

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины

Устойчивость процессов горения в энергетических установках М2.ДВ.2

Направление подготовки: 223200.68 - Техническая физика

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Ларионов В.М.

Рецензент(ы):

Зарипов Р.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой:

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (доцент) Ларионов В.М. Кафедра технической физики и энергетики Отделение физики, Victor.Larionov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

понимание процессов, приводящих к акустической неустойчивости процесса горения; формирование знаний и навыков, относительно физических механизмов возбуждения колебаний газа и методами оценки устойчивости процессов горения в промышленных энергетических установках.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.2 Профессиональный" основной образовательной программы 223200.68 Техническая физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина М2.ДВ2 "Устойчивость процессов горения в энергетических установках" входит в профессиональный цикл подготовки магистров по направлению 223200 "Техническая физика" и является обязательной для изучения студентами профиля "Теплофизика".

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях технической физики с учетом экономических и экологических требований
ПК-11 (профессиональные компетенции)	способность разрабатывать, проводить наладку и испытания и эксплуатировать наукоемкое технологическое и аналитическое оборудование
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе и те, которые находятся на передовом рубеже технической физики
ПК-21 (профессиональные компетенции)	готовность и способность применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность демонстрировать навыки работы в научном коллективе, готовность генерировать, оценивать и использовать новые идеи (креативность), способность находить творческие, нестандартные решения профессиональных и социальных задач.
ОК-4 (общекультурные компетенции)	способность использовать на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, в управлении коллективом, готовность оценивать качество результатов деятельности.
ОК-5 (общекультурные компетенции)	способность проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности.

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способность осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов методов к решению профессиональных задач, готовность к профессиональному росту, к активному участию в научной и инновационной деятельности, конференциях, выставках и презентациях.

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основы общей теории устойчивости;
физические механизмы, приводящие к акустической неустойчивости процессов горения;
научно апробированные способы обеспечения устойчивости процесса горения в промышленных камерах сгорания.

2. должен уметь:

определять причины возбуждения колебаний газа в установках с горением;
оценивать вероятность появления акустической неустойчивости в модернизируемых и проектируемых камерах сгорания;
моделировать и планировать эксперименты по исследованию пульсационного горения.

3. должен владеть:

аппаратом общей теории устойчивости;
энергетическим подходом к оценке вероятности появления акустической неустойчивости горения;
методами, позволяющими устранять колебания газа в промышленных камерах сгорания.

определять причины возбуждения колебаний газа в установках с горением;
оценивать вероятность появления акустической неустойчивости в модернизируемых и проектируемых камерах сгорания;
моделировать и планировать эксперименты по исследованию пульсационного горения.

основы общей теории устойчивости;
физические механизмы, приводящие к акустической неустойчивости процессов горения;
научно апробированные способы обеспечения устойчивости процесса горения в промышленных камерах сгорания.

аппаратом общей теории устойчивости;
энергетическим подходом к оценке вероятности появления акустической неустойчивости горения;
методами, позволяющими устранять колебания газа в промышленных камерах сгорания.

установить причины неустойчивости процессов горения в энергетических установках;
смоделировать и составить программу экспериментального исследования процессов горения;

наметить пути по устранению или стимуляции колебаний в зависимости от необходимости.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Общая характеристика неустойчивости горения.	3	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Применение пульсирующего горения на практике.	3	2	0	2	0	
3.	Тема 3. Основы общей теории устойчивости	3	3	2	0	0	
4.	Тема 4. Критерии устойчивости.	3	4	0	2	0	
5.	Тема 5. Решение задач по общей теории устойчивости.	3	5-7	0	6	0	коллоквиум
6.	Тема 6. Физические основы автоколебаний в энергетических установках.	3	8	2	0	0	коллоквиум
7.	Тема 7. Механизмы обратной связи автоколебаний.	3	9	0	2	0	
8.	Тема 8. Энергетический подход в неустойчивости горения.	3	10	2	0	0	коллоквиум
9.	Тема 9. Решение задач на основе энергетического подхода.	3	11-13	0	6	0	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
10.	Тема 10. Физические механизмы и условия возбуждения колебаний газа в камерах сгорания промышленных энергетических установок.	3	14-15	4	0	0	
11.	Тема 11. Автоколебания газа при горении в трубе.	3	16	0	4	0	
12.	Тема 12. Пульсационное горение в камерах сгорания реактивных двигателей.	3	17	0	2	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			12	24	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Общая характеристика неустойчивости горения.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Введение. Общая характеристика явления акустической неустойчивости процесса горения. Исторический обзор. Проблема возбуждения колебаний газа в камерах сгорания ракетных и авиационных двигателей.

