

математических ожиданий функционально преобразованного исследуемого сигнала. Основная сложность в этом случае состоит в реализации необходимых функциональных преобразований.

В работе предлагается подход, основанный на представлении плотности распределения вероятностей в виде степенного ряда

$$W(x) = \sum_{m=0}^n A_m C_n^m \left( \frac{x-a}{b-a} \right)^m \left( 1 - \frac{x-a}{b-a} \right)^{n-m},$$

где  $A_m$  — неизвестные коэффициенты, подлежащие определению;

$C_n^m$  — сочетания из  $n$  по  $m$ ;

$a$  и  $b$  — границы диапазона изменения случайного сигнала  $x$ ;

$n$  — степень многочлена, определяющая точность аппроксимации.

Коэффициенты  $A_m$  могут быть определены из соотношения

$$A_m = \sum_{k=0}^n b_{mk} M(n, k),$$

где  $M(n, k) = \int_a^b W(x) C_n^k \left( \frac{x-a}{b-a} \right)^k \left( 1 - \frac{x-a}{b-a} \right)^{n-k} dx$ , а матрица коэффициентов  $b_{mk}$  получается обращением матрицы коэффициентов

$$a_{mk} = \frac{1}{b-a} \int_a^b C_n^m C_n^k \left( \frac{x-a}{b-a} \right)^{m+k} \left( 1 - \frac{x-a}{b-a} \right)^{2n-m-k} dx.$$

Особенностью данного подхода является то, что функциональное преобразование и вычисления осуществляются при вероятностном представлении информации. При этом длительность процедур оценивания практически не сказывается на времени измерения, так как оценки параметров случайных сигналов являются интегральными по своей природе.

УДК 621.317.7.3(088.8)

А.В. Есаулов

### МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ВХОДНОЙ ЦЕПИ ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ МАЛЫХ ТОКОВ И ЗАРЯДОВ

Достоверность результатов измерений, получаемых с помощью первичных преобразователей (ПП), обладающих высоким внутренним сопротивлением, в значительной степени определяется параметрами измерительной цепи.

Несмотря на различия в принципах построения электромеханических преобразователей, для обеспечения допустимой погрешности преобразования необходимо, чтобы сопротивление утечки входной цепи  $R_{вх}$ , входной паразитный ток (или ток смещения)  $I_{см}$  и входная емкость  $C_{вх}$  находились в допустимых пределах. Уменьшение входного сопротивления  $R_{вх}$  приводит к повышенному дрейфу выходного напряжения элек-

тромеханического преобразователя за счет появления дополнительной составляющей входного тока смещения из-за наличия конечного напряжения смещения нуля  $U_{см}$  электромеханического усилителя (ЭМУ) преобразователя. Контроль сопротивления  $R_{вх}$  может осуществляться при отключенном ПП и включенном питании с помощью тераомметров. Однако этот метод не дает полной информации о состоянии измерительной цепи из-за отключения ПП и требует дополнительного контроля изоляции ПП.

Для контроля  $R_{вх}$  без отключения ПП могут быть использованы методы заданного напряжения и заданного тока [1]. Первый метод основан на измерении падения напряжения на одном из двух последовательно включенных резисторе  $R_{вх}$  и мере сопротивления  $R_0$ . Недостатком известных реализаций указанного метода является необходимость разрыва измерительной цепи. Предлагаемый метод контроля [2] интегрирующего электромеханического преобразователя позволяет исключить разрыв измерительной цепи, уменьшить влияние входного тока смещения  $I_{см}$  и проводить контроль в автоматическом режиме без участия оператора с выдачей результатов контроля в виде временного интервала. Подключение источника опорного напряжения (ИОН) к неинвертирующему входу ЭМУ в течение заданных интервалов времени позволяет создать на  $R_{вх}$  напряжение, отличающееся от выходного напряжения ИОН на величину входного напряжения ЭМУ  $/K_y \sim 1000 \dots 100000/$ , стремится к нулю. Ток, протекающий через  $R_{вх}$ , интегрируется конденсатором цепи обратной связи (ОС) ЭМУ.

В методе, реализующем режим заданного тока [1], измеряется падение напряжения на  $R_{вх}$  за счет протекания измерительного тока заданной величины. Метод может быть использован в электромеханических преобразователях, в которых входной каскад ЭМУ выполнен по схеме повторителя напряжения.

Контроль тока  $I_{см}$  позволяет оценить работоспособность электромеханического преобразователя, его резкое увеличение свидетельствует о пробое затвора МОП-транзистора, загрязнении изоляторов или выходе из строя цепи ОС. Известные методы измерения  $I_{см}$  в интегрирующем электромеханическом преобразователе основаны на накоплении заряда в конденсаторе цепи ОС с течением фиксированного интервала времени [3].

Недостатком указанных методов является зависимость результатов измерения  $I_{см}$  от величины емкости интегрирующего конденсатора цепи ОС. Предлагаемый способ определения  $I_{см}$  [4] свободен от этого недостатка, при этом на вход электромеханического преобразователя подают ток  $I_0$  заданной величины и интегрируют сумму тока  $I_0$  и искомого входного тока  $I_{см}$ . Затем сравнивают выходной сигнал преобразователя с заданными уровнями напряжения положительной и отрицательной полярности тока  $I_0$  при достижении выходным напряжением преобразователя заданного уровня напряжения положительной и отрицательной полярностей. При этом измеряют временные интервалы  $T_1$  и  $T_2$ , соответствующие моментам изменения полярности тока  $I_0$ . Искомое значение тока определяют по формуле

$$I_{см} = I_0 \frac{T_2 - T_1}{T_1 - T_2}.$$

Определение входной емкости  $C_{вх}$  электромеханического преобразователя производят путем подачи скачка заданного напряжения  $U_0$  на неинвертирующий вход ЭМУ и фиксации в этот момент выходного напряжения  $U_{вых}$  преобразователя. Искомый параметр  $C_{вх}$  определяется по формуле

$$C_{вых} = C_{ос} \frac{U_{вых}}{U_0}.$$

Указанный метод применим для контроля электромеханических преобразователей, содержащих дифференциальный ЭМУ.

Рассмотренные методы контроля параметров входной цепи электромеханических преобразователей позволяет повысить информационную эффективность последних и достоверность полученной с ПП информации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Рождественская Т.Б., Антонова Д.И., Жutowский В.Л.* Аппаратура для измерения больших сопротивлений, малых постоянных токов и методы ее проверки. М.: Изд-во стандартов, 1973. 146с.
2. А.с. N 1205060 СССР, МКИ G01 R 27/00. Способ определения входного сопротивления усилителя заряда и устройство для его осуществления/А.В. Есаулов. Опубл. 15.01.86, Бюл. № 2.
3. *Илюкович А.М.* Техника электрометрии. М.: Энергия, 1976. 400с. 4. А.с. N 1267302 СССР, МКИ G01 R 3/28. Способ измерения входного тока смещения электромеханического преобразователя заряда. / А.В. Есаулов. Опубл. 30.10.86, Бюл. № 40.