

Программа курса
«Механика сплошных сред
(Механика жидкости, газа и плазмы; Механика деформируемых твердых тел)»
для студентов отделения механики – 5-й семестр (2 часа в неделю), 6-й семестр (4 часа в
неделю)

Лекторы - проф. К.В.Краснобаев
доц. С.И. Арафайлов

Введение. Обзор классических моделей сплошных сред (по материалам курса «Основы механики сплошной среды»)

1. Равновесие жидкостей и твердых деформируемых тел

- 1.1. Уравнения гидростатики. Барометрическая формула. Давление на твердую поверхность (общие формулы).
- 1.2. Закон Архимеда. Равновесие вращающейся несжимаемой жидкости.
- 1.3. Уравнения равновесия линейно-упругого тела. Бигармоническое уравнение для вектора перемещения.
- 1.4. Задача Ламе. Определение перемещений, распределение напряжений в стенке трубы.
- 1.5. Задача о кручении стержня круглого поперечного сечения.

2. Применение методов теории функций комплексного переменного к решению задач механики сплошной среды

- 2.1. Плоские потенциальные течения идеальной несжимаемой жидкости. Комплексная скорость, комплексный потенциал.
- 2.2. Примеры комплексного потенциала (точечный вихрь, диполь, обтекание кругового цилиндра с циркуляцией).
- 2.3. Формулы Чаплыгина для гидродинамических реакций. Формула Жуковского для подъемной силы. Парадокс Даламбера.
- 2.4. Поступательное движение цилиндра и шара в безграничной жидкости, присоединенная масса.
- 2.5. Примеры течений вязкой жидкости. Число Рейнольдса. Уравнения пограничного слоя. Течение Пуазейля.
- 2.6. Плоские задачи теории упругости. Компоненты перемещений в плоской задаче.
- 2.7. Уравнения Бельтрами-Мичелла. Условие на внешние массовые и поверхностные силы. Постановка плоских задач теории упругости.
- 2.8. Плоское деформированное и плоское напряженное состояния упругой среды.
- 2.9. Функция напряжений Эри. Бигармоническое уравнение и граничные условия для функции Эри.
- 2.10. Формула Гурса. Выражения компонент тензора напряжений и вектора перемещений через функции комплексного переменного. Граничные условия и классификация краевых задач для определения функций комплексного переменного.

3. Волновые движения сплошной среды

- 3.1. Линейная теория волн. Волновое уравнение. Бегущие волны. Собственные колебания.
- 3.2. Волны на поверхности тяжелой несжимаемой идеальной жидкости. Стоячие волны. Прогрессивные волны.
- 3.3. Характеристики системы квазилинейных уравнений в частных производных первого порядка. Звуковые волны в сжимаемом газе.
- 3.4. Нелинейные волны малой конечной амплитуды в вязком теплопроводном газе. Уравнение Бюргера.
- 3.5. Установившееся сверхзвуковое обтекание тонкого профиля. Вывод волнового уравнения

для потенциала скорости. Число Маха. Граничные условия.

3.6 Взрывные волны. Задача о сильном взрыве в совершенном газе.

3.7 Упругие волны в изотропной среде. Система уравнений линейной теории упругости в случае адиабатических процессов.

3.8 Продольные и поперечные плоские волны.

3.9 Волны Релея.

4. Модели пластических тел

4.1. Пластические деформации. Поверхность нагружения (текучести). Идеально-пластические тела и тела с упрочнением.

4.2. Условия пластичности Треска и Мизеса.

4.3. Принцип минимума работы истинных напряжений на приращениях пластических деформаций.

4.4. Ассоциированный закон.

4.5. Полная система уравнений для упругопластической среды в теории Прандтля-Рейсса.

5. Основы теории движений смесей жидкостей и газов

5.1. Постановка задачи о многокомпонентной сплошной среде. Движение смеси в целом. Характеристики макроскопических частиц смеси.

5.2. Уравнения баланса масс для физико-химических превращений.

5.3. Свободная энергия и термодинамический потенциал смеси.

5.4. Смесь совершенных газов. Парадокс Гиббса.

5.5. Уравнения состояния смеси при обратимых процессах.

5.6. Смесь как идеальная двухпараметрическая среда. Полная система уравнений движения смеси при обратимых процессах.

6. Движения сплошной среды в электромагнитных полях

6.1 Плотность заряда и плотность тока. Сила Лоренца. Закон Ома.

6.2 Уравнения Максвелла.

6.3 Уравнения магнитной гидродинамики.

6.4 Уравнения электрогидродинамики.

Литература

1. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. 1,2. М.: Наука, 1994.
2. Нигматулин Р.И. Механика сплошной среды. М.: Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2014.
3. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Т. 1,2. М.: Физматгиз, 1963.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М.: Наука, 1986.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости. М.: Наука, 1987.
6. Механика сплошных сред в задачах. Под ред. М.Э.Эглит. М.: Московский лицей, тт. I - II, 1996.
7. Краснобаев К.В. Лекции по основам механики сплошной среды, М. : Физматлит, 2005.
8. Куликовский А.Г., Любимов Г.А. // Магнитная гидродинамика, М.: Логос, 2005.