



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 1002994

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 27.11.81 (21) 3361626/18-21

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 07.03.83. Бюллетень № 9

Дата опубликования описания 07.03.83

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

G 01 R 33/12

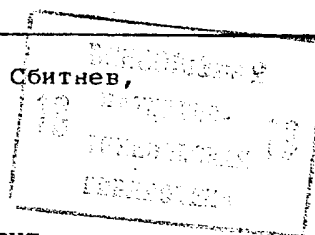
(53) УДК 621.317.  
.44(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

А.Я. Чернокоз, Ю.А. Молчанов, С.А. Сбитнев,  
Е.Б. Седова и В.К. Габданк

(71) Заявитель

Владимирский политехнический институт



(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МАГНИТНЫХ  
ПАРАМЕТРОВ ОБРАЗЦОВ РАЗОМКНУТОЙ ФОРМЫ

Изобретение относится к магнитным измерениям и предназначено для контроля магнитных свойств образцов разомкнутой формы.

Известно устройство, содержащее магнитопровод и исследуемый образец, на которые навиты соответственно компенсационная и намагничивающая обмотки, подключенные к источнику питания, потенциалометр, полюса которого соприкасаются с образцом вблизи его концов, в зазоре потенциалометра находится преобразователь Холла, соединенный с милливольтметром, служащим для указания момента компенсации, когда разность магнитных потенциалов на концах образца равна нулю. Напряженность магнитного поля определяется по значению тока намагничивания [1].

Недостатком данного устройства является низкая точность измерения напряженности магнитного поля, приводящая к большой погрешности при определении магнитных параметров образца.

Известно устройство для контроля магнитных свойств сердечников разомкнутой формы, содержащее магнитопровод, потенциалометр, источник тока,

фазовращатель, делитель напряжения, усилитель тока и обмотки: намагничивающую, компенсационную и измерительную. Принцип действия прибора основан на компенсации магнитного потока в ферромагнитном сердечнике потенциалометра, обусловленного магнитным напряжением на контролируемом участке образца [2].

Недостатком данного устройства является низкая точность измерения, вызванная наличием зазора между образцом и магнитопроводом.

Целью изобретения является повышение точности измерения путем исключения влияния зазора на измеряемую величину.

Эта цель достигается тем, что в устройстве для измерения магнитных параметров образцов разомкнутой формы, содержащее магнитопровод, замыкающий магнитную цепь, источник тока, делитель напряжения, соединенный через фазовращатель с обмоткой магнитопровода, намагничивающую обмотку, подключенную к источнику тока, и регистрирующий прибор, соединенный с индикаторной обмоткой потенциалометра, дополнительно введены электромагнитный экран, расположенный между по-

тенциалометром и магнитопроводом, ферромагнитные шунты, примыкающие к экрану со стороны магнитопровода, ключ, соединяющий источник тока и делитель напряжения, вторая индикаторная обмотка; охватывающая одновременно оба полюса потенциалометра, второй регистрирующий прибор, второй делитель напряжения и блок вычитания, один вход которого соединен через второй делитель напряжения с первой индикаторной обмоткой потенциалометра, а другой вход - с второй индикаторной обмоткой, а его выход подключен к второму регистрирующему прибору.

На фиг. 1 представлена структурная схема предлагаемого устройства; на фиг. 2 - эквивалентная схема замещения магнитной цепи устройства.

Устройство (фиг. 1) содержит магнитопровод 1 с обмоткой 2, фазовращатель 3, делители 4 и 5 напряжения, источник 6 тока, намагничивающую обмотку 7, потенциалометр 8, состоящий из ферромагнитного сердечника 9 с первой и второй индикаторными обмотками 10 и 11, блок 12 вычитания, регистрирующие приборы 13 и 14, электромагнитный экран 15 с ферромагнитными шунтами 16 и 17, ключ 18 и исследуемый образец 19.

