего и внутреннего проектирования турбин.

Взаимосвязь проектирования турбоагрегата и других элементов турбинной установки. Взаимосвязь внешнего и внутреннего проектирования.

Математическая модель турбины, используемая на стадии внешнего проектирования. Основные варьируемые параметры. Оценка массогабаритных показателей турбины на стадии внешнего проектирования.

Этапы внутреннего проектирования турбин. Решаемые задачи и используемые модели. Структура математической модели, используемой на начальном этапе внутреннего проектирования турбины. Основные варьируемые параметры. Выбор параметров, определяющих конструктивную схему турбоагрегата. Компонентные схемы турбин. Общая компоновка турбоагрегата.

Математические модели многоступенчатой турбины, используемые на начальном этапе внутренней стадии проектирования. Расчетные исследования влияния основных варьируемых параметров на характеристики турбины и ее элементов.

5. Теоретические основы постановки экспериментальных исследований турбомашин

Планирование эксперимента. Цель планирования. Методология современного инженерного эксперимента.

Выбор методики проведения экспериментальных исследований турбомашин, обеспечивающей статистическую однородность и достоверность эмпирического материала. Формализация исследуемого объекта и его моделирование.

Применение теории подобия при моделировании физических процессов в турбомашинах.

Принципы построения гипотез. Системный подход в постановке экспериментальных исследований. Понятие технической системы. Типы систем и системных связей. Внутренние и внешние характеристики турбомашин. Структурное и функциональное описание технической системы.

Определение результатов косвенных измерений внешних параметров турбомашин, на основе экспериментально полученных результатов прямых измерений и определение ширины соответствующих доверительных интервалов.

Программа разработана научными руководителями кафедр, осуществляющих подготовку аспирантов по данной научной специальности

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела аспирантуры _____



Л. В. Кох