

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»  
(НГТУ)

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по научной работе



А.А. Куркин

мая 2022 г.

**ПРОГРАММА**

вступительных испытаний по специальной дисциплине  
для поступающих в аспирантуру

**Научная специальность:**

**2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели**

**Нижний Новгород, 2022**

**Программа вступительного испытания по специальной дисциплине разработана в соответствии с паспортом научной специальности 2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели.**

**Вопросы к вступительному испытанию в аспирантуру по научной специальности 2.4.7**

**Турбомашины**

*Принцип действия* и устройство турбинных ступеней осевого типа – активный и реактивный принцип. Понятие степени реактивности турбинной ступени, об устройстве и действии турбинной ступени радиального типа. Конструкция турбоагрегатов, их узлов и систем. Устройство паровых и газовых турбин, турбокомпрессоров.

*Детали турбин:* направляющие (сопла) и рабочие лопатки, роторы, корпуса, уплотнения, подшипники, зубчатые передачи и соединительные муфты; органы управления, системы, обслуживающие турбомашины.

*Потери энергии* в турбинной ступени. Тепловые расчеты турбинных ступеней. Потери энергии в турбинной ступени. Тепловые расчеты турбинных ступеней. Тепловой процесс турбинной ступени. Располагаемая работа ступени. Потери на окружности колеса турбинной ступени. Окружной кпд. Дополнительные внутренние потери. Внутренняя работа. Внутренний кпд.

*Многоступенчатые турбины* со ступенями скорости и давления. Многоступенчатые турбины со ступенями скорости и давления. Турбины со ступенями скорости и турбины со ступенями давления область их применения. Внешние потери в турбинах. Механический и эффективный кпд эффективная мощность.

**Циклы ДВС**

*Термодинамические циклы ДВС.* Назначение термодинамических циклов и их особенности. Цикл со смешанным подводом теплоты, с подводом теплоты при постоянном давлении и постоянном объеме. Сравнение циклов при различных способах подвода теплоты и различных ограничивающих условиях. Термодинамический коэффициент полезного действия.

*Действительные циклы ДВС.* Особенности действительных циклов. Индикаторная диаграмма действительных циклов с воспламенением от сжатия и от электрической искры. Действительный цикл двухтактного двигателя.

*Расчетные циклы ДВС.* Назначение расчетных циклов. Особенности расчетных циклов. Расчетные циклы для двигателей с воспламенением от сжатия и электрической искры.

## Тепловой расчет поршневых двигателей

Цель и задачи теплового расчета. Прямая и обратная задачи теплового расчета двигателя. Методы определения параметров рабочего тела при тепловом расчете.

*Процесс впуска.* Условия протекания газообмена в четырехтактном двигателе. Фазы газораспределения. Особенности газообмена при наддуве. Допущения, принимаемые при определении параметров рабочего тела в конце такта впуска. Определение параметров (давления и температуры) рабочего тела в конце наполнения. Определение коэффициента наполнения. Факторы, влияющие на величину коэффициента наполнения. Коэффициент остаточных газов.

*Процесс сжатия.* Назначение процесса сжатия. Величина степени сжатия, обеспечивающая получение наибольшего к.п.д. в действительных циклах. Факторы, ограничивающие максимальную степень сжатия в ДВС. Влияние основных факторов на величину показателя политропы сжатия. Определение параметров рабочего тела в конце такта сжатия.

## Процесс сгорания

*Сгорание в двигателях с воспламенением от электрической искры.* Фазы горения и их анализ на развернутой индикаторной диаграмме. Влияние различных факторов на продолжительность фаз горения. Влияние продолжительности фаз горения на мощностные и экономические показатели. Детонационное сгорание. Внешние признаки детонации. Причины, вызывающие детонационное сгорание. Индикаторная диаграмма при детонационном сгорании. Отрицательные последствия при детонационном сгорании. Факторы, уменьшающие склонность двигателя к детонации. Преждевременное воспламенение и факторы, вызывающие его появление. Влияние преждевременного воспламенения на работу двигателя, индикаторная диаграмма при преждевременном воспламенении. Способы устранения преждевременного воспламенения.

*Воспламенение и сгорание топлива в дизелях.* Фазы сгорания в дизельном двигателе и их анализ по развернутой индикаторной диаграмме. Период задержки воспламенения и его зависимость от цетанового числа топлива, степени сжатия, скоростного и нагрузочного режимов работы двигателя, угла опережения впрыска топлива и др. факторов. Скорость нарастания давления в процессе сгорания и мероприятия по ее снижению. Последующие фазы горения топлива и их особенности. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на мощностные и экономические показатели двигателей.

*Сгорание жидкого и газообразного топлива.* Факторы, влияющие на возникновение, развитие и полноту сгорания топлива. Способы задания элементарного состава топлива. Стехиометрические уравнения сгорания жидкого топлива. Назначение стехиометрических уравнений. Стехиометрические уравнения сгорания газообразных топлив. Определение

изменения числа молей рабочего тела при сгорании газообразного топлива. Определение расхода воздуха для сгорания жидких топлив. Коэффициент избытка воздуха и его назначение для двигателей с воспламенением от электрической искры и с воспламенением от сжатия. Влияние коэффициента избытка воздуха на мощностные и экономические показатели двигателей.

