

Утверждена советом
механико-математического
факультета МГУ



Председатель совета
профессор Чубариков В.Н.

Представлена кафедрой
гидромеханики
зав. кафедрой гидромеханики
профессор Карликов В.П.

17.02.2012г.

ПРОГРАММА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА
ДЛЯ АСПИРАНТОВ-МАТЕМАТИКОВ
ПО МЕХАНИКЕ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ

Автор проекта: доктор физ.мат.наук, профессор Эглит М.Э.

Геометрические и кинематические понятия

1. Понятие сплошной среды. Пространственные и материальные координаты. Эйлерово и лагранжево описание движения. Индивидуальная производная по времени. Связь полей перемещений, скоростей и ускорений при лагранжевом и эйлеровом описании. ([1], том 1, гл. I; гл. II § 1, 2, 3)
2. Тензоры конечных и малых деформаций. Геометрический смысл компонент, их выражение через производные компонент вектора перемещения. Уравнения совместности для компонент тензоров деформаций. ([1], том 1, гл. II § 5)
3. Тензор скоростей деформаций. ([1], том 1, гл. II § 6, 7)
4. Вектор вихря, его кинематический смысл. Циркуляция скорости, связь с вихрем. Потенциал скорости. ([1], том 1, гл. II § 7)

Универсальные законы сохранения и соответствующие дифференциальные уравнения

5. Закон сохранения массы для конечного объема сплошной среды. Уравнение неразрывности в эйлеровых и лагранжевых переменных. ([1], том 1, гл. III § 1, гл. IV § 3; [2] гл. 2 § 8)
6. Закон сохранения количества движения для конечного объема сплошной среды. Вектор напряжений. Тензор напряжений. Механический смысл компонент в декартовой системе координат. Дифференциальные уравнения движения сплошной среды. ([1], том 1, гл. III § 2, 4; [2] гл. 2 § 9, 10)
7. Закон сохранения момента количества движения. Тензор моментных напряжений. Дифференциальные уравнения момента количества движения. Симметрия тензора напряжений. ([1], том 1, гл. III § 3; [2] гл. 2 § 12)
8. Закон сохранения энергии (Первый закон термодинамики). Внутренняя энергия. Уравнение кинетической энергии. Уравнение

притока тепла. Дифференциальные уравнения энергии и притока тепла. Теплопроводность. Закон Фурье. ([1], том 1, гл. V § 1, 2, 4, 7, 8; [2] гл. 3 § 14)

9. Второй закон термодинамики. Производство энтропии в необратимых процессах. Дифференциальное уравнение Изменения энтропии. Производство энтропии в процессе теплопроводности. ([1], том 1, гл. V § 4, 5, 8; [2] гл. 3 § 15)

10. Условия на поверхностях сильного разрыва в сплошных средах, следующие из законов сохранения" массы, количества движения, момента количества движения, энергии и второго закона термодинамики. Ударные волны и тангенциальные разрывы. ([1], том 1, гл. VII § 4; [2] гл. 3 § 18)

Классические модели сплошных сред

11. Идеальная жидкость. Уравнения Эйлера. Интегралы Бернулли и Коши-Лагранжа. Уравнения для потенциального движения идеальной несжимаемой жидкости. ([1], том 1, гл. IV § 1, 7; том 2, гл. VIII, § 2, 3, 11, 12; [3] гл. I; [2] гл. 5 § 20, 22)

12. Идеальная сжимаемая жидкость. Полная система уравнений. Совершенный газ. Адиабата Пуассона. Энтропия совершенного газа. Система уравнений газовой динамики. Полная система уравнений для идеального совершенного теплопроводного газа. ([1], том 1, гл. IV § 2, 7; том 2, гл. VIII, § 5, 11; [5] гл. I § 7; [2] гл. 5 § 25)

13. Начальные и граничные условия на поверхности твердых тел и на свободных поверхностях для системы уравнений идеальной жидкости и газа. ([1], том 1, гл. VII § 1; [5] гл. I, § 7, гл. II § 2, [7])

14. Модель вязкой жидкости. Термодинамические соотношения для вязкой жидкости. Линейно-вязкая жидкость. Уравнения Навье-Стокса. Полные системы уравнений для линейно-вязкой несжимаемой жидкости и для линейно-вязкого совершенного теплопроводного газа. ([1], том 1, гл. IV § 2; гл. V § 7; [4] гл. XV, § 141, [6] гл. II § 2, [7]; [2] гл. 5 § 20, 23, 25)

