

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

Н.К. Криони

2017 г.



ПРОГРАММА

вступительных испытаний по специальной дисциплине
при приеме на обучение по образовательным программам высшего
образования – программам подготовки научно-педагогических
кадров в аспирантуре

Направление подготовки
13.06.01 Электро- и теплотехника

Уфа 2017

ПРОГРАММА

вступительных испытаний по специальной дисциплине
при приеме на обучение по образовательным программам высшего
образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в
аспирантуре по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность (профиль) программы аспирантуры: 05.09.01
Электромеханика и электрические аппараты

1. Методы анализа и синтеза элементов и устройств

Элементы теории линейных цепей. Основные теоремы. Методы анализа электрических цепей: матричный, топологический, метод графов. Анализ нелинейных электрических цепей. Методы анализа переходных и частотных характеристик. Анализ переходных процессов в линейных и нелинейных электрических цепях. Методы анализа схем с обратными связями. Виды обратных связей. Методы преобразования схем в ОС. Основы теории обратной связи. Устойчивость устройств с ОС, ее критерии, меры обеспечения устойчивости. Нелинейные колебания. Методы синтеза линейных электрических цепей. Основные этапы синтеза аппроксимация и реализация требуемых передаточных функций.

2. Машины постоянного тока

Принцип действия и устройство машин постоянного тока (МПТ). Магнитные поля МПТ, методы расчета магнитных полей МПТ. Якорные обмотки МПТ. Основные электромагнитные соотношения. Влияние геометрических размеров на технико-экономические показатели МПТ. Генераторы постоянного тока и их характеристики. Двигатели постоянного тока и их характеристики. Тахогенераторы. Универсальные коллекторные двигатели.

3. Трансформаторы

Принцип действия трансформаторов. Магнитопроводы и обмотки трансформаторов. Расчет магнитной цепи трансформаторов. Уравнения напряжения трансформатора. Определение параметров схем замещения трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов. Автотрансформаторы. Энергетические характеристики трансформаторов. Переходные процессы в трансформаторах при включении под напряжение и при внезапном коротком замыкании. Перенапряжение в трансформаторах. Разновидности трансформаторов.

4. Асинхронные машины (АМ)

Принцип действия и устройство АМ. Уравнение напряжений АМ, ее схема замещения, режимы работы. Энергетические соотношения и векторные диаграммы АМ. Электромагнитный момент АМ и ее механическая характеристика. Обмотки АМ. ЭДС обмоток. МДС обмоток. Вращающиеся волны тока и магнитного поля. Индуктивные сопротивления обмоток переменного тока. Разновидности АМ. Глубокопазные двигатели, двухклеточные асинхронные двигатели, однофазные двигатели и их разновидности, линейные и дугостаторные двигатели, магнитогидродинамические насосы. Асинхронные микромашины, машины систем автоматики. Асинхронные исполнительные двигатели и их характеристики. Тахогенераторы и их характеристики. Вращающиеся трансформаторы. Сельсины.

5. Синхронные машины (СМ)

Магнитные поля и параметры обмоток возбуждения и якоря СМ. Приведение электромагнитных величин обмотки СМ. Уравнение напряжений и векторные диаграммы явнополюсной СМ при симметричной нагрузке. Реакция якоря в СМ. Переходные процессы в цепях индуктора СМ. Гашение магнитного поля. Физические процессы при внезапном коротком замыкании синхронного генератора. Параллельная работа синхронных генераторов. Включение на параллельную работу. Синхронные режимы

параллельной работы. Синхронизирующие мощность и момент СМ. Статическая перегружаемость СМ. Асинхронные режимы СМ. Системы возбуждения СМ, проблемы возбуждения и требования к системам возбуждения. Разновидности СМ.