Тема 2. Применение пульсирующего горения на практике.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Применение пульсационного режима горения на практике. Интенсификация процессов горения и теплообмена. Утилизация промышленных и бытовых отходов.

Тема 3. Основы общей теории устойчивости

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Основы общей теории устойчивости, понятия и определения. D-разбиение по одному параметру

Тема 4. Критерии устойчивости.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Критерии устойчивости. D-разбиение по двум параметрам.

Тема 5. Решение задач по общей теории устойчивости.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Решение задач по общей теории устойчивости.

Тема 6. Физические основы автоколебаний в энергетических установках.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Физические основы автоколебаний газа в энергетических установках. Принципиальная схема. Энергетический критерий термоакустической неустойчивости.

Тема 7. Механизмы обратной связи автоколебаний.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Механизмы обратной связи автоколебаний с мягким и жестким режимом возбуждения.

Тема 8. Энергетический подход в неустойчивости горения.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Энергетический подход. Акустическая мощность области теплоподвода. Критерий Рэлея.

Тема 9. Решение задач на основе энергетического подхода.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Решение задач на основе энергетического подхода.

Тема 10. Физические механизмы и условия возбуждения колебаний газа в камерах сгорания промышленных энергетических установок.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Физические механизмы и условия возбуждения колебаний газа в камерах сгорания промышленных энергетических установок. Физические механизмы и условия возбуждения колебаний газа в моделях камер сгорания промышленных энергетических установок, использующих газообразное, жидкое и твердое топливо.

Тема 11. Автоколебания газа при горении в трубе.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Автоколебания газа при горении в трубе, резонаторе Гельмгольца и установке типа емкость-труба. Приложение к промышленным установкам, использующим газообразное, жидкое и твердое топливо.

Тема 12. Пульсационное горение камерах сгорания реактивных двигателей.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Пульсационное горение в моделях камер сгорания ракетных и авиационных двигателей.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Решение задач по общей теории устойчивости.	3	5-7	подготовка к коллоквиуму	12	коллоквиум
6.	Тема 6. Физические основы автоколебаний в энергетических установках.	3	8	подготовка к коллоквиуму	6	коллоквиум
8.	Тема 8. Энергетический подход в неустойчивости горения.	3	10	подготовка к коллоквиуму	6	коллоквиум
9.	Тема 9. Решение задач на основе энергетического подхода.	3	11-13	подготовка к коллоквиуму	12	коллоквиум
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Устное изложение учебного материала в ходе проведения лекций.

Демонстрация материалов занятий с помощью презентаций;

Применение различных методов моделирования физических процессов, сопровождающих изучаемые явления;

Разработка и конструирование новых объектов, реализующих изученные физические процессы;

Решение задач;

Проведение исследований, самостоятельное изучение процессов, осуществление наблюдений за ними и формулировка соответствующих выводов;

Сдача зачета по курсу изучаемой дисциплины.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Общая характеристика неустойчивости горения.

Тема 2. Применение пульсирующего горения на практике.

Тема 3. Основы общей теории устойчивости

Тема 4. Критерии устойчивости.

Тема 5. Решение задач по общей теории устойчивости.

коллоквиум , примерные вопросы:

Общие вопросы теории устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости. Физические основы устойчивости систем. Основные формульные зависимости. Применение критериев устойчивости. Решение частных задач.

Тема 6. Физические основы автоколебаний в энергетических установках.

коллоквиум , примерные вопросы:

Общие вопросы автоколебаний. Механизмы возбуждения автоколебаний. Механизмы поддержания автоколебаний. Автоколебания в энергоустановках. Предотвращение автоколебаний.

Тема 7. Механизмы обратной связи автоколебаний.

Тема 8. Энергетический подход в неустойчивости горения.

коллоквиум , примерные вопросы:

Неустойчивость горения. Виды неустойчивости горения. Классификация неустойчивости горения. Критерий Рэлея. Энергетические соотношения. Физические основы устойчивости систем. Основные формульные зависимости. Применение критериев для решения задач. Решение частных задач.

Тема 9. Решение задач на основе энергетического подхода.

