



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 016 405** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁵ **G 01 N 27/90**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 4952555/28, 28.06.1991

(46) Дата публикации: 15.07.1994

(56) Ссылки: Торопов Г.А. Трансформаторный вихретоковый преобразователь. Повышение надежности и качества авиационной техники неразрушающего контроля. Тезисы докладов 5-го отраслевого НТС. - М.: 1986. с.44-46. Авторское свидетельство СССР N 932385, кл. G 01N 27/90, 1982.

(71) Заявитель:

Научно-исследовательский институт
технологии машиностроения

(72) Изобретатель: Бирюкова Н.П.,
Галкин А.В., Шкатов П.Н.

(73) Патентообладатель:

Государственное предприятие -
Научно-производственное объединение
"Техномаш"

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к неразрушающему контролю и может быть использовано для измерения параметров электропроводящих блоков. Цель изобретения - повышение точности контроля, достигается путем автоматической регулировки магнитной связи между обмотками за счет изменения тока генератора с одновременной коррекцией чувствительности к измеряемому параметру. Поставленная цель в устройстве для вихретокового контроля, содержащем последовательно соединенные генератор, трансформаторный вихретоковый преобразователь с ферромагнитным сердечником и обмоткой обратной связи, блок обработки сигналов и индикатор, задатчик и блок сравнения, соединенный упорным входом с задатчиком, достигается благодаря тому, что устройство снабжено выпрямителем, включенным между обмоткой обратной связи и сигнальным входом блока сравнения, преобразователем

ток-напряжение, включенным в токовую цепь вихретокового преобразования, цифроаналоговым преобразователем, реверсивным счетчиком и блоком управления, генератор выполнен управляемым, выход блока сравнения подключен ко входу блока управления, выход цифроаналогового преобразователя, соединенного с реверсивными счетчиком подключен к управляющему входу генератора, блок управления подключен к управляющим входам реверсивного счетчика и цифроаналогового преобразователя и индикации, обмотка обратной связи выполнена соосно с измерительной обмоткой вихретокового преобразователя, блок обработки сигнала выполнен с управляемым коэффициентом усилия и подключен управляющим входом к выходу преобразователя ток-напряжение, а обмотка обратной связи и измерительная обмотка полностью идентичны и образованы проводниками общего многожильного провода. 2 з.п. ф-лы, 2 ил.

RU 2 0 1 6 4 0 5 C 1

RU 2 0 1 6 4 0 5 C 1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 016 405** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁵ **G 01 N 27/90**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 4952555/28, 28.06.1991

(46) Date of publication: 15.07.1994

(71) Applicant:
NAUCHNO-ISSLEDOVATEL'SKIY INSTITUT
TEKHNologii MASHINOSTROENIJA

(72) Inventor: BIRJUKOVA N.P.,
GALKIN A.V., SHKATOV P.N.

(73) Proprietor:
GOSUDARSTVENNOE PREDPRIJATIE -
NAUCHNO-PROIZVODSTVENNOE
OB"EDINENIE "TEKHNOMASH"

(54) **EDDY-CURRENT INSPECTION DEVICE**

(57) Abstract:

FIELD: non-destructive inspection.
SUBSTANCE: device has serially- connected generator, transformer-type eddy-current transducer with ferromagnetic core and feed-back winding, signal processing unit and indicator, reference-input element and comparison unit coupled with the reference-input element. The device is characterized by the use of a rectifier connected between the feedback winding and a signal input of the comparison unit, by the use of a current-to-voltage connected in an eddy-current conversion current circuit, by the use of digital-analogue converter, reversible counter and a control unit. The generator is made controllable. The comparison unit output is connected to the input of the control unit. The output of

digital-analogue converter connected to the reversible counter is connected to the generator control input. The control unit is connected to the control inputs of reversible counter and digital-analogue converter and indicator. The feedback winding is arranged in aligned relationship with eddy-current transducer measuring winding. The signal processing unit is connected to the output of current-to-voltage converter and has controllable gain. The feedback winding and measuring one are identical and are formed by conductors of a common stranded wire. EFFECT: enhanced accuracy due to automatic adjustment of magnetic coupling between winding as a result of varying a current of generator with simultaneous correction of sensitivity to a parameter being measured. 3 cl

RU 2 0 1 6 4 0 5 C 1

RU 2 0 1 6 4 0 5 C 1

Изобретение относится к неразрушающему контролю и может быть использовано для измерения параметров электропроводящих блоков.

