

## АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Теория тепловых двигателей (семинар)»

по основной профессиональной образовательной программе по направлению подготовки  
13.04.03 «Энергетическое машиностроение» (уровень магистратуры)

**Направленность (профиль):** Котельные установки и тепловые двигатели

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

**В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы компетенции с соответствующими индикаторами их достижения:**

- ПК-1.1: Оформляет эскизные, технические и рабочие проекты объектов энергетического машиностроения с использованием средств автоматизации проектирования, передового опыта разработки конкурентоспособных изделий энергетического машиностроения;
- ПК-1.2: Составляет описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов энергетического машиностроения;
- ПК-1.4: Проводит расчеты по проектам объектов энергетического машиностроения;

**Содержание дисциплины:**

Дисциплина «Теория тепловых двигателей (семинар)» включает в себя следующие разделы:

**Форма обучения очная. Семестр 1.**

**1. Тема 1. Введение. Идеальные и теоретические циклы ДВС..** Транспортная энергетика и перспективные двигатели для транспорта. Место ДВС в транспортной и стационарной энергетике страны и мира. Краткий исторический обзор развития ДВС. Классификация ДВС. Основные направления развития автотракторных ДВС на современном этапе.

Общие принципы работы ДВС. Идеальные циклы ДВС. Отдельные процессы цикла.

Параметры, характеризующие эффективность и экономичность цикла.

Мгновенный и произвольный характер подвода тепла к рабочему телу.

Цикл с мгновенным подводом тепла в любой момент между положением поршня в мертвых точках и мгновенным отводом тепла в НМТ.

Цикл с произвольным подводом тепла.

Теоретические циклы с подводом и отводом тепла на участках между положениями поршня в мертвых точках.

Цикл с произвольным характером подвода и отвода тепла.

Неполнота подвода тепла в цикл.

Связь КПД теоретического цикла с потерями тепла, обуславливаемыми несвоевременностью и неполнотой подвода, отводом тепла..

**2. Тема 2. Рабочее тело и его свойства..** Основные требования, предъявляемые к топливам автотракторных двигателей. Виды топлив, используемые в ДВС.

Жидкие топлива - продукты переработки нефти. Состав и важнейшие характеристики жидких топлив: низшая теплота сгорания, детонационная стойкость и способность к самовоспламенению, испаряемость, вязкость и др.

Требования к детонационной стойкости и самовоспламеняемости топлив двигателей с искровым зажиганием и дизелей.

Состав смеси. Коэффициент избытка воздуха. Среднее (по цилиндру или цилиндрам) и местное (по объему) значения коэффициента избытка воздуха. Однородная и неоднородная, нормальная, обогащенная и обедненная топливовоздушные смеси.

Количество и состав продуктов полного и неполного сгорания жидкого топлива. Коэффициент молекулярного изменения свежего заряда. Недовыделение тепла по причине неполного сгорания топлива.

Низшая теплота сгорания, теоретически необходимое количество воздуха, состав продуктов полного сгорания, мольное изменение при сгорании газообразных топлив.

Токсические составляющие продуктов сгорания и отработавших газов ДВС и их гигиенические характеристики. Природа образования основных токсических составляющих отработавших газов: оксидов азота, углерода, углеводородов - дымление ДВС.

Термодинамические свойства свежего заряда и продуктов сгорания. Теплота сгорания горючих

смесей..

**3. Тема 3. Процессы газообмена четырехтактных двигателей. Процесс сжатия..** Параметры, характеризующие качество процессов очистки цилиндров от отработавших газов и наполнения цилиндров свежим зарядом.

Коэффициент остаточных газов и коэффициент наполнения. Массовое наполнение цилиндра свежим зарядом.

Уравнения для коэффициента наполнения и остаточных газов, общие для четырехтактных и двухтактных ДВС.

Мероприятия по повышению качества процессов очистки и массового наполнения современных двигателей. Организация движения рабочего тела в процессе наполнения.

Математическое моделирование процессов газообмена.

