

- Машиностроение, 1983.
2. А.А. Харкевич. Спектры и анализ. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962.
 3. И.С. Гоноровский. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Советское радио, 1977.
 4. С.И. Баскаков. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Высшая школа, 2002.

Майстренко В.Н., Михаленок А.Д. Погрешность сканирования obturatorных приборов. Проведены исследования инструментальной погрешности obturatorных приборов (погрешности сканирования), которая обусловлена изменением конфигурации измерительного оптического канала, связанным с наличием obturatorа, постоянно и постепенно изменяющего положение окна, пропускающего оптический информативный параметр. Определены источники погрешности, влияние формы сигналов. Даны некоторые рекомендации по уменьшению погрешности сканирования.	Maystrenko V.N., Mihalenok A.D. Fault of scanning of obturator devices. Studies have been conducted on the fault of obturator devises (fault of scanning), which has been preconditioned by configuration changes of measuring optical channel. The channel has been connected with obturator, which constantly is changing the position of the opening. The opening passing the optical informative parameter. The sources of the fault and the influence have been of the forms of signals detected. Certain recommendation on decrease of the scan fault has been provided.
--	---

Надійшло до редакції
21 червня 2003 року

УДК 534.232.4

ПРОСТОРОВА ЕНЕРГОСИЛОВА СТРУКТУРА П'ЄЗОКЕРАМІЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Мусієнко М.П., Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, Україна

У статті описана просторова енергосилова структура п'єзокерамічних перетворювачів, яка враховує взаємне розташування трьох векторів – вектора поляризації, прикладеної сили та напруженості електричного поля вихідного сигналу

Вступ. Постановка проблеми в загальному вигляді

Для виміру фізичних величин широке застосування знайшли п'єзокерамічні перетворювачі (ПП). Їх використовують для виміру сили, динамічного та статичного тиску, лінійних та вібраційних прискорень, в'язкості та ін. ПП мають високу чутливість та твердістю (незначна деформація при навантаженні), малі габарити та масу, високу заводо захищеність, малий рівень власних шумів, підвищену радіаційну стійкість, технологічність виготовлення тощо. Вони застосовуються в автоматичі, системах керування, приладах контролю технологічних процесів та навколишнього середовища, в ядерних, теплових та хімічних установках, в літальних апаратах та морських об'єктах та ін. [1,2].

П'єзоелемент є системою з розподіленими параметрами з яскраво вираженою анізотропією, тому його аналіз є складною задачею. Існує декілька методів

опису роботи ПП, кожен з яких має свої обмеження та недоліки.

Розробка методів аналізу п'єзоелектричних перетворювачів дозволяє краще розуміти принцип роботи ПП, а отже, і поліпшувати його характеристики, що є важливою та актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень

Анізотропія фізико-математичних властивостей п'єзоелектриків і взаємозв'язок електромагнітного поля з механічними рухами суттєво ускладнюють опис процесів, які відбуваються в п'єзоелементі.

Для опису роботи ПП широке застосування знайшла лінійна теорія електропружності [3]. Основні її співвідношення складаються з рівнянь, які описують механічну сторону п'єзоефекту, і рівнянь Максвелла, що описують електричні явища в середовищі. Однак такий опис достатньо складний – система рівнянь для п'єзоелектричного тіла складається з двадцяти двох диференціальних рівнянь. Точне рішення крайової задачі електропружності можливе лише в рідких випадках для найпростіших областей, тому при вирішенні складних задач приходить задовольнятися наближеним рішенням [3].

Ефективним засобом побудови наближених рішень є варіаційні методи. Рішення задачі у варіаційному формулюванні полягає в знаходженні функцій, на яких функціонал відповідного варіаційного принципу має стаціонарне значення. Однак цей метод теж досить складний.

