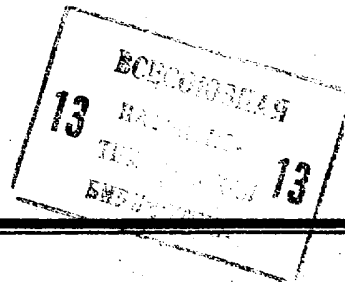




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

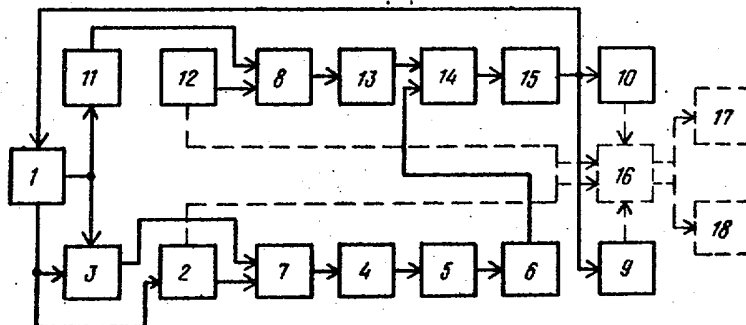
# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3690355/25-28  
(22) 10.01.84  
(46) 23.09.85. Бюл. № 35  
(72) М.С. Пантелеев и В.П. Себко  
(71) Харьковский ордена Ленина политехнический институт им. В. И. Ленина  
(53) 620.179.14 (088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 523342, кл. G 01 N 27/90, 1976.  
Бондарев В.И., Себко В.Н. и Тюка В.И. Измерение магнитных и электрических величин цилиндрических изделий на ферромагните. Заводская лаборатория, 1980, т. 46, № 8.  
Авторское свидетельство СССР № 175698, кл. G 01 N 27/90, 1964.

(54)(57) 1. УСТРОЙСТВО ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОГО ИЗМЕРЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ И МАГНИТНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ, содержащее последовательно соединенные вихретоковый преобразователь и фазовращатель и замкнутую систему автоподстройки частоты, состоящую из подключенного к вихретоковому преобразователю фазового детектора и последовательно соединенных усилителя напряжения

разбаланса, частотного модулятора и генератора переменного напряжения, отличающееся тем, что, с целью повышения точности и расширения диапазона измерений, оно снабжено нуль-индикатором, включенным между выходом фазового детектора и усилителем напряжения разбаланса, подключенными к выходу вихретокового преобразователя последовательно соединенными интегратором, вторым нуль-индикатором, вторым усилителем напряжения разбаланса, усилителем с управляемым коэффициентом передачи, усилителем тока, управляемого напряжением и индикатором тока, а также индикатором частот, вход которого соединен с выходом усилителя тока управляемого напряжением и вихретоковым преобразователем, источником опорных напряжений, подключенным к второму входу второго нуль-индикатора, второй выход фазовращателя соединен с вторым входом первого нуль-индикатора, а выход генератора переменного напряжения подключен к второму входу усилителя с управляемым коэффициентом передачи.



2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что, с целью автоматизации процесса измерения, оно снабжено решающим блоком и подключенным к его выходам индикатором удельной электрической

проводимости и индикатором магнитной проницаемости, а выходы источника опорного напряжения, фазовращателя, индикатора частоты и индикатора тока подсоединены к входам решающего блока.

1

Изобретение относится к области неразрушающего контроля качества изделий электромагнитными методами и может быть использовано в электромагнитной дефектоскопии и структуроскопии, а также в области температурных измерений.

Цель изобретения - повышение точности и расширение диапазона измерений.

На чертеже представлена блок-схема устройства для бесконтактного измерения удельной электрической проводимости и магнитной проницаемости электропроводящих материалов.

Устройство содержит вихретоковый преобразователь 1, фазовращатель 2, фазовый детектор 3, усилитель 4 напряжения разбаланса, частотный модулятор 5, генератор 6 переменного напряжения, и дополнительно введенные первый 7 и второй 8 нуль-индикаторы, индикатор 9 частот, индикатор 10 токов, интегратор 11, источник 12 опорного напряжения, усилитель 13 напряжения разбаланса, усилитель 14 с управляемым коэффициентом передачи и усилитель 15 тока управляемого напряжением.

В вихретоковом преобразователе 1 с помощью переменного тока наводится переменное магнитное поле, которое в свою очередь наводит вихревые токи в контролируемом изделии, помещенном в вихретоковом преобразователе 1. Измерительные обмотки вихретокового преобразователя 1 связаны через магнитный поток с контролируемым изделием.