Эквивалентная схема замещения включает магнитные сопротивления 20 и 21 между полюсом магнитопровода и экраном, регулируемые шунтами 16 и 17, магнитные сопротивления 22 и 23 между полюсами сердечника потенциалометра и экраном, магнитные сопротивления 24 и 25 между образцом и полюсами магнитопровода, магнитные сопротивления 26 и 27 между образцом и полюсами сердечника потенциалометра, комплексное магнитное сопротивление 28 сердечника потенциалометра, комплексное магнитное сопротивление 29 образца, магнитодвижущая сила 30 намагничивающей обмотки 7, магнитодвижущая сила 31 компенсационной обмотки 2.

Устройство работает следующим образом.

Источником 6 тока устанавливают в намагничивающей обмотке 7 значение тока  $I$ , соответствующее заданной величине напряженности магнитного поля  $H$  в образце.

$$H = \frac{IW}{L},$$

где  $W$  - число витков обмотки;  
 $L$  - длина контролируемого участка образца между точками  $k$  и  $z$ .

Регулируя амплитуду тока в обмотке 2 делителем 4 напряжения и

фазу с помощью фазовращателя 3, можно добиться выполнения равенства

$$\dot{U}_{M1} = \dot{F}_M - \Phi_0 Z_{M0} = 0 \quad (1)$$

где  $\dot{U}_{M1}$  - магнитное напряжение между точками "k" и "z";

$\Phi_0$  - магнитный поток в образце;

$Z_{M0}$  - магнитное сопротивление участка образца между точками "k" и "z".

При выполнении равенства (1) напряженность магнитного поля в сердечнике равна расчетной, задаваемой током в намагничивающей обмотке 7. Для индикации выполнения равенства (1) служит потенциалометр 8. Отсутствие потока регистрируется прибором 13 по нулевому напряжению на первой индикаторной обмотке 10.

Однако в ферромагнитном сердечнике 9 потенциалометра кроме магнитного потока, обусловленного магнитным напряжением  $\dot{U}_{M1}$  между точками "k" и "z", существует магнитный поток рассеяния. Значение магнитного потока рассеяния зависит от размеров сердечника потенциалометра, образца магнитопровода и зазора. Изменяющийся поток рассеяния может в несколько раз превосходить поток, обусловленный падением магнитного напряжения на образце, особенно при измерении параметров образцов с малым магнитным сопротивлением. Для ослабления потока рассеяния, замыкающегося через сердечник потенциалометра, используются электромагнитный экран 15 и ферромагнитные шунты 16 и 17, разделяющие область расположения магнитопровода и зазоров от области расположения контролируемого участка образца и потенциометра.

В результате расчета эквивалентная схема замещения устройства напряжения на первой индикаторной обмотке  $U_1$  можно представить в виде

$$\dot{U}_1 = S_1 \dot{\Phi}_1 = \dot{F}_k K_1 S_1 \frac{K_4}{Z_{M31} + Z_{Mn}} + \dot{U}_{M1} S_1 \frac{K_3}{Z_{M31} + Z_{Mn}}, \quad (2)$$

где  $S_1$  - чувствительность первой индикаторной обмотки;

$\dot{\Phi}_1$  - полный магнитный поток, сцепленный с витками обмотки 10;

$K_1 = \frac{R_{M2} R_{M5} - R_{M6} R_{M1}}{(R_{M3} + R_{M7})(R_{M4} + R_{M8})}$  - коэффициент;

$k_1$  и  $k_2$  - безразмерные коэффициенты;  
 $Z_{M31}$  - эквивалентное магнитное сопротивление схемы относительно точек "c" и "d";

- $R_{M1}$  и  $R_{M2}$  - магнитные сопротивления 20 и 21;  
 $R_{M3}$  и  $R_{M4}$  - магнитные сопротивления 22 и 23;  
 $R_{M5}$  и  $R_{M6}$  - магнитные сопротивления 24 и 25;  
 $R_{M7}$  и  $R_{M8}$  - магнитные сопротивления 26 и 27.

