

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



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Математические модели пульсационного горения М1.ДВ.3

Направление подготовки: 223200.68 - Техническая физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Ларионов В.М., Митрофанов Г.А.

Рецензент(ы):

Зарипов Р.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Кашапов Н. Ф.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No 68314

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 ; доцент, к.н. (доцент) Митрофанов Г.А. Кафедра технической физики и энергетики Отделение физики , GAMitrofanov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

понимание физических процессов, приводящих к к пульсационному режима горения в промышленных камерах сгорания; формирование навыков применения математического аппарата теории акустической неустойчивости горения для расчета автоколебаний газа в энергетических установках.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М1.ДВ.3 Общенаучный" основной образовательной программы 223200.68 Техническая физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина М1.ДВ3 "Математические модели пульсационного горения" входит в общенаучный 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
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности
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-5 (профессиональные компетенции)	способность осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и 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:

основные положения энергетического подхода к исследованиям автоколебаний газа в энергетических установках с источниками теплоты и массы;

математические модели, описывающие влияние акустических колебаний газа на процесс тепловыделения при горении;

уравнения и соотношения, описывающие автоколебания газа в квазилинейном приближении, алгоритмы расчетов.

2. должен уметь:

рассчитывать частоту колебаний газа, распределение пульсаций скорости и давления в типовых колебательных установках;

определять условия возбуждения, частоту и амплитуду установившихся колебаний газа при горении в типовых установках;

разрабатывать математическое обеспечение применительно к проектируемым энергоустановкам.

3. должен владеть:

математическим аппаратом теории пульсационного горения;

аналитическими методами исследования автоколебаний газа в установках с горением;

навыками проведения расчетов применительно к проектируемым энергетическим установкам.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

проводить теоретические исследования влияния акустических колебаний газа на процесс горения;

выполнять физико-технические расчеты, направленные на модернизацию существующих и создание новых установок пульсационного горения;

находить пути устранения колебаний газа в случае необходимости.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

основные положения энергетического подхода к исследованиям автоколебаний газа в энергетических установках с источниками теплоты и массы;

математические модели, описывающие влияние акустических колебаний газа на процесс тепловыделения при горении;

уравнения и соотношения, описывающие автоколебания газа в квазилинейном приближении, алгоритмы расчетов.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

рассчитывать частоту колебаний газа, распределение пульсаций скорости и давления в типовых колебательных установках;

определять условия возбуждения, частоту и амплитуду установившихся колебаний газа при горении в типовых установках;

разрабатывать математическое обеспечение применительно к проектируемым энергоустановкам.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

математическим аппаратом теории пульсационного горения;

аналитическими методами исследования автоколебаний газа в установках с горением;

навыками проведения расчетов применительно к проектируемым энергетическим установкам.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 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. Введение,	3	1,2	2	0	0	
2.	Тема 2. Линеаризация уравнений,	3	3,4	4	0	0	
3.	Тема 3. Характеристическое уравнение задачи устойчивости процесса горения.	3	5,6	4	0	0	
4.	Тема 4. Решение задач по темам 2,3.	3	1-8	0	0	0	контрольная работа
5.	Тема 5. Передаточные функции пламени при горении однородной смеси, истекающей из отверстия и при обтекании стабилизатора, при горении слоевом твердого топлива.	3	7,8	2	0	0	
6.	Тема 6. Математические модели автоколебаний газа в камерах сгорания энергетических установок. Труба с многоканальной горелкой.	3	2-5	0	10	0	
7.	Тема 7. Установка типа емкость-труба с многоканальной горелкой.	3	6-9	0	10	0	
8.	Тема 8. Труба со стабилизатором пламени при горении однородной смеси.	3	10-13	0	10	0	
9.	Тема 9. Пульсационное горение твердого топлива в трубе и у становке типа емкость-труба.	3	14-17	0	10	0	

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. Обобщенная теоретическая модель автоколебаний газа в установках с горением.	3	9,10	2	0	0	
11.	Тема 11. Решение задач по темам 6-10.	3	9-17	0	0	0	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			14	40	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение,

лекционное занятие (2 часа(ов)):

современное состояние теории пульсационного горения, подходы и методы.

Тема 2. Линеаризация уравнений,

лекционное занятие (4 часа(ов)):

описывающих течение газа при наличии теплового источника. Акустическая мощность процесса горения. Критерий Рэлея.

Тема 3. Характеристическое уравнение задачи устойчивости процесса горения.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Энергетический метод. Уравнение границы неустойчивости, амплитуда установившихся колебаний газа.

Тема 4. Решение задач по темам 2,3.

Тема 5. Передаточные функции пламени при горении однородной смеси, истекающей из отверстия и при обтекании стабилизатора, при горении слоевом твердого топлива.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Передаточные функции пламени при горении однородной смеси, истекающей из отверстия и при обтекании стабилизатора, при горении слоевом твердого топлива.

Тема 6. Математические модели автоколебаний газа в камерах сгорания энергетических установок. Труба с многоканальной горелкой.

практическое занятие (10 часа(ов)):

Математические модели автоколебаний газа в камерах сгорания энергетических установок. Труба с многоканальной горелкой.

Тема 7. Установка типа емкость-труба с многоканальной горелкой.

практическое занятие (10 часа(ов)):

Установка типа емкость-труба с многоканальной горелкой.

Тема 8. Труба со стабилизатором пламени при горении однородной смеси.

практическое занятие (10 часа(ов)):

Труба со стабилизатором пламени при горении однородной смеси.

