

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 «Аэрокосмическая теплофизика»
для специальности**

**05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки
летательных аппаратов»**

Вид занятий	Кол-во часов	Кол-во зачетных единиц
Лекции	18	0,5
Практические занятия	18	0,5
Самостоятельная работа	108	3
Всего	134	4
Форма контроля	зачет	

Рабочую программу составил:

профессор

Ш.А. Пиралишвили

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

Заведующий кафедрой ОиТФ
д-р техн. наук

Ш.А. Пиралишвили

Рыбинск, 2011 г.

Введение

Программа составлена в соответствии с учебным планом подготовки аспирантов 05.07.05_78_123-0000plx, код специальности 05.07.05, год начала подготовки 2011, направление «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Квалификация подготовки – кандидат технических наук.

Цель подготовки по предлагаемой дисциплине состоит в продолжении совершенствования его образовательной подготовке в области аэрокосмической теплофизике с более глубоким изучением проблем тепломассообмена и горения в авиационных двигателях и энергетических установках, в том числе и двойного предназначения. В этой связи подготовка как бы состоит из двух образовательных подпрограмм, одна из которых связана с тепловой защитой, а вторая с горением и проблемой создания чистой силовой установки или двигателя.

Естественно, что этот курс будет полезен аспирантам, чья предполагаемая тематика связана с системами теплообменного характера (охлаждение, нагрев, термостатирование), а так же с проблемой повышения полноты сгорания и снижения выбросов в загрязняющих окружающую среду.

Задачи изучения дисциплины

В каждом конкретном случае они естественным образом зависят от конкретики предполагаемой тематики диссертационной работы, но вместе с тем у различных тем имеется много характерного общего, что может быть впоследствии осмысленно и конкретизировано при наличии основополагающих знаний теплофизического характера.

Рекомендации по изучению дисциплины

Программа составлена в соответствии с учебными часами, выделенными для освоения ее материала, а также с учетом действующих нормативных документов и утвержденного учебного плана.

Качество усвоения материала курса по элементам аэрокосмической теплофизики с присвоением необходимых теоретических знаний и практических навыков достигается прилежностью и вдумчивым отношением как к читаемым лекциям, так и к тематике проводимых по плану практических занятий, которые предполагается проводить непосредственно в рамках конкретных задач индивидуально с каждым обучаемым аспирантом непосредственно по разрабатываемой им теме.

Материал курса опирается на базовые знания аспирантов, приобретенных ими на более ранних этапах подготовке при освоении

дисциплин, формирующих уровень образовательной подготовки (инженерной, магистерской) по соответствующему направлению:

дисциплины естественно-научного цикла – физика, высшая математика, информатика;

базовые дисциплины – механика жидкости и газа, термодинамика, тепломассообмен, физика процессов горения, а также спецдисциплины.

1 Содержание дисциплины

1.1 Лекционный цикл

Лекция 1. Проблемы тепловой защиты в авиационно-космической технике. Методы тепловой защиты: абляционное, пористое, конвективное, заградительное охлаждение. (2 часа).

Лекция 2. Конструктивные схемы и теплообмен в охлаждаемых лопатках газовых турбин. Конвективное и конвективно-заградительное охлаждение. Теплообмен в лопатках конвективного и конвективно-заградительного охлаждения (2 часа).

Лекция 3. Способы интенсификации теплообмена в каналах. Интенсификация теплообмена закруткой потока (2 часа).

Лекция 4. Турбулентный теплообмен и трение при высоких скоростях и температуре газового потока. Турбулентный пограничный слой в канале сопла. Расчет теплообмена при сверх звуковой скорости (2 часа).

Лекция 5. Теплозащитные покрытия. Характеристики уносимых покрытий. Требования к покрытиям. Сублимирующие покрытия. Влияние горения на унос покрытия. Плавающие стекловидные покрытия (2 часа).