6. Электрические микромашины

Исполнительные двигатели постоянного тока (ИДПТ), их основные характеристики при якорном и полюсном управлениях. ИДПТ с гладким беспазовым якорем. Бесконтактные двигатели. Малоинерционные ИДПТ. Асинхронные микродвигатели (АМД). Принцип действия и особенности однофазных АМД. Условия получения вращающегося поля в конденсаторном двигателе. Однофазные двигатели с экранированными полюсами. Синхронные микродвигатели (СМД). Принцип действия, устройство и основные уравнения СМД с возбужденными явно выраженными полюсами. СМД с постоянными магнитами. Особенности их пуска в ход. Синхронные реактивные микродвигатели, основы их теории, устройство, принцип действия и основные особенности. Бесконтактные двигатели постоянного тока - принцип действия и устройство, особенности рабочего процесса, характеристики. Тахогенераторы (ТГ). Асинхронные ТГ, их погрешности, крутизна и несимметрия выходных характеристик. Тахогенераторы постоянного тока и их погрешности.

7. Авиационные электрические машины

Авиационные генераторы постоянного тока. Электрические стартеры. Стартер-генераторы. Автоматическое регулирование напряжения генераторов. Параллельная работа генераторов. Автоматическое управление генераторами постоянного тока. Синхронные генераторы изменяющейся и стабильной частоты. Синхронные генераторы с электромеханическими приводами от авиадвигателей. Параллельная работа авиационных синхронных генераторов. Авиационные преобразователи рода тока и напряжения.

8. Электромагнитные расчеты в электромеханических преобразователях

Уравнения электромагнитного поля и их решение. Допущения. Граничные условия. Методы решения дифференциальных уравнений. Стационарные магнитные поля в электрических машинах. Магнитное поле в зазоре, пазу и окне электромеханического преобразователя. Электромагнитные поля и силы в электромеханических преобразователях с распределенными параметрами (в электрических машинах с полами, дисковыми и коническими роторами).

9. Электрические аппараты

Разновидности аппаратов управления и основные требования к ним. Процессы при отключении электрической цепи. Электрическая дуга, восстанавливающаяся прочность межконтактного промежутка. Показатели технического уровня электрических аппаратов. Контактные и магнитные пускатели, и их принципы действия. Расчет параметров токоведущего контура. Дугогашение. Магнитное дутье. Износ элементов контакторов. Вибрация контактов. Электромагнитные системы контакторов и магнитных пускателей. Автоматические воздушные выключатели, их контактная и дугогасительная система, быстрдействие. Бесконтактные аппараты на базе полупроводниковых приборов. Гибридные электрические аппараты. Элементы теории надежности электрических аппаратов.

Основная литература

1. Вольдек, А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : [учебник для студентов вузов] / А. И. Вольдек, В. В. Попов .— Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2008 .— 320 с
2. Трансформаторы : [учебное пособие для студентов высших учебных заведений] / Ф. Р. Исмагилов [и др.] ; ФГБОУ ВПО УГАТУ .— Уфа : УГАТУ, 2012 .— 135 с. : ил. ; 21 см.

3. Терегулов Т. Р. Электрические машины. Обмотки машин переменного тока. Асинхронные машины [Электронный ресурс] / Т. Р. Терегулов, А. Р. Валеев, А. В. Трофимов ; ГОУ ВПО УГАТУ .— Уфа : УГАТУ, 2012 .— 164 с.

Дополнительная литература

1. Юферов Ф. М. Электрические машины автоматических устройств. М.: Высшая школа, 1988-480 с.
2. Кацман М.М. Электрические машины автоматических устройств. Изд-во ФОРУМ - ИНФРА-М, 2002-264 с.
3. Бут Д. А. Основы электромеханики. -М.: МАИ, 1996. - 468 с.
4. Бертинов А. И., Бут Д. А. Специальные электрические машины. М.: Энергоатомиздат, 1982-552 с.
5. Таев И. С. Электрические аппараты управления. М.: Высшая школа, 1984-247с.
6. Иванов-Смоленский, А. В. Электрические машины : [учебник для студентов высших учебных заведений] : в 2-х т. / А. В. Иванов-Смоленский .— 3-е изд., стер. — Москва : МЭИ,Т. 1 .— 2006.— 653с.
7. Иванов-Смоленский, А. В. Электрические машины : [учебник для студентов высших учебных заведений] / А. В. Иванов-Смоленский .— 3-е изд., стер. — Москва : МЭИ,Т. 2 .— 2006 .— 532с.

Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)

На сайте библиотеки <http://library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Информационные ресурсы», подраздел «Доступ к БД» размещены ссылки на интернет-ресурсы.

1. с.

