

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Набережночелнинский институт

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор –

Заместитель председателя
приемной комиссии


Р.Г. Минзарипов

« ____ » _____ 2019 г.



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Направление подготовки: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Магистерская программа: Двигатели внутреннего сгорания

Форма обучения: очная

2019 г.

Разработчики программы: профессор кафедры автомобилей, автомобильных двигателей и дизайна В.Н. Никишин, доцент кафедры автомобилей, автомобильных двигателей и дизайна Хлюпин В.Б., доцент кафедры автомобилей, автомобильных двигателей и дизайна Мавлеев И.Р.

(должность, инициалы, фамилия)

Председатель экзаменационной комиссии



И.Р. Мавлеев

(инициалы, фамилия)

Программа обсуждена и рекомендована для проведения вступительных испытаний в 2020 г. на заседании экзаменационной комиссии по направлению подготовки 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания»

№ 1 от 24.09.2019

(дата, номер протокола)

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Вступительное испытание направлено на выявление степени готовности абитуриентов к освоению образовательных программ высшего образования – программ магистратуры, реализуемых в институте по направлению подготовки 13.04.03 «Энергетическое машиностроение».

Вступительное испытание проводится в письменной форме по экзаменационным билетам. На вступительное испытание отводится 3 часа (180 минут). Экзаменационный билет содержит 2 вопроса – по одному вопросу из разных разделов настоящей программы:

- 1) Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания;
- 2) Конструирование двигателей внутреннего сгорания;
- 3) Динамика двигателей;
- 4) Системы двигателей;
- 5) Агрегаты наддува двигателей;
- 6) Основы научных исследований и испытаний двигателей;
- 7) Химмотология.

При оценке знаний абитуриента учитываются правильность и осознанность изложения; полнота раскрытия понятий и закономерностей; точность употребления и трактовки терминов; логическая последовательность; самостоятельность ответа; степень сформированности интеллектуальных и научных способностей.

Результаты вступительного испытания оцениваются по 100-балльной шкале. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – 40 баллов.

100 – 80 баллов выставляется абитуриенту, который обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, усвоил взаимосвязь основных понятий программы, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала.

79 – 60 баллов выставляется абитуриенту, который обнаружил полное знание программного материала, показал систематический характер знаний по программе и способен к их самостоятельному обновлению в ходе предстоящей учебной работы.

Оценка 59 – 40 баллов выставляется абитуриенту, обнаружил знание основного программного материала в объеме, необходимом для предстоящей учебы, допустил погрешности в ответе, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

39 – 0 баллов выставляется абитуриенту, который обнаружил значительные пробелы в знаниях основного программного материала, допустил принципиальные ошибки и не готов приступить к предстоящему обучению без дополнительной подготовки.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Раздел 1. Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания

Термодинамические циклы поршневых двигателей. Параметры рабочих циклов. Анализ показателей циклов. Циклы комбинированных двигателей.

Рабочие тела в ДВС. Топлива, окислители, их основные свойства. Реакции сгорания жидких и газообразных топлив. Совершенное, несовершенное, полное и неполное сгорание 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.

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.

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

Процессы смесеобразования в двигателях. Показатели качества горючей смеси. Внешнее и внутреннее смесеобразование. Испаряемость капель и пленок жидких топлив. Методы распыления жидких топлив и суспензий. Размеры капель и формы струи распыленного топлива. Объемное, пленочное, объемно-пленочное и послойное внутреннее смесеобразование.

Воспламенение горючих смесей. Распространение пламени по объему камер сгорания. Фазы сгорания. Концентрационные пределы распространения фронта пламени. Сгорание в разделенных и неразделенных камерах. Скорость распространения фронта пламени, характеристики тепловыделения, период задержки воспламенения, продолжительность сгорания, максимальные давления сгорания, скорости нарастания давлений. Расчет параметров рабочего тела в период сгорания. Экспериментальные методы исследования сгорания. Токсичность продуктов сгорания, способы её снижения. Механизмы образования токсичных веществ. Оценка экологической безопасности двигателей по полному жизненному циклу.

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

Индикаторные и эффективные показатели двигателей. Среднее индикаторное давление. Удельный индикаторный расход топлива, индикаторный КПД. Составляющие механических потерь. Среднее давление трения, мощность механических потерь, механический КПД. Среднее эффективное давление, эффективная мощность двигателя. Удельный, эффективный расход топлива, эффективный КПД двигателя.

Методы повышения эффективной мощности двигателя. Литровая мощность, поршневая мощность, комбинированные показатели. Наддув как способ повышения удельной мощности двигателя. Схемы комбинированных двигателей. Системы наддува.