Известно устройство для вихретокового контроля, содержащее последовательно соединенные управляемый генератор, трансформаторный вихретоковый преобразователь с обмоткой обратной связи, идентичной возбуждающей обмотке преобразователя и блок обработки сигнала, а обмотка обратной связи подключена к управляющему входу генератора [1].

Недостаток известного устройства состоит в низкой точности контроля, что связано с регулированием амплитуды тока генератора по индуктивной составляющей падения напряжения на возбуждающей обмотке. При этом изменение магнитной связи между возбуждающей и измерительной обмотками, возможное в процессе измерений, приведет к погрешности. Указанное изменение магнитной связи особенно вероятно при использовании вихретоковых преобразователей с ферромагнитными сердечниками, из-за нестабильности их магнитных свойств. При этом одновременно изменяется чувствительность к контролируемому параметру, даже при неизменной величине индуктивной составляющей падения напряжения на возбуждающей обмотке.

Наиболее близко к заявляемому по технической сущности устройство для вихретокового контроля, содержащее последовательно соединенные генератор, трансформаторный вихретоковый преобразователь с полым цилиндрическим ферромагнитным сердечником, блок обработки сигнала и индикатор, блок стабилизации параметров вихретокового преобразователя, включающий задатчик, блок сравнения, соединенный одним выходом с задатчиком, и регулируемый источник постоянного тока, подключенный управляющим входом к выходу схемы сравнения, пиковый детектор и токостабилизирующий резистор. Вихретоковый преобразователь содержит рабочие возбуждающую и измерительные обмотки, охватывающие его сердечник по периметру, и три дополнительных обмотки с витками, расположенными в плоскостях, перпендикулярных плоскостям рабочих витков.

Первая дополнительная обмотка - подмагничивающая и подключена к выходу источника постоянного тока, вторая дополнительная обмотка - возбуждающая и подключена к выходу генератора через токостабилизирующий резистор, третья дополнительная обмотка - обмотка обратной связи и подключена через пиковый детектор по второму входу блока сравнения [2].

Недостаток известного преобразователя состоит в невозможности подавления влияния изменения магнитной связи между рабочими обмотками, не связанными с вариацией магнитной проницаемости, а также с необходимостью жесткой стабилизации тока возбуждения.

Цель изобретения - повышение точности контроля, достигается путем автоматической регулировки магнитной связи между обмотками за счет изменения тока генератора с одновременной коррекцией

чувствительности к измеряемому параметру.

Поставленная цель в устройстве для вихретокового контроля, содержащем последовательно соединенные генератор, трансформаторный вихретоковый преобразователь с ферромагнитным сердечником и обмоткой обратной связи, блок обработки сигналов и индикатор, задатчик и блок сравнения, соединенный опорным входом с задатчиком, достигается благодаря тому, что устройство снабжено выпрямителем, включенным между обмоткой обратной связи и сигнальным входом блока сравнения, преобразователем ток-напряжение, включенным в токовую цепь вихретокового преобразователя, цифроаналоговым преобразователем, реверсивным счетчиком и блоком управления, генератор выполнен управляемым, выход блока сравнения подключен ко входу блока управления, выход цифроаналогового преобразователя соединенного с реверсивным счетчиком подключен к управляющему входу генератора, блок управления подключен к управляющим входам реверсивного счетчика и цифроаналогового преобразователя и индикации, обмотка обратной связи выполнена соосно с измерительной обмоткой вихретокового преобразователя, блок обработки сигнала выполнен с управляемым коэффициентом усилия и подключен управляющим входом к выходу преобразователя ток-напряжение.

Дополнительно поставленная цель достигается за счет того, что обмотка обратной связи и измерительная обмотка полностью идентичны и образованы проводниками общего многожильного провода.

На фиг. 1 приведена структурная схема устройства для вихретокового контроля.

