

Теоретическая механика и гидромеханика

доцент А. Г. Калугин, осенний семестр

1. Гипотеза сплошности. Понятие плотности. Закон движения и траектория точки. Определение скорости, ускорения.
2. Понятие материальной частицы. Метод Лагранжа. Закон движения и траектория частицы сплошной среды.
3. Метод Эйлера. Поля скорости и ускорения. Линии тока. Установившееся движение.
4. Полная, местная и конвективная производные по времени. Переход от переменных Эйлера к переменным Лагранжа.
5. Поверхности уровня скалярной функции. Градиент функции, его геометрический смысл. Производная по направлению.
6. Ротор векторного поля, его геометрический смысл. Потенциальное движение. Необходимое и достаточное условие потенциальности движения. Свойства потенциальных движений. Примеры.
7. Поступательное движение и вращение вокруг неподвижной оси абсолютно твердого тела. Вектор угловой скорости.
8. Распределение скоростей в произвольно движущемся твердом теле. Формула Эйлера.
9. Произвольное движение бесконечно малого жидкого объема. Вектор вихря, тензор скоростей деформации, их механический смысл. Формула Коши-Гельмгольца.
10. Дивергенция вектора скорости. Формула Гаусса-Остроградского. Формула Стокса.
11. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Механический смысл дивергенции скорости.
12. Уравнение неразрывности для смеси. Концентрация. Вектор потока диффузии.
13. Кинематика относительного движения. Теоремы сложения скоростей и ускорений.
14. Динамика относительного движения точки. Сила инерции. Силы реакции. Влияние вращения земли на направление и величину силы тяжести. Сила Кориолиса.
15. Законы Ньютона. Изменение количества движения материальной точки. Две основные задачи механики.
16. Уравнение относительного движения в системе координат, связанных с поверхностью вращающейся Земли. Влияние вращения Земли на движение в горизонтальной плоскости.
17. Теорема об изменении количества движения системы материальных точек. Центр масс. Движение точки в поле силы тяжести (задача двух тел). Первые интегралы. Закон Кеплера. Траектории движения в случае ограниченной задачи. Первая и вторая космические скорости.
18. Массовые и поверхностные силы. Свойства поверхностной силы как функции нормали к площадке. Вывод формулы $\mathbf{p}_n = \Sigma \mathbf{p}^i n_i$. Тензор напряжений p_{ij} . Физический смысл компонент тензора напряжений. Уравнения движения сплошной среды.
19. Уравнение момента количества движения для жидкого объема. Симметрия тензора напряжений.
20. Модель идеальной жидкости. Уравнения движения идеальной жидкости.

21. Полная система уравнений идеальной баротропной жидкости. Начальные и краевые условия. Кинематическое условие на свободной поверхности.
22. Уравнения движения идеальной жидкости в форме Громеко-Лэмба. Интеграл Бернулли. Интеграл Коши-Лагранжа.
23. Потенциальные движения идеальной жидкости. Оператор Лапласа. Оператор Лапласа для скалярной функции в полярной и сферической системе координат. Плоские потенциальные движения идеальной жидкости.
24. Примеры плоских потенциальных движений: источник (сток), диполь, вихрь, вихреисточник. Комбинированный вихрь. Трехмерные потенциальные движения: источник (сток), диполь. Течение вокруг цилиндра и сферы.
25. Теоремы о вихрях в баротропной жидкости: теоремы Гельмгольца (кинематические и динамические), Лагранжа, Томсона.
26. Модель вязкой жидкости. Первый и второй коэффициенты вязкости. Кинематический коэффициент вязкости. Уравнения Навье-Стокса движения вязкой жидкости.
27. Полную систему уравнений для вязкой баротропной жидкости. Граничные условия (условие прилипания). Число Рейнольдса.
28. Кинетическая энергия жидкого объема. Работа. Теорема живых сил для идеальной и вязкой жидкости.
29. Работа внешних и внутренних сил. Работа внутренних сил и диссипация энергии в вязкой жидкости.
30. Первый закон термодинамики. Уравнение притока тепла, внутренняя энергия. Уравнение притока тепла для различных моделей жидкости и газа. Уравнения состояния, модель совершенного газа.
31. Тождество Гиббса. Коэффициенты теплоемкости. Формула Майера. Адиабата Пуассона.
32. Различные виды записи уравнения притока тепла для идеального совершенного газа. Уравнение притока тепла для вязкой теплопроводной среды. Передача тепла путем теплопроводности. Закон Фурье.
33. Второй закон термодинамики. Параметры состояния и процесса. Энтропия. Производство энтропии. Условия на коэффициенты вязкости и теплопроводности вытекающие из второго закона.
34. Изотермические, адиабатические, политропные процессы в совершенном газе. Внутренняя энергия и энтальпия совершенного газа. Выражение для интеграла Бернулли с помощью функции энтальпии.
35. Формула дифференцирования интеграла от разрывной функции. Вывод условий на разрывах. Контактный и тангенциальный разрывы. Динамические краевые условия как следствия из условий на разрывах.
36. Полная система уравнений для идеального сжимаемого теплопроводного совершенного газа, жидкости.
37. Полная система уравнений для вязкого сжимаемого теплопроводного совершенного газа (жидкости).