Альтернативний підхід полягає в заміні п'єзоелектрика еквівалентною електричною схемою з наступним розрахунком за допомогою теорії електричних ланцюгів [4]. Такий підхід оправданий при вирішенні питання про узгодження та при загальному аналізі електричного ланцюга, частиною якого є схема заміщення п'єзоелектрика. Але питання механічної та електричної міцності, оптимального конструювання (особливо для об'єктів, які описуються не скалярними моделями) залишаються за рамками теорії електричних ланцюгів.

Для аналізу перетворювачів широко застосовують п'єзоелектричні модулі. П'єзомодуль d_{ij} забезпечує статичну чутливість перетворювача і залежить від того, як прикладається до п'єзоелементу сила, а величина його призводиться в таблицях [5]. Однак такі розрахунки пов'язані з матричним обчисленням, що також є досить складним описом роботи ПП.

Для аналізу перетворювачів широко застосовуються також методи теорії автоматичного керування [6]. Нарешті, найбільш точні результати можуть бути отримані експериментальним шляхом.

Всі описані методи аналізу не враховують зміни властивостей ПП в залежності від взаємного розташування трьох векторів – вектора поляризації P , вектора прикладеної сили F та вектора напруженості електричного поля вихідного сигналу E . Ці три вектори описують просторову енергосилову структуру ПП.

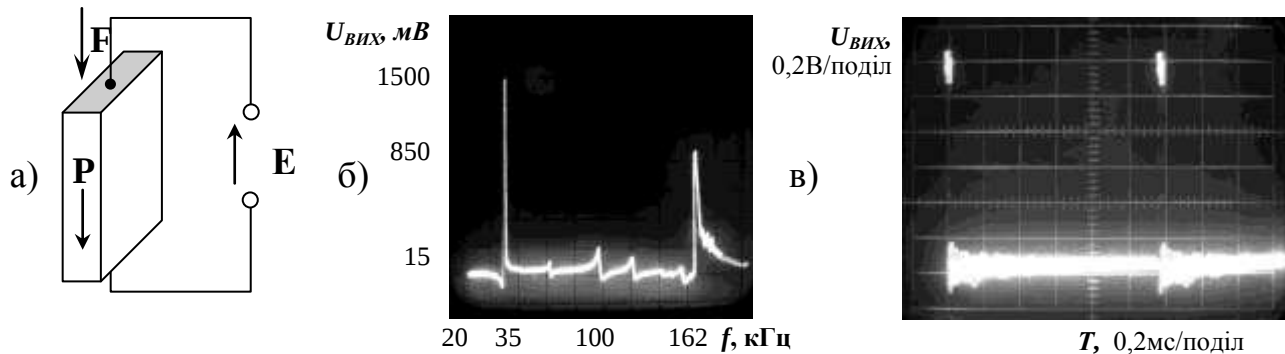
Постановка завдання

В даній роботі запропонований опис просторової енергосилової структури ПП в залежності від взаємного розташування трьох векторів, а також приведе-

ний порівняльний аналіз частотних та часових характеристик традиційних та раніше невивчених п'єзоперетворювачів.

Виклад основного матеріалу дослідження

Традиційно вихідні електроди на п'єзоелементі розміщують на гранях, які перпендикулярні вектору поляризації P і на які прикладається механічний вплив F (рис.1,а). Таким чином, у традиційного перетворювача всі три вектори паралельні ($P \downarrow F \downarrow E$).



а – схема; б – амплитудно-частотна; в – імпульсна характеристики
Рисунок 1 – Традиційний п'єзокерамічний перетворювач

Для такого перетворювача вихідна напруга дорівнює [1]:

$$U_{\text{вих}} = \frac{Q}{C} = \frac{d_{31} \cdot F}{C},$$

де Q – заряд, який генерується на електродах п'єзоелемента; C – ємність; d_{31} – п'єзомодуль.

На рис.1 наведені амплітудно-частотна (АЧХ) (рис.1, б) та імпульсна характеристики (рис.1, в) традиційного перетворювача, який був виготовлений з бруска $50 \times 10 \times 10$ мм.