Направленность (профиль) программы аспирантуры: 05.09.03
Электротехнические комплексы и системы

1. Теоретические основы электротехники

Элементы теории линейных цепей. Основные теоремы. Методы анализа электрических цепей: матричный, топологический, метод графов. Анализ нелинейных электрических цепей. Методы анализа переходных и частотных характеристик. Анализ переходных процессов в линейных и нелинейных электрических цепях. Математическое и физическое моделирование электротехнических комплексов и систем.

2. Системы генерирования электрической энергии

Тепловые, гидравлические, атомные, электрические станции. Ветроэлектростанции, волновые и приливные электростанции. Генераторы электростанций, системы регулирования частоты и напряжения генераторов. Защита генераторов от сверхтоков и перенапряжений.

3. Системы преобразования и передачи электрической энергии

Трансформаторы и полупроводниковые преобразователи частоты, напряжения и числа фаз. Электромагнитные процессы в трансформаторах и полупроводниковых преобразователях. Методы анализа процессов в преобразователях. Системы передачи электрической энергии. Передача электрической энергии постоянным и переменным током. Воздушные и кабельные линии электропередач.

4. Следящий электропривод

Теория следящего электропривода. Основные типы и характеристики электроприводов. Методы исследования процессов в электрических машинах постоянного и переменного тока следящего привода. Дифференциальные уравнения электрических машин постоянного и переменного тока и их преобразование.

5. Исполнительные двигатели. Устройство, принцип действия и характеристики.

Переходные процессы в двигателях постоянного и переменного тока. Амплитудно-фазовая характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Уравнения двигателя постоянного тока с изменением напряжения возбуждения. Асинхронные двигатели. Амплитудно-фазовая характеристика асинхронного двухфазного двигателя. Приведение величин к оси нагрузки.

6. Усилительные устройства электропривода

Полупроводниковые усилители. Электромагнитные усилители. Гидравлические усилители. Сравнение усилительных устройств различного типа.

7. Устройства для измерения рассогласования.

Контактные, реостатные, емкостные и индуктивные измерительные устройства. Сельсинная схема измерения угла рассогласования. Теория трансформаторной сельсинной схемы. Погрешности сельсинной схемы.

8. Устройства для выработки форсирующих и успокаивающих сигналов

Тахогенераторы. Измерители ускорений. Дифференцирующий трансформатор. Емкостно-омический дифференцирующий контур. Контур для дифференцирования сигналов переменного тока. Интегрирующие контуры. Комбинированный дифференцирующий контур.

9. Теория линейного электропривода.

Уравнения системы электропривода. Передаточные функции. Понятие об устойчивости электропривода. Критерии устойчивости. Понятие о запасе устойчивости. Быстродействие следящего электропривода.

10. Магнетогидродинамические (МГД) электрические станции.

Физические основы преобразования энергии в МГД генераторах и двигателях. МГД генераторы со сверхпроводящими обмотками, системы управления и защиты таких генераторов. Проблемы разработки и эксплуатации МГД систем производства и потребления электрической энергии.

11. Электротехнические комплексы и системы транспортных средств.

Электрооборудование средств наземного транспорта – автомобилей, городского электротранспорта, железнодорожного подвижного состава. Автомобильные генераторы, система освещения, зажигания и управления. Тяговые электродвигатели, их системы управления и защиты. Электрические аппараты систем управления. Контактные и магнитные пускатели. Бесконтактные аппараты на базе полупроводниковых приборов. Гибридные электрические аппараты. Системы электроснабжения самолётов. Авиационные генераторы и двигатели. Условия работы и требования к авиационному электрооборудованию.

