

Примерная программа курса «Прикладная механика и теория упругости»

Осенний семестр 2010/11 учебного года.

2 курс, 3 семестр обучения. Гр. ГФ-09-3

Преподаватель: Белоусов А.В.

Виды отчётности: курсовая работа, экзамен

1. Лекционные занятия (36 часов)

Элементы теории поля

-
- | | |
|---|--|
| 1 | Понятие поля. Операции со скалярами и векторами. Представление поля в ортонормированной системе координат. Скалярное поле. Уровенные линии и поверхности. Производная по направлению. Градиент. Разыскание поля по градиенту. Оператор Гамильтона. |
|---|--|
-
- | | |
|---|--|
| 1 | Векторное поле. Векторные линии. Понятие векторной трубки. Локальные свойства векторного поля. Дивергенция. Ротор. |
|---|--|
-
- | | |
|---|--|
| 1 | Дифференциальные операторы второго порядка и их свойства. Криволинейные координаты. Операции векторного анализа в криволинейных координатах. Дифференциальные параметры I порядка. Коэффициенты Ламэ при преобразовании координат. |
|---|--|
-

Основания теории упругости

-
- | | |
|---|--|
| 1 | Цели и задачи курса теории упругости. Фундаментальные абстракции теории упругости. |
|---|--|
-

Основы геометрической теории деформаций

-
- | | |
|---|---|
| 2 | Понятие деформации тела. Переход к рассмотрению дифференциально малых участков тела. Относительное удлинение вдоль координатных осей. Деформация сдвига между координатными осями. Поворот. Разложение малой деформации на удлинения, сдвиги и повороты. Тензор деформаций. |
|---|---|
-
- | | |
|---|--|
| 2 | Относительное удлинение в направлении радиус-вектора. Деформация сдвига между двумя исходно перпендикулярными направлениями. Формулы преобразования координат. |
|---|--|
-
- | | |
|---|--|
| 2 | Поверхность деформаций. Понятие о главной системе координат. Определение главных деформаций по заданным. Условия совместности деформаций (условия Сен-Венана). Дилатация. Понятие о девиаторе тензора деформаций |
|---|--|
-

Основы теории напряжений

-
- | | |
|---|---|
| 2 | Силы в теории упругости: силы массовые и поверхностные. Напряжение на площадке с заданной нормалью. Нормальная и тангенциальная (скальывающая) составляющие напряжений. Представление напряжения на площадке с заданной нормалью через напряжения, действующие на площадках, перпендикулярных координатным осям. Тензор напряжений в данной точке. Условия попарного равенства касательных напряжений. Условия равновесия элементарного тетраэдра (условия Ламэ). |
|---|---|
-
- | | |
|---|--|
| 2 | Поверхностные и объёмные интегралы. Формула Остроградского-Гаусса. Уравнения динамического равновесия тела в напряжениях (уравнения Коши). Формулы преобразования координат. |
|---|--|
-

-
- 1 Поверхность напряжений. Понятие о главной системе координат. Определение главных напряжений по заданным.
-

Связь между напряжениями и деформациями

- 2 Силы, противодействующие воздействию на тело. Зависимость прикладываемой силы от межатомажного расстояния. Область идеальной упругости. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Закон Гука для главной системы координат. Закон Гука для произвольной системы координат. Понятие об обобщённом законе Гука.
-

Волновое уравнение

- 3 Вывод уравнений динамического равновесия в смещениях. Волновое уравнение. Анализ волнового уравнения. Колебания, вызываемые плоским жёстким экраном. Понятие о продольных и поперечных волнах. Разложение Гамильтона, скалярный и векторный потенциалы упругих смещений. Распространение безвихревого поля в однородной изотропной среде. Распространение соленоидального поля в однородной изотропной среде.
-

- 1 Варианты записи упругих параметров среды: константы Ламэ, модуль Юнга и коэффициент Пуассона, скорости продольных и поперечных волн. Скорости сейсмических волн в горных породах. Факторы, влияющие на скорости.
-

- 2 Даламберово решение волнового уравнения. Спектральный способ решения волнового уравнения. Истолкование решения волнового уравнения. Решения для плоской и сферической волн.
-

- 3 Первая и вторая формулы Грина. Вывод формулы Кирхгофа. Анализ формулы Кирхгофа.
-

Волны в граничных средах

- 1 Типы границ раздела. Граничные условия: геометрические, кинематические, динамические. Закон Снеллиуса. Типы первичных и вызываемых ими вторичных волн.
-

- 2 Падение плоской SH-волны на границу раздела двух сред. Спектральные коэффициенты рассеяния. Случай падения из акустически более жёсткой среды в более мягкую. Случай падения из акустически более мягкой среды в более жёсткую. Закритические вторичные волны. Понятие о преобразовании Гильберта.
-

- 7 Отражение и прохождение P- и SV-волн. Нормальное падение волн на границу свободной поверхности. Отражение от свободной поверхности при наклонном падении. Нормальное падение волн на границу упругих сред. Отражение от жёсткой поверхности при наклонном падении. Волны на границе между жидкой и упругой средами. Отражение и прохождение волн на границе упругих сред. Уравнения Цёппритца. Решение уравнений Цёппритца. Анализ коэффициентов рассеяния.
-

II. Практические занятия (18 часов)

- 2 Решение задач: Элементы теории поля
-

- 2 Решение задач: Теория деформаций
-

- 2 Решение задач: Теория напряжений
-

- 2 Решение задач: Закон Гука
-

-
- | | |
|---|---|
| 2 | Коллоквиум: деформации, напряжения, закон Гука |
| 2 | Решение задач: Волновое уравнение и его свойства. Функции, удовлетворяющие волновому уравнению. Гармонический анализ. |
| 4 | Решение задач: законы Снеллиуса и Бенндорфа. Кинематика и динамика волн |
| 2 | Коллоквиум: волны в слоистых средах |
-

III. Лабораторные работы (18 часов)

-
- | | |
|---|--|
| 3 | Изучение распространения волн в идеально упругой безграничной однородной среде |
| 3 | Изучение процессов на границе раздела слоёв при нормальном падении волны |
| 4 | Изучение процессов на границе раздела слоёв при наклонном падении волны |
| 4 | Расчёт коэффициентов отражения для SH-волны и визуализация изменения формы волны при различных углах падения |
| 4 | Исследование неоднородных плоских волн |
-