Устройство содержит последовательно соединенные управляемый генератор 1, преобразователь 2 ток-напряжение, трансформаторный вихретоковый преобразователь 3, состоящий из возбуждающей обмотки 4, измерительной обмотки 5 и обмотки 6 обратной связи, установленных соосно на ферромагнитном сердечнике 7, управляемый блок 8 обработки сигнала и индикатор 9, задатчик 10 и блок 11 сравнения, последовательно соединенные, реверсивный счетчик 12 и цифроаналоговый преобразователь 13, включенный выходом к управляющему входу генератора 1, выпрямитель 14, включенный между выходом обмотки 6 обратной связи и сигнальным входом компаратора 11, блок 15 управления соединен первым выходом с управляющим входом реверсивного счетчика 12, вторым выходом - с управляющим входом цифроаналогового преобразователя 13, третьим выходом - со вторым входом индикатора 9, первым входом - с выходом блока 8 обработки сигнала и вторым входом - с выходом блока 11 сравнения и третьим входом - с пультом управления 16. Обмотку 6 обратной связи и измерительную обмотку 5 рекомендуется выполнять идентичными, используя проводники общего множительного провода и осуществляя намотку в "два провода". Блок 15 управления рекомендуется выполнить по схеме управляющего контролера на базе микроЭВМ.

Структурная схема блока 15 показана на фиг.2. В состав блока управления входят следующие устройства: микроЭВМ 18 с портом P1 для связи с пультом 16 управления, блок 19 памяти ОЗУ и блок 20 памяти ПЗУ, три внешних порта данных, порт А-21, порт В-22 и порт С-23 разделенный по разрядам на два подпорта С1 и С2 с независимыми управлением. Пульт 16 управления соединен с микроЭВМ 18 независимой шиной. Остальные блоки соединены между собой шиной 24 данных и шиной 25 управления.

Блок 15 управления может быть выполнен на микросхемах 1816ВЕ35-микро-ЭВМ, К580ВВ55-порты А, В и С, КР573РФ5-ПЗУ, К537РУ10-ОЗУ.

Устройство работает следующим образом.

Блоком 15 управления перед началом работы и в межконтрольных паузах задается режим "коррекция". Этот режим устанавливается автоматически по превышению заданного уровня на выходе блока 8 обработки сигнала, что соответствует раскомпенсации вихретокового преобразователя 3, не взаимодействующего с образцом или контролируемым объектом. Текущие данные о процессе коррекции на ЭВМ 18 поступают от блока 8 обработки сигнала через порт С2. Управление процессом калибровки ЭВМ 18 происходит посредством выдачи управляющих кодов на ЦАП 13 через порт А-21 и на счетчик 12 через порт С1. Выполнение программ заканчивается при совпадении параметра калибровки хранящегося в памяти ЭВМ 18 с полученным по каналу обратной связи от блока 8 обработки сигнала. В режиме "коррекция" регулируется ток генератора 1 из условия создания неизменного магнитного потока, возбуждающего вихревые токи. Регулировка выполняется путем сравнения амплитуды напряжения, наводимого магнитным потоком в обмотке 6 обратной связи, с заданной задатчиком 10 величиной. При наличии рассогласования уровней на выходе блока 11 сравнения появляется напряжение, поступающее в блок 15 управления, и с его выхода подается сигнал на пуск счетчика 12. Код с выхода счетчика 12 преобразуется цифроаналоговым преобразователем 13 в напряжение и управляет током генератора 1. При достижении амплитуды напряжения на выходе обмотки 6 обратной связи заданного уровня блок 11 сравнения подает команду в блок 15 на остановку реверсивного счетчика 12 и амплитуда выхода генератора 1 фиксируется. Неизменность возбуждающего магнитного потока стабилизирует работу устройства, частично компенсируя возможные изменения параметров вихретокового преобразователя 3 в процессе эксплуатации. Стабильная величина возбуждающего магнитного потока Φ особенно важна при контроле ферромагнитных изделий, поскольку при изменении Φ могут проявляться нелинейные свойства контролируемого материала. Однако, стабильность Φ не гарантирует стабильность измерений при изменении магнитных свойств сердечника 7. При изменении магнитных свойств сердечника 6, например, за счет влияния вариации температуры и $\Phi = \text{const}$ одинаковая реакция вихревых токов вызывает

