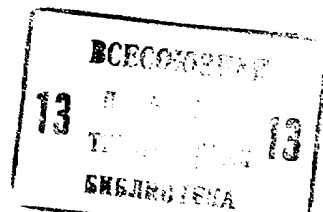




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 4137153/24-21

(22) 21.10.86

(46) 23.03.88. Бюл. № 11

(71) Научно-исследовательский институт электронной интроскопии при Томском политехническом институте им. С.М.Кирова

(72) Ю.Г.Свинолупов, В.П.Войтко, Н.М.Степаненко и Д.И.Удуд

(53) 621.317.7(088.8)

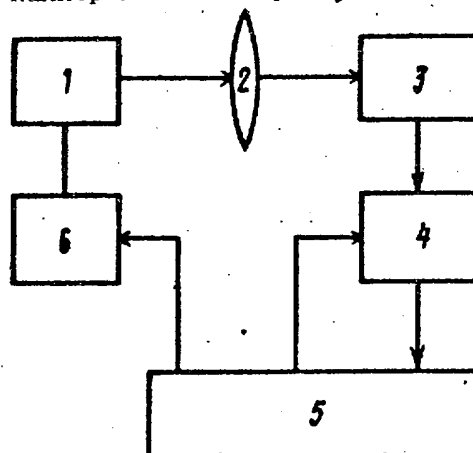
(56) Авторское свидетельство СССР 1112330, кл. G 01 R 35/00, 1982.

Авторское свидетельство СССР № 846213, кл. G 01 R 35/00, 1978.

(54) СПОСОБ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОВЕРКИ СТРЕЛОЧНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Изобретение относится к электроизмерительной технике. Способ автоматической проверки стрелочных измерительных приборов реализован в устройстве, содержащем передающую телевизионную камеру 3, поверяемый прибор 1, блок (Б) 5 обработки и управления, Б 6 формирования калиброванных

сигналов, Б 4 программно-управляемого сканирования, оптическую систему 2. Устанавливают связь между углом поворота стрелочного указателя (У) и считываемым У, сканируют изображение индикаторной части прибора по минимальному количеству столбцов для заданного значения погрешности, запоминают изображение, соответствующее нулевому показанию прибора, задают дискретно возрастающий сигнал и запоминают второе изображение, соответствующее новому показанию прибора, вычитают одно из другого, производят сравнение числовых значений элементов полученных массивов с порговым уровнем, находят две точки, определяющие положение средней линии У, определяют коэффициенты уравнения двух прямых, проходящих через точки, вычитают их, находят по разности угол поворота У, по которому определяют показание стрелочного прибора, и вычисляют погрешность измерения. Способ точен и высокопроизводителен. 2 с. и 2 з.п. ф-лы, 2 ил.



Фиг.1

Изобретение относится к электронизмерительной технике и может быть использовано для автоматической проверки стрелочных измерительных приборов (СИИ).

Цель изобретения - повышение точности и производительности проверки.

Способ автоматической проверки предусматривает получение уравнения шкалы или аналитической связи между углом поворота (φ) стрелочного индикатора и показаниями по шкале (A). Эта связь может быть в общем случае представлена полиномом второй степени

$$A = a_0 + a_1 \varphi + a_2 \varphi^2, \quad (1)$$

где a_0 , a_1 , a_2 - коэффициенты полинома.

В том случае, если значения коэффициентов в выражении (1) заранее известны и при этом погрешность аппроксимации значительно меньше класса точности поверяемого прибора, первый этап не выполняется. Пусть $F(x, y)$ - непрерывное изображение индикаторной части прибора, тогда дискретное изображение, полученное в результате сканирования по неполному растру, можно представить

$$F(i, j) = [F(x, y)] \cdot \left[\sum_{x=1}^I \sum_{y=1}^J P(x-i\Delta x, y-j\Delta y) \right], \quad (2)$$

где второй сомножитель является дискретизирующей функцией, состоящей из (I, J) одинаковых импульсов $P(x, y)$, которые образуют решетку с шагом ($\Delta x, \Delta y$). Обозначим дискретное изображение, соответствующее нулевому показанию прибора, как $F^0(i, j)$. $F^0(i, j)$ запоминается. При поступлении на вход прибора эталонного воздействия указатель отклоняется и после окончания переходного процесса производят в соответствии с выражением (2) преобразование соответствующего изображения, которое обозначим как $F'(i, j)$. Запоминают $F'(i, j)$. После этого производят вычитание

$$R(i, j) = F^0(i, j) - F'(i, j) \quad (3)$$

Причем в процессе вычитания производят формирование двух массивов, один из которых содержит изображение указателя $f^-(i, j)$, соответствующего

нулевому показанию, другой - текущему $f^+(i, j)$.

