

Конструирование ДВС (4 курс 8 семестр)

Программа экзамена

Раздел 1. Устройство и работа поршневых и комбинированных ДВС

1. Классификация ДВС.

Физические основы классификации ДВС. Двигатели, тепловые двигатели, двигатели объемного и динамического действия, двигатели с внешним и внутренним подводом теплоты. ДВС, поршневые ДВС, комбинированные поршневые ДВС. [3, гл. 1.1, 1.2.]

Прочие признаки классификации ДВС. По способу осуществления рабочего цикла, способу смесеобразования, способу воспламенения, способу регулирования, способу наполнения рабочей камеры, способу подачи топлива, роду топлива, конструктивным признакам (тронковые, крейцкопфные, двойного действия, простого действия, оппозитные, ПДП, рядные, V, W, Y, X, свободно-поршневые и т.д.). Факторы, определяющие выбор конструктивной схемы ДВС. [1, гл. 2, §4.], [2, гл. 1, §2.], [3, гл. 1.2.].

2. Показатели качества ДВС.

Показатели назначения, надежности, экологические, эргономические, безопасности, патентно-правовые, технологичности, унификации, транспортабельности, эстетические. [3, стр. 148-149].

Основные конструктивные показатели ДВС. [2, гл. 1, §3.].

3. Системы ДВС.

Основная функция ДВС. Разбиение основной функции. Структурная схема ДВС.

Понятие системы ДВС. Основные системы ДВС. Рабочая камера, КШМ, корпус, ГРМ, система воздухообеспечения, система топливоподачи, система снижения токсичности выбросов, система шумоглушения, система охлаждения, система смазки, система пуска, система зажигания и управления. [1, гл. 5, §1], [3, часть 2].

4. Работа четырехтактного ДВС.

Принципиальная схема, индикаторная диаграмма, диаграмма фаз газораспределения. Понятие рабочего процесса, такта, хода поршня, мертвых точек, степени сжатия, рабочего объема, индикаторных показателей, эффективных показателей, механических потерь. [1, гл. 1, 2, 3], [3, гл. 3.1., 3.4.].

5. Работа двухтактного ДВС.

Принципиальная схема, индикаторная диаграмма, диаграмма фаз газораспределения. Понятие рабочего процесса, такта, хода поршня, мертвых точек, степени сжатия, рабочего объема, индикаторных показателей, эффективных показателей, механических потерь. [1, гл. 1, 2, 3], [3, гл. 3.1., 3.4.].

6. Силы, действующие в ДВС.

Газовые силы, силы инерции, схема действия сил. [1, гл. 5, §2], [2, гл. 3, §1.]. Понятие силовой схемы ДВС. [3, стр. 152]. Расчетные режимы. [4, гл. 10.].

7. Рабочая камера ДВС.

Функция. Разделенные и неразделенные камеры сгорания. Камеры сгорания дизелей. Камеры сгорания бензиновых ДВС. Основные проблемы и направления развития рабочих камер ДВС. [3, гл. 2.1.].

8. Системы топливоподачи бензиновых ДВС.

Функция. Основные требования. Основные элементы и работа карбюраторной системы топливоподачи. Основные элементы и работа системы впрыска. Системы центрального, распределенного и непосредственного впрыска. Основные проблемы и направления развития систем топливоподачи бензиновых ДВС. [1, гл. 7, §2], [3, гл. 2.6.].

9. Системы топливоподачи дизелей.

Функция. Основные требования. Основные элементы и работа. Основные проблемы и направления развития систем топливоподачи дизелей. [1, гл. 7, §3], [3, гл. 2.6.].

10. Кривошипно-шатунный механизм ДВС.

Функция. Основные требования. Схема и типы КШМ. Тронковые и крейцкопфные, аксиальные и дезаксиальные. КШМ рядных двигателей, оппозитных, V, ПДП, звездообразных. Основные элементы, условия работы, материалы. Основные проблемы и направления развития. [1, гл. 5.], [3, гл. 2.2.].

11. Поршневая группа ДВС.

