

УДК 658.562

*А. Г. Дмитриенко, А. В. Блинов, А. А. Мельников, Б. В. Цыпин***ТЕСТЕР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
ДАТЧИКОВ НА ПРОТЯЖЕНИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА***A. G. Dmitrienko, A. V. Blinov, A. A. Mel'nikov, B. V. Tsy-pin***TESTER FOR PIEZOELECTRIC GAGES CONTROL OVER A  
PERIOD OF A LIFE CYCLE**

**А н н о т а ц и я.** Рассмотрен тестер для контроля пьезоэлектрических датчиков на протяжении их жизненного цикла. Работа тестера основана на использовании обратного пьезоэффекта. Приведены функциональная схема тестера и его основные технические характеристики.

**A b s t r a c t.** Tester for piezoelectric gages control over a period of a life cycle is presented. Operation of the given tester is based on the usage of inverse piezoeffect. Tester functional block diagram and its basic technical specifications have been given.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** пьезоэлектрический датчик, обратный пьезоэффект, контроль исправности, контроль на объекте.

**K e y w o r d s:** piezoelectric gage, inverse piezoeffect, built-in test, in-situ monitoring.

Контроль пьезоэлектрических датчиков на протяжении их жизненного цикла, начиная от стадии изготовления чувствительного элемента и заканчивая работой на объекте, является актуальной задачей. Для ее решения предназначен тестер С-101, функциональная схема которого приведена на рис. 1.

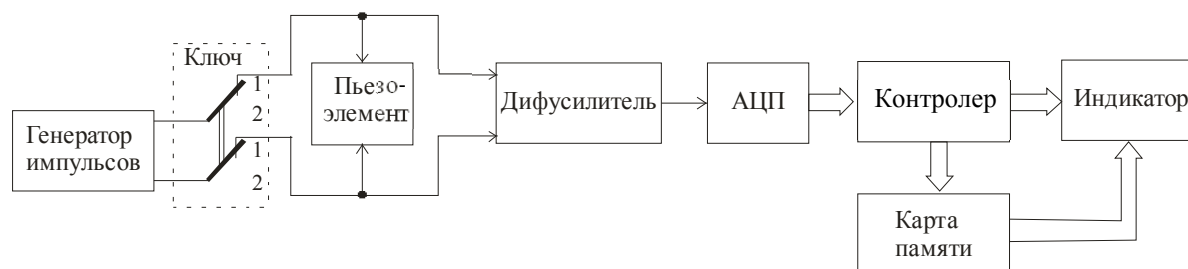


Рис. 1. Функциональная схема тестера С-101

В состав тестера входят:

- генератор импульсов возбуждения, подключенный через размыкающий ключ к электродам датчика;
- предварительный дифференциальный усилитель, необходимый для согласования уровня напряжения реакции пьезоэлемента с динамическим диапазоном АЦП;
- микроконтроллер, в котором осуществляется обработка цифрового массива данных с АЦП, определяются частота, амплитуда и время затухания свободных колебаний напряжения реакции пьезоэлемента, сравнение их с предельно допустимыми значениями, выработка сигналов «Исправен» или «Неисправен» и управление индикатором;

– индикатор, с помощью которого устанавливается режим контроля (тип и номер датчика, время проведения испытаний и номер эксперимента) и отображаются в графическом виде результаты экспериментов по контролю датчика, частота и время затухания напряжения реакции датчика и результаты «Исправен» или «Неисправен»;

– карта энергонезависимой памяти, предназначенная для хранения результатов экспериментов по контролю датчика, значений параметров напряжения возбуждения в зависимости от типа датчика и диапазонов допустимых значений параметров напряжения реакции пьезоэлемента.

Принцип работы тестера основан на использовании обратного пьезоэффекта при возбуждении резонансной системы пьезоэлемента электрическими колебаниями и оценки параметров свободных колебаний пьезорезонатора [1].

Предварительно, на этапе записи рабочей программы в микроконтроллер, в карту памяти вносятся диапазоны допустимых значений параметров свободных колебаний пьезоэлемента (резонансной частоты, постоянной времени затухания и максимальной амплитуды) для каждого типа датчика на различных этапах его жизненного цикла и текущие значения времени и даты.

При использовании тестера по назначению оператор выбирает тип датчика из числа хранящихся в памяти и задает его номер и этап его жизненного цикла (рис. 2).

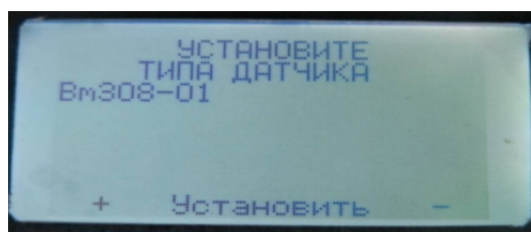
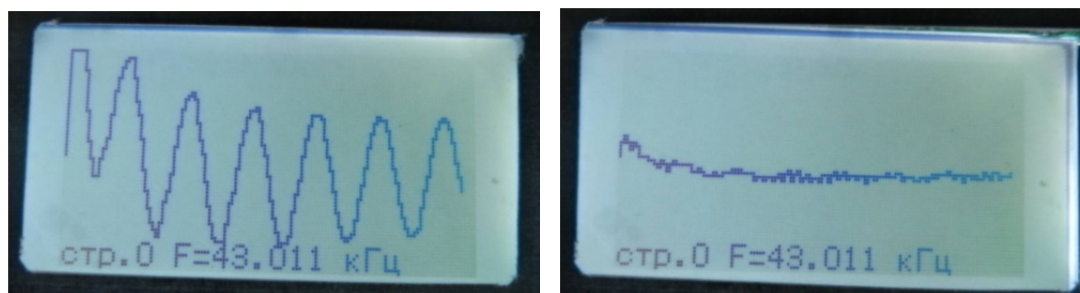