Основная литература

1. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи : [учебник для студентов высших учебных заведений] / Л. А. Бессонов .— 11- изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2012 .— 701с.
2. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле : [учебник для бакалавров / Л. А. Бессонов .— 11-е изд. — Москва : Юрайт, 2012 .— 317 с. : ил. ; 21 см
3. Токарев, В. П. Преобразователи физических величин : / В. П. Токарев ; ФГБОУ ВПО УГАТУ .— Уфа : УГАТУ, 2014 .— 256 с

Дополнительная литература

1. Н.Ф. Ильинский Основы электропривода. М.: МЭИ, 2003.- 224 с.
2. Теоретические основы электротехники. Сборник задач : учебное пособие для бакалавров / Л. А. Бессонов [и др.].— 5-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2014 .— 528 с.
3. Терехов, В. М. Системы управления электроприводов : [учебник для студентов высших учебных заведений] / В. М. Терехов, О. И. Осипов .— М. : Academia, 2005 .— 304 с.
4. Кисаримов, Р. А. Электропривод : справочник / Р. А. Кисаримов .— Москва : РадиоСофт, 2012 .— 351 с.
5. Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии : учебное пособие / А. А. Герасименко, В. Т. Федин .— Ростов-на-Дону ; Красноярск : Феникс : Издательские проекты, 2006 .— 720 с.

Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)

На сайте библиотеки <http://library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Информационные ресурсы», подраздел «Доступ к БД» размещены ссылки на интернет-ресурсы.

Направленность (профиль) программы аспирантуры: 01.04.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника

Техническая термодинамика

Первый и второй законы термодинамики. Основные понятия и определения термодинамики. Понятие об идеальном газе, уравнение состояния идеального газа в различных формах. Энергетические характеристики термодинамической системы и внешних воздействий на нее. Обобщенный вид уравнения воздействия. Количественные меры внешних воздействий для термодинамической системы. Внутренняя энергия и ее свойства. Механическая и располагаемая работа, работа проталкивания. Примеры других видов работы. Тепловые воздействия на термодинамическую систему. Энтродия и ее свойства. Диаграммы $p-v$ и $T-s$. Первый закон термодинамики в приложении к закрытым термодинамическим системам. Энтродия и ее свойства. Энтальпия и ее свойства. Свободная энергия, свободная энтальпия и связанная энергия: их физический смысл и практические приложения. Теплоемкость и ее виды. Теплоемкости газов и уравнение Майера. Способы задания состава газовых смесей и расчет их термодинамических параметров. Сущность второго закона термодинамики и его формулировка для изолированных термодинамических систем. Диссипация энергии и производство энтропии. Формулировка второго закона термодинамики применительно к закрытым термодинамическим системам, уравнение баланса энтропии. Формулировка второго закона термодинамики применительно к открытым термодинамическим системам, уравнение баланса энтропии. Понятие об эксергии: эксергия системы и потока. Эксергия количества теплоты.

Основные термодинамические процессы. Сопоставление свойств идеальных и реальных газов (паров), Диаграммы $p-v$, $T-s$ и $h-s$ для изображения основных термодинамических процессов. Способы расчета изменения термодинамических

параметров системы. Анализ политропного, изобарного, изотермического, изохорного и адиабатного процессов для идеального газа. Влажный воздух: способы задания параметров его состояния. *H-d* для анализа термодинамических процессов с влажным воздухом.

Процессы течения газов и жидкостей. Элементы термодинамики потока. Конфузорные и диффузорные дозвуковые и сверхзвуковые течения. Анализ влияния расходных и геометрических воздействий на поток. Истечение из суживающихся сопел, сопло Лаваля. Дросселирование газов и паров: дифференциальный и интегральный дроссель-эффект, изменение термодинамических параметров и температура инверсии.

Теплосиловые газовые циклы. Анализ цикла Карно, термический КПД и его зависимость от температуры нагревателя и охладителя. Идеальный и реальный циклы компрессора. Анализ циклов поршневых ДВС с изохорным, изобарным и со смешанным подводом теплоты. Анализ циклов газотурбинных, турбореактивных, воздушно-реактивных и ракетных двигателей с различными способами подвода теплоты. Циклы газотурбинных установок и реактивных двигателей.

Теплосиловые паровые циклы. Анализ цикла Карно в области влажного пара. Цикл Ренкина с использованием перегретого пара и с промежуточным подводом теплоты. Регенеративный цикл паросиловой установки. Комбинированные парогазовые установки. Циклы прямого преобразования теплоты в электрическую энергию и циклы ядерных энергоустановок.

Холодильные циклы. Цикл воздушной холодильной установки. Цикл парокомпрессионной холодильной установки. Цикл парожеторной холодильной установки. Принцип работы теплового насоса.