Теплообмен в процессе сжатия. Текущее и среднее значения показателя политропы сжатия. Давление и температура рабочего тела в конце сжатия. Влияние режима работы, конструктивных особенностей и условий эксплуатации ДВС на среднее значение политропы сжатия и параметры рабочего тела к моменту начала подачи топлива. Выбор степени сжатия.

Тепловой баланс в процессе сжатия. Расчетный метод определения среднего значения показателя политропы сжатия (по Мазингу Е.К.). Организация движения рабочего тела в процессе сжатия..

**4. Тема 4. Процессы смесеобразования и сгорания. Процессы смесеобразования и сгорания в двигателях с искровым зажиганием..** Общие положения. Внешнее и внутреннее смесеобразование в ДВС.

Воспламенение и сгорание однородных смесей. Скорость сгорания. Влияние температуры, давления, состава смеси, остаточных газов и др. на скорость сгорания.

Практические выводы (по способу регулирования мощности и пр.) из анализа влияния различных факторов на процесс воспламенения и сгорания однородных смесей.

Индикаторные периоды сгорания в двигателях с принудительным зажиганием и их характеристики ("жесткость", максимальное давление и температура цикла, продолжительности отдельных периодов и всего сгорания).

Влияние режимов работы: частоты вращения, нагрузки; регулировочных параметров: состава смеси, угла опережения зажигания; конструктивных факторов: степени сжатия, формы камеры сгорания и расположения свечи зажигания, применяемых материалов поршня и головки цилиндров, системы охлаждения - на индикаторные периоды сгорания.

Мероприятия по увеличению скорости сгорания бедных смесей. Способы послойного смесеобразования и сжигание неравномерно распределенной смеси: бесфоркамерно-факельное зажигание рабочей смеси, форкамерно-факельное зажигание, применение отдельных камер сгорания, расслоение смеси внутри цилиндра с помощью вихревого движения и впрыска топлива в воздушный поток и др. Послойное смесеобразование - одно из главных мероприятий по снижению токсичности отработавших газов.

Случаи аномального развития процесса сгорания в двигателях с искровым зажиганием: детонация, "грохот", калильное зажигание и мероприятия по их устранению..

**5. Тема 5. Процессы смесеобразования и сгорания в дизельных двигателях. Тепловыделение в процессе сгорания. Процесс расширения. Расчет параметров рабочего тела при сгорании и расширении..** Воспламенение и сгорание неоднородных смесей. Многостадийный многоочаговый характер воспламенения неоднородных смесей - причина жесткой и шумной работы дизелей.

Индикаторные периоды сгорания в дизелях (по А.И.Толстому). Период задержки воспламенения топлива и его влияние на характер протекания последующего сгорания ("жесткость", максимальное давление сгорания и пр.).

Влияние свойств топлива, характеристик топливopодачи (продолжительности и закона подачи, мелкости распыливания), регулировочных параметров и условий эксплуатации дизелей на индикаторные периоды сгорания. Способы снижения "жесткости" и максимального давления сгорания.

Способы смесеобразования в дизелях. Основные принципы объемного, пленочного (пристеночного) и объемно-пленочного смесеобразования.

Тепловыделение в процессе сгорания, динамика выделения тепла. Математические выражения для описания характеристик для выделения тепла в дизелях. Расчет характеристик выделения тепла по

развернутой индикаторной диаграмме. Связь тепловыделения с жесткостью, максимальным давлением и температурой, экономичностью цикла. Сравнение характеристик выделения тепла в двигателях с искровым зажиганием и в дизелях.

Изменение показателя политропы расширения. Влияние догорания топлива, теплоотдачи от газов в стенки, утечек рабочего тела на протекание процесса расширения. Тепловой баланс в процессе расширения (по Гриневецкому-Мазингу). Расчет показателя политропы расширения. Температура и давление рабочего тела в конце процесса расширения.

