

**Методичні вказівки**  
**до виконання самостійно роботи з навчальної дисципліни**  
**3-113-2 Fracture mechanics of smart materials**  
**(Механіка руйнування інтелектуальних матеріалів)**  
**викладач проф. Лобода В.В..**

**1. Мета дисципліни.**

Отримання здобувачами вищої освіти додаткових теоретичних знань по механіці руйнування п'єзоелектричних матеріалів шляхом вивчення додаткових розділів електропружності та механіки руйнування п'єзоелектричних матеріалів.

**Дисципліна формує такі компетентності за ОНП:**

Дисципліна формує такі компетентності за ОНП:

- ЗК 01. Здатність до проведення самостійних наукових досліджень, виявлення, постановки та розв'язання наукових проблем.
- ЗК 02. Здатність представляти результати власної наукової та практичної діяльності.
- ЗК 03. Здатність спілкуватися іноземною мовою на рівні, достатньому для представлення та обговорення результатів власної наукової діяльності.
- ЗК 04. Здатність працювати в міжнародному науковому просторі.
- ФК 01. Здатність до виявлення актуальних математичних проблем, використання поглиблених знань у галузі прикладної математики, внесення оригінального вкладу в її розвиток.
- ФК 02. Здатність досліджувати побудовані математичні моделі та визначати рамки їх застосування.
- ФК 03. Здатність обирати раціональні шляхи розв'язання поставлених задач, застосовувати сучасний математичний апарат та комп'ютерні технології.
- ФК 04. Здатність аналізувати одержані результати, надавати їх інтерпретацію та визначати межі придатності.
- ФК 05. Здатність до пошуку, систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, світового досвіду у галузі математичного та комп'ютерного моделювання складних процесів і систем.

У результаті вивчення дисципліни здобувач вищої освіти повинен

**знати:**

- основні математичні моделі, що використовуються для опису п'єзоелектричних матеріалів;
- види граничних умов на берегах тріщин у п'єзоелектричних матеріалах;
- критерії руйнування п'єзоелектричних тіл з тріщинами;
- методи чисельного аналізу п'єзоелектричних тіл з тріщинами;

**а також вміти:**

- складати математичні моделі аналізу на міцність п'єзоелектричних тіл з тріщинами;
- формулювати граничні умови на берегах тріщини у п'єзоелектричних матеріалах;
- використовувати скінченно-елементні пакети для чисельного аналізу п'єзоелектричних тіл з тріщинами.

### **На самостійну роботу виносяться наступні питання:**

1. П'єзоелектричний ефект у керамічних середовищах. Сенсори та актуатори.  
Рекомендована література: [2] - 2.3, [4] – розділ 1, [5] - §5.
2. Загальні рівняння електропружності. Найпростіші задачі електропружності.  
Рекомендована література: [4] - 3.1-3.3, [5] - §6, §7.
3. Граничні умови на берегах тріщини в ізотропних та п'єзоелектричних матеріалах.  
Рекомендована література: [1] - 1.4, [2] – 2.5.
4. Основні поняття механіки руйнування п'єзопасивних матеріалів.  
Рекомендована література: [1] - 2.1-2.2, [2] - 3.1, [3] - 17.1-17.3, 19.1-19.6
5. Задачі про взаємодію електродів з п'єзоелектричними елементами.  
Рекомендована література: [2] - 7.1-7.2, [5] - §19 - §21.
6. Осесиметричні задачі про взаємодію електродів з п'єзоелектричними елементами.  
Використання скінченно-елементного пакету Ансіс для розрахунку п'єзоелектричного перетворювача (piezoelectric transducer).  
Рекомендована література: [2] - 9.1, [5] - §22, методичні вказівки до завдання ANSYS-APDL.
7. Критерії руйнування п'єзоелектричних тіл з тріщинами. Обчислення інваріантних інтегралів.  
Рекомендована література: [1] – 2.3, [2] – 3.3, [5] - §33, §34.
8. Плоскі задачі електропружності для однорідного п'єзоелектричного середовища з тріщинами.  
Рекомендована література: [2] – 8.1, [5] - §35, §36.
9. Тріщини між двома п'єзоелектричними матеріалами. Відкрита та контактна моделі.  
Рекомендована література: [2] – 4.3, 4.4, [5] - §37, §39.
10. Чисельний аналіз п'єзоелектричних тіл з тріщинами за допомогою студентської версії скінченно-елементного пакету Абакус.  
Рекомендована література: [2] – 9.1, 9.2, [6] – 1.1 – 1.3.

### **Список літератури.**

1. Говоруха В. Б. і Лобода В.В. «Моделі та методи механіки руйнування для п'єзоелектричних тіл з міжфазними тріщинами», Вид. ДНУ, 2013р., 260 стор.
2. Govorukha, V., Kamlah, M., Loboda, V., Lapusta, Y. Fracture Mechanics of Piezoelectric Solids with Interface Cracks. Series: Lecture Notes in Applied and Computational Mechanics. 2017. Springer. 235pp. <http://www.springer.com/in/book/9783319535524>
3. Robert J. Asaro, Vlado A. Lubarda. Mechanics of Solids and Materials. CambridgeUn. Press, New York, 2006, 860 pages.
4. Механика связанных полей в элементах конструкций: В 5 т. // Электроупругость / В. Т. Гринченко, А. Ф. Улитко, Н. А. Шульга / Под. ред. Гузя А. Н. – К.: Наук. думка, 1989. – Т. 5. – 280 с.
5. Партон В. З., Кудрявцев Б.А. Электромагнитоупругость пьезоэлектрических и электропроводных тел. М., Наука, 1988. – 472 с.

6. В.В. Лобода, С.О Букловський. Про деякі особливості використання студентської версії пакету «Абакус» в прикладних розрахунках. Навчальний посібник, Дніпро, Ліра, 2019 – 23с.
7. Новацкий В. Теория упругости. М.: Мир, 1975.
8. Божидарник В.В Теорія пружності / Г.Т. Божидарник , В.В. Сулим. – . Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2012. – 512 с.
9. Божидарник В.В Елементи теорії пластичності і міцності / Г.Т. Божидарник, В.В. Сулим. – Львів: Вид-во Світ, 1999. – 417 с.