Функция. Основные требования. Основные элементы, условия работы, материалы. Поршень, поршневой палец, фиксация поршневого пальца, поршневые кольца, фиксация колец. Конструкция и работа поршневых компрессионных и маслосъемных колец. Конструкция и методы прочностного анализа элементов поршневой группы. Основные проблемы и направления развития. [1, гл. 5, §4], [2, гл. 4.], [3, гл. 2.2.], [4, гл. 11.].

12. Шатунная группа ДВС.

Функция. Основные требования. Основные элементы, условия работы, материалы. Шатуны рядных, V и звездообразных двигателей. Шатунные подшипники. Подшипники верхней головки шатуна. Шатунные болты. Конструкция и методы прочностного анализа. Основные проблемы и направления развития. [1, гл. 5, §5], [2, гл. 5.], [3, гл. 2.2.], [4, гл. 12.].

13. Коленчатый вал ДВС.

Функция. Основные требования. Основные элементы, условия работы, материалы. Конструкция и методы прочностного анализа. Коренные подшипники. Маховики, демпферы крутильных колебаний. Основные проблемы и направления развития. [1, гл. 5, §6], [2, гл. 6.], [3, гл. 2.2., стр. 96-99], [4, гл. 13.].

14. Корпуса стационарных и судовых дизелей.

Функция. Основные требования. Основные элементы, условия работы, материалы. Конструкция и методы прочностного анализа. Силовые схемы. Рамы, стойки, станины. Установка коленчатых валов в корпуса. Корпуса крейцкопфных двигателей. Основные проблемы и направления развития. [1, гл. 5, §3], [2, гл. 9.], [3, гл. 2.3.], [4, гл. 14.].

15. Корпуса высокооборотных ДВС.

Функция. Основные требования. Основные элементы, условия работы, материалы. Конструкция и методы прочностного анализа. Силовые схемы. Корпуса двигателей воздушного охлаждения. Корпуса двигателей жидкостного охлаждения. Установка коленчатых валов в корпуса. Картеры, цилиндры (блоки цилиндров), головки цилиндров (головки блоков цилиндров), поддоны. Уплотнение газового стыка. Основные проблемы и направления развития. [1, гл. 5, §3], [2, гл. 9.], [3, гл. 2.3.], [4, гл. 14.].

16. Цилиндры ДВС.

Функция. Основные требования. Основные элементы, условия работы, материалы. Конструкция и методы прочностного анализа. Цилиндры двигателей воздушного охлаждения. Цилиндры двигателей жидкостного охлаждения. Моноблоки и гильзованные цилиндры. Сухие и мокрые гильзы. Технологии получения рабочих поверхностей цилиндров из чугуна и алюминиевых сплавов. Металлические порошки, керамические материалы. Основные проблемы и направления развития. [1, гл. 5, §3], [2, гл. 9.], [3, гл. 2.3.], [4, гл. 14.].

17. ГРМ четырехтактных ДВС.

Функция. Основные требования. Газораспределение, фазы газораспределения, органы газораспределения. Клапанное и золотниковое газораспределение. Схемы клапанных ГРМ. Основные элементы, условия работы, материалы. Привод газораспределения. Распределительные валы, толкатели, штанги, коромысла, клапанные пружины, тарелки пружин, замок тарелки, клапаны. Время-сечение клапана. Зазор в клапанном механизме. Конструкция и методы прочностного анализа. Основные проблемы и направления развития. [1, гл. 5, §7, 8], [2, гл. 8.], [3, гл. 2.4.], [4, гл. 15.].

18. Газораспределение двухтактных ДВС.

Функция. Основные требования. Газораспределение, фазы газораспределения, органы газораспределения. Схемы газообмена. Основные элементы, условия работы, материалы. Основные проблемы и направления развития. [1, гл. 5, §7], [2, гл. 8, §7],

19. Узлы трения ДВС.

Функции подшипников. Преимущества и недостатки подшипников качения и скольжения. Конструирование узлов трения скольжения. Способы подвода масла в подшипник скольжения. Маслораздаточные канавки. Проточная циркуляция масла. Смазка в пусковые периоды. Подшипники полужидкостной и граничной смазки. [2, гл. 7], [5, кн. 2, гл. 13, 14].