Рис. 2. Вид экрана тестера при установке типа датчика

В процессе контроля генератор возбуждения формирует пакеты прямоугольных импульсов. Частота следования импульсов возрастает от пакета к пакету в пределах диапазона допустимых значений резонансной частоты датчика. После окончания каждой из пакетов ключ (см. рис. 1) размыкается, и на электродах пьезоэлемента появляется затухающее напряжение, вызванное его свободными колебаниями. После усиления напряжение свободных колебаний оцифровывается бортовым АЦП микроконтроллера. В микроконтроллере осуществляются оценка амплитуды свободных колебаний и фиксация частоты возбуждения, при которой амплитуда колебаний максимальна. Это значение частоты соответствует резонансу. Напряжение свободных колебаний при возбуждении на резонансной частоте записывается в карту памяти. Одновременно производится оценка постоянной времени затухания свободных колебаний и допусковый контроль частоты, амплитуды и постоянной времени затухания. Свободные колебания записываются и хранятся в карте памяти с указанием времени и даты испытаний. Результат допускового контроля отображается на индикаторе. В качестве иллюстрации на рис. 3 приведены виды экрана индикатора при отображении свободных колебаний исправного и неисправного датчиков.



а)

б)

Рис. 3. Отображение свободных колебаний на индикаторе:

а – исправный датчик; б – неисправный датчик

Для обеспечения возможности контроля исправности датчиков, допустимые значения параметров свободных колебаний которых не внесены в карту памяти, предусмотрен режим «Тип датчика неизвестен». В этом случае определение частоты собственных колебаний производится во всем рабочем диапазоне тестера от 0,1 до 100 кГц, а допусковая оценка значений параметров колебаний не осуществляется.

Внешний вид макетного образца тестера С-101 показан на рис. 4.



Рис. 4. Внешний вид тестера С-101

Тестер питается от одного аккумулятора с напряжением 3,3 В. Зарядка аккумулятора может производиться от источника постоянного или переменного напряжения от 4 до 30 В, в том числе и от ПЭВМ через USB-порт. Энергонезависимая память позволяет хранить и воспроизводить 500 результатов испытаний.

Включение тестера производится нажатием кнопки «Выбор», после чего появляется экран задания типа датчика (см. рис. 1). «Засыпание» тестера происходит автоматически, если в течение одной минуты не производится никаких действий по программе и не нажимается ни одна кнопка.

Получение и документирование сведений о важнейших параметрах пьезоэлемента позволяют оценить влияние технологических операций, следующих за изготовлением чувствительного элемента, влияние хранения, транспортировки и установки на объекте на работоспособность датчика и выработать рекомендации по совершенствованию его конструкции и способам установки на объекте контроля.

#### **Список литературы**

1. Пат. 2176396. Российская Федерация. Способ дистанционного периодического контроля коэффициента преобразования пьезоэлектрического акселерометра / Субботин М. И. // Бюллетень изобретений. – 2001. – № 33.

---

**Дмитриенко Алексей Геннадьевич**  
кандидат технических наук,  
генеральный директор,  
Научно-исследовательский институт  
физических измерений  
E-mail: niifi@sura.ru

**Dmitrienko Aleksey Gennad'evich**  
candidate of technical sciences,  
director general,  
Scientific-research Institute  
of physical measurements

**Блинов Александр Вячеславович**

кандидат технических наук,  
заместитель генерального директора  
по научной работе,  
Научно-исследовательский институт  
физических измерений  
E-mail: niifi@sura.ru

**Blinov Aleksandr Vyacheslavovich**

candidate of technical sciences,  
deputy general director for scientific activity,  
Scientific-research Institute  
of physical measurements

**Мельников Анатолий Аркадьевич**

инженер,  
Научно-исследовательский институт  
физических измерений  
E-mail: niifi@sura.ru

**Mel'nikov Anatoliy Arkad'evich**

engineer,  
Scientific-research Institute  
of physical measurements

**Цыпин Борис Вульфович**

доктор технических наук, профессор  
кафедры информационно-измерительной техники,  
Пензенский государственный университет  
E-mail: cypin@yandex.ru

**Tsy-pin Boris Vul'fovich**

doctor of technical sciences,  
professor of sub-department  
of information and measuring equipment,  
Penza State University

---

УДК 658.562

**Дмитриенко, А. Г.**

**Тестер для контроля пьезоэлектрических датчиков на протяжении жизненного цикла /**  
А. Г. Дмитриенко, А. В. Блинов, А. А. Мельников, Б. В. Цыпин // Измерение. Мониторинг. Управление.  
Контроль. – 2013. – № 3 (5). – С. 15–18.