

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФГБОУ ВПО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьёва

Кафедра Общая и техническая физика

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям
РГАТУ имени П.А. Соловьёва

_____ Т.Д. Кожина

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**по дисциплине «Интенсификация тепломассообмена и горения
закруткой потока» для аспирантов, обучающихся
по специальности**

01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника»

Форма обучения	Очная	заочная
Лекции	40	40
Практические занятия	24	24
Самостоятельная работа	116	116
Всего	180	180
Форма контроля	экзамен	

Рабочую программу составил:

д-р техн.наук, профессор

Ш.А. Пиралишвили

канд. техн. наук, доцент

С.В. Веретенников

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ОиТФ «
13 » декабря 2011 г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой ОиТФ

д-р техн. Наук, профессор

Ш.А. Пиралишвили

Рыбинск, 2011 г.

Введение

Программа составлена с учетом паспорта специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника», а также с учебным планом аспирантов 01.04.14_78_123-0000 рлх

Основной специальности является теплообмен и гидрогазодинамика, в том числе и процессы горения, с учетом изменения состояния, физических свойств при различных внешних воздействиях.

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Интенсивное развитие авиации, космонавтики, энергетики начавшееся в прошлом веке и продолжающееся в настоящее время, разработка новой высокофорсированной техники различного назначения эксплуатация которой происходит при сравнительно высокой температуре и скоростях обтекания или движения выдвигают на первый план процессы тепло- массообменного характера. В этом случае ученого (специалиста) в первую очередь интересуют проблемы сопротивления движению тел или их обтеканию, потоки теплоты и вещества распределения скоростей, напряжений, температуры и концентрации. Если при этом протекают химические реакции, то все отмеченные процессы должны учитывать характер их кинетики.

Таким образом, подавляющее большинство наиболее трудно решаемых в современной ситуации при решении многих научно-технических проблем необходимо рассматривать комплексные задачи с сопряженными термогазодинамическими, теплообменными процессами и при наличии химических реакций и фазовых переходов.

Цель курса можно охарактеризовать, как уточненное и углубленное изложение в доступной форме основ интенсификации процессов теплообмена и горения за счет организации закрутки потоков рабочих тел. Разработанные расчетные модели описанных процессов носят полуэмпирический характер, являясь комбинацией аналитических, эмпирических и полученных компьютерными (численными) методами соотношений. При их использовании необходимо четко и достаточно достоверно понимать пределы допускаемых упрощения ограничения методов при их применении к конкретному физико-техническому процессу.

Задачи изучения дисциплины состоят в следующем:

Продолжить углубленное формирование систематических знаний и закрепление навыков и умения решения конкретных практических задач по весьма важному разделу теплофизики и теоретической теплотехники – интенсификации процессов теплообмена и горения в элементах энергетической техники за счет организации закрутки потоков рабочих сред, имеющей существенное прикладное значение.

2. Содержание изучаемой дисциплины.

- Лекция 1. Физические особенности закрученных потоков. Основные эффекты закрутки(2 часа).
- Лекция 2. Формирование закрученных течений. Интенсивность закрутки(2 часа).
- Лекция 3. Факторы влияющие на структуру закрученных потоков. Влияние закрутки потока на тепломассообмен и горение(2 часа).
- Лекция 4. Теоретические методы описания закрученных течений(2 часа).
- Лекция 5. Экспериментальные методы исследования закрученных течений(2 часа).
- Лекция 6. Современное состояние проблемы численного моделирования закрученных течений(2 часа).
- Лекция 7. Течения при слабой закрутке потока. Закрученные струи. Характеристики турбулентности в закрученных течениях. Расчет слабозакрученных течений(4 часа).
- Лекция 8. Течения при сильной закрутке потока. Характерные особенности. Рециркуляционные зоны. Потеря устойчивости, распад вихря и прецессия вихревого ядра. Методы расчета(4 часа).
- Лекция 9. Тепломассообмен в каналах с ленточными закручивающими устройствами. Гидравлическое сопротивление. Теплоотдача. Методы расчета(2 часа).
- Лекция 10. Тепломассообмен в каналах с локальными закручивающими устройствами. Гидравлическое сопротивление. Теплоотдача. Методы расчета(2 часа).
- Лекция 11. Особенности процессов тепло- и массообмена в вихревой трубе Ранка-Хилша(2 часа).
- Лекция 12. Циклонные сепараторы(2 часа).
- Лекция 13. Пламена в закрученных потоках. Вихревые явления и огневые смерчи. Пламена, стабилизированные закруткой потока(2 часа).
- Лекция 14. Промышленные топки и камеры сгорания с вихревыми горелками. Особенности процессов горения и смешения в ограниченных закрученных течениях. Полнота сгорания. Эмиссия вредных веществ(4 часа).
- Лекция 15. Проектирование вихревых горелок. Методы расчета сильнозакрученных факелов(4 часа).
- Лекция 16. Численное моделирование процессов горения в закрученных потоках(2 часа).

