

ОМСС...

SFS

28 декабря 2024 г.

Билеты

1. Основные понятия и законы классической механики

- (a) Тела, масса. Взаимодействия тел. Система сил, результирующая сила. Сбалансированность и попарная уравновешенность системы сил.
- (b) Мир событий как модель вместилища для реального мира движущихся и взаимодействующих тел, системы отсчета. Родственные системы отсчета, замена системы отсчета. Движение, актуальные конфигурации тел. Основные характеристики движений и взаимодействий. Преобразование кинематических характеристик при замене системы отсчета.
- (c) Основные законы классической механики: закон сохранения массы, закон соотнесенности сил и конфигураций тел, закон независимости мощности работы результирующих сил от системы отсчета. Теорема о сбалансированности системы сил и следствие о попарной уравновешенности сил и моментов сил этой системы.
- (d) Большая система активно взаимодействующих тел. Инерциальные системы отсчета. Законы инерции Ньютона. Активные силы и силы инерции, даламберово равновесие. Первый и второй законы движения Эйлера.

2. Основные гипотезы механики сплошной среды. Способы описания движения сплошной среды

- (a) Основные гипотезы механики сплошной среды: гипотеза сплошности (гладкости движения), гипотеза распределенности массы, гипотезы распределенности массовых и поверхностных сил; контактный характер поверхностных сил. Законы движения Коши—Эйлера в механике сплошной среды.
- (b) Способы описания движения: материальное описание, лагранжевы способы (отсчетное и относительное описание), эйлеров способ (пространственное описание), — их эквивалентность.
- (c) Материальные производные скалярных, векторных и тензорных механических характеристик по времени. Представление вектора ускорения и уравнения неразрывности в лагранжевой и эйлеровой формах. Кинематический смысл дивергенции поля скоростей в эйлеровом описании. Изохорические движения, несжимаемость.
- (d) Траектории движения, линии тока. Установившееся (стационарное) движение. Вихрь поля скоростей (в эйлеровом описании), вихревые линии, вихревые поверхности. Кинематические теоремы Гельмгольца о вихревых трубках. Безвихревые (потенциальные) движения.

3. Теория деформаций

- (a) Понятие деформации элементарных материальных частиц по Коши. Аффинор деформации, однородная деформация. Полярное разложение аффинора деформации: правый и левый тензоры растяжений (чистой деформации), тензор вращений (поворота), правые и левые главные оси деформации, главные удлинения. Примеры: жесткое движение, чистая деформация.
- (b) Кратности удлинений элементарных материальных волокон и изменение углов между ними в процессе деформации. Подходы Коши—Грина и Коши—Альманси к описанию деформаций. Меры деформаций Коши и Альманси, тензоры деформаций Грина и Альманси. Представление аффинора и тензоров деформаций в лагранжевых базисах.
- (c) Ориентированные элементарные площадки и элементарные объемы. Деформации элементарных площадок и объемов.
- (d) Тензоры дисторсий. Выражение тензоров деформаций Грина и Альманси через вектор перемещений, компонентные представления.
- (e) Аддитивные тензоры растяжений и поворота. Случаи малых деформаций, малых дисторсий, классический случай «малых деформаций» (малые дисторсии и перемещения). Линейный тензор деформаций Коши.
- (f) Относительное удлинение материального волокна, (угловой) сдвиг двух материальных волокон, относительное изменение объема в случаях малых деформаций и малых дисторсий (а также в классическом случае малых деформаций). Кинематический смысл декартовых компонент линейного тензора деформаций Коши.
- (g) Замена отсчетной конфигурации. Актуальная конфигурация в качестве новой отсчетной (относительное описание). Тензоры скоростей дисторсий, скоростей деформаций и скоростей вращений (спин), их связь с тензорами дисторсий, деформаций и вращений относительного описания.
- (h) Кинематический смысл спина и тензора скоростей деформаций, скорость относительного удлинения волокна, скорость (углового) сдвига двух волокон, скорость относительного изменения объема.
- (i) Связь тензоров скоростей деформаций и скоростей вращений с тензорами растяжений и поворота отсчетного (лагранжева) описания. Аналогия теории скоростей деформаций и классического случая малых деформаций.

