

Программа курса “Газовая динамика”

Лекторы:

проф. В.В. Измоленов

проф. К.В. Краснобаев

1. Континуальное описание газообразных сред, понятие сжимаемой среды.
2. Законы сохранения в интегральной и дифференциальной форме: уравнение неразрывности; уравнения сохранения количества движения и уравнение движения; уравнение сохранения момента количества движения. Условие непротекания на произвольной поверхности.
3. Первый закон термодинамики. Уравнение энергии и уравнение притока тепла.
4. Второй закон термодинамики. Энтропия.
5. Уравнение состояния. Идеальные двухпараметрические среды. Совершенный газ. Нормальный газ. Усложненные модели газовых сред. Уравнения состояния Ван-дер-Ваальса и Тэта. Зависимость внутренней энергии среды от давления и характеристик сжимаемости.
6. Примеры использования законов сохранения при нестационарном и при установившемся течениях.
7. Сильные разрывы. Классификация сильных разрывов. Ударные волны. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена. Сильные и слабые ударные волны. Изменение энтропии.
8. Общие свойства стационарного адиабатического течения совершенного газа: интеграл Бернулли, максимальная и критические скорости, параметры торможения.
9. Установившиеся течения газа в трубке: квазиодномерное (гидравлическое) приближение, течение в сопле Лаваля. Насадок Борда. Установившиеся течения газа в трубке с разрывами. Течения в трубе при наличии трения и теплообмена.
10. Одномерные неустановившиеся движения. Определения, основные уравнения, начальные и граничные условия. Звуковые волны, волны Римана. Характеристики квазилинейных уравнений. Примеры. Инварианты Римана. Применение метода характеристик к решению задач о неустановившихся движениях. Элементарная задача метода характеристик. Задачи Коши, Гурса, задачи с условиями на траектории.
11. Применение метода характеристик к изучению простых волн (волн Римана). Задача о поршне. Истечение в вакуум. Эволюционные разрывы.
12. Взаимодействие бегущей волны с ударной волной и с контактными разрывом. Качественный анализ поведения преломленной и отраженной волн. Распад произвольного разрыва. Столкновение ударных волн. Отражение ударной волны от стенки. Отражение ударной волны от открытого конца трубы. Задача о сильном взрыве.
13. Установившиеся двумерные течения. Уравнения, некоторые их интегралы. Приведение уравнений двумерного установившегося течения к характеристическому виду. Граничные условия. Плоские потенциальные течения. Уравнения Чаплыгина. Переменные годографа – точные решения. Метод Чаплыгина в задачах о газовых струях.
14. Сверхзвуковые течения. Метод характеристик. Типичные постановки задач. Изоэнтропические течения. Характеристики в плоскости годографа. Простые волны (течения Прандтля-Майера). Обтекание искривленной стенки. Обтекание вогнутого контура. Образование разрывов. Графическое представление соотношений на скачке: ударная поляра, сердцевидная кривая. Сверхзвуковое обтекание клина и профиля.

15. Пересечение скачков уплотнения. Взаимодействие скачков с твердой стенкой, свободной границей и тангенциальным разрывом. Обтекание тел идеальным газом – метод малых возмущений. Законы подобия при обтекании тел. Формулы Ньютона и Буземана.

Перечень основной учебной литературы:

Кочин Н.Е. . Кибель И.А., Розе Н.В. // Теоретическая гидромеханика, в 2-х тт. М.: Наука, 1975.

Черный Г.Г. // Газовая динамика, М. : Мир, 1988.

Седов Л.И. // Механика сплошной среды, в 2-х тт. М. : Наука, 1984.

Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. // Гидродинамика, М. : Наука, 1988.

Перечень дополнительной учебной литературы:

Мизес Р. // Математическая теория течений сжимаемой жидкости, М.: ИЛ, 1961.

Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. // Физика ударных волн и высокотемпературных газодинамических явлений, М. : Наука, 1966.