Из выражения (2) следует, что для индикации выполнения условия (4) по напряжению  $\dot{U}_1$  на первой индикаторной обмотке 10 необходимо, чтобы коэффициент  $K_1$  равнялся нулю

$$K_1 = 0 \text{ при } R_{M2} R_{M5} - R_{M6} R_{M1} = 0 \quad (3)$$

Выполнение равенства (3) осуществляется изменением магнитных сопротивлений 20 ( $R_{M1}$ ) и 21 ( $R_{M2}$ ). Указанные сопротивления регулируются изменением зазоров между полюсами магнитопровода 1 и шунтами 16 и 17. Для контроля равенства (3) дополнительно используют вторую индикаторную обмотку 11, делитель 5 напряжения, блок 12 вычитания и регистрирующий прибор 14. Выражение для напряжения  $\dot{U}_2$  на второй индикаторной обмотке 11 можно представить в виде

$$\dot{U}_2 = S_2 (\dot{\Phi}_2 - \dot{\Phi}_3) = F_K S_2 \frac{K_1}{Z_{M\dot{2}}} + \dot{U}_{M1} K_4 S_2 \left( \frac{1}{R_{M7}} - \frac{1}{R_{M8}} \right), \quad (4)$$

где  $S_2$  - чувствительность второй индикаторной обмотки 11;  
 $\dot{\Phi}_2, \dot{\Phi}_3$  - магнитные потоки, протекающие по магнитным сопротивлениям 26 ( $R_{M7}$ ) и 27 ( $R_{M8}$ ), и пронизывающие витки обмотки 11;

$K_4$  - безразмерный коэффициент;  
 $Z_{M\dot{2}}$  - эквивалентное магнитное сопротивление разностному потоку  $\dot{\Phi}_2 - \dot{\Phi}_3$ .

Напряжения  $\dot{U}_1$  и  $\dot{U}_2$  с индикаторных обмоток 10 и 11 потенциометра 8 поступают на входы вычитающего блока 12.

Напряжение  $\dot{U}_3$  на его выходе будет равно

$$\dot{U}_3 = \dot{U}_2 - K_5 \dot{U}_1 = F_K \left( \frac{S_2 K_1}{Z_{M\dot{2}}} - K_5 \frac{S_1 K_1 K_2}{Z_{M\dot{1}} + Z_{M\dot{п}}} \right) + \dot{U}_{M1} \left[ \frac{S_2 K_4 (R_{M8} - R_{M7})}{R_{M7} R_{M8}} - K_5 \frac{S_1 K_3}{Z_{M\dot{1}} + Z_{M\dot{п}}} \right], \quad (5)$$

где  $K_5$  - коэффициент деления второго делителя 5 напряжения.

Коэффициент  $K_5$  выбирается таким образом, чтобы вторая составляющая выражения (5) равнялась нулю

$$\dot{U}_{M1} \frac{S_2 K_4 (R_{M8} - R_{M7})}{R_{M7} R_{M8}} - K_5 \dot{U}_{M1} \frac{S_1 K_3}{Z_{M\dot{1}} + Z_{M\dot{п}}} = 0.$$

При выключенном ключе 18, когда  $\dot{F}_K = 0$ , производят регулировку коэффициента  $K_5$  делителя напряжения до получения нулевого значения напряжения  $\dot{U}_3$  на выходе блока 12 вычитания. Для контроля выполнения условия (6) используется второй регистрирующий прибор 14.

При достижении равенства (6) напряжение  $\dot{U}_3$  на выходе блока 12 при включении ключа 18 будет равно

$$\dot{U}_3 = \dot{F}_K K_1 \left( \frac{S_2}{Z_{M\dot{2}}} - \frac{S_1 K_2 K_5}{Z_{M\dot{1}} + Z_{M\dot{п}}} \right) \quad (7)$$

Данное выражение показывает, что по напряжению  $\dot{U}_3$  можно контролировать выполнение равенства (3), т.е. равенство нулю коэффициента  $K_1$ . Проведение дополнительных регулировок при последовательном достижении равенств (6) и (3) позволяет достичь равенства (1)  $\dot{U}_{M1} = 0$ .

