

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«МЭИ»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ЭНМИ
Серков С.А.

подпись

«_____» _____ 2015 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В
АСПИРАНТУРУ**

Направление – 01.06.01, Математика и механика

код, название

Направленность – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

название

Москва, 2015

1. ТЕНЗОРЫ В ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ ДЕКАРТОВЫХ КООРДИНАТАХ [1-4]

Евклидово пространство. Метод координат. Системы координат. Ортогональные преобразования прямолинейных декартовых координат. Символ Кронекера. Координатные тензорные базисы. Определения тензора. Алгебра тензоров. Символ Леви-Чивиты. Тензоры второго ранга и квадратичные формы. Главные оси тензора. Инварианты тензора. Понятие о тензорном поле. Дифференциал и производная тензорного поля. Интегральная формула Гаусса-Остроградского.

2. КИНЕМАТИКА ДЕФОРМИРУЕМОЙ СРЕДЫ [4,5,6,11]

Гипотеза сплошности. Вектор перемещений. Представления Эйлера и Лагранжа. Тензоры конечных деформаций. Тензор малых деформаций Коши. Тензор малых вращений. Уравнения совместности деформаций. Главные оси деформаций и главные деформации. Инварианты тензора деформаций.

3. СТАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЕФОРМИРУЕМОЙ СРЕДЫ [4,5,6,11]

Понятие внутренних сил. Основной методологический принцип механики деформируемой среды. Гипотеза центрального взаимодействия. Вектор напряжения на заданной элементарной площадке. Формулы Коши. Тензор напряжений Коши. Уравнения равновесия Навье. Условия равновесия на границе. Парность касательных напряжений. Инварианты тензора напряжений. Главные напряжения и главные площадки. Экстремальные касательные напряжения.

4. УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ИДЕАЛЬНО УПРУГОЙ СРЕДЫ[4,5,6,11]

Гипотеза идеальной упругости. Основные свойства зависимостей между напряжениями и деформациями в случае идеальной упругости. Потенциальная энергия упругой деформации. Формула Грина. Дополнительная энергия упругой деформации. Формула Кастильяно. Преобразование энергии при деформировании идеально упругого тела.

5. ОБОБЩЕННЫЙ ЗАКОН ГУКА [4,5,6,11]

Гипотеза линейной упругости. Обобщенный закон Гука. Тензор упругих коэффициентов и его свойства (случай общей анизотропии). Матричное представление закона Гука. Закон Гука для ортогонально анизотропной среды. Закон Гука для трансверсально изотропной среды. Закон Гука для изотропной среды. Технические упругие постоянные

изотропного тела. Термодинамические ограничения на величины упругих постоянных.

6. УРАВНЕНИЯ И КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ [4,5,6]

Система аксиом классической теории упругости. Понятие о неклассических разделах теории упругости. Полная система уравнений классической теории упругости. Основные краевые задачи теории упругости. Понятие о корректности постановок задач теории упругости. Теорема о единственности решения основных краевых задач. Теорема Клапейрона. Теорема Бетти. Принцип суперпозиции. Принцип Сен-Венана. Краевые условия «в среднем».

7. ВАРИАЦИОННЫЕ ПРИНЦИПЫ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ [4,5,6]

Вариационное уравнение Лагранжа (принцип виртуальных перемещений). Понятие потенциальных сил. Вариационный принцип Лагранжа. Принцип виртуальных напряжений. Вариационный принцип Кастильяно. Вариационный метод Ритца. Свойства приближенных решений по методу Ритца.

8. ЗАДАЧА СЕН-ВЕНАНА О КРУЧЕНИИ [4,5,6]

Задача Сен-Венана. Полуобратный метод Сен-Венана. Формулировка краевой задачи о свободном кручении стержней. Функция депланации. Сведение задачи о кручении к задаче Неймана для уравнения Лапласа. Жесткость при кручении. Функция напряжений. Сведение задачи о кручении к задаче Дирихле для уравнения Пуассона. Основные свойства решений задачи свободного кручения стержней. Мембранная аналогия. Кручение стержней эллиптического и прямоугольного сечений.

