

## АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Турбомашины и поршневые двигатели»

по основной профессиональной образовательной программе по направлению подготовки  
13.06.01 «Электро- и теплотехника» (уровень подготовки научно-педагогических кадров)

**Направленность (профиль):** Турбомашины и поршневые двигатели

**Общий объем дисциплины** – 9 з.е. (324 часов)

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:**

- ОПК-1: владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;
- ОПК-2: владением культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий;
- ОПК-3: способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности;
- ОПК-4: готовностью организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности;
- ПК-1: способность использовать знание теоретических основ рабочих процессов в тепловых двигателях, методов расчетного анализа объектов профессиональной деятельности;
- ПК-2: способность использовать знания теоретических и экспериментальных методов научных исследования тепловых двигателей, принципов организации научно-исследовательской деятельности;
- ПК-3: способность составлять практические рекомендации в области тепловых двигателей по использованию результатов научных исследований;
- ПК-4: способность применять перспективные методы математического моделирования и оптимизации процессов в ДВС, методы расчетов и физических экспериментов для изучаемых закономерностей, методы оптимизационного синтеза тепловых двигателей, их узлов и систем, автоматизированные методы расчета и проектирования на основе мировых тенденций;
- ПК-5: способность организовать работу коллектива исполнителей, принятие решений в условиях спектра мнений, определить порядок выполнения работ;

**Содержание дисциплины:**

Дисциплина «Турбомашины и поршневые двигатели» включает в себя следующие разделы:

**Форма обучения очная. Семестр 5.**

**Объем дисциплины в семестре** – 4 з.е. (144 часов)

**Форма промежуточной аттестации** – Зачет

**1. Теория рабочих процессов и моделирование, методы расчетного анализа процессов в двигателях внутреннего сгорания..** Тема 1. Термодинамические циклы поршневых двигателей с использованием методологии теоретических и экспериментальных исследований в области термодинамики.

Параметры рабочих циклов. Анализ показателей циклов. Циклы комбинированных двигателей.

Тема 2. Рабочие тела в ДВС.

Топлива, окислители, их основные свойства. Реакции сгорания жидких и газообразных топлив. Совершенное, несовершенное, полное и неполное сгорания топлива. Стехиометрическое количество воздуха, коэффициент избытка воздуха. Состав горючей смеси и продуктов сгорания. Теплота сгорания горючей смеси. Теплоемкость и внутренняя энергия смеси и продуктов сгорания.

Тема 3. Процессы газообмена в двигателях.

Параметры рабочего тела в цилиндре в конце процессов выпуска и зарядки. Газообмен в 4-тактных двигателях. Фазы газораспределения. Процессы выпуска, наполнения, продувки и дозарядки цилиндра. Показатели процессов газообмена. Суммарный коэффициент избытка воздуха. Коэффициенты наполнения и остаточных газов. Газообмен в 2-тактных двигателях. Действительная и геометрическая степень сжатия. Схемы газообмена. Основные периоды

газообмена. Коэффициенты наполнения, остаточных газов, избытка продувочного тела, продувки, КПД очистки.

Тема 4. Процесс сжатия.

Физические и химические процессы, протекающие в рабочем теле в процессе сжатия. Особенности процессов сжатия в двигателях с разделенными камерами сгорания.

Тема 5. Процессы смесеобразования в двигателях.

Тема 6. Воспламенение горючих смесей.

Тема 7. Процесс расширения.

Теплоотдача в стенки, догорание топлива. Расчет состояния рабочего тела в процессе расширения.

Тема 8. Индикаторные и эффективные показатели двигателей.

Тема 9. Внешний и внутренний тепловой балансы двигателей.

Составляющие теплового баланса. Теплоотдача в двигателях и теплонапряженность деталей.

Тема 10. Режимы работы и характеристики двигателей.

Тема 11. Оптимизация рабочего процесса двигателей.

Критерии оптимизации. Ограничения при оптимизации. Параметры оптимизации.

Тема 12 (По специфике реализуемого профиля). Анализ эффективности использования теплоты в двигателе..

**2. Раздел 2. Конструирование двигателей внутреннего сгорания, разработка новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области тепловых двигателей..** Тема 1. Принципы работы и классификация поршневых двигателей.