Внешний и внутренний тепловой балансы двигателей. Составляющие теплового баланса. Теплоотдача в двигателях и теплонапряженность деталей.

Режимы работы и характеристики двигателей. Совместная работа двигателей и потребителей мощности. Способы регулирования работы двигателей (качественное, количественное, смешанное регулирование, регулирование изменением объема).

Раздел 2. Конструирование двигателей внутреннего сгорания

Принципы работы и классификация поршневых двигателей. Общие принципы конструирования двигателей. Компоновочные схемы двигателей. Типаж, мощностные ряды, агрегатирование. Основные показатели, характеризующие конструкции двигателей. Полный жизненный цикл двигателя. Этапы проектирования, автоматизированное проектирование. CALS – технологии в двигателестроении. Современные системы CAD/CAM/CAE/PDM.

Методы расчетов на прочность деталей двигателей. Численные методы моделирования теплового и напряженно-деформированного состояния деталей. Метод конечных элементов. Выбор расчетных режимов. Оценка прочности узлов и деталей двигателя с учетом переменной механической и тепловой нагрузок. Параметры, характеризующие надежность двигателей.

Поршни, поршневые пальцы и кольца, расчет их на прочность.

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.

Подшипники скольжения и качения. Основы гидродинамической теории смазки. Несущая способность. Тепловой расчет.

Системы управления фазами газораспределения. Механический, пневмогидравлический и электромагнитный приводы клапанов. Компоновка клапанных механизмов. Расчет на прочность деталей механизма газораспределения.

Цилиндры, гильзы, блоки и головки цилиндров. Анализ конструкций, материалы, расчеты на прочность.

Перспективы развития поршневых двигателей.

Раздел 3. Динамика двигателей

Классификация преобразующих механизмов поршневых двигателей. Кинематика кривошипно-шатунного механизма. Силы и моменты, действующие в двигателе. Внутренняя и внешняя неуравновешенности двигателя. Способы балансировки двигателей.

Крутильные колебания коленчатых валов. Уравнения колебаний. Крутильные колебания разветвленных систем. Определение амплитуд колебаний и напряжений при резонансе. Способы демпфирования колебаний в поршневых двигателях.

Шум и вибрации в двигателях, их источники. Допустимые уровни. Снижение шума и вибраций.

Раздел 4. Системы двигателей

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.

Конструкция и расчет форсунок и насос-форсунок, их статические гидравлические характеристики, способы запираания форсунок. Проектирование и расчет форсунок. Гидродинамический расчет процесса подачи топлива.

Системы многотопливных двигателей и системы для подачи тяжелых топлив.

Аккумуляторные системы с электронным управлением типа Common Rail. Системы с мультипликаторами давления. Электрогидравлические форсунки. Специальные насосы высокого давления.

Топливная аппаратура двигателей с внешним смесеобразованием. Способы подачи топлива. Карбюрация, впрыск и смесеобразование. Течение двухфазных смесей. Карбюраторы. Главная дозирующая и вспомогательные системы карбюратора. Многокамерные карбюраторы.

Системы впрыска бензина во впускной трубопровод. Пневмомеханическое и электронное регулирование. Центральный и распределенный впрыск. Конструкции, расчет насосов, форсунок, подогревателей и исполнительных устройств. Конструкции и свойства датчиков.

Системы впрыскивания бензина в цилиндр. Количественный и качественный способы регулирований мощности при непосредственном впрыске.

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.

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

Системы смазки, классификация, схемы, элементы системы и расчет их характеристик.

Системы впуска и выпуска. Трубопроводы. Воздушные фильтры. Охладители надвучного воздуха. Глушители шума на впуске и выпуске. Настройка систем. Методы расчета и анализ конструкций. Моделирование течений газа в газоздушном тракте двигателей.

Способы пуска двигателей. Пусковые качества. Способы облегчения запуска.

Система энергоснабжения установок ДВС, электрическая система пуска. Системы зажигания. Параметры систем. Системы с механическим прерывателем и бесконтактными датчиками. Адаптивные системы. Системы зажигания в составе систем электронного управления двигателем.

Способы нейтрализации отработавших газов. Дожигание, каталитическая нейтрализация, химические поглотители. Трехкомпонентные нейтрализаторы. Рециркуляция отработавших газов.

Системы вторичного использования теплоты. Системы утилизации теплоты выпускных газов и охлаждающих жидкостей двигателей.

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

Раздел 5. Агрегаты наддува двигателей

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.

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.