Формирование происходит по следующему правилу:

$$\{f^-(i, j), f^+(i, j)\} = \nabla R(i, j), \quad (4)$$

где

$$\nabla \begin{cases} R(i, j) \geq 0, & | R(i, j) \rightarrow f^-(i, j) \\ R(i, j) \leq 0, & | R(i, j) \rightarrow f^+(i, j) \end{cases}$$

∇ - оператор, который, учитывая знак разности, производит формирование массивов;

$R(i, j)$ - модуль разности, выполненный выражению (3).

Таким образом, в массиве $f^-(i, j)$ будет находиться изображение только указателя в нулевом положении, при этом другая информация (надписи, риски и т.д.) исчезает за счет вычитания. Аналогично массив $f^+(i, j)$ хранит только изображение, соответствующее текущему (после отклонения) положению указателя. После этого каждый элемент $f^-(i, j)$ и $f^+(i, j)$ сравнивают с порогом Π и формируют два массива координат $[X_1, Y_1]$ и $[X_2, Y_2]$, которые определяют положение указателя в системе координат XOY , т.е.

$$\begin{aligned} [X_1, Y_1] &= \xi \{f^-(i, j)\}, \quad [X_2, Y_2] = \\ &= \xi \{f^+(i, j)\}, \end{aligned} \quad (5)$$

$$\xi = \begin{cases} 1 & \text{при } f^*(i, j) > \Pi_1, \\ 0 & \text{при } f^*(i, j) < \Pi_2, \end{cases}$$

ξ - пороговая функция;

$f^*(i, j)$ - значение элементов массивов;

Π_1 и Π_2 - пороги.

Значения Π_1 , Π_2 определяются путем анализа гистограмм распределения числовых значений элементов массивов $f^-(i, j)$ и $f^+(i, j)$. Эта гистограмма будет иметь двумодальный характер. Значение Π будет соответствовать "впадине" между двумя "пиками". Необходимость выбора двух порогов обусловлена тем, что в общем случае числовые значения массивов $f^-(i, j)$ и $f^+(i, j)$ отличаются.

Затем координаты массивов $[X_1, Y_1]$ и $[X_2, Y_2]$ обрабатывают по методу наименьших квадратов, определяют угол поворота указателя следующим образом:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_1 &= \frac{\overline{X_1 Y_1} - \overline{X_1} \overline{Y_1}}{\overline{X_1^2} - (\overline{X_1})^2}, \\ \operatorname{tg} \alpha_2 &= \frac{\overline{X_2 Y_2} - \overline{X_2} \overline{Y_2}}{\overline{X_2^2} - (\overline{X_2})^2}, \end{aligned} \quad (6)$$

где X_1, Y_1 - значения координат, определяющих исходное положение указателя;

X_2, Y_2 - значения координат, определяющих текущее (в результате перемещения) положение указателя.

Угол поворота указателя φ рассчитывается как

$$\varphi = \operatorname{arctg} \alpha_1 - \operatorname{arctg} \alpha_2 \quad (7)$$

Значение этого угла поворота подставляется в выражение (1) и определяется значение измеряемой величины A . После этого, зная значение эталонного сигнала A_0 , который подается на поверяемый прибор, вычисляют погрешность измерения

$$\Delta = A - A_0. \quad (8)$$

На фиг.1 приведена блок-схема устройства для осуществления способа; на фиг.2 - функциональная схема блока программно-управляемого сканирования.

Устройство для осуществления способа содержит последовательно соединенные поверяемый прибор 1, оптическую систему 2, передающую телевизионную камеру 3, блок 4 программно-управляемого сканирования, блок 5 управления и обработки и блок 6 формирования калиброванных сигналов, выход которого подключен к входу поверяемого прибора 1. При этом второй выход блока 5 управления и обработки подключен к управляемому входу блока 4 программно-управляемого сканирования.

Блок 4 программно-управляемого сканирования (фиг.2) содержит последовательно соединенные усилитель 7, преобразователь 8 напряжение - код, блок 9 сопряжения, блок 10 управления, блок 11 памяти и формирователь 12 окна считывания, выход которого подключен к второму входу преобразователя 8 напряжение - код, второй выход блока 10 управления подключен к входу блока 11 памяти, второй вход которого является выходом блока 4, вход усилителя 7 является входом, а

выход блока 9 сопряжения является вторым выходом блока 4 программно-управляемого сканирования.

