

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

Кафедра А8 «Двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НР и ИР

БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

С.А. Матвеев

2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

(Специальная дисциплина №2 по профилю научной подготовки аспиранта)

Специальность: 2.5.15 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки
летательных аппаратов»

Санкт-Петербург
2022 г.

1. Цель изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Специальная дисциплина №2 по профилю научной подготовки аспиранта» (Основы гидромеханического, физического и химического взаимодействия топлив при создании и испытании ракетных двигателей) является формирование и развитие у аспирантов научных знаний физической и химической природы горения топлив в ракетных двигателях, планирование и проведение научных экспериментов по выявлению ведущих стадий на различных этапах превращения топлива.

2. Задачи дисциплины

- формирование умений анализировать и сопоставлять вклад процессов различной физической и химической природы в общую картину горения топлив в ракетных двигателях, планировать и проводить научные эксперименты по выявлению ведущих стадий на различных этапах превращения топлива;
- формирование навыка обрабатывать, анализировать и оценивать результаты исследований, способностью с помощью компьютерной техники обрабатывать, анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию;
- формирование умения разрабатывать математические модели для инженерных расчетов, описывающие процессы, происходящие в разрабатываемых ракетно-космических комплексах, выбирать методы их решений и анализировать полученные результаты.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы аспирантуры

Дисциплина «Специальная дисциплина №2 по профилю научной подготовки аспиранта» (Основы гидромеханического, физического и химического взаимодействия топлив при создании и испытании ракетных двигателей) относится к Образовательному компоненту 2.1.3 «Дисциплины (модули) по выбору» программы аспирантуры по специальности 2.5.15 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

4. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- теоретические основы химической кинетики;
- теоретические основы гомогенного и гетерогенного катализа;
- основные методы технологий изготовления катализаторов;
- общие основы теории воспламенения, горения, цепных реакций и технологических процессов организации горения;
- методы анализа и обеспечения устойчивости горения в ракетных двигателях;
- основы теплопередачи в двухфазном потоке;
- гидравлические и тепловые основы работы аппаратов с зернистым слоем

Уметь:

- идентифицировать лимитирующие и ведущие стадии процесса горения в зависимости от вида топлива, параметров исследуемого устройства;
- оценивать опасности и опасные факторы, при проектировании и испытаниях экспериментальных и натурных устройств;
- формулировать физико-химические модели элементарных стадий процессов с учетом гидродинамики подачи компонентов и условий течения потоков;
- формулировать задачи программистам по написанию математических моделей и расчетных программ;
- прогнозировать влияние изменения отдельных технических параметров изделия на его эффективность и безопасность его работы;
- обеспечивать устойчивое функционирование объектов и технических систем в штатных и нештатных ситуациях.

Владеть:

- общепринятыми методами идентификации лимитирующих стадий сложных процессов в камерах сгорания ракетных двигателей;
- выбором средств измерения и методов контроля параметров процесса горения топлив;
- методами разработки мероприятий по повышению технической и экологической безопасности при испытаниях на этапах отработки процессов горения высокоэнергетических веществ;
- методами планирования и осуществления мероприятий по эффективной эффективной организации исследовательских работ.

5. Объем и вид учебной работы

Виды учебной работы	Трудоемкость (часы)		Семестры (указание часов по семестрам)
Аудиторные занятия (всего)	108		5
В том числе:			
Лекции	18		5
Практические занятия	27		5
Самостоятельная работа (всего)	54		5
Формы аттестации по дисциплине (зачет, экзамен)	зачет		5
Общая трудоемкость дисциплины	Часы	ЗЕТ	5
	108	3	

6. Содержание дисциплины

6.1. Содержание раздела дисциплины

Содержание дисциплины	Основное содержание раздела
Процессы физического и химического взаимодействия высокоэнергетических компонентов ракетных топлив в жидкой и газовой фазах. Лимитирующие стадии на различных этапах превращения топлива;	Формальная кинетика Общие закономерности распада и образования молекул. Основы теории столкновений в бимолекулярных реакциях Теория активированного комплекса. Гомогенный и гетерогенный катализ. Теория активных центров. Геометрия зернистых слоев. Аэродинамика и тепло-массообмен неподвижного зернистого слоя
Методы экспериментального исследования внутрикамерных процессов. Прогнозирование аварийных ситуаций при отработке, испытаниях и исследованиях ЖРД.	Теория воспламенения, горения, цепных реакций, пределы воспламенения Двухфазные потоки. Режимы течения
Особенности непрерывных и импульсных режимов работы ЖРДМТ, запуска и останова.	Кризисы кипения Тепловой взрыв Сравнение динамики кипения инертных и химически активных жидкостей
Каталитические ЖРДМТ и ГГ на однокомпонентных топливах перексиде водорода и гидразине. Катализаторы разложения монотоплив. Неустойчивость горения. Математическое моделирование процесса горения на примере разложения гидразина	Технология изготовления катализаторов разложения однокомпонентных топлив Ведущие механизмы процесса каталитического разложения монотоплив Неустойчивость горения Измерения параметров при стендовых испытаниях двигателей

