

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Институт **Авиации, наземного транспорта и энергетики**
Кафедра **Производство летательных аппаратов**

АННОТАЦИЯ

к рабочей программе

«Горение и выбросы в газотурбинных двигателях»

Индекс по учебному плану **Б1.В.ДВ.05.02**

Направление подготовки: **24.04.04 «Авиастроение»**

Квалификация: **магистр**

Магистерская программа: **Строительная механика и проектирование самолета**

Вид(ы) профессиональной деятельности: **научно-исследовательская, проектно- конструкторская**

Разработчик: профессор кафедры РДиЭУ Б.Г. Мингазов

Казань 2017 г.

РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1 Цель изучения дисциплины (модуля)

Основной целью изучения дисциплины является формирование у будущих бакалавров знаний по проектированию камер сгорания газотурбинных двигателей, ознакомление с методами организации эффективного, экологичного горения

1.2 Задачи дисциплины (модуля)

-ознакомить с основами теории горения, газодинамики и смешения потоков в камерах сгорания.

-ознакомить с основами рабочего процесса и методами решения проблем организации горения и снижения эмиссии вредных веществ

-освоить методы вычисления и измерения основных характеристик камер сгорания: полноты сгорания, границ устойчивого горения, неравномерности полей температур, выбросов вредных веществ.

- освоить методы автоматизированного проектирования камер сгорания на основе многоуровневого моделирования.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина «Горение и выбросы в газотурбинных двигателях»

входит в состав Вариативного модуля Блока 1.

РАЗДЕЛ 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

2.1 Структура дисциплины (модуля), ее трудоемкость

Распределение фонда времени по видам занятий

Таблица 3

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах/интерактивные часы)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
. Раздел 1. Теоретические основы горения							<i>ФОС ТК- Итесты</i>
Тема 1.1 Место процесса горения в транспорте и энергетике, камер сгорания. Связь с другими дисциплинами. Классификация видов горения.	9	1	-	-	8	ОК-2.3	Текущий контроль
Тема 1.2. Элементы химической кинетики. Стехиометрическое уравнение горения топлива. Механизмы химических реакций в процессе горения. Скорость химических реакций и закон действующих масс.	9	1	-	-	8	ОК-2.3	Текущий контроль

Кинетическое уравнение горения							
Тема 1.3 Самовоспламенение и вынужденное зажигание Характеристики самовоспламенения и методы измерения; влияние температуры и давления.	11	1		2	8	ОК-2.3.	Текущий контроль
Тема 1.4. Стационарная реакция в потоке. Ламинарное распространение пламени. Ламинарная скорость горения, ее определение. Влияние различных факторов	13	1		4	8	ОК-2.3	Текущий контроль
Раздел 2. Основы теории турбулентного горения. Рабочий процесс в камерах сгорания.							ФОС ТК-2тесты
Тема 2.1. Турбулентность, характеристики турбулентности интенсивность, масштаб турбулентности, коэффициент турбулентной диффузии	11	1		2	8	ОК-2.3	Выполнение расчетных заданий
Тема 2.2. Турбулентная скорость горения, методы ее определения. Модели	11	1		2	8	ОК-2.3.У.В.	Текущий контроль

<p>турбулентного горения при слабой и сильной турбулентности потока. Автотурбулизация в процессе распространения пламени.</p> <p>Тема 2.3 Выгорание смеси в турбулентном потоке. Критерий механизма горения в турбулентном потоке. Модели турбулентного горения при поверхностном и объемном представлениях.</p>						
<p>Тема 2.4 Развитие камер сгорания, традиционная физическая картина процессов, первичная зона, зоны догорания и смешения.</p> <p>Характеристики камер сгорания, полнота сгорания, неравномерность полей температур на выходе, стабилизация фронта пламени, гидравлические и тепловые потери. Течение поперечных струй в жаровой трубе, процессы смешения. Формирование температурных полей на выходе</p>	13	1	4	8	ОК-2. 3.У	Выполнение расчетных заданий
<p>Тема 2.5 Топлива, их характеристики. Подготовка топлив к</p>	11	1	2	8	ОК-2 3.У.В, ОПК-2.3	Текущий контроль