Устройство работает следующим образом.

Изображение индикаторной части поверяемого прибора 1 через оптическую систему 2 проецируется на фоточувствительную поверхность телевизионной камеры 3. С помощью блока 4 программно-управляемого сканирования изображение сканируется по минимальному для заданной точности количеству столбцов (строк), квантуется во времени и по уровню и записывается в блок 5 обработки и управления, причем число вводимых столбцов (строк) и шаг между ними определяются перед началом поверки, исходя из требуемой точности, и задаются программно в блок 4. После этого с выхода блока 6 формирования калиброванных сигналов, который управляется блоком 5, на поверяемый прибор 1 подается сигнал. Соответствующее новому показанию прибора изображение вновь записывается в память блока 5, который производит поэлементное вычитание двух изображений. В процессе поэлементного вычитания формируются два массива по следующему правилу: если знак разности между соответствующими элементами двух изображений меньше нуля, то модуль этой разности расписывается в первый массив, при положительном знаке вычитания значение модуля разности заносится во второй массив. Получают два массива, которые определяют нулевое и текущее положения указателя, после чего производят сравнение каждого элемента этих массивов с пороговым уровнем. Пороговый уровень определяют путем анализа гистограммы распределения числовых значений элементов, т.е. модулей разности.

Если результат сравнения элементов указанных массивов с пороговым уровнем положителен, то координаты этих элементов запоминаются в блоке 5 обработки и управления. При этом образуются два массива координат точек, которые определяют исходное и текущее (в результате перемещения) положения средней линии указателя поверяемого прибора 1, как две прямые линии. Эта информация обрабатывается

блоком 5, при этом угол наклона каждой прямой, соответствующей средней линии указателя, рассчитывается по методу наименьших квадратических отклонений или в соответствии с формулой (6). Значение угла поворота вычисляется блоком 5 по формуле (7). Значение этого угла представляется в ранее определенное уравнение шкалы, которое связывает α и значение измеряемой величины A , считываемое по указателю. Таким образом, блок 5, используя уравнения (3) - (8), определяет погрешность измерения, которая хранится в памяти блока 5 или выводится на регистрирующее устройство (на фиг.1 не показано) в виде протокола поверки.

Блок 4 работает следующим образом. Перед началом поверки в блок 11 памяти из блока 5 записываются значения, определяющие размер и положение вводимого фрагмента изображения, а также количество вводимых столбцов и шаг между ними. После подачи соответствующей команды с блока 5 начинается работу блок 10 управления, который синхронизирует работу формирователя 12 окна считывания. При этом происходит выбор из блока 11 памяти ранее записанных значений и запись их в счетчики формирователя 12 окна считывания, который определяет окно сканирования и выдает соответствующие этому окну импульсы управления на преобразователь 8. Преобразователь 8 формирует цифровой код яркости каждой точки раstra сканирования и с помощью блока 9 сопряжения передает их в блок 5, где происходит обработка по изложенному методу. Усилитель 7 усиливает и нормирует входной сигнал по уровню.

Предлагаемое устройство позволит по сравнению с известным повысить производительность поверки путем исключения подготовительных операций перед поверкой каждого прибора, повысить точность и помехоустойчивость за счет обработки нескольких линий телевизионного раstra и применения статистических методов обработки, расширить область применения, имея возможность поверки любых стрелочных приборов без занесения на шкалу вспомогательной информации.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

