

Программа внешнего (дополнительного) экзамена по механике сплошных сред

Составитель — Маргарита Эрнестовна Эглит

Для аспирантов-математиков, 2003 г.

Историческая справка

Данный документ был найден в бумажном виде в библиотеке МехМата на 14 этаже среди кипы других программ. Как гласила надпись в углу карандашом, программа составлена 28 марта 2003 года. Заботливо отсканировано dipterix@gmail.com и поTeXано DMVN на благо всем разумным существам.

Последняя компиляция: 23 мая 2012 г.
Обновления документа — на сайтах <http://dmvn.mexmat.net>,
<http://dmvn.mexmat.ru>.

Об опечатках и неточностях пишите на dmvn@mccme.ru.

Программа экзамена

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] т. 1 гл. I; гл. II §1-3).
2. Тензоры конечных и малых деформаций. Геометрический смысл компонент, их выражение через производные компонент вектора перемещения. Уравнения совместности для компонент тензоров деформаций. ([1] т. 1 гл. II §5).
3. Тензор скоростей деформации ([1] т. 1 гл. II §6,7).
4. Вектор вихря, его кинематический смысл. Циркуляция скорости, связь с вихрем. Потенциал скорости. ([1] т. 1 гл. II §7).

Универсальные законы сохранения и соответствующие дифференциальные уравнения

5. Закон сохранения массы для конечного объёма сплошной среды. Уравнение неразрывности в эйлеровых и лагранжевых переменных. ([1] т. 1 гл. III §1; гл. IV §4; [2] гл. 2 §8)
6. Закон сохранения количества движения для конечного объёма сплошной среды. Вектор напряжений. Тензор напряжений. Механический смысл компонент в декартовой системе координат. Дифференциальные уравнения движения сплошной среды. ([1] т. 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] т. 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] т. 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] т. 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] т. 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] т. 1 гл. IV §1,7; т. 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] т. 1 гл. IV §2,7; т. 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] т. 1 гл. VII §1; [5] гл. 1 §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] т. 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] т. 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] т. 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] т. 2 гл. VIII §22; [4] гл. XIII §118,119-123; [6] гл. XII; [3] гл. III).
18. Модель упругой среды. Внутренняя энергия и свободная энергия как термодинамические потенциалы. Система уравнений нелинейной теории упругости в начальной лагранжево системе координат. Тензор напряжений Кирхгофа – Пиолы. Уравнения нелинейной теории упругости в эйлеровой системе координат. Начальные и граничные условия. ([1] т. 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] т. 2 гл. IX §2,5; [8] гл. I; [9]; [11] гл. 8 §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] т. 2 гл. X §1,2; [11] гл. 15 §15.1; гл. 16; [12] т. 4 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] т. 2 гл. X §4; [11] гл. 15 §15.2; гл. 16 §16.19,16.2,16.4; [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] т. 1 гл. VI §4,5,6; [14]; [15]; [2] гл. 8 §35).
23. Уравнения магнитной гидродинамики, уравнения электрогидродинамики. ([1] т. 1 гл. VI §6; [14], [15]; [16]; [2] гл. 8 §36,37).

Литература

- [1] Седов Л. И. Механика сплошной среды, т. 1, т. 2 — М.: Наука, 1994. 5-е изд.
- [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. — Л.: Наука, 1986. 3-е изд.
- [4] Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. — Н.: Наука, 1978. 5-е изд.
- [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. — М.: Наука, 1992, 3-е изд.
- [15] Пуликовский А. Г., Любимов Г. А. Магнитная гидродинамика. — М. Физматгиз, 1962.
- [16] Ратажин А. Б., Грабовский В. И., Лихтер В. А., Шульгин В. И. Электродинамические течения. — М.: Наука, 1983.

Последняя компиляция: 23 мая 2012 г.
Обновления документа — на сайтах <http://dmvn.mexmat.net>,
<http://dmvn.mexmat.ru>.
Об опечатках и неточностях пишите на dmvn@mccme.ru.