С выхода измерительных обмоток вихретокового преобразователя 1

2

снимаются ЭДС, обусловленная магнитным потоком, наведенным переменным магнитным полем в изделии, а также ЭДС, обусловленная намагничивающим потоком. Оба значения ЭДС подаются на два входа фазового детектора 3, на выходе которого получают сигнал, соответствующий значению фазы магнитного потока, наведенного в контролируемом изделии относительно намагничивающего потока вихретокового преобразователя 1. Значение ЭДС, обусловленное намагничивающим потоком с выхода вихретокового преобразователя 1, подается также на вход фазовращателя 2, предназначенного для регулировки опорной фазы, с целью выбора необходимого режима работы устройства.

На выходе фазовращателя 2 получают значение опорной фазы для нуль-индикатора 7 и подключают выход фазовращателя 2 к одному из входов нуль-индикатора 7, к второму входу последнего подключают выход фазового детектора 3. Напряжение с выхода нуль-индикатора 7 (равное напряжению разбаланса между опорной фазой магнитного потока в изделии) подается через усилитель 4 разбаланса на вход частотного модулятора 5, который изменяет частоту генератора 6 переменного напряжения, а следовательно, и частоту электромагнитного поля до тех пор, пока разность фаз на входе нуль-индикатора 7 не станет равной нулю.

Одновременно в процессе измерения поддерживается неизменной величина магнитного потока, наведенного в контролируемом изделии при помощи замкнутой системы автоматического регулирования на-

магничивающего вихретокового преобразователя 1 тока.

С этой целью ЭДС с выхода вихретокового преобразователя 1, обусловленная магнитным потоком в изделии, интегрируется с помощью интегратора 11 и подается на один из входов нуля-индикатора 8. На второй вход нуля-индикатора 8 подается напряжение с выхода источника 12 опорного напряжения, задающее необходимое значение потока в контролируемом изделии. В том случае, если величина потока в изделии не равна заданной, сигнал разбаланса с выхода нуля-индикатора 8 усиливается усилителем 13, подается на управляющие цепи усилителя 14 с управляемым коэффициентом передачи и изменяет амплитуду переменного напряжения, подаваемого с выхода генератора 6 переменного напряжения через управляемые цепи усилителя 14 с управляемым коэффициентом передачи на вход усилителя 15 тока управляемого напряжения. Это приводит к изменению намагничивающего тока, подаваемого в намагничивающие обмотки вихретокового преобразователя 1. Ток, питающий вихретоковой преобразователь 1, изменяется до тех пор, пока разность напряжений, поданных на вход нуля-индикатора 8, не станет равной нулю. т.е. до тех пор, пока поток в контролируемом изделии не станет равным заданному.

Для определения величины магнитной проницаемости и удельной электрической проводимости изделия используются индикаторы частот 9 и токов 10.

Устройство работает следующим образом.

Поместив контролируемое изделие в вихретоковый преобразователь 1, скомпенсировав влияние потока в зазоре между изделием и измерительной катушкой датчика вихретокового преобразователя 1 и установив необходимый режим работы устройства с помощью опорных напряжений, подаваемых на нуля-индикаторы 7 и 8,

значения магнитной проницаемости и удельной электрической проводимости определяют, зафиксировав новые значения намагничивающего тока и частоты электромагнитного поля (изменение тока и частоты произойдет вследствие работы двух замкнутых систем автоматического регулирования), по отношению к начальным значениям тока и частоты (расчетные значения которых зависят от выбранного режима работы) из выражений

$$\mu = \mu' \frac{J'}{J};$$

$$\sigma = \sigma' \frac{J'}{J} - \frac{f'}{f}$$

где  $\mu'$  и  $\sigma'$  - коэффициенты пропорциональности;  
 $J'$  и  $f'$  - начальные значения намагничивающего тока и частоты электромагнитного поля, определяемые режимом испытаний;  
 $J$  и  $f$  - новые установившиеся значения величины намагничивающего тока и его частоты.

Для автоматизации процесса измерения электромагнитных характеристик контролируемого изделия в предлагаемое устройство дополнительно вводятся решающий блок 16, индикатор 17 удельной электрической проводимости и индикатор 18 магнитной проницаемости, осуществляющие решение уравнений для магнитной проницаемости и удельной электрической проводимости и выдачи информации в величинах магнитной проницаемости и удельной электрической проводимости, при этом выходы источника 12 опорного напряжения, фазовращателя 2, индикатора 9 частоты и индикатора 10 тока дополнительно подсоединены к входам решающего блока 16, один выход которого подключен к входу индикатора 17 удельной электрической проводимости, а второй выход решающего блока 16 - к входу индикатора 18 магнитной проницаемости.