Основная литература

1. Кудинов, В. А. Техническая термодинамика и теплопередача : учебник для академического бакалавриата / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк .— 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2015 .— 566 с.
2. Техническая термодинамика : учеб. для вузов / В. А. Кириллин, В. В. Сычев, А. Е. Шейндлин. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : МЭИ, 2008. — 496 с.
3. Черноусов, А. А. Основы механики жидкости и газа. Исходные гипотезы и уравнения [Электронный ресурс] : [учебное пособие] / А. А. Черноусов ; УГАТУ .— Учебное электронное издание .— Уфа : УГАТУ, 2013 .— 1 электрон.опт. диск (CD-ROM)

Дополнительная литература

1. Нащокин, В. В. Техническая термодинамика и теплопередача : учебное пособие для вузов / В. В. Нащокин .— 3-е изд., испр. и доп. — М. : Высшая школа, 1980 .— 469с. : ил. ; 21см.
2. Цирельман, Н. М. Техническая термодинамика. М.: Машиностроение, 2012. (Гриф УМО АРК). 352 с. 7. Цирельман Н. М., Бакиров Ф. Г. и др. Лабораторный практикум по технической термодинамике. Уфа: Изд-во УГАТУ, 2014. 156 с.
3. Волков, Константин Николаевич. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа / К.Н. Волков, В.Н. Емельянов .— Москва : Физматлит, 2012 .— 468 с.

4. Теплофизика, теплотехника, теплообмен. Механика жидкостей и газов [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / В. А. Арутюнов [и др.] .— .— Москва : МИСИС, 2007 .— 85 с.
5. Круглов, Г. А. Теплотехника [Электронный ресурс] : [учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Агроинженерия»] / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова .— Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010 .— 208 с.

Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)

На сайте библиотеки <http://library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Информационные ресурсы», подраздел «Доступ к БД» размещены ссылки на интернет-ресурсы.

Тепломассообмен

Теплопроводность. Механизм процесса теплопроводности. Гипотеза Ж.-Б. Фурье и уравнение Ж.-Б. Фурье. Начальные и граничные условия для уравнения Ж.-Б. Фурье. Краевая задача нестационарной теплопроводности и ее аналитическое решение. Численные методы решения нелинейной краевой задачи нестационарной теплопроводности.

Стационарная теплопроводность в одно- и многослойных неограниченных пластинах и полом цилиндра: определение температурных полей и тепловых потоков. Основы расчета тепловой изоляции конструкций. Нелинейная стационарная теплопроводность.

Конвективный теплообмен в однофазной среде. Механизм процесса конвективного теплообмена. Схема В. Нуссельта для расчета коэффициента конвективной теплоотдачи. Применение методов теории подобия для расчета интенсивности обменных процессов в потоке жидкости (газа): необходимые и достаточные условия для подобия распределений скорости и температуры при вынужденном, свободном термическом и гравитационно-вязкостном течении. Обоснование структуры формул для описания конвективного теплообмена на основе теории подобия. Формирование динамического и термического пограничных слоев во внешней и внутренней задаче. Уравнения подобия для описания теплоотдачи при обтекании пластины и при течении в трубах для ламинарного, турбулентного и переходного режимов. Теплообмен при поперечном обтекании одиночных труб и трубных пучков. Механизм свободной термической конвекции в большом объеме у вертикально и горизонтально расположенных тел и уравнения подобия для описания интенсивности теплоотдачи. Влияние зависимости теплофизических свойств движущейся среды от температуры на интенсивность переноса теплоты в потоке.

Теплообмен излучением. Механизм процесса переноса энергии электромагнитным излучением. Особенности и основные закономерности теплового излучения твердых тел, газовых смесей и пламен. Расчет результирующего лучистого потока энергии между твердыми телами, между твердым телом и газовой смесью. Решение задач нестационарной теплопроводности с граничными условиями по закону излучения.

Массопроводность. Механизм процесса массопроводности. Гипотеза А. Фика и уравнение нестационарной массопроводности. Начальные и граничные условия для уравнения нестационарной массопроводности. Краевая задача нестационарной массопроводности и ее аналитическое решение. Численные методы решения нелинейной краевой задачи нестационарной массопроводности. Особенности переноса вещества в капиллярно-пористых телах. Основные соотношения нестационарного взаимосвязанного тепломассопереноса.