Таким образом, введение в устройство электромагнитного экрана позволяет снизить влияние потока рассеяния, обусловленного зазором, а использование ферромагнитных шунтов позволяет сбалансировать магнитную цепь преобразователя таким образом, что выходное напряжение первой индикаторной обмотки потенциометра не зависит от зазоров между потенциометром, образцом, экраном и магнитопроводом, при этом вторая индикаторная обмотка, второй делитель напряжения и блок вычитания позволяют осуществить точную балансировку. Введение в устройство новых элементов позволяет на порядок повысить точность установки испытательного магнитного поля и соответственно повысить точность измерения магнитных параметров образцов разомкнутой формы.

#### Формула изобретения

Устройство для измерения магнитных параметров образцов разомкнутой формы, содержащее магнитопровод, замыкающий магнитную цепь, источник тока, делитель напряжения, соединенный через фазовращатель с обмоткой магнитопровода, намагничивающую обмотку, подключенную к источнику тока, и регистрирующий прибор, соединенный с индикаторной обмоткой потенциометра, отличающееся тем, что, с целью повышения точности измерений, в него введены электромагнитный экран, расположенный между потенциометром и магнитопроводом, ферромагнитные шунты, примыкающие к экрану со стороны магнитопровода, ключ, соединяющий источник тока и делитель напряжения, вторая индикаторная об-

мотка, охватывающая одновременно оба полюса потенциометра, второй регистрирующий прибор, второй делитель напряжения и блок вычитания, один вход которого соединен через второй делитель напряжения с первой индикаторной обмоткой потенциометра, дру-

гой вход - с второй индикаторной об-

моткой, а его выход подключен к вто-

рому регистрирующему прибору.