Газовые турбины для наддува ДВС. Активные и реактивные радиальные турбины. Безлопаточный направляющий аппарат радиально-осевой турбины, особенности процесса. Истечение газа из сопел. Обтекание газом решетки лопаток, потери в решетках. Работа газа на окружности рабочего колеса и коэффициенты полезного действия. Расчет решетки сопловых и рабочих лопаток. Принципы профилирования лопаток. Безлопаточный сопловый аппарат центростремительной турбины.

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.

Раздел 6. Основы научных исследований и испытаний 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.

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

Измерение стационарных и нестационарных температур и тепловых потоков в ДВС. Измерения температур в цилиндре двигателя. Токоъемники, бесконтактные способы передачи сигналов от датчиков.

Методы химического анализа газов в исследованиях ДВС. Классификация газоанализаторов. Дымомеры. Измерение содержания твердых частиц в выпускных газах.

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

Оборудование боксов и лабораторий. Испытательные стенды. Гидравлические, электрические и индукторные тормоза и их характеристики. Согласование характеристик тормоза и двигателя. Автоматизированные измерительные комплексы. Интерфейс, средства сбора и первичной обработки сигналов, организация многоканального опроса и синхронизация.

Раздел 7. Химмотология

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

Топлива для двигателей с принудительным воспламенением. Детонационная стойкость бензина и ее оценка. Методы определения октановых чисел. Ассортимент бензинов. Новые виды топлив.

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.

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

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

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Перечень экзаменационных вопросов

1. Аккумуляторные системы с электронным управлением типа Common Rail.
2. В чем разница между системами питания с внешним и внутренним смесеобразованием? Преимущества и недостатки дизельного процесса.
3. В чем сущность наддува? Какие бывают системы наддува?
4. ВСХ. Дать определение. Каковы условия снятия скоростных характеристик?
5. Индикаторные и эффективные показатели двигателей. Среднее индикаторное давление.
6. Как влияет степень сжатия на КПД цикла?
7. Как определяется коэффициент запаса прочности?
8. Как определяется мощность механических потерь? Методы определения.
9. Как связаны индикаторные и эффективные показатели?
10. Какие характеристики называют регулировочными? Каковы условия снятия регулировочных характеристик?
11. Каким образом можно форсировать двигатель? Способы форсирования.
12. Какими показателями определяется степень форсирования двигателя?
13. Каковы основные компоновочные схемы ПД?
14. Каковы основные компоновочные схемы ПД? В чем преимущества и недостатки V-образной компоновочной схемы?
15. Каковы основные способы привода компрессора при наддуве?
16. Каковы характерные частоты вращения коленчатого вала на скоростной характеристике?
17. Качественное и количественное регулирование ДВС. Объясните разницу.

18. Классификация ДВС.
19. Нагрузочная характеристика. Дать определение. Каковы условия снятия нагрузочных характеристик?
20. Октановое число бензинов. Дать определение. Что характеризует ОЧ? Методы определения.
21. Рециркуляция отработавших газов.
22. Силы и моменты, нагружающие детали КШМ.
23. Силы, действующие в КШМ при работе ПД?
24. Системы наддува поршневых двигателей. Их преимущества и недостатки.
25. Способы нейтрализации отработавших газов.
26. Стехиометрическое количество воздуха, коэффициент избытка воздуха.
27. Токсичность продуктов сгорания. Основные компоненты. Способы снижения токсичности ОГ.
28. Удельный, эффективный расход топлива, эффективный КПД двигателя.
29. Цетановое число. Дать определение. Что характеризует ЦЧ? Требования к дизельным топливам.
30. Цикл с подводом теплоты при постоянном объеме.
31. Цикл со смешанным подводом теплоты.
32. Что такое коэффициент наполнения?

ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВСТУПИТЕЛЬНЫМ ИСПЫТАНИЯМ

1. Кутьков Г. М. Тракторы и автомобили: теория и технологические свойства [Электронный ресурс] : Учебник / Кутьков Г. М. – Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2014. – 506 с. – ISBN 978-5-16-006053-8. – Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=359187..>
2. Якубович А. И. Системы охлаждения тракторных и автомобильных двигателей. Конструкция, теория, проектирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Якубович А. И. – Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2014. – 473 с. – ISBN 978-985-475-620-2. – Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=435683>.
3. Суркин В. И. Основы теории и расчёта автотракторных двигателей [Электронный ресурс] / В. И. Суркин. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – Рекомендовано УМО. – ISBN 978-5-8114-1486-4. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=12943.
4. Тарасик В. П. Теория автомобилей и двигателей [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. П. Тарасик. – Москва: ИНФРА-М, 2013. – 448 с. – ISBN 978-5-16-006210-5. – Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=367969>.
5. Карташевич А. Н. Топливо, смазочные материалы и технические

жидкости [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка, А. В. Гордеенко. – Москва: Новое знание, 2014. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=49456..