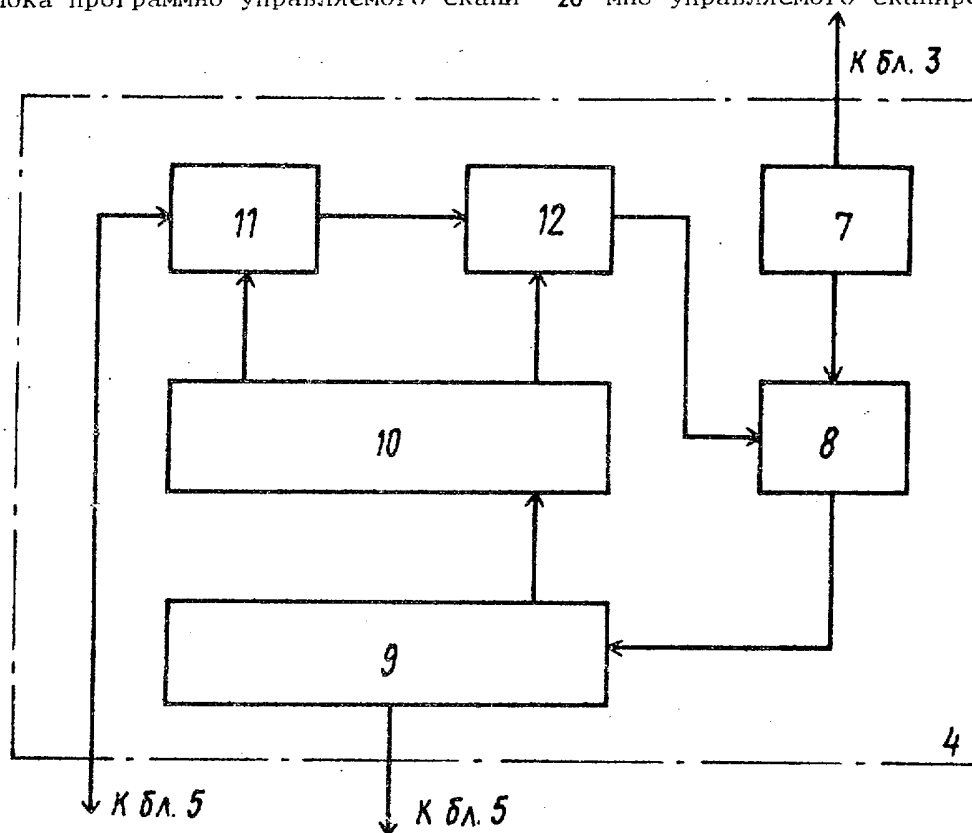
1. Способ автоматической поверки стрелочных измерительных приборов, основанный на обработке изображения индикаторной части измерительного прибора, заключающийся в определении угла поворота стрелочного индикатора измерительного прибора и сравнения его с заданными значениями углов, на которых располагаются оцифрованные отметки, и определении погрешности при подаче на поверяемый прибор сигнала от источника эталонных сигналов, о т л и ч а ю щ и й - с я тем, что, с целью повышения производительности и точности, устанавливают связь между углом поворота стрелочного указателя и считываемым указателем, сканируют изображение индикаторной части прибора по минимальному количеству столбцов (строк) для заданного значения погрешности, запоминают изображение, соответствующее нулевому показанию прибора, задают дискретно возрастающий (убывающий) сигнал и запоминают второе изображение, соответствующее новому показанию прибора, вычитают одно изображение из другого, выделяя массивы с отрицательными и положительными результатами вычитания, производят сравнение числовых значений элементов этих массивов с пороговым уровнем, получают при этом два массива координат точек, определяющих положение средней линии указателя, определяют коэффициенты уравнения двух прямых, проходящих через эти точки с минимальным среднеквадратическим отклонением, вычисляют разность коэффициентов и соответствующий этой разности угол поворота указателя, по которому определяют показание стрелочного прибора и вычисляют погрешность измерения.

2. Способ по п.1, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения точности, устанавливают связь между углом поворота стрелочного указателя и считываемым показанием, определяют углы поворота стрелочного указателя, при совмещении указателя с оцифрованными отметками запоминают их и определяют коэффициенты полинома второй степени, связывающего угол поворота и показание.

3. Устройство для автоматической проверки стрелочных измерительных приборов, содержащее передающую телевизионную камеру, оптически соединенную с поверяемым прибором, блок обработки и управления, выход которого подключен к блоку формирования калиброванного сигнала, соединенного с клеммами для подключения поверяемого прибора, отличающееся тем, что, с целью повышения производительности, точности, расширения функциональных возможностей, в него введен блок программно-управляемого сканирования, вход которого подключен к выходу телевизионной передающей камеры, а выход — к блоку обработки и управления, а управляющий вход блока программно-управляемого скани-

рования подключен к второму выходу блока обработки и управления.

4. Устройство по п.3, отличающееся тем, что блок программно-управляемого сканирования содержит последовательно соединенные усилитель, преобразователь напряжение — код, блок сопряжения, блок управления, блок памяти и формирователь окна считывания, выход которого соединен с вторым входом преобразователя напряжение — код, а второй вход — с вторым выходом блока управления, при этом вход усилителя является первым входом, вход блока памяти — управляющим входом, а выход блока сопряжения является выходом блока программно-управляемого сканирования.



Фиг.2

Составитель А. Заборня
 Редактор С. Пекарь Техред М. Дидык Корректор Г. Решетник

Заказ 1291/42 Тираж 772 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4