Расчет параметров рабочего тела в процессе сгорания. Традиционный метод расчета по Гриневецкому-Мазингу и его особенности. Уточненные методы расчета параметров рабочего тела в процессе сгорания, основанные на использовании закономерностей выделения тепла в процессе сгорания..

**6. Тема 6. Индикаторные показатели работы двигателя. Эффективные показатели работы двигателя. Механические потери в ДВС..** Показатели, характеризующие совершенство преобразования располагаемого тепла, вводимого в цилиндр с топливом, в полезную механическую работу, отдаваемую потребителю: эффективная работа цикла, удельная эффективная работа цикла или среднее эффективное давление; эффективная мощность, эффективный КПД и удельный эффективный расход топлива. Уравнения связи между эффективными показателями.

Общая схема преобразования располагаемого тепла в полезную механическую работу.

Вторая стадия - преобразование индикаторной работы в полезную механическую работу. Потери работы на второй стадии на преодоление трения в сопрягаемых деталях и самообслуживание двигателя, определяемые как механические или внутренние потери ДВС. Составляющие различного рода механических потерь и их значимость. Показатели механических потерь или среднее давление механических потерь; механический КПД - и взаимосвязь между ними. Уровень механических потерь современных автотракторных ДВС и методы их снижения за счет создания короткоходных конструкций, организации оптимальных условий смазки и охлаждения трущихся поверхностей и др.

Связь между индикаторными и эффективными показателями и показателями механических потерь. Уровень индикаторных и эффективных показателей современных автомобильных и тракторных двигателей..

**7. Тема 7. Режимы работы и характеристики ДВС. Двухтактные двигатели. Внешний тепловой баланс и тепловая напряженность двигателей ..** Режимы работы ДВС. Понятия установившегося и неустойчивого, возможного и действительного режима работы ДВС.

Классификация характеристик ДВС. Скоростные характеристики: абсолютная, внешняя (эксплуатационная), частичная, винтовая, холостого хода. Условия снятия названных характеристик.

Анализ изменения эффективных показателей при работе двигателя по скоростным характеристикам. Устойчивость скоростного режима ДВС при случайном изменении нагрузки. Коэффициент приспособляемости и способы его увеличения. Оценка работы двигателя по скоростным характеристикам. Расчет внешней скоростной характеристики.

Анализ изменения эффективных показателей при работе двигателя по нагрузочным и регуляторным характеристикам. Сравнение нагрузочных характеристик двигателей с искровым зажиганием и дизелей.

Регулировочные, специальные и универсальные характеристики ДВС.

Влияние атмосферных условий на эффективные показатели работы двигателя. Приведение эффективных показателей к нормальным, атмосферным условиям.

Область применения 2-тактных двигателей и особенности их работы по сравнению с 4-тактными.

Газообмен в двухтактных ДВС. Системы продувки. Преимущества и недостатки прямоточных и петлевых систем продувки. Кривошипно-камерная продувка, область ее применения.

Форма продувочных и выпускных органов, их расположение.

Пропускная способность (время-сечение) газораспределительных органов.

Протекание процессов выпуска и продувки-наполнения. Параметры процессов газообмена в двухтактных ДВС: давление и температура продувочного воздуха, коэффициент продувки, давление в цилиндре в момент открытия продувочных органов и пр.

Внешний тепловой баланс двигателя. Тепловые потери в стенки, с выхлопными газами вследствие химического недогорания топлива и пр. Мероприятия по утилизации потерь тепла в ДВС (высокотемпературные системы охлаждения, теплозащитные покрытия, газотурбинный наддув и др.)..

**8. Тема 8. Основы моделирования процессов в ДВС..** Математическое моделирование. Виды математических моделей. Решение дифференциальных уравнений. Моделирование процессов газообмена. Расчет параметров газообмена. Подходы к решению процессов смесеобразования и сгорания. Описание процесса тепловыделения. Математическое моделирование процессов топливоподачи, образования вредных веществ, теплообмена..

Разработал:  
доцент  
кафедры ДВС

С.П. Кулманаков

Проверил:  
Декан ФЭАТ

А.С. Баранов