горению. Форсунки, центробежные, топливо - воздушные, расчет их характеристик. Процессы распыливания, средний размер капель и распределение капель по размерам. Испарение топлива, константа испарения, ее зависимость от внешних факторов.							
Тема 2.6 Моделирование процессов в камерах сгорания. Применение моделей объемного и поверхностного горения в камерах сгорания. Модель гомогенного реактора. Модель сгорания на основе поверхностного горения. Диффузионное горение. Классификация моделей камер сгорания Одномерная модель камер сгорания.	11	1		2	8	ОК-2 З.У, ОПК-2.3,У	Выполнение расчетных заданий. Отчет о выполнении самостоятельной работы.
Раздел 3 Экология камер сгорания							ФОС ТК-3 тесты
Тема 3.1 Основные загрязняющие вещества, механизмы выделения NO _x , СО и СН. Типы вредных веществ в продуктах горения углеводородных топлив. Методы измерения вредных выбросов. Нормирование вредных выбросов авиационных двигателей и энергетических	1	1				ОК-2 З.У.В, ОПК-3. 3	Текущий контроль

установок.							
Тема 3.2. Механизм выделения СО и СН по Зельдовичу, основные зависимости определения эмиссии NO _x , СО и СН в камерах сгорания. Влияние режимных и конструктивных параметров на эмиссионные характеристики камеры сгорания	1	1				ОК-2 3.У.В ОПК-3. 3,У	Текущий контроль
Тема 3.3 Пути и методы снижения NO _x , СО и СН в камерах сгорания. Методология создания малоэмиссионных камер сгорания. «Бедно-бедная» и «богато-бедная» схемы организации горения	1	1				ОК-2 3.У, ОПК-3. 3	Текущий контроль
Раздел 4. Автоматизированное проектирование камер сгорания. Требования к камерам сгорания							<i>ФОС ТК-4 тесты</i>
Тема 4.1 Конструкции камер сгорания: кольцевые, трубчато – кольцевые, трубчатые, петлевые (противоточные). Фронтальные устройства, завихрители воздуха. Материалы и охлаждение стенок жаровой трубы, схемы подвода воздуха и конструктивные особенности жаровой	13	1		2	10	ОК- 2.3.У.В, ОПК- 3.3.У	Текущий контроль

трубы, фронтowych устройств и патрубков.							
Тема 4.2 Определение облика камеры сгорания на основе газодинамического расчета проточной части КС и статистических данных прототипов. Расчет диффузора, фронтowego устройства и распределения воздуха в жаровой трубе. Расчет завихрителей и поясов отверстий подвода воздуха	13	1		2	10	ОК-2 З.У.В, ОПК-3. З,У,В	Текущий контроль
Тема 4.3 Автоматизированное проектирование КС. Проектировочный расчет и оптимизация характеристик камеры сгорания на основе одномерного моделирования. Поверочный расчет и оптимизация распределения воздуха в жаровой трубе, сопоставление с экспериментальными данными	13	1			10	ОК-2 З.У.В, ОПК-3 З.У	Текущий контроль
экзамен					36		<i>ФОС ПА- комплексное задание</i>
ИТОГО:	216	16		32	168		

РАЗДЕЛ 4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

4.1.1 Основная литература

1. Процессы горения и автоматизированное проектирование камер сгорания ГТД и ГТУ, учебн. пособие \Мингазов Б.Г.\[и др];Мин-во образ-я и науки РФ, ФГБОУ ВПО КНИТУ_КАИ им А,Н,Туполева-КАИ:КНИТУ-КАИ,2015г., 160 стр. [Электронный курс]: Режим доступа: <https://e-library.kai.ru/reader/ru/flipping/Resource-2921/878.pdf/index.html>

4.1.2 Дополнительная литература

1. Талантов А.В. Основы теории горения: учеб. Пособие /Алексей Васильевич Талантов. – Казань:Изд-во КАИ, 1975г. Ч1-251 стр.