Тема 9. Пульсационное горение твердого топлива в трубе и у становке типа емкость-труба.

практическое занятие (10 часа(ов)):

Пульсационное горение твердого топлива в трубе и у становке типа емкость-труба.

Тема 10. Обобщенная теоретическая модель автоколебаний газа в установках с горением.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Обобщенная теоретическая модель автоколебаний газа в установках с горением.

Тема 11. Решение задач по темам 6-10.

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
4.	Тема 4. Решение задач по темам 2,3.	3	1-8	подготовка к контрольной работе	26	контрольная работа
11.	Тема 11. Решение задач по темам 6-10.	3	9-17	подготовка к контрольной работе	28	контрольная работа
	Итого				54	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

интерактивная доска, проектор, компьютер

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

Тема 1. Введение,

Тема 2. Линеаризация уравнений,

Тема 3. Характеристическое уравнение задачи устойчивости процесса горения.

Тема 4. Решение задач по темам 2,3.

контрольная работа , примерные вопросы:

Характеристическое уравнение задачи устойчивости процесса горения. Передаточные функции пламени при горении однородной смеси, истекающей из отверстия и при обтекании стабилизатора, при горении слоевом твердого топлива Математические модели автоколебаний газа в камерах сгорания энергетических установок. Труба с многоканальной горелкой.

Тема 5. Передаточные функции пламени при горении однородной смеси, истекающей из отверстия и при обтекании стабилизатора, при горении слоевом твердого топлива.

Тема 6. Математические модели автоколебаний газа в камерах сгорания энергетических установок. Труба с многоканальной горелкой.

Тема 7. Установка типа емкость-труба с многоканальной горелкой.

Тема 8. Труба со стабилизатором пламени при горении однородной смеси.

Тема 9. Пульсационное горение твердого топлива в трубе и у становке типа емкость-труба.

Тема 10. Обобщенная теоретическая модель автоколебаний газа в установках с горением.

Тема 11. Решение задач по темам 6-10.

контрольная работа , примерные вопросы:

Установка типа емкость-труба с многоканальной горелкой Труба со стабилизатором пламени при горении однородной смеси. Пульсационное горение твердого топлива в трубе и у становке типа емкость-труба. Обобщенная теоретическая модель автоколебаний газа в установках с горением.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы, выносимые на зачет, включают два типа заданий:

1. Три теоретических вопроса.

2. Проблемный вопрос или расчетная задача.

1. Теоретические вопросы:

1.1. Математическое моделирование на основе фундаментальных законов природы. Метод подобия и анализа размерностей при построении физических моделей.

1.2. Основные режимы течения и теплообмена: вязкостно (В) - инерционно (И)-гравитационное (ВИГ), ВИ, В, ВГ. Поток тепла и массы, гидравлическое сопротивление на границе среда-стенка.

1.3. Метод суперпозиции. Понятие о материальном балансе.

7.1. Основная литература:

1. Шлёнский, О. Ф. Режимы горения материалов [Электронный ресурс] / О. Ф. Шлёнский, В. С. Сиренко, Е. А. Егорова. - М.: Машиностроение, 2011. - 220 с.: ил. - ISBN 978-5-94275-571-3 <http://e.lanbook.com/view/book/2018/>

2. Бойко, Е. А. Реакционная способность энергетических углей [Электронный ресурс] : монография / Е. А. Бойко. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2011. - 608 с. - ISBN 978-5-7638-2104-8. <http://znanium.com/bookread.php?book=441211>

3. Петренко, В. И. Управляемые энергетические установки на твердом ракетном топливе [Электронный ресурс] / М. И. Соколовский, В. И. Петренко, Г. А. Зыков и др. - М.: Машиностроение, 2003. - 464 с.: ил. - ISBN 5-217-03123-9. <http://znanium.com/bookread.php?book=374622>

7.2. Дополнительная литература:

1. Машиностроение. Энциклопедия : в 40 т. / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. - М. : Машиностроение. Т. IV-18. Котельные установки / Ю.А. Рундыгин, Е.Э. Гильде, А.В. Судаков и др. ; Под ред. Ю.С. Васильева, Г.П. Поршнева. - 2009. - 400 с., ил. ISBN 978-5-217-03417-8 (т. IV-18) ISBN 978-5-94275-497-6 (т. IV-18) ISBN 5-217-01949-2 <http://znanium.com/bookread.php?book=373576>

2. Газифицированные котельные агрегаты: Учебник / О.Н. Брюханов, В.А. Кузнецов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 392 с.: 60x90 1/16. - (Среднее профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-16-005373-8, 500 экз. <http://znanium.com/bookread.php?book=401008>

7.3. Интернет-ресурсы:

АВТОКОЛЕБАНИЯ ГАЗА -

<http://www.energyland.info/files/library/2614553cd3d06354aa22d34db898470d.pdf>

Мат модели -

<http://www.kaznu.kz/content/files/pages/folder10302/%D0%91%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B3%D0>

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКОЙ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ - <http://gisap.eu/node/13247>

Моделирование процессов в теплогенераторе - <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2006/119.pdf>

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ - http://elib.altstu.ru/elib/books/Files/pv2010_01/pdf/060salomatov.pdf

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Математические модели пульсационного горения" 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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

интерактивная доска, проэктор, компьютер

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

Автор(ы):

Ларионов В.М. _____

Митрофанов Г.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Зарипов Р.Г. _____

"__" _____ 201__ г.