Конструирование узлов трения качения. Типы подшипников качения. Несущая способность и долговечность. Крепление подшипников на валах и в корпусах. Установка радиальных и радиально-упорных подшипников качения. [5, кн. 2, гл. 13, 14]

Конструирование уплотнения подвижных соединений. Конструирование уплотнений неподвижных соединений. [5, кн. 1, гл. 15, 16],

20. Двигатели нетрадиционных схем.

Роторно-поршневой двигатель Ванкеля. Устройство и работа РПД. Схема двигателя. [1, гл. 8, §12]

Раздел 2. Методы расчета прочностной надежности

1. Цели и задачи расчетов. Обзор методов расчета.

Цели и задачи расчета ТНДС деталей и узлов. Современные методы расчета, применяемые в двигателестроении для определения полей температур, деформаций и напряжений. Метод конечных разностей, метод конечных элементов, метод граничных элементов, общая характеристика. [2, гл. 2], [12, 14]

2. Метод конечных элементов (МКЭ).

МКЭ как основной метод численного анализа тепловой и механической напряженности деталей и узлов двигателей. Вариационная формулировка МКЭ. Виды элементов, классификация, базисные функции. Расчет стационарных температурных полей составных деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ). Нестационарная задача

теплопроводности применительно к деталям ЦПГ. Граничные условия и проблема их назначения. Расчет полей деформаций и напряжений в упругой области. Неупругое деформирование. [2, зл. 2], [6, 7, 9, 10, 12, 14], [13, зл. 2].

3. САПР двигателей.

Общая характеристика и специфика САПР двигателей. Особенности компьютерной графики САПР. [9, 10, 11, 14].

4. Этапы конструкторско-расчетных задач.

Основные этапы решения конструкторско-расчетных задач с применением вычислительной техники. Типовые решения в области САПР поршневых двигателей. Интегрированные САПР. [9, 14].

5. Пакеты проектирования ДВС.

Пакеты программ компьютерной графики, прикладные пакеты программ, экспертные системы в проектировании. [8, 9, 11, 14]

Литература.

1. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей: Под общ. ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. -М.: Машиностроение, 1980. – 283 с.

2. Двигатели внутреннего сгорания: Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей: Под общ. ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. - М.: Машиностроение, 1984. – 384 с.

3. Еникеев Р.Д., Рудой Б.П. Двигатели внутреннего сгорания. Основные термины и русско-английские соответствия: Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2004. – 384 с.

4. Колчин А.И., Демидов В.П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учебное пособие для вузов. – М.: Высш. школа.

5. Орлов П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. Под ред. П.Н.Учаева. - 3-е изд., исправл. – М.: Машиностроение, 1988.

6. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике / Под ред. Б.Е.Побери. - М.: Мир, 1975.

7. Шабров Н.Н. Метод конечных элементов в расчетах деталей тепловых двигателей. - Л.: Машиностроение, 1983.

8. Малышев Н.Г. Нечеткие модели для экспертных систем в САПР / Н.Г.Малышев, Л.С.Берштейн, А.В.Боженюк.- М.: Энергоатомиздат, 1991.

9. Шабанов А.Ю. Методологические основы построения систем автоматизированного проектирования двигателей внутреннего сгорания: Учеб. пособие / Ленинг. политехн.ин-т им. М.И.Калинина.-Л.: ЛПИ, 1989.

10. Сабоннадьер Жан-Клод. Метод конечных элементов и САПР / Пер. с фр. В.А.Соколова,М.Б.Блеер;Под ред.Э.К.Стрельбицкого.-М.: Мир, 1989.

11. www.consistent.ru

12. www.ispu.ru/library/lessons/Maslov/index.html

13. Алямовский А.А. и др. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / Авторы: Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В., Харитонович А.И., Пономарев Н.Б. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

14. Яманин А.И., Голубев Ю.В., Жаров А.В., Шилов С.М., Павлов А.А. Компьютерно - информационные технологии в двигателестроении. / Под ред. Проф. А.И.Яманина. – М.: Машиностроение, 2005. – 480 с.