

Автор курса доцент Чижов Г.А.

Программа курса лекций по механике сплошных сред (весна 2015)

Основы лагранжевой и гамильтоновой динамики в механике сплошной среды

1. Лагранжиан и уравнения движения сплошной среды. Упругая среда.
2. Деформации упругой изотропной среды. Коэффициенты Юнга и Пуассона.
3. Волны сжатия и сдвига в твердом теле. Скорость волн. Поверхностные волны.
4. Вариационный принцип Гамильтона-Остроградского в переменных Лагранжа и Эйлера.
5. Гамильтониан изотропной упругой среды. Гамильтоновы уравнения.

Вихревое движение среды

1. Основные теоремы динамики вихревого движения (Лагранжа, Томсона, Гельмгольца, Гельмгольца-Фридмана).
2. Локализованные вихри. Круговой вихрь Рэнкина, вихревая нить, вихревое кольцо Кельвина, сферический вихрь Хилла.
3. Система вихревых нитей. Взаимодействие вихрей. Атмосфера вихря.
4. Перенос энергии и импульса локализованным вихрем.
5. Вихревая дорожка Кармана и индуктивное сопротивление.

Вязкая жидкость

1. Тензор напряжений «линейной» вязкой жидкости.
2. Уравнения Навье-Стокса. Кинематическая и динамическая вязкости.
3. Неньютоновы жидкости. Течение бингамовской жидкости.
4. Течения Куэтта и Пуазейля. Обтекание шара. Формула Стокса. Приближение Озина.
5. Пограничный слой. Теория Прандтля.
6. Вязкая жидкость со свободной поверхностью. Задачи Рэлея и Забабахина.
7. Интегрирование нелинейных уравнений. Затопленная ламинарная струя
8. Диффузия вихря. Уравнение Гельмгольца для вязкой жидкости.
9. Диссипация кинетической энергии в вязкой жидкости.
10. Нагревание тела в движущейся жидкости.

Механизмы теплопередачи в сплошной среде

1. Теплопроводность сплошной среды. Поле температуры.
2. Тепловая конвекция. Динамика нагретой жидкости.
3. Устойчивость нагретой жидкости и газа.
4. Конвективная неустойчивость. Конвекция Бенара-Рэлея.

Размерность и подобие в задачах гидродинамики

1. Динамическое подобие. Безразмерные переменные и числа подобия.
2. П-теорема. Автомодельность. Динамические симметрии.
3. Групповые свойства уравнений МСС.
4. Применение методов подобия и размерности в задачах динамики.

Устойчивость течения жидкости

1. Понятие устойчивости течения. Методы исследования устойчивости.
2. Критерии устойчивости. Устойчивость течения Куэтта.
3. Метод малых возмущений в теории устойчивости. Линеаризация уравнений.
4. Неустойчивость тангенциальных разрывов.
5. Неустойчивость Кельвина-Гельмгольца и критерий устойчивости Рэлея.
6. Уравнение Орра-Зоммерфельда.
7. Неустойчивости в нелинейных системах малой размерности.
8. Отображение Пуанкаре. Логистическое отображение.
9. Аттракторы и их структура. Динамический хаос.

Турбулентное течение

1. Модели турбулентного течения. Сценарии возникновения турбулентности.
2. Уравнение Рейнольдса. Турбулентная вязкость. Теории Прандтля и Кармана.
3. Турбулентное течение в канале и трубе. Турбулентное сопротивление.
4. Теория турбулентности Колмогорова.