

ВСТУП

Програма вивчення вибіркової навчальної дисципліни «Механіка зв'язаних полів елементів конструкцій» складена відповідно до освітньої програми «Теоретична та прикладна механіка» підготовки спеціальності 113 Прикладна математика.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є: напружено-деформівний стан пружних п'єзоелектричних тіл.

Міждисциплінарні зв'язки: теорія пружності, опір матеріалів, механіка суцільного середовища.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

Змістовий модуль 1. Основні співвідношення лінійної теорії електропружності.

Змістовий модуль 2. Рівняння стану попередньо поляризованої кераміки.

Змістовий модуль 3. Постановка основних граничних задач електропружності.

Змістовий модуль 4. Елементарні задачі електропружності.

Змістовий модуль 5. Прикладні теорії деформування тонкостінних п'єзоелектричних елементів.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни є уміння використовувати адекватні математичні моделі деформування п'єзоелектричних матеріалів, ставити та розв'язувати за допомогою побудованих моделей статичні та динамічні задачі електропружності. Вивчення дисципліни розширює представлення студентів про природу взаємодії електричних та механічних факторів, так як в основі механіки та електродинаміки лежать одні і ті ж сили міжатоми взаємодії.

В результаті вивчення дисципліни студенти *повинні знати* загальні закони взаємодії механічних та електричних полів в п'єзоелектричних матеріалах, вміти розв'язувати основні типи задач для спряжених полів в рамках лінійної теорії електропружності.

Підготовлений фахівець *повинен вміти* використовувати адекватні математичні моделі деформування п'єзокерамічних тіл, досліджувати взаємний вплив механічних та електричних полів, отримувати чисельні та аналітичні розв'язки поставлених прикладних задач.

Для вивчення дисципліни студентам необхідно мати знання з таких дисциплін: математичний аналіз, вища алгебра, аналітична геометрія, теорія пружності, механіка суцільного середовища, метод скінчених елементів в теорії пружності, в обсязі, передбаченому відповідними програмами для спеціальності 113.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основні співвідношення лінійної теорії електропружності.

ТЕМА 1. П'єзоелектричний ефект в керамічних середовищах.

Прямий та зворотній п'єзо ефекти. Явище спонтанної поляризації. Попередня поляризовані кераміки.

ТЕМА 2. Лінійна теорія п'єзоелектричних матеріалів.

Основні співвідношення лінійної теорії. Рівняння Максвелла для п'єзоелектричного матеріалу у випадку нехтування магнітними ефектами.

Змістовий модуль 2. Рівняння стану попередньо поляризованої кераміки.

ТЕМА 1. Повна система рівнянь попередньо поляризованого п'єзокерамічного середовища.

Різні форми запису визначаючих співвідношень для п'єзоелектричного середовища. Отримання повної системи рівнянь .

Змістовний модуль 3. Постановка основних граничних задач електропружності.

ТЕМА 1. Граничні умови.

Граничні умови для механічних змінних спряженого електропружного поля. Граничні умови для напружень та переміщень.

ТЕМА 2. Фізично-реалізовані граничні умови для електричних змінних.

Граничні умови для наелектризованих та вільних від електричних напружень поверхонь п'єзоелектричного матеріалу.

ТЕМА 3. Рівняння електропружності в інших системах координат.

Рівняння електропружності в сферичних та циліндричних координатах. Спрощені форми запису рівнянь для різних класів п'єзоелектричних керамік.

Змістовний модуль 4. Елементарні задачі електропружності.

ТЕМА 1. Елементарні задачі для прямокутника з продольною та поперечною поляризацією.

Деформація під дією лінійно розподілених по торцях нормальних напружень та згинаючих напружень. Деформація під дією електростатичного поля.

ТЕМА 2. Згин консолі з прокольною та поперечною поляризацією.

Загальні припущення при формулюванні відповідної задачі. Аналіз отриманих результатів з точки зору взаємного впливу механічного та електричного полів.

ТЕМА 3. Коливання.

Поздовжні коливання п'єзокерамічного стержня. Аналіз резонансних та антирезонансних явищ при коливаннях.

Змістовний модуль 5. Прикладні теорії деформування тонкостінних п'єзоелектричних елементів.

ТЕМА 1. Планарні коливання тонкостінних пластин з товщиною поляризацією.

Основні припущення та гіпотези. Усереднені за товщиною силові фактори. Рівняння коливань.

ТЕМА 2. Згинні коливання одношарових та біморфних пластин.

Особливості електропружного стану біморфної пластини, що знаходиться під дією електричного навантаження.

3. Рекомендована література

Методичне забезпечення

Викладання дисципліни забезпечується такими методичними матеріалами:

- методичні вказівки до виконання лабораторних робіт;
- конспект лекцій з курсу «Механіка зв'язаних полів елементів конструкцій»;
- навчальна та методична література, перелік якої надано у розділі 15.

Перелік навчальної та методичної літератури

1. *В.Т. Гринченко, А.Ф. Улитко, Н.А. Шульга* Механика связанных полей в элементах конструкций: в 5-и т., т. 5: Электроупругость. К.: Наукова думка, 1989.
2. *Партон В.З., Кудрявцев Б.А.* Электромагнитоупругость. М.: Наука, 1988.