6.2. Контролируемые учебные элементы

Разделы дисциплины	Знать	Уметь	Владеть
Процессы физического и химического взаимодействия высокоэнергетических компонентов ракетных топлив в жидкой и газовой фазах. Лимитирующие стадии на различных этапах превращения топлива;	теоретические основы химической кинетики; теоретические основы гомогенного и гетерогенного катализа; общие основы теории воспламенения, горения, цепных реакций и технологических процессов организации горения;	идентифицировать лимитирующие и ведущие стадии процесса горения в зависимости от вида топлива, параметров исследуемого устройства;	-
Методы экспериментального исследования внутрикамерных процессов. Прогнозирование аварийных ситуаций при отработке, испытаниях и исследованиях ЖРД.	основные методы технологий изготовления катализаторов; методы анализа и обеспечения устойчивости горения в ракетных двигателях;	оценивать опасности и опасные факторы, при проектировании и испытаниях экспериментальных и натурных устройств; формулировать физико-химические модели элементарных стадий процессов с учетом гидродинамики подачи компонентов и условий течения потоков; формулировать задачи программистам по написанию математических моделей и расчетных программ;	общепринятыми методами идентификации лимитирующих стадий сложных процессов в камерах сгорания ракетных двигателей; выбором средств измерения и методов контроля параметров процесса горения топлив; методами разработки мероприятий по повышению технической и экологической безопасности при испытаниях на этапах отработки процессов горения высокоэнергетических веществ; методами планирования и осуществления мероприятий по

			эффективной организации исследовательских работ.
Особенности непрерывных и импульсных режимов работы ЖРДМТ, запуска и останова.	общие основы теории воспламенения, горения, цепных реакций и технологических процессов организации горения;	<p>формулировать физико-химические модели элементарных стадий процессов с учетом гидродинамики подачи компонентов и условий течения потоков;</p> <p>прогнозировать влияние изменения отдельных технических параметров изделия на его эффективность и безопасность его работы;</p> <p>обеспечивать устойчивое функционирование объектов и технических систем в штатных и нештатных ситуациях.</p>	<p>выбором средств измерения и методов контроля параметров процесса горения топлив;</p> <p>методами разработки мероприятий по повышению технической и экологической безопасности при испытаниях на этапах отработки процессов горения высокоэнергетических веществ;</p>
Каталитические ЖРДМТ и ГГ на однокомпонентных топливах перексиде водорода и гидразине. Катализаторы разложения монотоплив. Неустойчивость горения. Математическое моделирование процесса горения на примере разложения гидразина	методы анализа и обеспечения устойчивости горения в ракетных двигателях; основы теплопередачи в двухфазном потоке; гидравлические и тепловые основы работы аппаратов с зернистым слоем	идентифицировать лимитирующие и ведущие стадии процесса горения в зависимости от вида топлива, параметров исследуемого устройства;	методами планирования и осуществления мероприятий по эффективной организации исследовательских работ.

6.3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ дисциплинарного модуля/раздела	Часы по видам занятий			Всего:
	Лекции	Практич. занятия	Сам. работа	
Процессы физического и химического взаимодействия высокоэнергетических компонентов ракетных топлив в жидкой и газовой фазах. Лимитирующие стадии на различных этапах превращения топлива;	4	6	13	23
Методы экспериментального исследования внутрикамерных процессов. Прогнозирование аварийных ситуаций при отработке, испытаниях и исследованиях ЖРД.	4	8	15	27
Особенности непрерывных и импульсных режимов работы работы ЖРДМТ, запуска и останова.	5	6	13	24
Каталитические ЖРДМТ и ГГ на однокомпонентных топливах перексиде водорода и гидразине. Катализаторы разложения монотоплив. Неустойчивость горения. Математическое моделирование процесса горения на примере разложения гидразина	5	7	13	25
ИТОГО	18	27	54	99

7. Ресурсное обеспечение. (Кадровый потенциал, материально-техническое оснащение, образовательные технологии, формы, методы и способы обучения).
Кафедра А8 «Двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» располагает кадровыми ресурсами, гарантирующими качество подготовки аспиранта по научной специальности 2.5.15 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» в соответствии с ФГТ.

