

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

по научной работе

Драгунов В.К.

« ____ » _____ 2022 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В
АСПИРАНТУРУ**

Группа научных специальностей – 2.4. Энергетика и электротехника

Научная специальность – 2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели

Москва, 2022

1. Решетки профилей турбомашин

Классификация решеток профилей для паровых и газовых турбин и осевых компрессоров. Геометрические и аэродинамические характеристики решеток профилей. Плоские и кольцевые решетки профилей. Профильные и концевые потери в решетках и факторы, влияющие на их величину. Особенности дозвуковых, трансзвуковых и сверхзвуковых решеток профилей. Расширение пара в косом срезе решеток профилей при сверхзвуковых перепадах давления. Теоретические и экспериментальные методы определения аэродинамических характеристик решеток.

2. Турбинные и компрессорные ступени

Турбинные и компрессорные ступени. Преобразование энергии в турбинных и компрессорных ступенях. Треугольники скоростей. Мощность и КПД турбинных ступеней. Мощность, необходимая для привода компрессионной ступени и ее КПД. Дополнительные потери в турбинной ступени. Внутренний относительный КПД турбинной ступени. Особенности проектирования турбинных ступеней с относительно длинными лопатками. Пространственное проектирование (3-D проектирование) турбинных и компрессионных ступеней. Распределение скоростей и параметров потока по высоте лопаток в ступенях большой веерности. Влияние влажности пара на КПД турбинной ступени. Пути оптимизации турбинных и компрессионных ступеней.

3. Многоступенчатые турбины и компрессоры

Многоступенчатые турбомашин, их преимущества и недостатки. Методика расчета многоступенчатых турбин и компрессоров. Факторы, влияющие на экономичность многоступенчатых турбомашин. Лабиринтовые уплотнения и их расчет. Схемы парораспределения в паровых турбинах. Диффузоры в проточных частях турбомашин и их расчет. Входные и выходные устройства (патрубки) в турбомашин. Сепарация влаги из проточных частей паровых турбин. Осевые усилия в турбомашин. Системы охлаждения ступеней в высокотемпературных газовых турбинах. Предельная мощность паровых и газовых турбин.

4. Конструкции современных турбомашин

Типы паровых турбин и их конструктивные особенности. Конструкции современных газотурбинных установок ведущих мировых турбостроительных фирм и их особенности. Многоцилиндровые паровые турбины. Конструктивные особенности теплофикационных паровых турбин для АЭС и турбин, работающих в составе ПГУ.

5. Турбинные установки

Влияние начальных параметров теплоносителей на технико-экономические показатели паротурбинных и газотурбинных установок. КПД турбоустановок нетто и брутто. Турбоустановки для комбинированной выработки тепла и электроэнергии. Теплофикационные турбины. Тепловые схемы ПТУ, ГТУ и ПГУ. Типы газовых установок. Методы расчета ПГУ. Факторы, влияющие на

экономичность ГТУ. Влияние регенеративного подогрева пара на экономичность ПТУ. Перспективы развития ПТУ, ГТУ, ПГУ и АЭС.

6. Переменный режим работы турбоустановок

Существующие способы изменения нагрузки турбоустановок. Перспективные режимы работы турбинных и компрессионных ступеней. Универсальные характеристики ступеней турбомашин. Влияние переменных режимов работы ступеней турбомашин на КПД, степень реактивности и приведенный расход. Переменный режим работы группы ступеней. Пот в компрессорах и методы борьбы с ним. Методика расчета соплового и дроссельного парораспределения. Изменение нагрузки паровых турбин при скользящем давлении. Влияние отклонений начальных параметров пара на работу паровых турбин. Диаграммы режимов работы турбин с одним и двумя регулирующими оборотами пара.

7. Прочность элементов турбин и компрессоров

Условия работы и свойства материалов, используемых в турбомашинах. Ползучесть и длительная прочность материалов. Моноцикловая и многоцикловая усталость. Расчет долговечности. Коррозионный и эрозийный износ в турбомашинах. Ползучесть и длительная прочность рабочих лопаток. Прочность дисков и роторов турбомашин. Термоусталость роторов. Колебания лопаток турбомашин. Причины колебаний лопаток. Свободные и вынужденные колебания. Самовозбуждающиеся колебания лопаток и дисков турбомашин. Колебание роторов турбомашин. Крутильные колебания роторов. Вибрационная надежность турбомашин.

8. Регулирование энергоустановок

Задачи регулирования различных типов паро- и газотурбинных установок. Статические характеристики отдельных звеньев и всей системы регулирования. Параллельная работа паротурбинных установок. Простейшие схемы регулирования турбоустановок. Устойчивость и переходные процессы регулирования турбоагрегатов. Системы защит турбоустановок от аварийных ситуаций. Маслоснабжение турбоустановок. Особенности современных систем регулирования блочных паротурбинных установок большой мощности. Микропроцессоры в системах автоматического управления турбин.

«Согласовано»

И.о. директора ЭнМИ
д.т.н., доцент

Меркурьев И.В.