Особенности устройства и работы отдельных видов поршневых двигателей (мотокомпрессора, роторно-поршневого двигателя, дизель-молота, мотовибраторов, мото-компрессора и мотогенератора газа, двигателя с внешним подводом теплоты). Общие принципы конструирования двигателей. Компонентные схемы двигателей. Типаж, мощностные ряды, агрегатирование. Основные показатели, характеризующие конструкции двигателей. Перспективы развития конструкции поршневых двигателей.

Тема 2. Методы расчетов на прочность деталей двигателей.

Выбор расчетных режимов. Оценка прочности узлов и деталей двигателя с учетом переменной механической и тепловой нагрузок. Параметры, характеризующие надежность двигателей.

Тема 3. Расчет на прочность деталей КШМ, методы оптимизационного синтеза КШМ..

Поршни, поршневые пальцы и кольца, расчет их теплового и напряженно-деформированного состояния.

Шатуны, стержни шатунов, поршневые и кривошипные головки шатунов, шатунные болты и расчет их на прочность.

Коленчатые валы и маховики, определение их основных размеров и расчет на прочность.

Тема 4. Подшипники скольжения и качения.

Основы гидродинамической теории смазки. Несущая способность. Тепловой расчет.

Тема 5. Механизм газораспределения.

Системы управления фазами газораспределения. Механический, пневмогидравлический и электромагнитный приводы клапанов. Компонентка клапанных механизмов. Расчет на прочность деталей механизма газораспределения. Органы газораспределения двухтактных двигателей; золотниковое газораспределение.

Тема 6. Расчет корпусных деталей.

Фундаментные рамы, стойки и станины, картеры и поддоны, анализ конструкций, материалы, расчет на прочность. Цилиндры и блоки цилиндров, втулки и головки (крышки) цилиндров. Анализ конструкций, материалы, расчеты на прочность.

Тема 7 Метод расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) деталей двигателя, организации работы коллектива исполнителей, принятия решения в условиях спектра мнений, определения порядка выполнения работ.

Расчетная схема. Расчет силовых перегородок блок-картера двигателя методом НДС..

**3. Динамика двигателей, использование знаний теоретических основ рабочих процессов в тепловых двигателях, методов расчетного анализа объектов профессиональной деятельности, использование знаний теоретических и экспериментальных методов научных**

**исследований тепловых двигателей, принципов организации научно-исследовательской деятельности..** Тема 1. Кинематика и динамика двигателя.

Классификация преобразующих механизмов поршневых двигателей. Кинематика кривошипно-шатунного механизма. Силы и моменты, действующие в двигателе.

Тема 2. Уравновешивание двигателя. Автоматизированные методы анализа уравновешенности и проектирования уравновешивающего механизма на основе лучших мировых тенденций.

Внутренняя и внешняя неуравновешенности двигателя. Способы балансировки двигателей. Шум и вибрации в двигателях, их источники. Допустимые уровни. Снижение шума и вибраций.

Тема 3. Уравновешивание многоцилиндрового двигателя.

Анализ уравновешенности и способы уравновешивания многоцилиндровых рядных, V-образных и др. схем двигателей..

**4. Системы двигателей, использование знаний теоретических и экспериментальных методов научных исследований тепловых двигателей, принципов организации научно-исследовательской деятельности, составление практических рекомендаций по оптимизации характеристик систем тепловых двигателей на основе использования результатов научных исследований и мирового опыта..** Тема 1. Топливные системы двигателей с внутренним смесеобразованием.

Классификация. Состав и схемы линии низкого давления топливных систем. Топливоподающая аппаратура непосредственного действия.

Конструкция топливных насосов высокого давления. Проектирование и расчет топливного насоса высокого давления и его элементов.

Тема 2. Топливная аппаратура двигателей с внешним смесеобразованием.

Способы подачи топлива. Карбюрация, впрыск и смесеобразование. Течение двухфазных смесей. Карбюраторы. Главная дозирующая и вспомогательные системы карбюратора.

Тема 3. Системы питания газовых двигателей.

