

УДК 621.371

ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Ю.М. Пилипенко, кандидат фізико-математичних наук, доцент

Київський національний університет технологій та дизайну

А.О. Кілікевич, магістрант

Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: автоматизоване керування, ультразвуковий перетворювач, вимірювання параметрів, підвищення ефективності роботи

В теперішній час широке розповсюдження отримали ультразвукові перетворювачі на базі п'єзоелектричних сенсорів. До їх основних переваг слід віднести відносну простоту конструкції, невелику вартість, можливість роботи у складних виробничих умовах та ін. [1].

Одночасно з широким застосуванням ультразвукових перетворювачів виникає завдання розробки нових методів та засобів контролю їх основних параметрів та визначення придатності ультразвукових перетворювачів для експлуатації. Для вирішення цього завдання доцільним є застосування автоматизованої системи контролю параметрів ультразвукових перетворювачів.

Для контролю основних параметрів ультразвукових перетворювачів звичайно застосовується зворотній п'єзо ефект. При цьому якщо на електроди ультразвукового перетворювача подати постійну напругу, то після її відключення ультразвуковий перетворювач починає здійснювати згасаючі механічні коливання, а на електродах ультразвукового перетворювача буде виникати змінна напруга, амплітуда та частота якої визначаються вільними згасаючими механічними коливаннями ультразвукового перетворювача [2]:

$$U_p(t) = U_0 \frac{Q_m}{r_c + 1} e^{-\alpha t} \sin \omega_\alpha t = U_0 k_e^2 Q_m e^{-\alpha t} \sin \omega_\alpha t,$$

де U_0 – амплітуда вихідної напруги ультразвукового перетворювача, яка визначається амплітудою збуджуючих імпульсів та власне параметрами ультразвукового перетворювача; Q_m – механічна добротність ультразвукового перетворювача; r_c – відношення ємності ультразвукового перетворювача до його динамічної ємності; α – коефіцієнт згасання амплітуди коливань ультразвукового перетворювача; k_e – коефіцієнт електромеханічного зв'язку; ω_α – частота електромеханічного резонансу ультразвукового перетворювача.

При цьому проведення аналізу напруги $U_p(t)$ дозволяє визначити основні параметри ультразвукового перетворювача. Так основним його параметром є добротність, яку можливо визначити як відношення

амплітуди збуджуючих ультразвукових перетворювач імпульсів $U_{зб}$ до амплітуди U_0 [1]. При цьому скориставшись відомими виразами [1, 2] за перехідною характеристикою ультразвукового перетворювача можливо також визначити інші його основні параметри; добротність, коефіцієнт згасання ультразвукових перетворювачів. Частота електромеханічного резонансу ω_α визначається за періодом коливань напруги $U_p(t)$. Для оцінювання якості ультразвукового перетворювача необхідно використовувати значення амплітуди U_0 та механічну добротність Q_m . При цьому частота згасаючих механічних коливань дорівнює частоті електромеханічного резонансу.

На основі такого підходу розроблена автоматизована система контролю параметрів ультразвукових перетворювачів на базі мікроконтролера типу PIC [2], якій використовується для формування напруги збудження ультразвукового перетворювача із заданими параметрами, визначення параметрів згасаючої синусоїдальної напруги реакції ультразвукового перетворювача на збудження, подальшого розрахунку параметрів ультразвукового перетворювача та визначення можливості застосування ультразвукового перетворювача.

В деяких випадках виникає необхідність вимірювання декількох фізичних величин. Проведені дослідження дозволили запропонувати методику вимірювання декількох фізичних величин за рахунок подачі на п'єзоелемент додаткових електричних сигналів, кількість яких дорівнює кількості фізичних величин, які підлягають вимірюванню, визначити основні його параметри одночасно з проведенням вимірювань та за рахунок введення додаткових зворотних зв'язків провести необхідну корекцію та підвищити ефективність його роботи [1].

При проведенні експериментальних досліджень були визначені співвідношення геометричних параметрів ультразвукових перетворювачів, які дозволяють отримати найбільше значення чутливості при одночасному вимірювальному перетворенні декількох фізичних величин, при цьому суттєво скорочується час вимірювального перетворення та підвищується продуктивність проведення вимірювань.

Список використаних джерел

1. Пьезоэлектрические преобразователи / Шарапов В.М. и др. ; под ред. В.М.Шарапова. – Черкассы: ЧГТУ, 2004. – 435с.
2. Измерение параметров первичных пьезоэлектрических преобразователей систем управления / Е.А.Ломтев, А.А.Мельников, А.В.Пушкарева, А.В.Светлов, Б.В.Цыпин // Известия высших учебных заведений Поволжского региона. Технические науки. – 2015. – №3(35). – С. 95-103.