Источники информации,

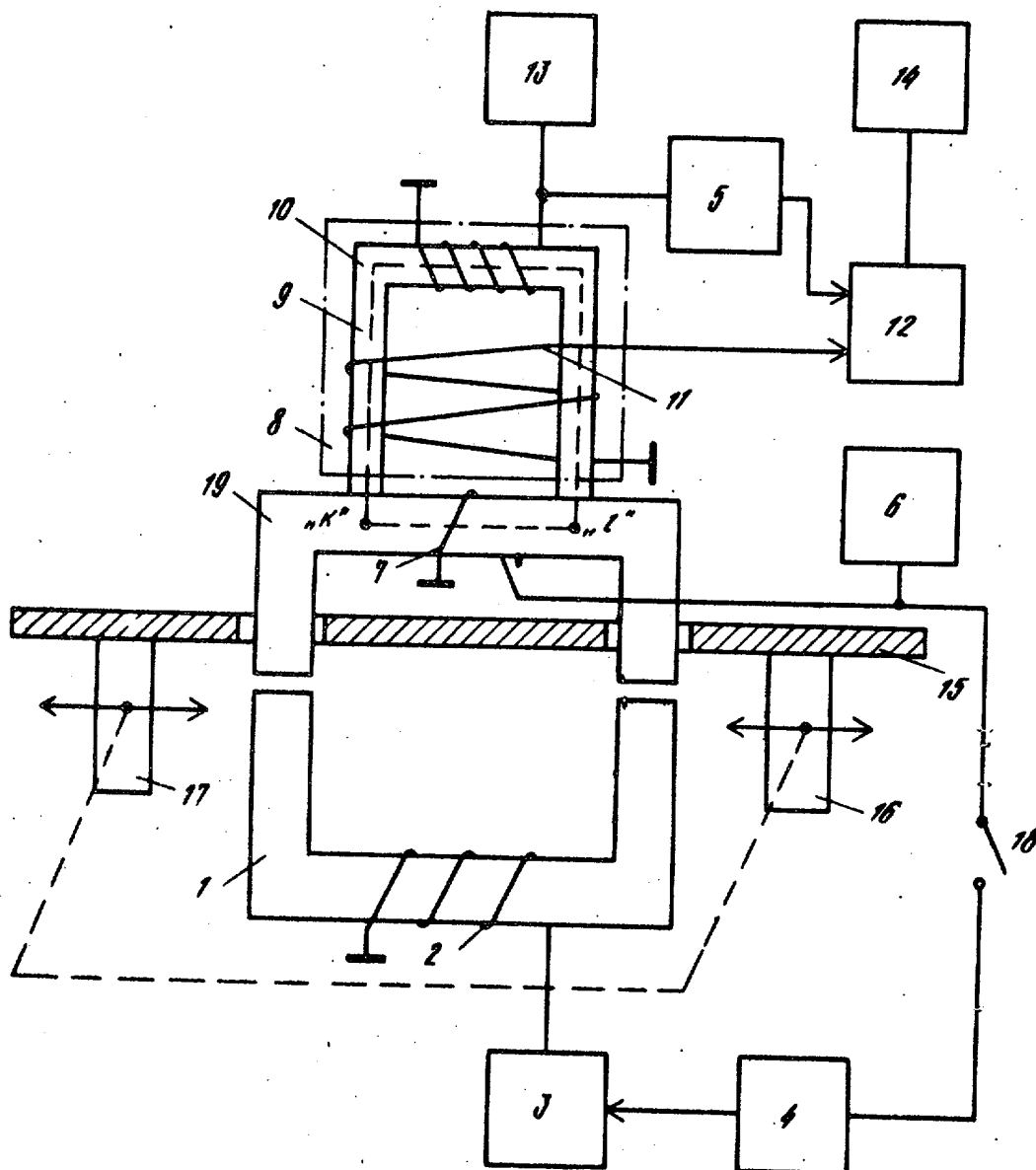
принятые во внимание при экспертизе

1. Патент ПНР № 87525,

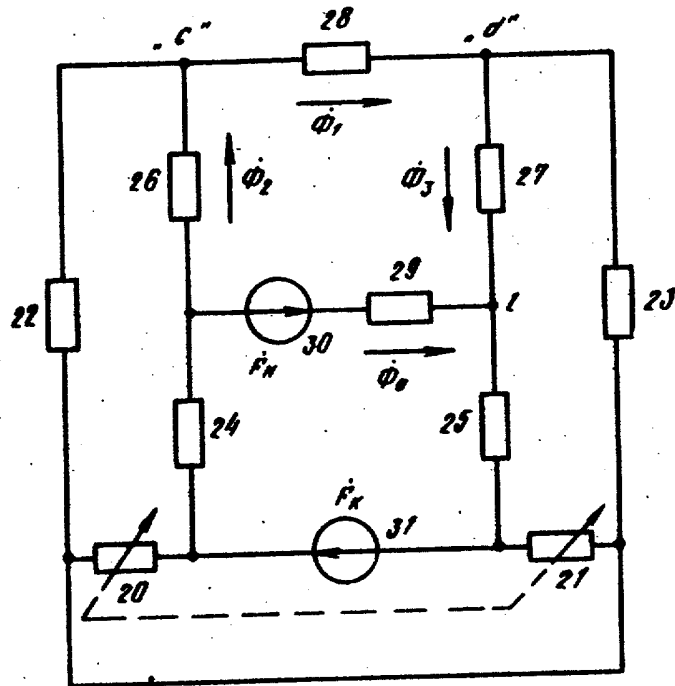
кл. G 01 R 33/12, 1974.

2. Авторское свидетельство СССР

№ 883820, кл. G 01 R 33/12, 05.02.80.



Фиг. 1



Фиг. 2

Редактор Л. Гратилло      Составитель А. Ковалев      Корректор О. Билак  
 Техред Е. Харитончик  
 Заказ 1543/28      Тираж 708      Подписное  
 ВНИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5  
 Филиал ППИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4