Конвективный массообмен. Схема переноса вещества у обтекаемой поверхности твердого тела. Формирование динамического и термического пограничных слоев во внешней и внутренней задаче. Особенности формирования диффузионного пограничного слоя на пластине и при течении в трубе. Обоснование структуры формул для описания конвективного массообмена на основе теории подобия. Уравнения подобия для описания массоотдачи при обтекании пластины и при течении в трубах для ламинарного, турбулентного и переходного режимов.

Теплообмен при фазовых превращениях. Условия зарождения и существования паровых пузырьков на обогреваемой поверхности. Режимы теплообмена при кипении жидкости в большом объеме и уравнения подобия для описания интенсивности теплоотдачи. Теплообмен при кипении жидкости, движущейся в трубе.

Механизм процесса капельной и пленочной конденсации паров. Вывод зависимостей для определения толщины пленки конденсата при конденсации пара на вертикальной пластине и горизонтальной трубе в предположении В. Нуссельта и их представление в виде уравнений подобия. Влияние неконденсирующихся газов на интенсивность теплообмена при конденсации.

Специальные вопросы тепломассообмена. Способы интенсификации конвективного тепломассообмена. Защита тел от высокотемпературного потока газа. Особенности теплообмена в разреженном газе. Теплообмен при больших дозвуковых скоростях движения газа.

Конструкторский и поверочный расчеты кожухотрубчатых и пластинчатых теплообменных аппаратов: расчет величины среднелогарифмического температурного напора между теплоносителями, выбор теплообменных элементов и их компоновка.

Основная литература

1. Брюханов, О. Н. Тепломассообмен : [учебное пособие для студентов высших учебных заведений] / О. Н. Брюханов, С. Н. Шевченко .— Москва : ИНФРА-М, 2015 .— 464 с.
2. Кудинов, В. А. Техническая термодинамика и теплопередача : учебник для академического бакалавриата / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк .— 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2015 .— 566 с.
3. Цирельман, Н. М. Теория и прикладные задачи тепломассопереноса : [учебное пособие для студентов высших учебных заведений РФ] / Н. М. Цирельман .— Москва : Машиностроение, 2011 .— 503 с.

Дополнительная литература

1. Цветков, Ф. Ф. Задачник по тепломассообмену : [учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 140100 "Теплоэнергетика"] / Ф. Ф. Цветков, Р. В. Керимов, В. И. Величко .— 3-е изд., стер. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2010 .— 195 с
2. Цирельман, Н. М. Лабораторный практикум по теории тепломассопереноса. Уфа: УГАТУ, 2006. 200 с. (Гриф УМО АРК).
3. Хамидуллин, И. Р. Динамика парогАЗокапельного облака с фазовыми превращениями : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук : спец.: 01.02.05 - Механика жидкости, газа и плазмы

/ И. Р. Хамидуллин ; Тюменский государственный университет; науч. рук. В. Ш. Шагапов .— Защищена 30.10.07 ; Утв. — Тюмень : 2007, [Б. и.] .— 19 с.

4. Глаголев, К. В. Физическая термодинамика : [учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим направлениям и специальностям] / К. В. Глаголев, А. Н. Морозов .— Изд. 2-е, испр. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007 .— 272 с.

Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)

На сайте библиотеки <http://library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Информационные ресурсы», подраздел «Доступ к БД» размещены ссылки на интернет-ресурсы.

Направленность (профиль) программы аспирантуры: 05.04.02 Тепловые двигатели

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 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.

Процессы газообмена в двигателях. Параметры рабочего тела в цилиндре в конце процессов выпуска и зарядки. Фазы газораспределения. Процессы выпуска, наполнения, продувки и дозарядки цилиндра. Показатели процессов газообмена. Коэффициенты наполнения и остаточных газов.

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.

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.

Токсичность продуктов сгорания, способы ее снижения. Оценка экологической безопасности двигателей.

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 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).

2. Конструирование двигателей внутреннего сгорания

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. Полный жизненный цикл двигателя. Этапы проектирования, автоматизированное проектирование. CAD-технологии в двигателестроении.

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.

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.