7.1. Образовательные технологии

Обучение по дисциплине ведется с применением инновационных технологий: лекции-консультации, лекции-дискуссии, метод учебного проектирования.

Предполагаются методы обучения с использованием информационных технологий: проведение занятий с использованием слайд-презентаций.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии:

1. Облачные хранилища данных.
2. Локальная сеть университета.
3. Глобальная сеть Интернет

7.2. Материально-техническое оснащение.

Специализированные лаборатории (в том числе научные) и классы, основное учебное оборудование (комплексы, установки и стенды):

Кабинет материальной части кафедры.

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук.

7.3. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Программное обеспечение не требуется

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Электронная библиотечная система БГТУ - <http://library.voenmeh.ru>;

Электронная библиотека Юрайт - <https://biblio-online.ru/>

Электронно-библиотечная система Лань - <https://e.lanbook.com>.

8.1. Основная литература

1. Г.М. Панченков, В.П. Лебедев, Химическая кинетика и катализ, М. «Химия», 1974, 592с..

2. Теория тепломассообмена, под ред. Д.т.н. А.И. Леонтьева, Москва «Высшая школа», 1979.

3. Гидравлические и тепловые основы работы аппаратов со стационарным и кипящим зернистым слоем, «Химия», Ленинградское отделение, 1968.

4. М.С. Натанзон Неустойчивость горения, Москва, «Машиностроение», 1986.

5. Теплопередача в двухфазном потоке/ Под редакцией Д.Баттерворса и Г. Хьюитта; Пер с англ. –М., Энергия, 1980.

6. Неустойчивость горения ЖРД, Под редакцией Д.Т. Харрье и Ф.Г. Рирдона, Пер с англ., Издательство «Мир», Москва, 1975.

7. Луджи Крокко и Чжен Синь-и Теория неустойчивости горения в жидкостных ракетных двигателях, Пер.с англ.. под редакцией Проф. Ю.Х. Шаулова, Издательство иностранной литературы, Москва 1958.

8.1.1. Электронные учебные издания (учебники, учебные пособия).

Теория горения и взрыва [Электронный ресурс] : учебник и практикум для вузов / А. В. Тотай [и др.] ; под общей редакцией А. В. Тотая. - 3-е изд., испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Юрайт, 2020. - 254 с. - (ЭБС Юрайт) (Высшее образование). - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/449992> (дата обращения: 19.10.2020)

Андреев, В. В. Теория горения и взрыва: высокоэнергетические материалы [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. В. Андреев, А. В. Гуськов, К. Е. Милевский, Е. Ю. Слесарева. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Юрайт, 2020. - 325. - (ЭБС Юрайт). - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/453148> (дата обращения: 03.02.2021)

8.2. Дополнительная литература

Исследование операций [Текст] : в 2 т. : пер. с англ. / ред. Дж. Дж. Моудер, ред. С. Е. Элмаграби. - М. : Мир, 1981. Т. 1 : Методологические основы и математические методы / Х. Майзер [и др.]. - 1981. - 712 с. : схемы, табл. - Авторы указ. на обороте тит. листа. - Авторы указ. в оглавлении. - Библиогр. в конце глав. - Библиогр. в подстроч. прим. - Дополнит. титульн. лист на англ. яз. - Предмет. указ.: с. 704-707. (4 экз.)

9. Аттестация по дисциплине. Указывается форма аттестации (экзамен, зачет, зачет с оценкой) и методика проведения (этапы, способы оценивания ЗУН).

Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию в форме зачета.

Контрольные мероприятия текущего контроля

Вид контрольного мероприятия	Срок проведения (№ недели)	Контролируемый объем (№ разделов)
Устный опрос	5	1 и 2
Устный опрос	12	3
Устный опрос	15	4

10. Фонд оценочных средств по дисциплине для проведения промежуточной аттестации (представляется отдельным документом в формате приложения к РПД)

Фонд оценочных средств представлен в УМК дисциплины