*Термодинамика процесса сгорания в поршневых двигателях.* Тепловой баланс двигателя. Факторы, влияющие на тепловые потери. Коэффициент тепловыделения. Допущения, принимаемые при определении параметров рабочего тела в конце сгорания. Уравнение сгорания рабочего тела для дизельных двигателей, коэффициент использования теплоты. Уравнение сгорания рабочего тела в двигателях с воспламенением от электрической искры. Влияние коэффициента избытка воздуха на температуру рабочего тела в конце сгорания. Определение параметров рабочего тела в конце сгорания.

### **Процесс расширения**

Особенности процесса расширения в действительном цикле (изменение показателя политропы расширения). Влияние различных факторов на величину среднего показателя политропы расширения. Термодинамический расчет давления и температуры рабочего тела в конце расширения.

### **Процесс выпуска**

Изменение давления рабочего тела в процессе выпуска в действительных циклах. Определение оптимального момента открытия и закрытия выпускного клапана. Проверка правильности выбора температуры рабочего тела в конце выпуска.

### **Показатели работы цикла**

Аналитическое выражение среднего индикаторного давления для двигателей с воспламенением от сжатия и с воспламенением от электрической искры. Факторы, влияющие на величину среднего индикаторного давления. Индикаторная мощность и индикаторный крутящий момент. Коэффициент полезного действия двигателей и их аналитическое выражение. Удельный расход топлива. Влияние различных факторов на индикаторные показатели двигателя. Эффективная мощность и эффективный крутящий момент. Влияние различных факторов на механические потери в двигателе. Литровая мощность и способы ее повышения. Значение оценочных параметров для современных двигателей.

### **Внешний тепловой баланс и теплонапряженность двигателя**

Тепловой баланс для номинального режима двигателя. Определение отдельных статей теплового баланса. Способы снижения тепловых потерь. Краткие сведения о тепловой напряженности деталей двигателя.

### **Токсичность двигателей внутреннего сгорания**

Автомобильный двигатель как источник токсичных выбросов. Токсические составляющие отработавших карбюраторных двигателей. Влияние конструктивных особенностей двигателя на токсичность отработавших газов. Способы снижения токсичности ОГ. Типы нейтрализаторов отработавших газов, их достоинства и недостатки. Способы и методы измерения токсичности. ГОСТ на ограничение вредных выбросов автомобильными двигателями. Влияние эксплуатационных регулировок на токсичность и дымность ОГ. Методы снижения шума двигателя.

### **Особенности конструкции и расчета двухтактных двигателей**

Достоинства и недостатки двухтактных двигателей. Схемы продувок и их достоинства и недостатки. Графоаналитический метод определения площади выпускных окон. Графоаналитический метод определения площади впускных окон. Время сечения открытого состояния впускных и выпускных окон.

### **Характеристики двигателей**

Баланс мощности, развиваемой двигателем и воспринимаемый нагрузкой. Преимущественные эксплуатационные режимы двигателей. ГОСТы на методы стендовых испытаний автомобилей. Классификация характеристик двигателей. Внешние скоростные характеристики, условия их снятия для карбюраторных двигателей, для дизельных двигателей. Анализ внешних характеристик. Частичные скоростные характеристики, характеристика внутренних потерь, характеристика холостого хода, условия их снятия и их анализ. Нагрузочные характеристики карбюраторных двигателей, дизельных двигателей. Назначение нагрузочных характеристик, их анализ и условия снятия. Регулировочные характеристики: по составу смеси карбюраторных двигателей, дизельных двигателей; назначение характеристик по составу смеси. Состав смеси, обеспечивающий получение наилучших мощностных и экономических показателей двигателя с воспламенением от электрической искры. Регулировочные характеристики по углу опережения зажигания, по углу опережения впрыска, их назначение и условия снятия. Регулировочные характеристики дизелей. Многопараметровые характеристики.

### **Список литературы**

1. Артемов Г.А., Бойков В.П., Гильмутдинов А.Г. Судовые газотурбинные установки. - Л.: Судостроение, 1978. 246 с.
2. Слободянюк Л.И., Поляков В.И. Судовые паровые и газовые турбины и их эксплуатация. - Л.: Судостроение, 1983. 354 с.
3. Слободянюк Л.И. Проектирование судовых газотурбинных двигателей. - Институт содержания и методов обучения, 1996. 166 с.
4. Зайцев В.И. и др. Судовые паровые и газовые турбины. - М.: Транспорт, 1981. 311 с.

5. Вудворд Дж. Морские газотурбинные установки. - Л.: Судостроение. 1980. 359 с.
6. Беляев И.Г. Эксплуатация судовых утилизационных установок. - М.: Транспорт, 1987. 172 с.
7. Двигатели внутреннего сгорания: учебник: в 3 кн. / ред.: В. Н. Луканин, М. Г. Шатров. - 3-е изд., перераб. - М.: Высшая школа, 2007. Кн. 2: Динамика и конструирование. - 2007. - 400 с.
8. Двигатели внутреннего сгорания: учебник: в 3 кн. / ред. В. Н. Луканин, М. Г. Шатров. - 3-е изд., перераб. - М.: Высшая школа, - 2007. - 414 с.
9. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: учебное пособие / А. И. Колчин, В. П. Демидов. - 4-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2008. - 496 с.: ил. - Библиогр.: с. 493.
10. Программы для ЭВМ. МГТУ НКІ, каф. Поршневые двигатели; СибАДИ каф. Теплотехника и тепловые двигатели.
11. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей: Учебное пособие для вузов. А.Р.Кульчицкий: - М.: Академический проект. 2004. – 240с.
12. ГОСТы по испытаниям двигателей внутреннего сгорания. / ЭС «Техэксперт».