2. Рабочий процесс и расчет камеры сгорания газотурбинных двигателей/ Михайлов [и др.]; Мин-во высш. образ. СССР, МАИ им. С. Ордженикидзе.- М: Оборонгиз, 1959.-286с.

3. Образование и разложение загрязняющих веществ в пламени / пер. с англ. под ред. Ю.Ф. Дитякина. - :Машиностроение, 1981. - 407 с.

4. Пчелкин Ю.М. Камеры сгорания газотурбинных двигателей: Учебник для машиностроит . специальностей вузов/ Ю.М. Пчелкин-М.: Машиностроение, 1973. 392 с.

5. Лефевр, Артур. Процессы в камерах сгорания ГТД. М.: пер. с англ./А. Лефевр М.:Мир, 1986. 566 с.

4.1.3 Методическая литература к выполнению практических и/или лабораторных работ

1. Процессы горения и автоматизированное проектирование камер сгорания ГТД и ГТУ, учебн. пособие \Мингазов Б.Г.\[и др]Мин-во образ-я и науки РФ, ФГБОУ ВПО КНИТУ_КАИ им А,Н,Туполева-КАИ:КНИТУ-КАИ,2015г., 160 стр.

2. Щукин В.А., Дунай О.В., Валиев Ф.М. Процессы горения и токсичность, Лаб. Практикум. Казань, 2007, Изд-во КГТУ-КАИ,60стр.

4.1.4 Методические рекомендации для студентов, в том числе по выполнению самостоятельной работы

Успешное освоение материала студентами обеспечивается посещением лекций и практических занятий, написанием конспекта по темам самостоятельной работы. Прочтение будущей лекции по электронному конспекту лекций, ознакомление с будущей темой практических занятий. Работа студента при проведении расчетов будет способствовать освоению практических навыков по проектированию камер сгорания ГТД.

4.1.5 Методические рекомендации для преподавателей

Успешное освоение материала обеспечивается тесной связью теоретического материала, преподносимого на лекциях и теоретико-экспериментальной работой студентов на практических занятиях. Освоение методов расчета процессов в камерах сгорания позволяет студентам использовать их в курсовом и дипломном проектировании.

4.2 Информационное обеспечение дисциплины (модуля)

4.2.1 Основное информационное обеспечение

1. Мингазов Б.Г. **Горение и выбросы в газотурбинных двигателях** [Электронный курс]: курс дистанционного обучения по направлению подготовки магистров 24.04.04 "Авиастроение"

ФГОСЗ+ (РДиЭУ)/ КНИТУ-КАИ, Казань, 2015 – Доступ по логину и паролю.
URL:

https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=119477_1&course_id=10506_1&mode=reset

2. Мингазов Б.Г. Процессы горения и автоматизированное проектирование камер сгорания ГТД и ГТУ, 2015г., 160 стр.

4.2.2 Дополнительное программное обеспечение

Мингазов Б.Г. Программный комплекс «КАМЕРА»- свидетельство России №2006613653

4.3 Кадровое обеспечение

4.3.1 Базовое образование

Высшее образование в предметной области **Авиационные двигатели и энергетические установки** и /или наличие ученой степени и/или ученого звания

в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области **Авиационные двигатели и энергетические установки** и /или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.

4.3.2 Профессионально-предметная квалификация преподавателей

Наличие научных и/или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности по направлению **Авиационные двигатели и энергетические установки**, выполненных в течение трех последних лет.

4.3.3 Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно-педагогической работы (не менее 1 года); практический опыт работы в области **авиационных двигателей и энергетических установок** на должностях руководителей или ведущих специалистов более 3 последних лет.

Обязательное прохождение повышения квалификации (стажировки) не реже чем один раз в три года соответствующее области **авиационные двигатели и энергетические установки**, либо в области педагогики.

