

Программа курса по основам механики сплошных сред
для 5-го курса отделения математики
осенний семестр 2015 г., лектор А.Г. Калугин

1. Эйлерово и лагранжево описание движения. Индивидуальная производная по времени. Связь полей перемещений, скоростей и ускорений. Траектории, линии тока.
2. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в эйлеровых и лагранжевых переменных.
3. Закон сохранения количества движения для индивидуального конечного объема сплошной среды. Массовые и поверхностные силы. Вектор напряжений.
4. Тензор напряжений. Определение. Механический смысл компонент в декартовой системе координат.
5. Дифференциальные уравнения движения сплошной среды.
6. Закон сохранения момента количества движения. Тензор моментных напряжений. Дифференциальные уравнения момента количества движения. Симметрия тензора напряжений.
7. Закон сохранения энергии - Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Уравнение кинетической энергии (теорема живых сил). Уравнение притока тепла.
8. Дифференциальные уравнения энергии и притока тепла. Теплопроводность. Закон Фурье.
9. Второй закон термодинамики. Производство энтропии при необратимых процессах. Дифференциальное уравнение изменения энтропии. Производство энтропии в процессе теплопроводности.
10. Тензоры деформаций Грина и Альманси. Геометрический смысл компонент. Случай малых деформаций, физический смысл первого инварианта (следа) тензора деформации.
11. Выражение компонент тензора деформаций через производные от компонент вектора перемещения. Случай малых относительных перемещений. Уравнения совместности для компонент тензора деформаций.
12. Тензор скоростей деформаций. Выражение его компонент через производные от компонент вектора скорости. Кинематический смысл компонент. Механический смысл дивергенции скорости.
13. Формула Коши-Гельмгольца для распределения скоростей в малой окрестности любой точки сплошной среды. Вектор вихря, его кинематический смысл. Потенциал скорости.
14. Определение жидкости и газа в механике сплошной среды. Давление. Идеальная жидкость. Уравнения Эйлера.
15. Полная система уравнений идеальной несжимаемой жидкости. Граничные условия на поверхности твердых тел и на свободных поверхностях.
16. Идеальная сжимаемая жидкость. Полная система уравнений. Баротропное движение. Примеры.
17. Совершенный газ. Коэффициенты теплоемкости, формула Майера, показатель адиабаты. Адиабатический процесс. Адиабата Пуассона для идеального совершенного газа. Энтропия совершенного газа. Система уравнений газовой динамики.
18. Динамические и кинематические теоремы Гельмгольца о вихрях. Теорема Томсона. Теорема Лагранжа о вихрях.
19. Интегралы уравнений движения идеальной жидкости (газа) - интеграл Коши-Лагранжа и интеграл Бернулли. Различные виды функции давления P .
20. Модель вязкой жидкости. Линейно-вязкая жидкость. Коэффициенты вязкости. Уравнения Навье-Стокса. Граничные условия.
21. Термодинамические соотношения для вязкой жидкости. Полные системы уравнений для линейно-вязкой несжимаемой жидкости и для линейно-вязкого совершенного теплопроводного газа.
22. Модель упругой среды. Линейная термоупругая среда с малыми деформациями. Закон Гука. Физический смысл коэффициентов, определяющих модель линейно-упругого тела. Уравнения Ламе.
23. Полная система уравнений линейной теории упругости. Типичные граничные и начальные условия. Принцип Сен-Венана.
24. Единственность решения задач линейной теории упругости в случае бесконечно-малых деформаций (теорема Клайперона).

25. Вывод соотношений на разрывах. Тангенциальный разрыв и ударная волна. Связь граничных условий и условий на разрывах.

26. Безразмерная форма уравнений движения вязкой несжимаемой жидкости. Основные безразмерные параметры: числа Рейнольдса, Струхала, Эйлера, Фруда, Маха. Различные приближения для системы уравнений вязкой жидкости.

27. Теория размерности. Понятие размерных и безразмерных величин. π -теорема. Критерий подобия экспериментов.

Литература

1. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Части 1 и 2, 6-ое издание 2005г.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости.
5. Галин Г.Я., Голубятников А.Н. и др. Механика сплошных сред в задачах. Части 1,2.