УДК 681.586

В. М. Шарапов¹, д.т.н., профессор, О. Н. Петрищев², д.т.н., профессор, К. В. Базило¹, к.т.н., Ж. В. Сотула¹, к.т.н., А. И. Маштапа¹

¹Черкасский государственный технологический университет б-р Шевченко, 460, г. Черкассы, 18006, Украина <u>v sharapov@rambler.ru</u>

²Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» проспект Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина

КЛАССИФИКАЦИЯ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Робота присвячена актуальним питанням вдосконалення п'єзоелектричних трансформаторів. Запропоновані конструкції п'єзоелектричних трансформаторів, що складаються з двох п'єзоелементів у вигляді брусків з більшою контактною площею між вхідною та вихідною частинами порівняно з існуючими аналогами. У статті досліджено залежність амплітудночастотних характеристик п'єзоелектричних трансформаторів від напрямків векторів поляризації та електричних полів вхідної та вихідної частин. Побудовано класифікаційну таблицю п'єзоелектричних трансформаторів. Запропонована класифікація дозволяє розширити науково-технічну базу проектування п'єзоелектричних трансформаторів.

Ключові слова: п'єзоелектричний перетворювач, трансформатор, амплітудночастотна характеристика, класифікаційна таблиця.

Пьезоэлектрические преобразователи широко используются в электроакустике, гидроакустике, в ультразвуковой, медицинской, измерительной технике, в сканирующих зондовых наномикроскопах, пьезодвигателях, в других областях науки и техники [1-3].

Для изготовления пьезоэлектрических преобразователей используют пьезоэлементы в виде пьезорезонаторов и пьезотрансформаторов. Последние в ряде случаев позволяют улучшить характеристики преобразователей [2, 3].

Пьезоэлектрическим трансформатором условно может быть назван пьезоэлектрический элемент с тремя и более электродами, подключаемыми к одному или нескольким источникам электрического сигнала и нагрузкам [4]. Часть пьезоэлектрического трансформатора, которая подключается к источнику электрического сигнала, будем называть входной, а часть, подключаемую к нагрузке, — выходной.

При проектировании пьезоэлектрических преобразователей (трансформаторов) обычно используют пьезоэлемент определенной формы и размеров, из определенного пьезокерамического материала с определенными электрофизическими свойствами (характери-

стиками). При этом традиционно вектор поляризации **P** параллелен вектору действующей на пьезоэлемент силы **F** или приложенного электрического поля **E**, т.е. перпендикулярен электродам, которые нанесены на поверхность пьезоэлемента. При этом, если вектор поляризации **P** параллелен, например, вектору распространения волны колебаний, преобразователь называют продольным, если перпендикулярен – поперечным.

Согласно существующей классификации пьезоэлектрические трансформаторы разделяются на три группы: поперечнопоперечный, поперечно-продольный, продольно-продольный [4].

Однако такая классификация не исчерпывает все возможные варианты пьезоэлектрических трансформаторов. Поэтому **целью** данной работы является построение классификации пьезоэлектрических трансформаторов.

При проектировании пьезоэлектрических трансформаторов предложено учитывать направления векторов поляризации входной $\mathbf{P}_{\mathbf{B}\mathbf{x}}$ и выходной $\mathbf{P}_{\mathbf{B}\mathbf{x}}$ частей, а также векторов электрического поля $\mathbf{E}_{\mathbf{B}\mathbf{x}}$ и $\mathbf{E}_{\mathbf{B}\mathbf{h}\mathbf{x}}$.

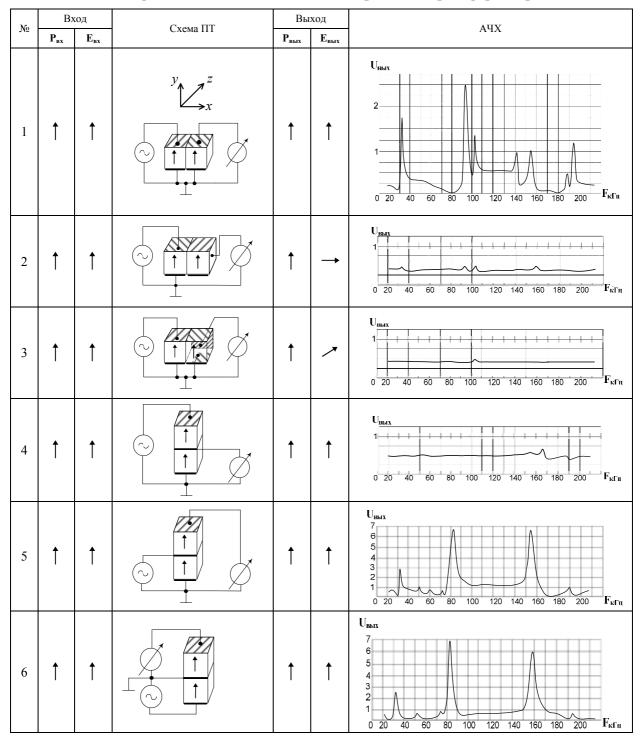
Возможные при этом варианты конструкций пьезоэлектрического трансформатора