разное вносимое в измерительную обмотку напряжение. Это произойдет из-за различной степени усиления магнитного поля вихревых токов сердечником 7. Следовательно, при увеличении магнитной проницаемости сердечника 7 вносимое напряжение будет повышено. При этом ток генератора 1, необходимый для создания заданного значения Φ , потребует меньшей величины. Корректируя коэффициент усиления блока 8 обработки сигнала пропорционально току возбуждения генератора 1, удается подавить нестабильность результата измерений при вариации магнитных свойств сердечника 7. Это осуществляется с помощью преобразователя 2 ток-напряжение, напряжение с выхода которого управляет коэффициентом усиления блока 8 обработки сигнала. В режиме "калибровка" устанавливаемого блоком 15 управления задается число образцов с заданными значениями контролируемого параметра, например, толщиной покрытия. После перехода к режиму "калибровка" по сигналу со второго выхода блока 15 управления код на выходе цифроаналогового преобразователя 13 фиксируется. Вихретоковый преобразователь 3 устанавливается на образец с минимальными значениями контролируемого параметра, например, на образец без покрытия и выходной сигнал с вихретокового преобразователя 3 компенсируется с помощью компенсатора, имеющегося в блоке 8 обработки сигнала. Одновременно устанавливается цифровой код соответствующий заданному значению контролируемого параметра. Цифровой код устанавливается, например, за счет изменения уровня квантования при преобразовании сигнала в цифровую форму в блоке 8 обработки сигнала. Уровень квантования устанавливается между предшествующей точкой, задаваемой контрольным образцом, и текущей. При установке первой точки предшествующее значение принимается нулевым. Переход от одного образца к другому приводит каждый раз к превышению заданного уровня на выходе блока 8 обработки сигнала в межконтрольных паузах. Импульсы высокого уровня поступают на вход блока 15 управления до совпадения числа измерений с заданным числом калибровки. Для удобства число использованных образцов отображается на индикаторе 9. При соответствии числа импульсов заданному числу калибровочных образцов, устройство переходит в режим "измерение", что отображается на индикаторе 9. Начиная с этого момента устройство готово к работе, а коррекция будет производиться непрерывно в процессе межконтрольных пауз. Переход от паузы к измерению происходит при уменьшении уровня напряжения, поступающего на вход блока 15 управления до заданного или может осуществляться по сигналу, подаваемому на вход блока управления, например, от кнопки, расположенной на корпусе вихретокового преобразователя 3. Сигнал может формироваться с выхода блока 8 обработки сигнала. При этом необходимо избежать изменения коррекции, поскольку по мере приближения преобразователя к образцу

напряжение на выходе обмотки обратной связи будет плавно изменяться. С этой целью выпрямитель 14 выполняется с постоянной времени, существенно превышающей преобразователя 3. Это одновременно позволяет исключить "раскачку" устройства под действием кратковременных воздействий типа импульсов внешних магнитных полей и т.д.

Формула изобретения:

1. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ, содержащее последовательно соединенные генератор, трансформаторный вихретоковый преобразователь с ферромагнитным сердечником и обмоткой обратной связи, блок обработки сигналов и индикатор, задатчик, блок сравнения, соединенный опорным входом с задатчиком, отличающееся тем, что, с целью повышения точности контроля, оно снабжено выпрямителем, включенным между обмоткой обратной связи и сигнальным входом блока сравнения, преобразователем ток - напряжение, включенным в токовую цепь вихретокового преобразователя, цифроаналоговым преобразователем, реверсивным счетчиком, блоком управления с пультом управления, генератор выполнен

управляемым, выход реверсивного счетчика через цифроаналоговый преобразователь подключен к управляющему входу генератора, блок управления подключен первым и вторым выходами к управляющим входам реверсивного счетчика и цифроаналогового преобразователя соответственно, третьим выходом - к индикатору, а первым, вторым и третьим входами к выходам блока сравнения, блока обработки сигнала и блока управления соответственно, обмотка обратной связи выполнена соосно с измерительной обмоткой вихретокового преобразователя, блок обработки сигнала выполнен с управляемым коэффициентом усиления и подключен управляющим входом к выходу преобразователя ток - напряжение.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что обмотка обратной связи и измерительная обмотка идентичны и образованы проводниками общего многожильного провода.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что вход блока управления соединен с выходом блока обработки сигнала, а второй вход индикатора подключен к третьему выходу блока управления.