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

Компоновка клапанных механизмов. Расчет на прочность деталей механизма газораспределения.

Органы газораспределения двухтактных двигателей; золотниковое газораспределение.

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.

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, продольные, изгибные и связанные колебания коленчатых валов, приводов систем газораспределения и топливоподдачи. Способы демпфирования колебаний в поршневых двигателях.

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

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.

Конструкции форсунок и насос-форсунок, их статические гидравлические характеристики, способы запираания форсунок.

Системы многотопливных двигателей и системы для подачи тяжелых топлив.

Аккумуляторные системы с электронным управлением. Электрогидравлические форсунки. Топливная аппаратура двигателей с внешним смесеобразованием. Способы подачи топлива.

Системы впрыска бензина во впускной трубопровод. Пневмомеханическое и электронное регулирование. Центральный и распределенный впрыск. Конструкции 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 наддувочного воздуха. Глушители шума на впуске и выпуске. Настройка систем.

Способы пуска двигателей. Пусковые качества. Способы облегчения запуска.

Система энергоснабжения силовых установок ДВС.

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 впускных газов и охлаждающих жидкостей двигателей.

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

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. Типы входных устройств. 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, осевые и радиальные турбины. Истечение газа из сопел. Обтекание газом решетки лопаток, потери в решетках. Работа газа на окружности рабочего колеса и коэффициенты полезного действия. Принципы профилирования лопаток. Безлопаточный сопловой 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. Регулирование турбокомпрессоров. Согласование характеристик поршневого двигателя и агрегатов наддува.

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. Токосъемники, 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.

7. Автоматическое регулирование и управление двигателями внутреннего сгорания

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.

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.

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

Нелинейные САР. Типовые нелинейности в САР двигателей. Микропроцессорные устройства в системах управления двигателями. Элементы систем управления. Системы управления наддувом, газораспределением, рециркуляцией отработавших газов.

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

8. 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, растительные масла.

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

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

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. Низкотемпературные охлаждающие жидкости. Антифризы, тосолы. Пусковые жидкости. Условия применения.

Основная литература

1. Конструирование двигателей внутреннего сгорания : [учебник для студентов вузов] / Н. Д. Чайнов [и др.] ; под ред. Н. Д. Чайнова .— Москва : Машиностроение, 2011 .— 496 с
2. Загайко, С. А. Основы конструирования двигателей внутреннего сгорания : [учебное пособие для бакалавров, обучающихся по направлению 13.03.03(141100) "Энергетическое машиностроение" профиль "Двигатели внутреннего сгорания"] / С. А. Загайко, С. Н. Атанов ; УГАТУ .— Уфа : УГАТУ, 2014 .— 184 с.
3. Вахитов, Ю. Р. Агрегаты наддува двигателей : [учебное пособие для студентов всех форм обучения] / Ю. Р. Вахитов ; ФГБОУ ВПО УГАТУ .— Уфа : УГАТУ, 2012 .— 158 с.

Дополнительная литература

1. Газизов, Х. Ш. Динамика и жесткость вращающихся роторов ГТД / Х. Ш. Газизов ; Уфимский государственный авиационный технический университет (УГАТУ) .— Уфа : УГАТУ, 2002 .— 40 с.
2. Егер, С. М. Основы авиационной техники : [учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Авиа- и ракетостроение"] / С. М. Егер, А. М. Матвеев, И. А. Шаталов ; под ред. И. А. Шаталова .— 3-е изд., испр. и доп. — М. : Машиностроение, 2003 .— 720 с.
3. Пахомов, Ю. А. Основы научных исследований и испытаний тепловых двигателей : [учебник для студентов высших учебных заведений] / Ю. А. Пахомов .— Москва : Транслит, 2014 .— 432с.

4. Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического управления : учеб. пособие для вузов / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов .— 4-е изд., перераб. и доп. — СПб. : Профессия, 2003 .— 752 с.
5. Кусимов, С. Т. Модели систем автоматического управления и их элементов : учебное пособие для вузов / С. Т. Кусимов [и др.] .— Москва : Машиностроение, 2003 .— 214 с.

Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)

На сайте библиотеки <http://library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Информационные ресурсы», подраздел «Доступ к БД» размещены ссылки на интернет-ресурсы.