9. ПЛОСКАЯ ЗАДАЧА ТЕОРИИ УПРУГОСТИ [4,5,6]

Плоская деформация и плоское напряженное состояние. Основные уравнения и краевые условия. Обобщенное плоское напряженное состояние. Функция напряжений. Формулировка плоских краевых задач с использованием функции напряжений. Теорема Леви. Решение плоской задачи в полиномах. Применение метода тригонометрических рядов. Применение метода преобразований Фурье.

10. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПЛАСТИЧНОСТИ [10,11,12]

Экспериментальные основы теории пластичности. Пластическая деформация. Диаграммы деформирования. Деформационная анизотропия.

Эффект Баушингера. Эффект Надаи. Опыты Бриджмена. Простое и сложное нагружения. Модели упругопластического деформирования. Поверхность текучести. Условия текучести Треска-Сен-Венана и Губера-Мизеса. Физические аспекты пластического деформирования. Простейшие задачи теории пластичности. Поперечный упругопластический изгиб балок. Упругопластическое кручение стержней. Аналогия Надаи.

11. ТЕОРИЯ ПЛАСТИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ [9,10,11,12]

Поверхность нагружения. Модели упрочнения. Постулат Дракера и его следствия. Ассоциированный закон течения. Уравнения Прандтля-Райса. Система гипотез и основные уравнения теории пластического течения. Теория течения Сен-Венана-Леви-Мизеса. Случай идеального упругопластического тела. Случай изотропного упрочнения. Меры пластической деформации. Теория пластического течения при анизотропном упрочнении.

12. ДЕФОРМАЦИОННАЯ ТЕОРИЯ ПЛАСТИЧНОСТИ [9,10,11,12]

Основные гипотезы и уравнения деформационной теории. Гипотеза единой кривой. Теория малых упругопластических деформаций. Разделение деформации на упругую и пластическую составляющие. Сопоставление деформационной теории и теории течения. Теорема Ильюшина о простом нагружении.

13. ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ТЕОРИИ ПЛАСТИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ [9,10,11,12]

Постановка задач для идеально упругопластического тела. Остаточные напряжения. Условия непрерывности на границе упругой и пластической области. Поверхности сильного разрыва. Вариационные принципы теории пластичности для скоростей напряжений, скоростей деформаций, напряжений и деформаций. Проблема единственности решений для скоростей напряжений, скоростей деформаций, напряжений и остаточных напряжений.

14. ТЕОРИЯ ПРЕДЕЛЬНОГО РАВНОВЕСИЯ [9,10,11,12]

Предельное состояние (пластическое разрушение), предельная нагрузка, механизм разрушения. Скорости напряжений и деформаций в предельном состоянии. Статическая и кинематическая теоремы о предельном равновесии. Определение верхней и нижней границ для предельной нагрузки. Единственность распределения напряжений в предельном

состоянии. Проблема единственности механизма пластического разрушения. Применение к задачам предельного равновесия балок и стержневых систем.

15. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОЛЗУЧЕСТИ [11, 12]

Ползучесть (последствие) и релаксация напряжений. Упругое и пластическое последствие. Кривые ползучести для металлов и сплавов. Длительная и кратковременная ползучесть. Установившаяся ползучесть. Зависимость деформаций ползучести от напряжений и температуры. Аппроксимация кривых ползучести. Разрушение вследствие ползучести. Предел длительной прочности. Диаграмма длительной прочности.

16. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТЕОРИИ ПОЛЗУЧЕСТИ [11,12]

Кинетические уравнения ползучести. Теория упрочнения. Теория течения. Теория старения. Теория пластической наследственности. Экспериментальная проверка гипотез технических теорий ползучести.

17. УРАВНЕНИЯ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ТЕХНИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ ПОЛЗУЧЕСТИ [11, 12]

Уравнения состояния теорий упрочнения, течения и старения в условиях сложного напряженного состояния. Формулировка задач ползучести по теориям упрочнения, течения и старения. Уравнения и формулировка задач установившейся ползучести. Иллюстрация установившейся и неустойчивой ползучести на примере стержневой системы. Установившаяся ползучесть при кручении и при чистом изгибе стержня кругового сечения. Релаксация крутящего и изгибающего моментов.