30

35

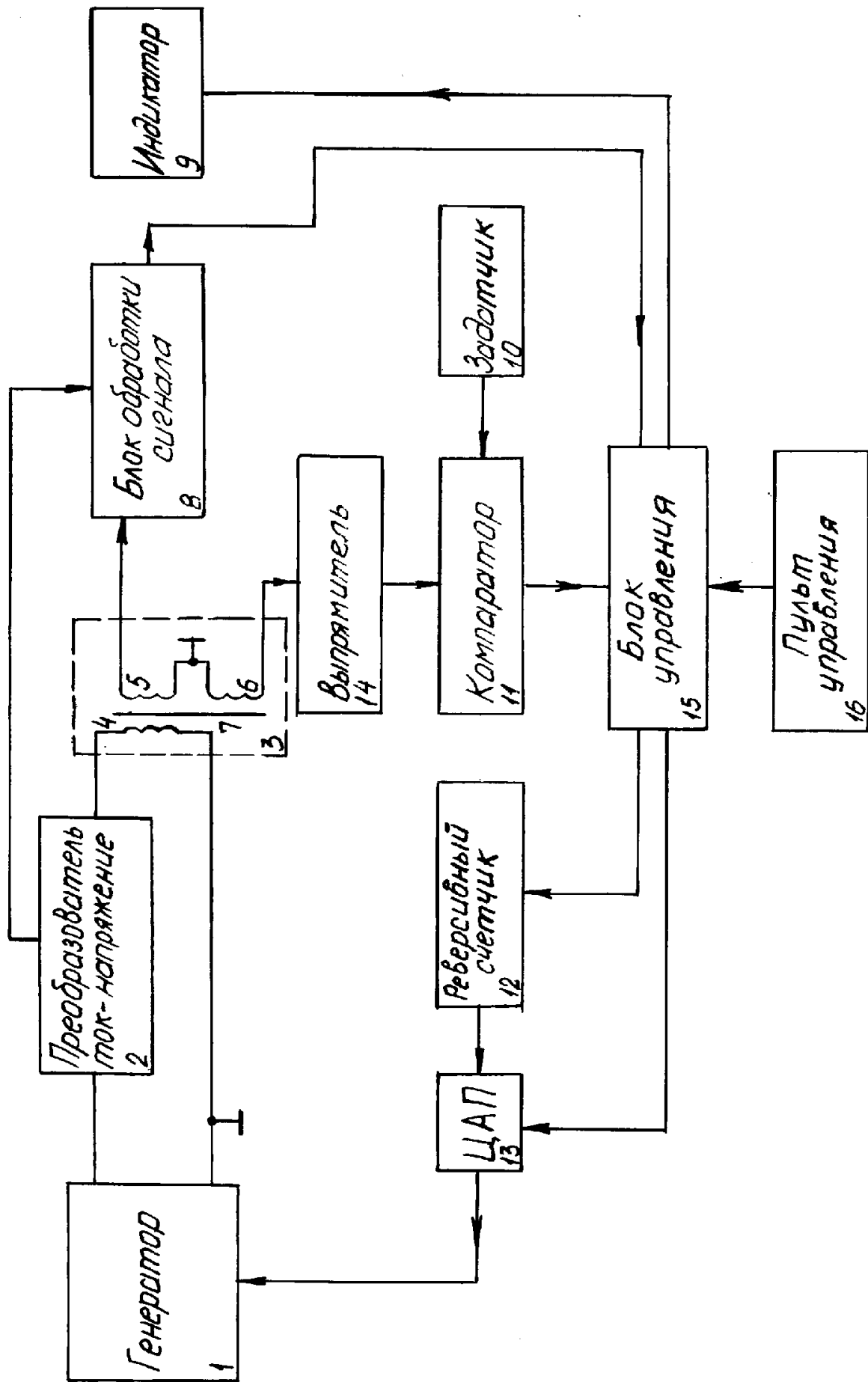
40

45