3. Практические занятия.

- 2.1 Расчет основных параметров закрученных течений (2 часа).
- 2.2 Расчет теплоотдачи и гидравлического сопротивления в каналах с распределенной по длине закруткой (2 часа).
- 2.3 Расчет теплоотдачи и гидравлического сопротивления в каналах с локальной закруткой потока (2 часа).

2.4 Расчет теплоотдачи и гидравлического сопротивления в кольцевых каналах с закруткой потока (2 часа).

2.5 Численное моделирование газодинамики и теплообмена в канале с локальным закручивающим устройством (4 часа).

2.6 Расчет теплообмена в вихревой трубке Ранка-Хилша (2 часа).

2.7 Расчет массообмена в циклонном сепараторе (2 часа)

2.8 Расчет параметров закрученного факела (2 часа)

2.9 Расчет вихревых горелок (2 часа)

2.10 Численное моделирование газодинамики, теплообмена и горения в вихревой противоточной горелке. (4 часа)

4. Литература

Основная:

1. **Пиралишвили, Ш.А.** Вихревой эффект. Эксперимент, теория, технические решения [Текст]/ Ш. А. Пиралишвили, В. М. Поляев, М. Н. Сергеев. - М.: УНПЦ "Энергомаш", 2000. - 414с.
2. **Пиралишвили, Ш.А.** Физика процессов горения: Учебное пособие [Текст] / Ш. А. Пиралишвили; А.И.Гурьянов. - Рыбинск: РГАТА, 2010. - 192с.

Дополнительная:

1. **Телегин, А.С.** Тепломассоперенос: Учебник. [Текст] / А. С. Телегин, В. С. Швыдкий, Ю. Г. Ярошенко. - М.: ИКЦ "Академкнига", 2002. - 455с.
2. Теория камеры сгорания: Учебное пособие/ Под общ. ред. О. А. Рудакова/ О. А. Рудаков, А. В. Григорьев и др. – СПб.: Наука, 2010. – 228 с.
3. Физические основы рабочего процесса в камерах сгорания воздушно-реактивных двигателей/ В. Рауменбах, С. А. Белый, И. В. Беспалов и др. – М.: Машиностроение, 1964.– 526 с.
4. **Прудников, А. Г.** Процессы смесеобразования и горения в воздушно-реактивных двигателях/ А. Г. Прудников. – М.: Машиностроение, 1971. – 356 с.

5. Экзаменационные вопросы

1. Термодинамические особенности закрученных потоков. Основные эффекты закрутки.

2. Способы и устройства формирования закрученных течений. Интенсивность закрутки.

3. Факторы, влияющие на структуру закрученных течений.

4. Тепломассобмен и горение в закрученных течениях.

5. Теоретические методы описания закрученных течений.

6. Современное состояние проблемы численного моделирования закрученных течений.

7. Течение при слабой закрутке потока. Закрученные струи.

8. Характеристики турбулентности в закрученных течениях.

9. Расчеты слабозакрученных течений.

10. Течения при сильной закрутке потока. Характерные особенности.

Рециркуляционная зона.

11. Вторичные крупномасштабные вихревые структуры.

12. Потеря устойчивости, распад вихря и прецессия вихревого ядра.

Методы расчета.

13. Особенности процессов переноса в вихревой трубе.

14. Пламени в закрученных потоках. Вихревые явления и огневые смерчи.

15. Промышленные топки и камеры сгорания с вихревыми горелками.

16. Особенности процессов горения и смешения в ограниченных закрученных течениях. Теплота сгорания и эмиссия вредных веществ.

17. Вихревые горелки, методы расчета и проектирования вихревых горелок.

18. Численное моделирование процессов горения в ограниченных закрученных потоках.