18. ТЕОРИЯ ИЗГИБА ПЛАСТИН [7,8,13-15]

Гипотезы классической теории изгиба пластин. Энергетическая погрешность гипотез Кирхгофа-Лява. Кинематические соотношения, перемещения и деформации, тензор изменения кривизны срединной поверхности. Силовые факторы. Напряжения в пластине при изгибе. Уравнение Софи Жермен – Лагранжа. Уравнения классической теории изгиба пластин в полярных координатах, постановка граничных условий. Методы решения краевых задач классической теории изгиба прямоугольных, круговых и кольцевых пластин. Применение рядов Фурье. Уравнение изгиба пластины с начальными усилиями в срединной плоскости. Техническая нелинейная теория пластин. Гипотезы технической нелинейной теории. Перемещения и деформации. Напряжения и внутренние силовые факторы. Уравнения Кармана. Граничные условия для уравнений Кармана. Пластина

Тимошенко, кинематические соотношения, уравнения равновесия, граничные условия.

19. ТЕОРИЯ ОБОЛОЧЕК [7,8,13-15]

Способы описания геометрии срединной поверхности оболочки. Криволинейные координаты на поверхности. Первая фундаментальная форма поверхности. Единичный вектор, нормальный к поверхности. Вторая фундаментальная форма поверхности. Производные векторов единичного триэдра. Коэффициенты Ламе. Гипотезы классической теории оболочек. Деформация срединной поверхности. Кинематические соотношения классической теории оболочек. Уравнения равновесия классической теории оболочек. Соотношения Лурье-Койтера и Балабуха-Новожилова. Напряжения в оболочке. Уравнения совместности деформаций в оболочках. Статико-геометрическая аналогия. Безмоментная теория оболочек, уравнения равновесия. Условия существования безмоментного напряженного состояния. Уравнения равновесия круговых цилиндрических оболочек, связь между перемещениями, деформациями и силовыми факторами, уравнения равновесия в перемещениях. Техническая теория цилиндрических оболочек. Уравнения Власова. Осесимметричная деформация цилиндрических оболочек. Полубезмоментная теория цилиндрических оболочек. Краевой эффект в сферической оболочке, уравнение краевого эффекта. Теория пологих оболочек, основные гипотезы, уравнения равновесия. Методы решения уравнений теории пологих оболочек в тригонометрических рядах. Осесимметричная деформация оболочек вращения, уравнения равновесия и совместности деформаций. Функции Мейснера, их смысл. Уравнения Мейснера, их асимптотическое интегрирование. Расчет составных оболочек вращения. Расчет многослойных оболочек. Уточненная теория пологих оболочек (оболочка Тимошенко), основные гипотезы, кинематические соотношения. Уравнения уточненной теории пологих оболочек. Нелинейная техническая теория оболочек, основные гипотезы, кинематические соотношения. Уравнения нелинейной технической теории оболочек. Ортотропные пологие оболочки. Нелинейные уравнения ортотропных пологих оболочек.

ЛИТЕРАТУРА

1. Победря Б.Е. Лекции по тензорному анализу. – М.: Изд.МГУ, 1979. 224 с.
2. Кильчевский Н.А. Основы тензорного исчисления с приложением к механике. Киев: Наукова думка, 1972. 148 с.

3. Сокольников И.С. Тензорный анализ. Теория и применение в геометрии и механике сплошных сред. – М.: Наука, 1971.
4. Демидов С.П. Теория упругости. – М.: Высшая школа, 1979. 432 с.
5. Амензаде Ю.А. Теория упругости. – М.: Высшая школа, 1976. 272 с.
6. Хан Х. Теория упругости. Основы линейной теории и ее применения. – М.: Мир, 1988. 344 с.
7. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки. – М.: Наука, 1963. 636 с.
8. Бидерман В.Л. Механика тонкостенных конструкций. – М.: Машиностроение, 1977. 488с.
9. Проценко А.М. Теория упруго-идеальнопластических систем. – М.: Наука, 1982. 287с.
10. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. – М.: Наука, 1969. 420 с.
11. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. М.: Наука, 1979. 744 с.
12. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. – М.: Машиностроение, 1975. 400 с.
13. Доннелл Л.Г. Балки, пластины и оболочки. – М.: Наука, 1982. – 568 с.
14. Новожилов В.В. Теория тонких оболочек. Л.: Судпромгиз, 1951. – 344 с.
15. Болотин В.В., Ю.Н.Новичков, Механика многослойных конструкций. – М.:Машиностроение, 1980 – 376 с.