

**ПРОГРАММА  
специального курса  
«Основы механики сплошной среды»**

для студентов отделения механики – 4 семестр, 4 часа в неделю  
Лектор – проф. К.В.Краснобаев

**1. Основные понятия, используемые для  
описания движения и деформации  
сплошных сред**

- 1.1. Предмет механики сплошной среды. Область приложений, перспективные направления. Понятие сплошной среды. Процессы, в которых это понятие можно использовать для моделирования поведения реальных тел.
- 1.2. Гипотеза сплошности; понятие о частице среды, ее плотности, скорости. Эйлерово и лагранжево описание движения. Переход от переменных Лагранжа к переменным Эйлера и обратно. Индивидуальная производная по времени.
- 1.3. Вектор перемещения. Тензор малых деформаций.
- 1.4. Главные оси, главные значения, инварианты тензора деформаций. Механический смысл компонент тензора деформаций. Уравнения совместности для компонент тензора малых деформаций.
- 1.5. Тензор скоростей деформаций. Выражение его компонент через компоненты скорости. Теорема Коши-Гельмгольца о распределении скоростей в малой окрестности точки сплошной среды. Вектор вихря. Циркуляция скорости, теорема Стокса. Потенциал скорости.

**2. Фундаментальные законы механики сплошной  
среды и термодинамики**

- 2.1. Некоторые операции над интегралами. Формула Гаусса-Остроградского. Дифференцирование по времени интеграла по подвижному объему.
- 2.2. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности.
- 2.3. Закон сохранения количества движения. Силы, действующие на сплошную среду. Вектор напряжения, зависимость от ориентации площадки. Тензор напряжений. Уравнения движения сплошной среды.
- 2.4. Закон сохранения момента количества движения в классическом случае. Симметрия тензора напряжений.
- 2.5. Идеальная несжимаемая жидкость. Полная система уравнений. Условие непроницаемости. Примеры движений идеальной несжимаемой жидкости (твердотельное вращение в цилиндрическом сосуде плоско-параллельное потенциальное течение в окрестности критической точки).
- 2.6. Вязкая жидкость. Опыт Ньютона. Закон Навье-Стокса. Уравнения Навье-Стокса. Полная система уравнений несжимаемой линейно-вязкой жидкости. Условие прилипания. Течение Пуазейля.
- 2.7. Упругая среда. Опыт Гука. Закон Гука. Полная система уравнений линейно-упругой среды. Типичные граничные условия.
- 2.8. Первый закон термодинамики. Энергия. Внутренняя энергия. Теорема об изменении кинетической энергии. Уравнение энергии и уравнение притока тепла. Закон теплопроводности Фурье.
- 2.9. Второй закон термодинамики, его формулировка, содержащая понятие энтропии. Производство энтропии. Примеры.
- 2.10. Условия на поверхностях сильного разрыва в сплошных средах, следующие из законов сохранения массы, количества движения, момента количества движения, энергии. Ударные волны, тангенциальные разрывы, контактные поверхности.

**3. Классические модели сплошных сред**

- 3.1. Идеальная сжимаемая жидкость или газ. Полная система уравнений. Типичные граничные условия. Совершенный газ.
- 3.2. Примеры движений идеального сжимаемого совершенного газа

- (звуковые волны, волны Римана).
- 3.3. Интегралы Бернулли и Коши-Лагранжа.
  - 3.4. Примеры применения интегралов Бернулли и Коши-Лагранжа (истечение жидкости из резервуара, потенциальные течения сжимаемого газа при наличии баротропии).
  - 3.5. Теоремы о вихрях в идеальной жидкости.
  - 3.6. Потенциальное движение однородной несжимаемой жидкости. Уравнение Лапласа для потенциала скорости. Граничные условия на поверхности твердого тела и на свободной поверхности жидкости.
  - 3.7. Примеры плоских потенциальных движений однородной несжимаемой жидкости. Функция тока. Плоско-параллельное течение, обтекание угла, источник и сток, диполь, обтекание цилиндра.
  - 3.8. Вязкая теплопроводная жидкость. Полная система уравнений. Граничные условия.
  - 3.9. Число Рейнольдса. Понятие о пограничном слое. Опыт Рейнольдса. Понятие о турбулентности.
  - 3.10. Линейная термоупругая среда. Полная система уравнений. Типичные граничные условия.
  - 3.11. Постановка задач линейной теории упругости в перемещениях и в напряжениях. Теорема единственности задач линейной теории упругости. Принцип Сен-Венана.
  - 3.12. Задача об одноосном растяжении упругого бруса.
  - 3.13. Неупругое поведение деформируемых твердых тел. Пластичность, ползучесть, релаксация.

#### Литература

1. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. 1,2. М.: Наука, 1994.
2. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Т. 1,2. М.: Физматгиз, 1963.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М.: Наука, 1986.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости. М.: Наука, 1987.
5. Механика сплошных сред в задачах. Под ред. М.Э.Эглит. М.: Московский лицей, тт. I - II, 1996.
6. Краснобаев К.В. Лекции по основам механики сплошной среды. М.: Физматлит, 2005.