

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан

Л. В.Гензе

Рабочая программа дисциплины

Аэротермохимия

по направлению подготовки

01.04.03 Механика и математическое моделирование

Направленность (профиль) подготовки :
Механика жидкости, газа и нефтегазотранспортных систем

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магистр

Год приема
2024, 2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
А.М.Бубенчиков

Председатель УМК
Е.А.Тарасов

Томск – 2024

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен самостоятельно решать исследовательские задачи в рамках реализации научного (научно-технического, инновационного) проекта.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК 1.1 Проводит исследования, направленные на решение отдельных исследовательских задач

ИПК 1.2 Определяет способы практического использования научных (научно-технических) результатов

ИПК 1.3 Осуществляет наставничество в процессе проведения исследований

2. Задачи освоения дисциплины

– Научиться применять основные концепции и понятия аэротермохимии для построения физических и математических моделей для моделирования аэротермохимических явлений и задач механики многофазных реагирующих сред.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Первый семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 часов, из которых:

-лекции: 32 ч.

-практические занятия: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Моделирование теплофизических процессов в конденсированной фазе

Краткое содержание темы: На основе физической модели теплофизических процессов строится математическая модель, содержащая уравнение неразрывности компонентов, уравнение движения газа в порах, уравнения сохранения энергии. Рассматривается закон фильтрации и формула Козени-Кармана для проницаемости. Формулируются начальные и граничные условия. Дана классификация граничных условий.

Тема 2. Основная система уравнений механики реагирующих сред. Критерии подобия и классификация аэротермохимических явлений

Краткое содержание темы: Система уравнений Навье-Стокса для химически реагирующего газа. Приведение системы уравнений Навье-Стокса к безразмерному виду.

Критерии подобия. Физическое моделирование в механике реагирующих сред. Дается классификация аэротермохимических явлений.

Тема 3. Теория многокомпонентного химически реагирующего пограничного слоя

Краткое содержание темы: Приводится система уравнений Прандтля для химически реагирующего газа. Формулируются начальные условия, граничные условия на внешней границе пограничного слоя и на обтекаемой поверхности. Приводятся система уравнений пограничного слоя для установившихся течений и основные уравнения установившегося течения многокомпонентного пограничного слоя. Выводятся уравнения многокомпонентного пограничного слоя в окрестности лобовой критической точки. Дается понятие о плазме и основная система уравнений для течений частично ионизированного газа в пограничном слое.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в первом семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Вопросы экзаменационного билета отвечают проверке формирования компетенции ПК-1 и отражают достижение индикаторов ИПК 1.1, ИПК 1.2, ИПК 1.3.

Примерный перечень теоретических вопросов:

1. Уравнения сохранения энергии. Физический смысл всех членов.
2. Формула Козени-Кармана для проницаемости.
3. Начальные и граничные условия для системы уравнений конденсированной фазы для разрушающейся поверхности
4. Начальные и граничные условия для системы уравнений конденсированной фазы. Уравнение баланса энергии на границе раздела сред.
5. Классификация граничных условий.
6. Система уравнений Навье-Стокса для химически реагирующего газа.
7. Приведение системы уравнений Навье-Стокса к безразмерному виду (с уравнением сохранения энергии в энтальпийном виде). Критерии подобия.
8. Физическое моделирование в механике реагирующих сред.
9. Классификация аэротермохимических явлений.
10. Система уравнений Прандтля для химически реагирующего газа. Гипотеза Прандтля. Толщина диффузионного пограничного слоя.
11. Система уравнений Прандтля для химически реагирующего газа. Уравнение сохранения энергии. Пределы применимости моделей пограничного слоя.
12. Начальные условия. Граничные условия на внешней границе пограничного слоя и на обтекаемой поверхности.
13. Система уравнений пограничного слоя для установившихся течений.
14. Основные уравнения установившегося течения многокомпонентного пограничного слоя.
15. Уравнения многокомпонентного пограничного слоя в окрестности лобовой критической точки
16. Понятие о плазме.
17. Математические модели течения газа.

18. Основная система уравнений для течений частично ионизированного газа в пограничном слое.
19. Физическая модель теплофизических процессов в конденсированной фазе.
20. Отрыв пограничного слоя.
21. Уравнение неразрывности компонентов в конденсированной фазе.
22. Начальные условия. Граничные условия на внешней границе пограничного слоя и на обтекаемой поверхности.
23. Уравнение движения газа в порах.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» ставится в случае, если дан правильный и развернутый ответ на вопрос. Студент четко и логично изложил свой ответ на поставленный в тесте вопрос.

Оценка «хорошо» ставится в случае, если дан правильный ответ на вопрос, но не все изложено развернуто и логически структурировано.

Оценка «удовлетворительно» ставится в случае, если в целом дан правильный ответ на вопрос, но он изложен поверхностно и с нарушением логики изложения.

Оценка «неудовлетворительно» ставится в случае, если ответ представлен очень поверхностно и с нарушением логики изложения, студент очень плохо владеет основными моделями и концепциями, допущены существенные терминологические и фактические ошибки.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «IDo» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=5869>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Алексеев Б.В., Гришин А.М. Курс лекций по аэротермохимии. – Томск: Изд-во ТГУ, 1978.
2. Алексеев Б.В., Гришин А.М. Введение в аэротермохимию. – Саратов: Изд-во СГУ, 1973.
3. Гришин А.М. Математическое моделирование некоторых нестационарных аэротермохимических явлений. – Томск: Изд-во ТГУ, 1973.
4. Гришин А.М., Фомин В.М. Сопряженные и нестационарные задачи механики реагирующих сред. – Новосибирск: Наука, 1986.
5. Куропатенко В.Ф. Модели механики сплошных сред. Челябинск: Челяб. гос. ун-т, 2007. - 303с.

б) дополнительная литература:

1. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. Т.1. – М.: Наука, 1987.
2. Соу Г. Гидродинамика многофазных сред. – М.: Мир, 1971.
3. Ферцигер Дж., Капер Г. Математическая теория процессов переноса в газах. – М.: Мир, 1976.
4. Гришин А. М. Введение в механику сплошных реагирующих сред : [учебное пособие].– Томск : Издательство Томского университета, 2008. – 217 с.
5. Гиршфельдер Дж., Кертис М., Берд Р. Молекулярная теория газов и жидкостей. – М.: ИЛ, 1961.

в) ресурсы сети Интернет:

– открытые онлайн-курсы

13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Зав. кафедрой физической и вычислительной механики, д.ф.-м.н., доцент Лобода Е.Л.