Газовая аппаратура ДВС с принудительным и форкамерно-факельным зажиганием. Баллоны, испарители, редукторы, регуляторы давления, газосмесители, клапаны. Системы топливоподачи газожидкостных двигателей. Системы питания газодизелей. Состав систем и способы управления, конструкции элементов.

Тема 4. Системы охлаждения.

Классификация, основные схемы. Системы жидкостного охлаждения. Охлаждающие жидкости и их характеристики. Система воздушного охлаждения, схема, конструкция дефлекторов.

Тема 5. Системы смазки.

Классификация систем смазки, схемы, элементы системы и расчет их характеристик.

Тема 6. Системы впуска и выпуска.

Трубопроводы. Воздушные фильтры. Охладители наддувочного воздуха. Глушители шума на впуске и выпуске. Настройка систем. Методы расчета и анализ конструкций. Моделирование течений газа в газозоудушном тракте двигателей.

Тема 7. Способы пуска двигателей.

Классификация. Пусковые качества. Способы облегчения запуска.

Тема 8. Системы зажигания.

Тема 9. Системы диагностирования двигателей.

Виды диагностики. Методы и возможности безразборной диагностики. Средства обеспечения диагностики двигателей и его систем.

Тема 10 (По специфике реализуемого профиля). Аккумуляторные системы впрыска топлива.

Тема 11 Гидродинамический расчет процесса подачи топлива.

Метод расчета. Расчетная схема. Гидродинамический расчет процесса подачи топлива.

Тема 12 (По специфике реализуемого профиля). Системы снижения токсичности ОГ..

**Форма обучения очная. Семестр 6.**

**Объем дисциплины в семестре – 5 з.е. (180 часов)**

**Форма промежуточной аттестации – Экзамен**

**1. Раздел 5. Агрегаты наддува двигателей, методы расчета и проектирования на основе мировых тенденций..** Тема 1 Объемные компрессоры, характеристика и особенности работы.

Принцип действия и рабочий процесс поршневого компрессора. Принцип действия и показатели

роторных компрессоров. Принцип действия и особенности рабочего процесса роторно-винтового компрессора.

Тема 2 Центробежные компрессоры.

Работа, затрачиваемая на сжатие воздуха. Процессы в P-V, i-S, T-S диаграммах. Коэффициенты полезного действия. Расчет проточной части компрессора. Входные устройства, типы, расчет параметров потока. Потери при течении воздуха через колесо. Течение воздуха в диффузоре. Лопаточный и безлопаточный диффузоры. Профилирование лопаток. Течение воздуха в сборниках и улитках.

Тема 3. Особенности работы компрессоров и турбин в составе комбинированного двигателя.

Характеристики объемных и центробежных компрессоров и газовых турбин. Понятие об устойчивости работы центробежного и осевого компрессора. Помпаж. Регулирование турбокомпрессоров. Согласование характеристик поршневого двигателя и агрегатов наддува.

Применение перспективных методов математического моделирования и оптимизации процессов в ДВС, методы расчетов и физических экспериментов для изучаемых закономерностей, методы оптимизационного синтеза тепловых двигателей, их узлов и систем, автоматизированные методы расчета и проектирования на основе мировых тенденций.

**2. Раздел 6. Основы научных исследований и испытаний двигателей..** Тема 1. Измерения при испытании двигателей.

Понятие измерения. Ошибки измерений. Виды испытаний двигателей. ГОСТы на испытания. Преобразование неэлектрических величин в электрические. Первичные преобразователи. Усилители. Формирователи. Аналого-цифровые преобразователи. Выходные устройства. Осциллографы, потенциометры, мосты. Регистрация результатов. Измерение времени. Измерение стационарных и переменных давлений. Приемники статического и полного давления. Датчики для измерения быстропеременных давлений. Индицирование.

Тема 2. Измерение стационарных и мгновенных расходов жидкостей и газов.

Измерение скорости нестационарных потоков жидкостей и газов. Термоанемометр и лазерный доплеровский измеритель скорости. Ионный анемометр.

Тема 3. Измерение стационарных и нестационарных температур и тепловых потоков в ДВС.

Измерения температур в цилиндре двигателя. Токосъемники, бесконтактные способы передачи сигналов от датчиков.