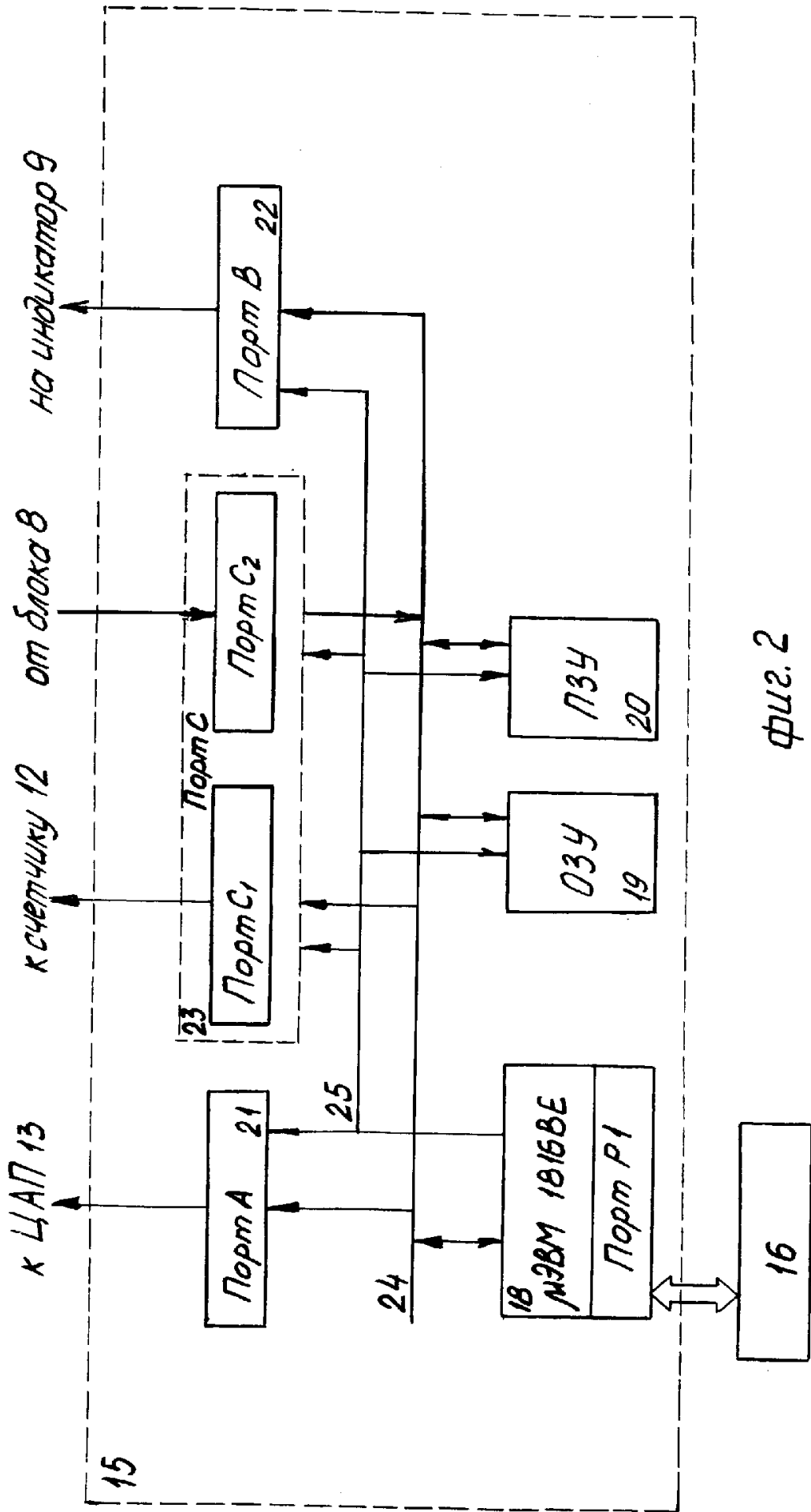
50

55

60



Фиг.1



Фиг. 2