Лекция 6. Основы теории горения. Тепловые эффекты химических реакций. Химическая кинетика. Зависимость скорости реакции от концентрации состава, давления, температуры (2 часа).

Лекция 7. Энергия активации. Закон Аррениуса. Применение закона Аррениуса к анализускоростей протекания мономолекулярных реакций (2 часа).

Лекция 8. Модели турбулентного горения. Поверхностная модель горения. Механизмы горения. Горение в закрученном потоке.

Лекция 9. Вихревые противоточные горелочные устройства. Способы оценки интенсивности закрутки. Подобие процессов в закрученном потоке.

1.2 Практические занятия

1. Расчет эффективности охлаждения сопловой лопатки (4 часа).
2. Комбинированное охлаждение лопаток сжатым воздухом и водяным паром (4 часа).
3. Расчет системы охлаждения сопла жидкостного ракетного двигателя (2 часа).
4. Численное моделирование вихревой противоточной горелки (8 часов).

2 Список литературы и перечень программного обеспечения

Основной:

- 1 Никитин, П.В. Тепловая защита [Текст] / П.В. Никитин.-М.: Изд-во МАИ, 2006.-512 с.
- 2 Пиралишвили, Ш.А. Физика процессов горения [Текст] / Ш.А. Пиралишвили, А.И. Гурьянов.- Рыбинск: РГАТА, 2010.- 194 с.

Дополнительный:

- 3 Богомолов, Е.Н. Расчет эффективности охлаждения перфорированных лопаток газовых турбин [Текст] / Е.Н. Богомолов.- Рыбинск: РГАТА, 1992.- 206 с.
- 4 Калинин, Э.К. Интенсификация теплообмена в каналах [Текст] / Э.К. Калинин, Г.А. Дрейцер.- М.: Машиностроение, 1990.- 206 с.
- 5 Теплопередача в охлаждаемых деталях газотурбинных двигателей [Текст] / В.И. Локай, М.Н. Бодунов, В.В. Жуйков, А.В. Щукин.- М.: Машиностроение, 1993.- 288 с.

3 Методические указания по изучению дисциплины

Для успешного освоения материала необходимо перед началом курса проработать ранее изученные дисциплины: термодинамику, механику жидкости и газа, прочность материала при высокой температуре. На практических занятиях необходимо предпринимать попытки по решению теплофизических задач в рамках выполняемой диссертационной работы.

Список контрольных вопросов на зачёт

1. Проблемы тепловой защиты в авиационно-космической технике.
2. Методы тепловой защиты: абляционное, пористое, конвективное, заградительное охлаждение.
3. Конструктивные схемы и теплообмен в охлаждаемых лопатках газовых турбин.
4. Конвективное и конвективно-заградительное охлаждение.
5. Теплообмен в лопатках конвективного и конвективно-заградительного охлаждения.
6. Способы интенсификации теплообмена в каналах.
7. Интенсификация теплообмена закруткой потока.
8. Турбулентный теплообмен и трение при высоких скоростях и температуре газового потока.
9. Турбулентный пограничный слой в канале сопла. Расчет теплообмена при сверх звуковой скорости.
10. Теплозащитные покрытия.
11. Характеристики уносимых покрытий.
12. Требование к покрытиям.
13. Сублимирующие покрытия.
14. Влияние горения на унос покрытия.
15. Плавающие стекловидные покрытия.
16. Основы теории горения.
17. Тепловые эффекты химических реакций.
18. Химическая кинетика.
19. Зависимость скорости реакции от концентрации состава, давления, температуры.
20. Энергия активации.
21. Закон Аррениуса.
22. Применение закона Аррениуса к анализу скоростей протекания мономолекулярных реакций.
23. Модели турбулентного горения.
24. Поверхностная модель горения.
25. Механизмы горения. Горение в закрученном потоке.
26. Вихревые противоточные горелочные устройства.
27. Способы оценки интенсивности закрутки.
28. Подобие процессов в закрученном потоке.