

Список вопросов к экзамену по курсу Механика сплошной среды
для студентов 3-го курса отделения механики
(Осенний семестр, 2014 год, лектор М.Э. Эглит)

1. Формулировки законов сохранения массы, количества движения, момента количества движения, энергии и энтропии для конечного индивидуального объема сплошной среды с объяснением определений и физического смысла входящих в формулировки величин.
2. Система дифференциальных уравнений, следующих из законов сохранения (уравнения неразрывности, движения, моментов, энергии и энтропии; уравнение притока тепла). Из каких законов они выводятся и каковы определения и физический смысл входящих в уравнения величин?
3. Что значит построить математическую модель среды? Понятие об определяющих уравнениях.
4. Модель идеальной жидкости или газа. Универсальные уравнения и определяющие соотношения (уравнения состояния). Примеры уравнений состояния (совершенный газ, газ Ван-дер-Ваальса, уравнения Коула -Тэйта для воды, уравнения Ми-Грюнайзена, слабо-сжимаемые жидкости, несжимаемая жидкость).
5. Ограничения на вид уравнений состояния, следующие из законов термодинамики. Тождество Гиббса. Термодинамические потенциалы двухпараметрических сред.
6. Идеальный совершенный газ. Теплоемкости c_V и c_p . Связи между температурой, давлением и плотностью в непрерывных адиабатических процессах. Адиабата Пуассона, показатель адиабаты. Выражение для энтропии совершенного газа. Уравнение состояния в форме связи между давлением, удельной энтропией и плотностью. Выражение для энтальпии совершенного газа.
7. Полная система уравнений для адиабатических движений идеального совершенного газа (система уравнений газовой динамики).
8. Полная система уравнений для идеального совершенного газа при учете теплопроводности по закону Фурье.
9. Идеальная несжимаемая жидкость. Термодинамические функции. Полная система уравнений при учете теплопроводности по закону Фурье.
10. Граничные условия на непроницаемой твердой поверхности и на свободной поверхности для уравнений идеальной жидкости.
11. Уравнения движения идеальной жидкости в форме Громеки - Лэмба.
12. Установившиеся движения идеальных жидкостей и газов. Интеграл Бернулли. Примеры выражений для функции давления P для баротропных и небаротропных движений (однородная и неоднородная несжимаемая жидкость; однородный совершенный газ при условии одинаковости температуры или энтропии всех частиц; адиабатическое движение не обязательно однородного совершенного газа с разной энтропией частиц).
13. Интеграл Бернулли для движения несжимаемой жидкости в поле силы тяжести. Примеры его использования. Трубка Пито - Прандтля. Течение в трубке с пережатием. Понятие о кавитации.
14. Интеграл Бернулли для адиабатического движения совершенного газа. Зависимость давления, плотности и температуры от скорости или от числа Маха на линии тока. Параметры торможения. Максимальная скорость.
15. Форма трубок тока в несжимаемой и в сжимаемой жидкости. Понятие о сопле Лавалля.
16. Оценка влияния сжимаемости при установившемся движении газа.
17. Потенциальное движение. Интеграл Коши-Лагранжа.
18. Циркуляция скорости и формула Стокса. Теорема Томсона о циркуляции скорости по замкнутому "жидкому" контуру.
19. Теорема Лагранжа о сохранении свойства потенциальности движения. Причины возникновения вихрей.
20. Постановка задач о потенциальном движении несжимаемой идеальной жидкости. Уравнение Лапласа для потенциала скорости. Граничные условия на поверхности твердых тел. Задача Неймана. Граничные условия на свободной поверхности жидкости.
21. Потенциалы простейших пространственных потенциальных течений несжимаемой жидкости: поступательный поток, пространственный источник, сток, и их комбинации. Понятие о методе источников и стоков для решения задач об обтекании тел.
22. Постановка и решение задачи о безотрывном обтекании сферы потенциальным потоком идеальной несжимаемой жидкости. Распределение скорости и давления на поверхности сферы.
23. Сила, действующая на обтекаемую сферу со стороны жидкости при стационарном обтекании. Парадокс Даламбера.

24. Движение сферы в идеальной несжимаемой жидкости с постоянной и переменной скоростью. Сила, действующая на сферу со стороны жидкости при движении сферы с переменной скоростью. Присоединенная масса.
25. Плоские движения несжимаемой жидкости. Функция тока. Ее механический смысл. Плоские потенциальные движения несжимаемой жидкости. Комплексный потенциал, комплексная скорость.
26. Примеры потенциалов плоских течений несжимаемой жидкости: поступательный поток, плоский источник, точечный вихрь, вихресток, плоский диполь, течение внутри и вне угла.
27. Формулировка задачи об определении комплексного потенциала течения при обтекании длинного цилиндрического тела произвольного сечения. Метод конформных отображений для нахождения решения этой задачи.
28. Потенциальное баротропное движение сжимаемой идеальной жидкости. Полная система уравнений. Линеаризация системы уравнений для малых возмущений состояния покоя. Волновые уравнения для скорости, для потенциала скорости и для возмущений плотности.
29. Одномерные движения с малыми возмущениями в виде плоских волн. Решение Даламбера. Решение задачи Коши для движения с плоскими волнами. Скорость звука. Скорость звука в совершенном газе.

Кроме этого списка, имеется еще список-минимум.

Минимум - к экзамену по МСС (Осенний семестр, 3 курс, лектор М.Э. Эглит)

При отсутствии правильного ответа на **любой** из этих вопросов

ставится оценка «неудовлетворительно»

1. Что такое $grad \varphi$?
2. Что такое $div \vec{v}$?
3. Написать в раскрытом виде выражение для компоненты ускорения $a_y = \frac{dv_y}{dt}$ в декартовой системе координат.
4. Написать в раскрытом виде уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости.
5. Что такое вектор напряжений?
6. Что такое тензор напряжений? Каков физический смысл его компонент в декартовой системе координат?
7. Какой вид имеет тензор напряжений в идеальной жидкости в декартовой системе координат?
8. Что такое уравнения Эйлера в механике жидкости?
9. Какой газ называется совершенным?
10. Какой процесс называется адиабатическим?
11. Что такое адиабата Пуассона?
12. Граничные условия на непроницаемой твердой поверхности для уравнений идеальной жидкости.
13. Что такое интеграл Бернулли? При каких условиях он выводится?
14. Что такое кавитация?
15. Что такое потенциал скорости?
16. Какое движение называется потенциальным?
17. Какому уравнению удовлетворяет потенциал скорости несжимаемой жидкости?
18. Что такое присоединенная масса сферы?
19. Что такое функция тока? Для каких движений ее можно ввести?
20. Что такое комплексный потенциал? Для каких движений его можно ввести?
21. Какому уравнению удовлетворяет потенциал скорости для малых возмущений состояния покоя сжимаемой жидкости?
22. Что такое скорость звука?

Литература

1. Седов Л. И. Механика сплошной среды. Части 1 и 2.
2. Ильюшин А. А. Механика сплошной среды.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика.
4. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа.
5. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика, т. 1, 2
6. Нигматулин Р.И. Механика сплошной среды.
6. Черный Г.Г. Газовая динамика.
7. Механика сплошных сред в задачах. Т. 1, 2. Под ред. М.Э. Эглит.
8. М.Э. Эглит, Ю.А. Дроздова. Механика сплошных сред.