

# Исследование быстродействия методов определения параметров пьезокерамических элементов

Т.А. Бодрикова, С.Н. Ключников

Пьезокерамические элементы (ПКЭ) используют как элементы функциональной электроники и систем автоматики, как основу построения различных датчиков.

В соответствии с технологией изготовления ПКЭ, один из этапов их производства включает в себя контроль параметров изготовленных элементов.

В настоящее время для контроля ПКЭ при массовом производстве, входного контроля на предприятиях-изготовителях различных изделий пьезотехники, используются те же методы, что и для исследовательских целей: метод «резонанса-антирезонанса» и GBW-метод (по ширине резонансной кривой). Эти методы определения параметров ПКЭ подробно разобраны в [1, 2]. Они позволяют контролировать большой набор параметров и реализовать не только технологический контроль параметров при изготовлении ПКЭ, но и предусмотренные ОСТ 11 0444-87, приемо-сдаточные испытания, в том числе, по ограниченной выборке из партии.

В работах [3, 4] подробно рассматривается новый метод определения параметров ПКЭ, который заключается в том, что одновременно анализируются две частотные характеристики исследуемого объекта: АЧХ активной составляющей проводимости, и ее производной. По результатам измерений на частоте соответствующей максимальному значению производной находятся интересующие параметры по соответствующим формулам. Этот метод позволяет контролировать два важных параметра: добротность ПКЭ как пьезорезонатора и пьезомодуль пьезокерамического материала, из которого он изготовлен.

Применительно к задаче контроля ПКЭ при серийном производстве важным критерием к устройствам, реализующим определенный метод определения параметров ПКЭ, является высокая скорость измерений. Это позволяет достичь высокой производительности контроля и уменьшить трудоемкость производства элементов.

В данной статье проводится оценка времени проведения измерений и контроля тремя методами: «резонанса-антирезонанса», «по ширине резонансной кривой», метод, основанный на амплитудных измерениях на одной частоте.

Для реализации методов использовался программно-аппаратный комплекс на базе графического программирования LabView. Структурная схема комплекса, разработанного с использованием различных стандартных функций LabView, показана на рис.1.

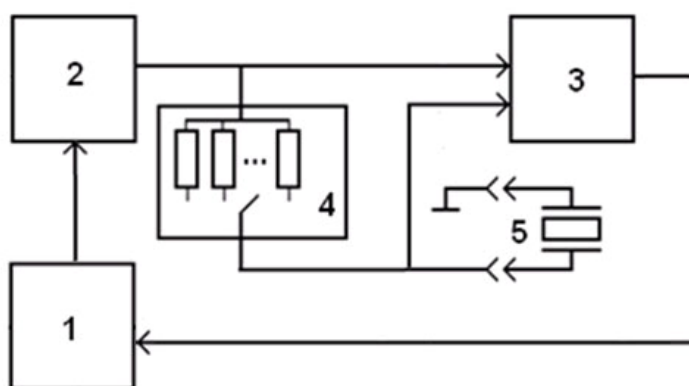


Рис. 1 Структурная схема работы комплекса.

(1 – Программное обеспечение комплекса, 2 – Физический порт вывода данных из ЭВМ, 3 – Физические порты ввода данных в ЭВМ, 4 – блок нагрузочных резисторов, 5 – исследуемый ПКЭ.)

На рис. 2 показана лицевая панель с элементами управления. На которой выбирается метод, которым следует провести измерения и задается частотный диапазон, необходимый для проведения измерений выбранным методом. Также в комплексе предусмотрена возможность выбора количества точек измерений в интересующем частотном диапазоне, а шаг дискретизации выбирается автоматически.