Для виміру АЧХ використовувався вимірювач Х1-46, мілівольтметр В7-38 та частотомір ЧЗ-57, для виміру імпульсної характеристики – генератор імпульсів Г5-67 та осцилограф С1-55. Вимірювання проводилося в п'єзотрансформаторному режимі. Фотографування здійснювалося цифровою фотокамерою Canon Power Shot G2.

Як видно з рис.1, традиційні ПП є коливальними системами з високою добротністю та вузьким робочим діапазоном частот (рис.1, б).

Якщо залишити вектор поляризації P незмінним, а напрямки двох інших змінювати, то можна одержати 9 комбінацій взаємного розташування векторів.

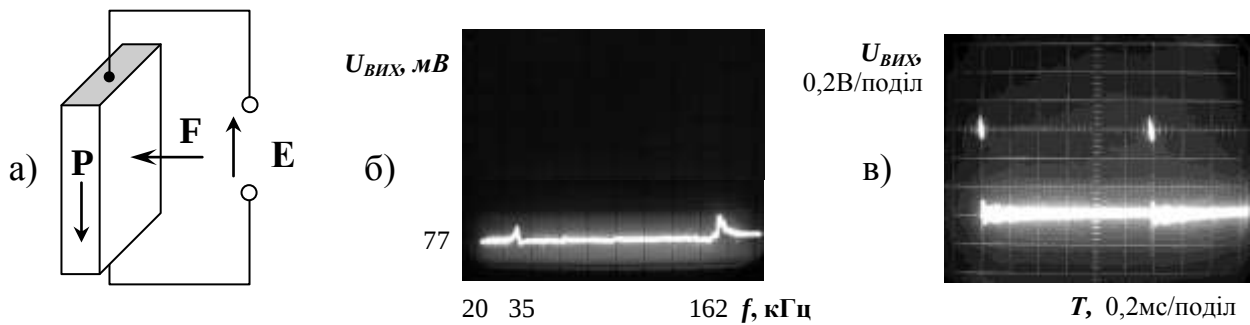
У тому випадку, коли зусилля прикладається до п'єзоелементу таким чином, що кут між напрямком дії зусилля F та вектором поляризації P складає 90° , перетворювач називають поперечним [7].

Для таких перетворювачів чутливість має вигляд: $S = \frac{Q}{F} = d_{ij} \frac{h}{a}$, де

h – висота п'єзоелемента; a – товщина.

Таким чином, у поперечного п'єзоелемента чутливість в h/a разів більша за чутливість традиційного п'єзоелемента. Збільшення чутливості обмежується лише питаннями міцності та стійкості конструкції п'єзодатчиків. Поперечні п'єзоелементи використовуються в датчиках фірм «Brüel & Kjer» (Данія), «Kistler Instrumente AG» (Швейцарія) та ін. [8, 9].

Характеристики поперечного перетворювача показані на рис.2.