4. Теория напряжений. Уравнения баланса (локальная форма). Основные системы соотношений начальнокраевых задач

- (a) Напряженное состояние среды. Постулат Коши. Основная лемма о попарной уравновешенности контактных усилий, следствия для массовых и контактных сил и их моментов. Фундаментальная теорема Коши о существовании тензора напряжений.
- (b) Тензор истинных напряжений Коши. Нормальные и касательные напряжения, смысл декартовых компонент тензора напряжений. Теорема взаимности Коши, свойство парности касательных напряжений (декартовых компонент напряжений). Главные оси напряжений, главные напряжения. Пример напряженного состояния при одноосном растяжении.
- (c) Тензоры условных напряжений Пиолы—Кирхгофа первого и второго рода, «энергетический» тензор напряжений Ильюшина. Лагранжево и смешанное описание напряженного состояния (вектора напряжений). Связь компонент тензоров напряжений в лагранжевых (в отсчетной и актуальной конфигурациях) и смешанном базисах. Связь между различными тензорами напряжений в случаях малых деформаций и малых дисторсий.
- (d) Общее уравнение баланса и общее уравнение поля в механике сплошной среды. Пример: баланс удельного объема и уравнение неразрывности. Результирующие массовые силы и

их моменты как векторные меры на телах большой системы и их подтелах. Учет внутренних массовых сил в активных взаимодействиях тел большой системы (и их частей). Независимость суммарной плотности (внешних и внутренних) активных массовых сил от выбора тела данной большой системы.

- (е) Баланс количества движения и первое уравнение движения Коши. Баланс момента количества движения и второе уравнение движения Коши (симметричность тензора напряжений). Представление уравнений движения через тензоры условных напряжений в лагранжевом описании.
- (f) Граничные и начальные условия. Основная система соотношений (начально-) краевой задачи механики сплошной среды в лагранжевом описании и в классическом случае “малых деформаций”. Динамика, квазистатика, статика, необходимые условия статического равновесия. Основная система соотношений (начально-) краевой задачи в эйлеровом описании. Динамика, квазистатика, стационарные движения.

5. Основы теории определяющих соотношений

- (a) Внешние воздействия и динамические процессы в телах. Преобразование компонент динамического процесса при замене системы отсчета. Понятия механических свойств сопротивления тел деформированию и определяющих соотношений.
- (b) Основные принципы общей теории определяющих соотношений механики сплошной среды: упрощающие предположения о внутренних массовых взаимодействиях; предыстория движения, принцип детерминизма и причинности; принцип локальности; принцип материальной независимости от системы отсчета. Гипотеза макроскопической определяемости механических свойств материалов, простые материалы. Рамки классической механики сплошной среды.
- (c) Совместные следствия гипотезы макроскопической определяемости и основных принципов теории определяющих соотношений. Общие приведенные формы определяющих соотношений классической механики сплошной среды А.А.Ильюшина и У.Нолла, их эквивалентность.
- (d) Материалы с простейшими (простыми мгновенными) внутренними кинематическими связями: принцип детерминизма и определяющие соотношения. Примеры: несжимаемость, нерастяжимость, абсолютная твердость.

6. Простейшие среды и задачи

- (a) Простейшие жидкости: текучесть, изотропия. Соответствие определяющим соотношениям У.Нолла и А.А.Ильюшина. Сжимаемость и несжимаемость. Простейшие жидкости с линейными определяющими соотношениями: эйлера (идеальная) жидкость, ньютонова (линейно вязкая) жидкость. Гидростатика, не проявление вязкости.
- (b) Упругое тело. Гиперупругость, изотропия, линейность определяющей функции. Несжимаемость. Основные предположения классической теории упругости. Закон Гука. Аналогия определяющих соотношений ньютоновой жидкости и классического изотропного линейно упругого тела.
- (c) Задачи гидромеханики идеальных жидкостей. Уравнения Эйлера. Случай несжимаемых однородных жидкостей.
- (d) Задачи гидромеханики линейно-вязких жидкостей. Уравнения Навье—Стокса. Гидростатика: совпадение с поведением идеальной жидкости.
- (e) Задачи классической линейной теории упругости. Уравнения Ламе.