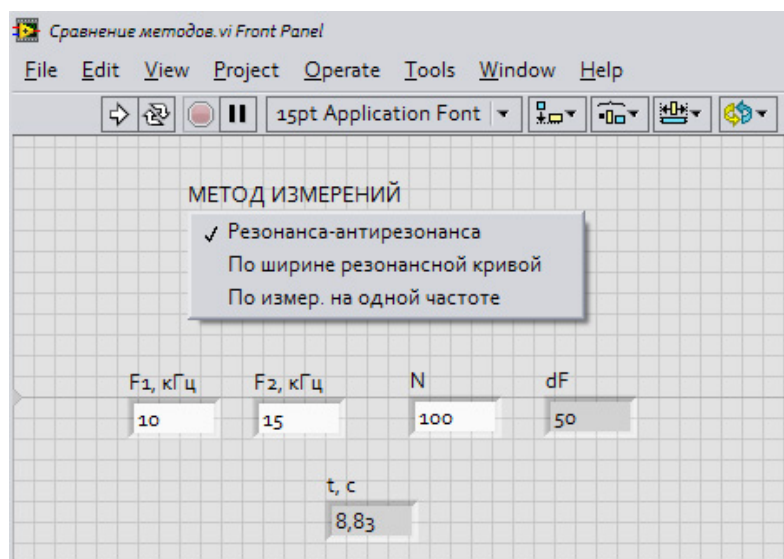


Рис. 2 Лицевая панель программно-аппаратного комплекса для исследования быстродействия методов определения параметров ПКЭ.

После проведения измерений на лицевой панели отображается время, затраченное на сбор данных с исследуемого объекта. Время обработки полученных данных не учитывается, поскольку высокая производительность современных ЭВМ позволяет выполнить необходимые математические операции за доли секунд. Для определения времени сбора данных использовался стандартный блок LabView «*ElapsedTime*», предназначенный для измерений временных промежутков.

Исследование пьезокерамических элементов методом «резонанса-антирезонанса» проводилось в диапазоне, позволяющем определять частоту антирезонанса, а также с измерением емкости ПКЭ на низкой частоте. Измерение параметров ПКЭ по ширине резонансной кривой активной составляющей проводимости проводилось в диапазоне равном ширине резонансной кривой. Контроль ПКЭ по результатам измерений на частоте соответствующей максимальному значению производной проводился в диапазоне частот, соответствующих области увеличения значений активной составляющей проводимости.

Результаты исследования приведены в таблице № 1. Измерения проводились на 3х образцах ПКЭ по десять раз для каждого образца, в таблицу заносилось среднее арифметическое значение времени проведения измерений.

По результатам исследований установлено, что время затраченное на контроль ПКЭ методом, рассмотренным в [3, 4], в 3 раза меньше, чем контроль по ширине резонансной кривой, и в 4 раза меньше, чем контроль методом «резонанса-антирезонанса».

Результаты оценки времени проведения измерений на образцах ПКЭ различными методами

<i>Образец ПКЭ</i>	<i>Метод определения параметров ПКЭ</i>	<i>Время контроля, с</i>
Стержень	«Резонанса-антирезонанса»	8,45
	«По ширине резонансной кривой»	6,37
	«По результатам измерений на одной частоте»	2,16
Кольцо №1	«Резонанса-антирезонанса»	8,83
	«По ширине резонансной кривой»	6,21
	«По результатам измерений на одной частоте»	2,32
Кольцо №2	«Резонанса-антирезонанса»	8,74
	«По ширине резонансной кривой»	6,13
	«По результатам измерений на одной частоте»	2,24

Таким образом, новый метод определения параметров ПКЭ удобно использовать при создании быстродействующих средств автоматизированной разбраковки в процессе серийного производства, позволяющих значительно сократить трудоемкость и увеличить производительность производства ПКЭ.

Работа выполнена на оборудовании ЦКП «Высокие технологии» ЮФУ при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы».

#### Литература:

1. Пьезокерамические преобразователи: Справочник / под ред. С.И. Пугачева. Л.: Судостроение, 1984. 356с.
2. Земляков В.Л. Методы и средства измерений в пьезоэлектрическом приборостроении: монография / В.Л.Земляков. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2009. – 180 с. (Пьезоэлектрическое приборостроение. Т. 5.)
3. Ключников С.Н. Упрощенное определение параметров пьезоматериалов на образцах элементов в форме диска [Электронный ресурс] / В.Л. Земляков, С.Н. Ключников // Инженерный вестник Дона. – 2012. №3. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/1038>.
4. Ключников С.Н. Определение добротности пьезорезонаторов [Текст] / В.Л. Земляков, С.Н. Ключников // Измерительная техника. – 2012. № 10. – С. 64–66.