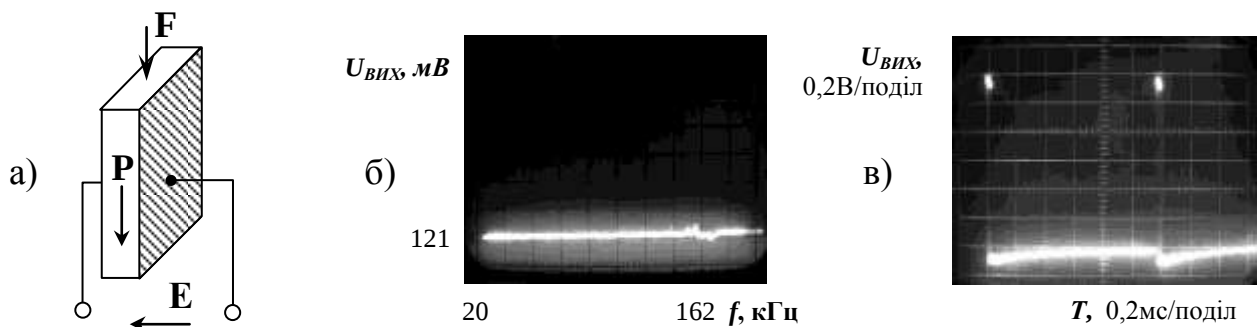


а – схема; б – амплитудно-частотна; в – імпульсна характеристики
Рисунок 2 – Поперечний п'єзокерамічний перетворювач

У поперечних перетворювачах резонанси частково подавлені (рис.2, б) та зменшений коливальний процес (рис.2, в).

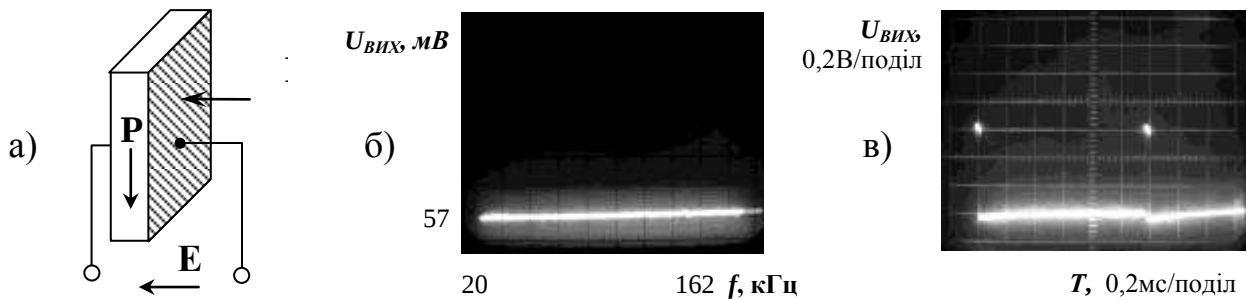
Якщо вектор E перпендикулярний векторам P та F (рис.3, а), то такий перетворювач буде являти собою диференційний ланцюг з інерційними властивостями та широким робочим діапазоном частот (рис.3, б). Коливальний процес на імпульсній характеристиці відсутній (рис.3, в). Такий перетворювач був названий доменно-дисипативним ПП [10, 11].

Причина переходу від коливальної до аперіодичної ланки полягає в анізотропних властивостях п'єзокераміки та пов'язаних з цим збільшеннях власного опору п'єзоелементу датчика (внутрішнього тертя) при утворенні кута між векторами E та P . Зміна власного опору пов'язана з впливом упорядкованої доменної структури поляризованої п'єзокераміки на рух носіїв заряду, що і дало назву цьому перетворювачу.



а – схема; б – амплитудно-частотна; в – імпульсна характеристики
Рисунок 3 – Доменно-дисипативний п'єзокерамічний перетворювач

Наприклад, активний опір втрат вздовж вектора поляризації виявився в декілька разів менше тієї ж величини, яка була виміряна перпендикулярно вектору поляризації [10-12].



а – схема; б – амплитудно-частотна; в – імпульсна характеристики
Рисунок 4 – Поперечний доменно-дисипативний п'єзокерамічний перетворювач

Перетворювач, у якого вектори E та F перпендикулярні вектору P (рис.4, а), був названий поперечним доменно-дисипативним ПП. Він має найбільшу лінійність АЧХ та найширший робочий діапазон частот (рис.4, б) [10, 11].

Висновки

Таким чином, змінюючи напрямки векторів F та E відносно вектору поляризації P , можна змінювати характеристики ПП, зокрема, лінеаризовувати їх АЧХ, змінювати чутливість та ін.

Найбільшу лінійність АЧХ, а отже, і найбільший робочий діапазон частот, має поперечний доменно-дисипативний п'єзоперетворювач (в якого вектори F та E перпендикулярні вектору поляризації P).

