

Вопросы к экзамену по механике сплошной среды
для студентов 3-го курса отделения механики
Весенний семестр, 2015 год, лектор М.Э. Эглит

1. Распространение малых возмущений в идеальной сжимаемой жидкости (газе). Уравнения для потенциала скорости, возмущений плотности и давления. Движение с плоскими волнами. Скорость звука.
2. Распространение малых возмущений в идеальной сжимаемой жидкости (газе) - движение со сферическими волнами. Уравнения для потенциала скорости, возмущений плотности и давления. Точечный источник малых возмущений. Запаздывающий потенциал.
3. Распространение малых возмущений в идеальной сжимаемой жидкости (газе) от движущегося точечного источника. Эффект Доплера. Конус Маха.
4. Распространение конечных возмущений в идеальной сжимаемой жидкости (газе). Волны Римана. Явление опрокидывания волны. Возникновение ударных волн.
5. Ударные волны в сжимаемых жидкостях (газах). Условия на ударных волнах. Скачки уплотнения и разрежения. Ударная адиабата. Возрастание энтропии при переходе через скачок. Теорема Цемплена (без доказательства).
6. Определение модели вязкой жидкости. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость. Коэффициенты вязкости. Изотропная линейно-вязкая жидкость. Закон и уравнения Навье - Стокса. Граничные условия на поверхности твердого тела для уравнений вязкой жидкости.
7. Термодинамические соотношения в модели вязкой жидкости. Уравнение притока тепла. Тождество Гиббса. Выражение для плотности некомпенсированного тепла и производства энтропии за счет вязкости. Неотрицательность коэффициентов объемной и сдвиговой вязкости.
8. Полные системы уравнений для линейно-вязкой несжимаемой теплопроводной жидкости и линейно-вязкого совершенного теплопроводного газа.
9. Течение Куэтта. Математическая постановка задачи (система уравнений и граничные условия). Профиль скорости. Сила, с которой жидкость действует на движущуюся пластину.
10. Течение Пуазейля между двумя плоскими пластинами. Математическая постановка задачи (система уравнений и граничные условия). Профиль скорости. Зависимость расхода от перепада давления. Коэффициент сопротивления, зависимость от числа Рейнольдса.
11. Сравнение порядков величин членов уравнения Навье - Стокса. Понятия пространственного и временного масштабов явления. Число Рейнольдса. Его механический смысл.
12. Уравнения Стокса для движения с малыми числами Рейнольдса.
13. Движение вязкой жидкости с большими числами Рейнольдса. Понятие о пограничном слое. Оценка толщины пограничного слоя. Уравнения Прандтля для пограничного слоя.
14. Турбулентность. Критерий Рейнольдса для перехода течения из ламинарного в турбулентный режим. Осреднение характеристик течения. Свойства операции осреднения.
15. Уравнения Рейнольдса. Тензор турбулентных напряжений. Физический смысл турбулентных напряжений. Проблема замыкания системы уравнений Рейнольдса.
16. Турбулентное движение вблизи плоской стенки. Полуэмпирическая теория Прандтля. Логарифмический профиль скорости.
17. Понятие о неньютоновских жидкостях.
18. Тензор малых деформаций. Механический смысл компонент в декартовой системе координат. Связь с вектором перемещений. Уравнения совместности.
19. Модель упругой среды. Линейно-упругая среда. Закон Гука для изотермических процессов. Изотропная линейно-упругая среда. Модули упругости (модуль Юнга, коэффициент Пуассона, модуль сдвига, модуль объемного сжатия), их механический смысл.
20. Температурные напряжения и деформации. Коэффициент линейного теплового расширения. Обобщенный закон Гука с учетом температурных напряжений и деформаций (соотношения Дюамеля – Неймана).
21. Система уравнений изотермической линейной теории упругости. Начальные условия и типичные граничные условия. Принцип Сен-Венана.
22. Постановка задач теории упругости в перемещениях. Уравнения Навье - Ламе. Граничные условия.
23. Постановка задач теории упругости в напряжениях.