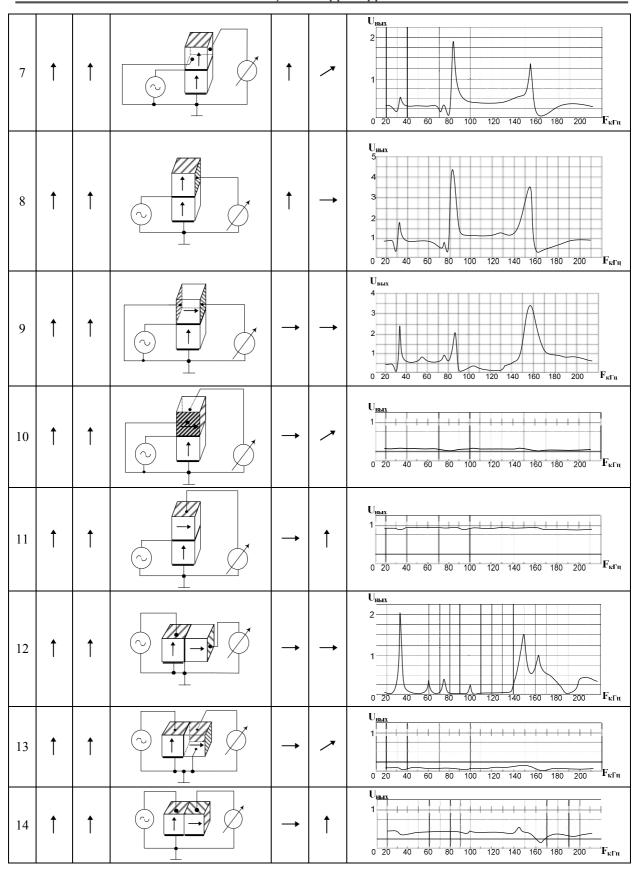
(ПТ) и их амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) приведены в табл. 1.

Предложенные пьезоэлектрические трансформаторы отличаются от известных аналогов большей площадью контакта между входной и выходной частями.

Для экспериментальных исследований применялись пьезоэлементы в виде брусков размером $45\times10\times9$ мм, изготовленные из пьезокерамики ЦТС-19. На вход подавалось напряжение 1 В.

Таблица 1 **Классификационная таблица пьезоэлектрических трансформаторов**





Как видно из табл. 1, различное расположение векторов поляризации входной $\mathbf{P}_{\mathtt{Bx}}$ и

выходной $P_{\text{вых}}$ частей, а также векторов электрического поля $E_{\text{вх}}$ и $E_{\text{вых}}$ позволяет охарак-

теризовать 14 основных типов пьезоэлектрических трансформаторов.

Выводы:

- 1. Построена классификационная таблица пьезоэлектрических трансформаторов.
- 2. Предложенная классификация позволяет охарактеризовать 14 основных типов пьезоэлектрических трансформаторов.
- 3. Предложены конструкции пьезоэлектрических трансформаторов и определены их характеристики.

Список литературы

- 1. Sharapov, V. (2011) Piezoceramic sensors. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer Verlag, 498 p.
- 2. Шарапов В. М. Пьезоэлектрические датчики / Шарапов В. М., Мусиенко М. П., Шарапова Е. В. – М.: Техносфера, 2006. – 632 с.

- 3. Пьезокерамические трансформаторы и датчики / [В. М. Шарапов, И. Г. Минаев, Ж. В. Сотула и др.]; под ред. В. М. Шарапова. Черкассы: Вертикаль, 2010. 278 с.
- 4. Лавриненко В. В. Пьезоэлектрические трансформаторы. М.: Энергия, 1975. 112 с.

References

- 1. Sharapov, V. (2011) Piezoceramic sensors. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer Verlag, 498 p.
- 2. Sharapov, V. M., Musienko, M. P. and Sharapova, E. V. (2006) Piezoelectric sensors. Moscow: Technosphera, 632 p. [in Russian].
- 3. Sharapov, V. M, Minaev, I. G., Sotula, Zh. V. et al. (2010) Piezoceramic transformers and sensors. Cherkasy: Vertical, 278 p. [in Russian].
- 4. Lavrinenko, V.V. (1975) Piezoelectric transformers. Moscow: Energy, 112 p. [in Russian].

Стаття надійшла до редакції 15.04.2014.

V. M. Sharapov¹, Dr. Tech.Sc., professor,
O. N. Petrishchev², Dr. Tech.Sc., professor,
K. V. Bazilo¹, Ph.D.,
Zh. V. Sotula¹, Ph.D.,
A. I. Mashtapa¹

A. I. Mashtapa¹
¹Cherkasy State Technological University
Shevchenko blvd, 460, Cherkasy, 18006, Ukraine
v_sharapov@rambler.ru
²National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"
Peremogy ave., 37, Kyiv, 03056, Ukraine

CLASSIFICATION OF PIEZOELECTRIC TRANSFORMERS

The work is devoted to actual problems of the improvement of piezoelectric transformers and sensors based on them. This paper investigates the dependence of the directions of polarization and electric fields vectors of input and output units on amplitude-frequency characteristics of piezoelectric transformers. The classification table of piezoelectric transformers is constructed. The use of the offered classification, taking into account the direction of polarization and electric fields vectors of input and output units, makes it possible to design a plurality of piezoelectric transformers with a plurality of different characteristics. Offered classification allows to expand scientific and technical base of piezoelectric transformers designing.

Keywords: piezoelectric transducer, transformer, amplitude-frequency characteristic, classification table.