Надалі доцільно вивчити способи керування характеристиками доменно-дисипативних ПП (зміни кутів між векторами, введення зворотного зв'язку, зміни форм п'єзоелементів, його розмірів тощо).

Література

1. Джагунов Р.Г., Ерофеев А.А. Пьезоэлектронные устройства вычислительной техники, систем контроля и управления: Справочник-СПб.: Политехника, 1994. – 608 с.
2. Справочник по гидроакустике / А.П.Евтютов, А.Е.Колесников, Е.А.Корепин и др. – Л.: Судостроение, 1988.
3. Шульга Н.А., Шарапов В.М., Рудницкий С.И. Колебания дискового биморфного преобразователя типа металл-пьезокерамика // Прикладная механика. –1990. -Т.26. -№ 10. -С. 64-72.
4. Магнитные и диэлектрические приборы. Под ред. Г.В. Катца. Ч1. М.: Энергия, 1964. – 416с.
5. Левшина Е.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин: (Измерительные преобразователи). Учеб. пособие для вузов. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1983. – 320 с.
6. Домаркас В.И., Кажис Р.-И.Ю. Контрольно-измерительные пьезоэлектрические преобразователи. – Вильнюс: Минтис, 1975. – 258 с.

7. Кудряшов Э.А., Магер В.Е., Рафиков Ш.М. Поперечные пьезоэлементы для датчиков силы и давления. / «Приборы и системы управления». – 1989. – № 9. – С. 9–10.
8. Проспекты фирмы «Brüel and Kjer», Nerum, Denmark, 1995.
9. Проспекты фирмы «Kistler Instrumente AG», Winterthur, Switzerland, 1996.
10. Шарапов В.М., Мусиенко М.П. и др. Исследование доменно-диссипативных пьезокерамических преобразователей / Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2003. – № 2.. – С. 17–22.
11. Шарапов В.М. и др. Об одной классификации пьезокерамических преобразователей / Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2003. – № 3. – С. 116–120.
12. Патент України № 62726 А. Спосіб вимірювання фізичних величин за допомогою п'єзоелектричних елементів / В.М.Шарапов, М.П.Мусієнко та ін. – Опубл. 17.11.03, Бюл.№11.

Мусиенко М.П. Пространственная энергосиловая структура пьезо-керамических преобразователей. В данной статье описана пространственная энергосиловая структура пьезокерамических преобразователей, которая учитывает взаимное расположение трех векторов – вектора поляризации, приложенной силы и напряженности электрического поля выходного сигнала.	Musienko M.P. The spatial energy and power structure of the piezoceramic transducers. In the article the structure of the piezoceramic transducers which takes into account a relative positioning of three vectors – the vector of the polarization, enclosed force and intensity of the electric field of the output signal is described.
--	--

*Надійшло до редакції
24 квітня 2004 року*

МЕТОДИ І СИСТЕМИ ОПТИЧНО-ЕЛЕКТРОННОЇ ТА ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ

УДК 681.7.013.8

АВТОМАТИЧНА ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ ДИСТОРСІЇ ДЛЯ ПРОГРАМНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ФОРМИ ЗОБРАЖЕНЬ

Агаліді Ю.С., Левий С.В., Мачнев О.М., Тимчик Г.С., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Пропонується алгоритм оцінки параметрів дисторсії системи оптичного введення зображень в комп'ютери. Для фрагментів зображень, що перекриваються, обчислюється максимум функції кореляції, обчислюються параметри компенсації дисторсії і відновлюється форма зображень.

Вступ. Постановка задачі

Для комп'ютерних пристроїв відеообробки актуальною є задача коректування спотворень зображення, внесених оптичною системою. Похибки, внесені оптичною системою, як правило, пов'язані зі спробами здешевлення, застосуванням вже готових апаратних рішень, мінімізацією масогабаритних характеристик.