Тема 4. Методы химического анализа газов в исследованиях ДВС.

Классификация газоанализаторов. Дымомеры. Измерение содержания твердых частиц в выпускных газах.

Тема 5. Измерение шума и вибрации двигателя.

Аппаратура и способы измерения шума и вибрации двигателя. Измерение общего уровня шума и уровня шума отдельных источников.

Тема 6. Оборудование боксов и лабораторий.

Испытательные стенды. Гидравлические, электрические и индукторные тормоза и их характеристики. Согласование характеристик тормоза и двигателя.

Базовые подходы к разработке новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности, в т.ч. в области тепловых двигателей.

Нормативные документы по организации работы исследовательского коллектива в области тепловых двигателей.

**3. Раздел 7. Автоматическое регулирование и управление двигателями внутреннего сгорания..**

Тема 1. Системы автоматического управления (САУ) и регулирования (САР).

Двигатель и регулятор как элементы САР. Установившиеся и неустойчивые режимы работы. Статические и динамические характеристики. Устойчивость двигателей, самовыравнивание.

Тема 2. Дифференциальное уравнение двигателя как объекта регулирования по частоте вращения. Передаточные функции и структурная схема двигателя. Динамические характеристики двигателя: переходные процессы, частотные характеристики. Регуляторы прямого действия. Статические характеристики. Регуляторы непрямого действия. Исполнительные устройства регуляторов. Серводвигатели. Конструктивные схемы и принцип действия. Передаточная функция и структурная схема.

Тема 3. Устойчивость САР.

Критерии устойчивости Рауза-Гурвица, Михайлова, Найквиста, особенности их использования. Показатели работы САР. Прямые и косвенные показатели качества. Диаграмма Вышнеградского.

Тема 4. Нелинейные САР.

Типовые нелинейности в САР двигателей. Особенности нелинейных САР - устойчивость и автоколебания.

Тема 5. Микропроцессорные устройства в системах управления двигателями.

Элементы систем управления. Системы управления наддувом, газораспределением, рециркуляцией отработавших газов.

Тема 6. Автоматизация двигателей.

Задачи автоматизации двигателей различного назначения. Степени автоматизации двигателей. Автоматическая защита, сигнализация, диагностирование. Автоматизация пуска и остановки. Дистанционное управление..

**4. Раздел 8. Химмотология..** ТТема 1. Моторные нефтепродукты.

Элементный, фракционный и групповой состав. Стабильность нефтепродуктов. Низкотемпературные свойства. Противопожарная безопасность. Токсичность нефтепродуктов.

Тема 2. Топлива для двигателей с принудительным воспламенением.

Детонационная стойкость бензина и ее оценка. Методы определения октановых чисел. Ассортимент бензинов. Новые виды топлив.

Тема 3. Топливо для двигателей с воспламенением от сжатия.

Классификация топлив. Воспламеняемость топлив и методы ее оценки. Цетановое число и его влияние на пуск и рабочий процесс дизеля. Присадки к топливам.

Тема 4 (По специфике реализуемого профиля). Синтетические топлива, спирты, растительные масла.

Виды альтернативных топлив. Теплофизические и моторные свойства рапсового масла и эфира рапсового масла. Смесевые топлива.

Использования каменного угля, горючих сланцев, древесины и других видов твердых топлив в ДВС.

Тема 5. Газообразные топлива.

Природные, попутные, промышленные и генераторные газы. Свойства газообразных топлив. Сжатые и сжиженные газы. Водород как топливо. Диметиловый эфир. Биогаз.

Тема 6. Смазочные материалы и их классификация.

Требования к моторным маслам. Присадки, улучшающие качество масел. Регенерация масел. Трансмиссионные масла, их классификация. Пластические смазки.

Тема 7. Охлаждающие жидкости.

Требования к охлаждающим жидкостям. Низкозамерзающие охлаждающие жидкости. Антифризы, тосолы. Пусковые жидкости. Условия применения.

Нормативные документы по организации работы исследовательского коллектива в области химмотологии для тепловых двигателей..

Разработал:  
заведующий кафедрой

кафедры ДВС

Проверил:

Декан ФЭАТ

А.Е. Свистула

А.С. Баранов