коллоквиум , примерные вопросы:

Общие вопросы теории устойчивости. Критерий Рэлея. Энергетические соотношения. Физические основы устойчивости систем. Основные формульные зависимости. Применение критериев для решения задач. Решение частных задач.

Тема 10. Физические механизмы и условия возбуждения колебаний газа в камерах сгорания промышленных энергетических установок.

Тема 11. Автоколебания газа при горении в трубе.

Тема 12. Пульсационное горение камерах сгорания реактивных двигателей.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Примерные вопросы на зачет.

Общая характеристика явления акустической неустойчивости процесса горения.

Проблема возбуждения колебаний газа в камерах сгорания ракетных и авиационных двигателей.

Применение пульсационного режима горения на практике.

Интенсификация процессов горения и тепломассообмена.
Утилизация промышленных и бытовых отходов.
Основы общей теории устойчивости, понятия и определения.
D-разбиение по одному параметру.
Критерии устойчивости.
D-разбиение по двум параметрам.
Физические основы автоколебаний газа в энергетических установках.
Принципиальная схема.
Энергетический критерий термоакустической неустойчивости.
Механизмы обратной связи автоколебаний с мягким и жестким режимом возбуждения.
Энергетический подход.
Акустическая мощность области теплоподвода.
Критерий Рэлея.
Физические механизмы и условия возбуждения колебаний газа в камерах сгорания промышленных энергетических установок.
Физические механизмы и условия возбуждения колебаний газа в моделях камер сгорания промышленных энергетических установок, использующих газообразное, жидкое и твердое топливо.
Автоколебания газа при горении в трубе, резонаторе Гельмгольца и установке типа емкость-труба.
Автоколебания газа в промышленных установках, использующим газообразное, жидкое и твердое топливо.
Пульсационное горение в моделях камер сгорания ракетных и авиационных двигателей.

7.1. Основная литература:

Алексеев, Вадим Васильевич. Курс физики: учебное пособие / В.В. Алексеев, Л.И. Маклаков; Федер. агентство по образованию, Казан. гос. архит.--строит. ун-т. ?Изд. 3-е, перераб..?Казань: [КГАСУ], 2009. ?; 20.
Т. 2: Электродинамика. Колебания и волны. ?2009. ?132 с.: ил.. ?ISBN 978-5-7829-0242-1, 250.
Ахманов, Сергей Александрович. Статистическая радиофизика и оптика: случайные колебания и волны в линейных системах / С.А. Ахманов, Ю.Е. Дьяков, А.С. Чиркин. ?Изд. 2-е, перераб. и доп.. ?Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010. ?425 с.: ил.; 22. ?Указ.. ?Библиогр. в конце гл.. ?Предм. указ.: с. 421-425. ?ISBN 978-5-9221-1204-8((в пер.)), 300.
Савельев, Игорь Владимирович. Курс физики: В 3-х т.: учеб. пособие для студ. вузов / И. В. Савельев. ?СПб.: ЛАНЬ, Б.г.. ?(Учебники для вузов. Специальная литература).
Т.2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. ?2-е изд., стер.. ?2006. ?480 с.: ил.. ?ISBN 5-8114-0686-X: р.403.43.

7.2. Дополнительная литература:

Ларионов В.М. Автоколебания газа в энергетических установках.: Учебное пособие / В.М.Ларионов - Казань: изд-во Казан.гос. ун-та, 2006. 164 с.
Ларионов В.М. Автоколебания газа в установках с горением. / В.М. Ларионов, Р.Г. Зарипов . - Казань: Изд-во Казан. гос. технич. ун-та. - 2003. - 237 с.
Раушенбах Б.В. Вибрационное горение. М.: Физматгиз. 1961 -500с.

7.3. Интернет-ресурсы:

Бобылев, Юрий Владимирович. Нелинейные явления -
http://z3950.ksu.ru/bcover/0000664491_con.pdf

Лекции о теплотехнике - <http://stringer46.narod.ru/BurningOfGas.htm>

Принципы создания устойчивого процесса сжигания газа в топливнике - <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-4/14.htm>

Теория горения - <http://www.nizrp.narod.ru/toplivoiteor2.pdf>

Устойчивость горения взрывчатых веществ - http://www.libma.ru/tehnicheskie_nauki/vzryyv/p5.php

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Освоение дисциплины "Устойчивость процессов горения в энергетических установках" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 223200.68 "Техническая физика" .

Автор(ы):

Ларионов В.М. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Зарипов Р.Г. _____

"__" _____ 201__ г.