

ПРОГРАММА
специального курса
«Механика сплошной среды»
2016/2017 учебный год

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 состояние 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 Бюргерса.
- 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. Эффект Баушингера. Явление ползучести. Релаксация напряжений. Модель Максвелла. Модель Фойгта.
- 4.2. Условия пластичности Треска и Мизеса. Площадки максимальных касательных напряжений.
- 4.3. Принцип минимума работы истинных напряжений на приращениях пластических деформаций. Ассоциированный закон. Теория пластического течения.
- 4.4. Полная система уравнений для упругопластической среды в теории Прандтля-Рейсса.
- 4.5. Кручение цилиндрического стержня из упруго-пластического материала без упрочнения.
- 4.6. Деформационная теория. Цилиндрическая труба и полый шар из упруго-пластического материала под действием внутреннего давления.

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.

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. // Основы механики сплошной среды, М.: Физматлит, 2005.
8. Куликовский А.Г., Любимов Г.А. // Магнитная гидродинамика, М.: Логос, 2005.