15. Начальные и граничные условия для системы уравнений вязкой жидкости. ([1], том 1, гл. VII § 1, [6] гл. II § 2, [7])

16. Различные приближения для системы уравнений вязкой жидкости по числу Рейнольдса: уравнения Эйлера, уравнения Стокса. Пограничный

слой. ([1], том 2, гл VIII, § 23, 24; 25; [4] гл. XII § 105, 106, [6] гл.V, VII, VIII; [9] гл. II § 23, гл. IV)

17. Турбулентность. Уравнения Рейнольдса. Полуэмпирические теории турбулентности. ([1], том 2, гл VIII, § 22; [4] гл. XIII § 118, 119-123, [6] гл. XII, [3] гл. Ш)

18. Модель упругой среды. Внутренняя энергия и свободная энергия как термодинамические потенциалы. Система уравнений нелинейной теории упругости в начальной лагранжевой системе координат. Тензор напряжений Кирхгофа - Пиолы. Уравнения нелинейной теории упругости в эйлеровой системе координат. Начальные и граничные условия. ([1], том 2, гл. IX § 2; [10]; [2] гл. 6 § 27, 29)

19. Изотропная линейная термоупругая среда с малыми деформациями. Полная система уравнений. Постановки задач в напряжениях и перемещениях. Уравнения Навье-Ламе, уравнения Бельтрами-Мичелла. Принцип Сен-Венана. ([1], том 2, гл. IX § 2,5, [8] гл. I, [9]; [11] гл. 7 § 8.2-8.5; гл. 13 § 13.1)

20. Основные понятия теории пластичности. Поверхность нагружения, нагружение и разгрузка, пластические деформации. Идеально – пластические тела и тела с упрочнением. ([1], том 2, гл. X § 1, 2; [11] гл. 15 § 15.1, гл. 16; [12] гл. I; [13] гл. 1, 2; [2] гл. 7 § 31)

21. Определяющие соотношения в теории пластичности. Деформационные теории и теории течения. Ассоциированный закон. Полная система уравнений для упруго - идеально - пластической среды в теории Прандтля - Рейсса. ([1], том 2, гл. X § 4; [11] гл. 15 § 15.2; гл. 16 § 16.1, 16.2; 16.4; [12] гл. II § 1; [13] гл. II; [2] гл. 7 § 31)

Электродинамика сплошных сред

22. Взаимодействие сплошных сред с электромагнитным полем. Плотность заряда и плотность тока. Сила Лоренца. Джоулево тепло. Закон Ома. Уравнения электродинамики и механики сплошных сред с учетом зарядов и токов. ([1], том 1, гл. VI § 4, 5, 6; [14]; [15]; [2] гл. 8 § 35)

23. Уравнения магнитной гидродинамики, уравнения электрогидродинамики. ([1], том 1, гл. VI § 6; [14], [15]; [16]; [2] гл. 8 § 36, 37)

Литература

1. Седов Л.И. Механика сплошной среды, т. 1, т. 2, изд. 5, М.: Наука, 1994.
2. Галин Г.Я., Голубятников А.Н., Каменярж Я. А., Карликов В.П., Куликовский А.Г., Петров А.Г., Свешникова Е.И., Шикина И.С., Эглит М.Э. Механика сплошных сред в задачах. Т. 1, 2. М.: Московский лицей, 1996
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. Изд. 3. Л. Наука, 1986.
4. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. Изд. 5. Н.: Наука, 1978.
5. Черный Г.Г. Газовая динамика. М.: Наука, 1988.
6. Слезкин Н.А. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. М.: Гос. изд.-во физ.-тех. лит-ры, 1955.
7. Антонцев С.Н., Кажихов А.В., Монахов В.Н. Краевые задачи механики неоднородных жидкостей. Новосибирск. Наука, 1983
8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости.
9. Амензаде Ю.А. Теория упругости. М. Высшая школа, 1974
10. Бленд Д.Р. Динамическая теория упругости. М. Мир, 1972.
11. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. М. Наука, 1988.
12. Ключников В.Д. Математическая теория пластичности. М. Изд-во МГУ, 1979.
13. Хилл Р. Математическая теория пластичности. М. ГИТТЛ, 1956.
14. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. Изд. 3. М: Наука, 1992.
15. Куликовский А.Г., Любимов Г. А. Магнитная гидродинамика. М. Физматгиз, 1962.
16. Ватажин А.Б. Грабовский В.И., Лихтер В. А., Шульгин В.И. Электродинамические течения. М. Наука, 1983.