24. Задача (Ламе) о трубе под действием внутреннего и внешнего давлений. Физическая и математическая постановки задачи. Выражения ковариантных и физических компонент тензора малых деформаций в цилиндрической системе координат при наличии цилиндрической симметрии. Выводы о распределении напряжений, возникающих под действием только внутреннего давления.
25. Термодинамические соотношения в теории упругости. Уравнение притока тепла и уравнение второго закона термодинамики. Тождество Гиббса. Внутренняя энергия и свободная энергия как термодинамические потенциалы. Свободная энергия и энтропия линейно-упругой среды с малыми деформациями и малыми относительными изменениями температуры.
26. Полная система уравнений для изотропной линейной термоупругой теплопроводной среды. Начальные и граничные условия, включая условия на температуру. Условия, при которых термодинамические уравнения отделяются от механических.
27. Свойства системы уравнений линейной теории упругости: а) принцип суперпозиции решений; б) случаи отделения термодинамических уравнений от механических; в) принцип Сен-Венана.
28. Система уравнений для адиабатических процессов в изотропной линейно-упругой среде. Закон Гука для адиабатических процессов. Адиабатические модули упругости.
29. Постановка задачи о напряжениях в стенках трубы, возникающих под действием разности температур внутри и вне трубы. Вычисление распределения температуры в стенках трубы. Выводы о распределении напряжений, возникающих в стенках трубы, когда температура внутри трубы больше наружной.
30. Плоское деформированное состояние. Условия, при которых оно может осуществляться. Закон Гука при плоском деформированном состоянии. Постановка задачи в напряжениях. Уравнение Леви. Функция напряжений Эри.
31. Обобщенное плоское напряженное состояние. Для каких задач вводится это понятие. Система уравнений. Функция Эри.
32. Плоские задачи теории упругости. Функция напряжений Эри. Бигармоническое уравнение и граничные условия для функции Эри.
33. Примеры использования функций Эри. Чистый изгиб прямоугольной пластины.
34. Теорема Клапейрона для статических задач теории упругости. Теорема единственности решения задач линейной теории упругости (доказательство для статических задач)
35. Распространение упругих волн. Плоские волны в неограниченной линейно-упругой среде. Продольные и поперечные волны.
36. Неупругие эффекты при деформировании твердых тел. Ползучесть, релаксация напряжений, пластичность.
37. Основные понятия теории пластичности на примере простого растяжения-сжатия стержня. Предел упругости (предел текучести); нагружение и разгрузка; пластические и упругие деформации; упрочнение.
38. Идеализированные диаграммы простого растяжения для а) идеально-пластического материала, б) жестко-идеально-пластического материала, в) жесткопластического упрочняющегося материала.
39. Основные понятия теории пластичности в случае произвольного напряженного состояния: поверхность нагружения (текучести), критерий текучести, условие пластичности; нагружение и разгрузка; упругие и пластические деформации; идеально-пластические тела и тела с упрочнением; параметры упрочнения.
40. Определяющие соотношения в теории пластичности. Деформационные теории и теории пластического течения.
41. Определяющие соотношения в теории пластического течения. Принцип Мизеса. Ассоциированный закон. Вид ассоциированного закона при условии пластичности Мизеса.
42. Условия пластичности Треска и Мизеса.
43. Термодинамические соотношения в теории пластичности.
44. Полная система уравнений для упруго-идеально-пластической среды в теории Прандтля - Рейсса.
45. Задача о трубе под действием внутреннего давления при возникновении в ней пластических деформаций

Литература

1. Седов Л. И. Механика сплошной среды. Том I и II, пятое издание (1994г.)
2. Нигматулин Р.И. Механика сплошной среды.
3. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа.
4. Черный Г.Г. Газовая динамика.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика
6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости
7. Амензаде Ю.А. Теория упругости.
8. Тимошенко С.П. и Дж. Гудьер. Теория упругости.
9. Работнов Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела.
10. Механика сплошных сред в задачах. Т. 1, 2. Под ред. М.Э. Эглит.
11. Эглит М.Э. Лекции по основам механики сплошных сред.
12. Эглит М.Э., Дроздова Ю.А. Механика сплошных сред.