(19) **RU** (11) **2 192 018** (13) **C2**

(51) МПК[7] **G 01 R 33/12, G 01 N 27/72**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2000109672/09, 17.04.2000

(24) Дата начала действия патента: 17.04.2000

(43) Дата публикации заявки: 27.02.2002

(46) Дата публикации: 27.10.2002

(56) Ссылки: ГЛАГОВСКИЙ Б.А. **Контрольно-измерительные приборы и основы автоматизации производства абразивных инструментов. - Л.: Машиностроение, 1980, с. 124-126. RU 20006046 C1, 15.01.1994. RU 2073855 C1, 20.02.1997. RU 98103430 A1, 20.02.2000. WO 81/01198 A1, 30.04.1981.**

(98) Адрес для переписки:
450000, г.Уфа-центр, ул. К. Маркса, 12, УГАТУ, отдел интеллектуальной собственности

(71) Заявитель:
Уфимский государственный авиационный технический университет

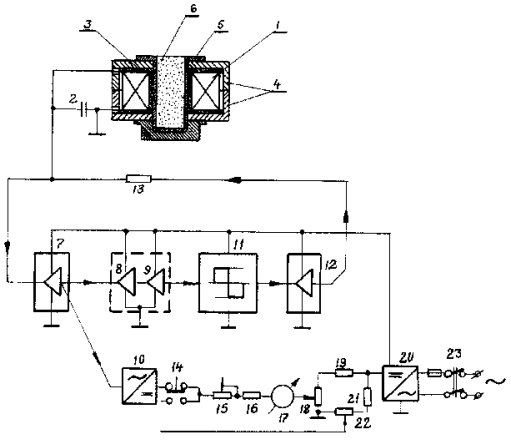
(72) Изобретатель: **Фридман Б.П., Жернаков В.С., Фридман О.Б.**

(73) Патентообладатель:
Уфимский государственный авиационный технический университет

(54) ИЗМЕРИТЕЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В СЫПУЧИХ СРЕДАХ

(57)

Использование: для контроля шлифовальных материалов из электрокорундов и карбида кремния при производстве абразивных изделий. Технический результат состоит в упрощении и повышении надежности функционирования измерителя удобства и производительности измерений. Колебательный контур образован конденсатором и катушкой индуктивности. Она выполнена на немагнитном каркасе с внешним магнитопроводящим экраном-концентратором. Внутреннее отверстие катушки индуктивности снабжено диамагнитной капсулой для введения подлежащего анализу сыпучего материала. К колебательному контуру подключен своим высокоомным входом буферный каскад-усилитель тока, выход которого параллельно связан как с двухступенным амплитудным усилителем напряжения, так и со входом детектирующе-фильтрующего звена. К выходу двухступенного амплитудного усилителя напряжения подключены последовательно соединенные двусторонний амплитудный усилитель-ограничитель напряжения и линейный усилитель импульсов, выход которого через балластно-ограничительный резистор связан с высокоомным входом буферного каскада-усилителя тока и параллельно подключенным к нему вышеуказанным колебательным контуром. Выход детектирующе-фильтрующего звена через цепь из переменного резистора и выходного стрелочного индикатора связан с подвижным контактом потенциометрического делителя напряжения, подключенного к выходу стабилизированного источника питания коллекторных цепей.1 ил.



RU 2192018 C2

RU 2192018 C2

(19) **RU** (11) **2 192 018** (13) **C2**

(51) Int. Cl.[7] **G 01 R 33/12, G 01 N 27/72**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2000109672/09, 17.04.2000

(24) Effective date for property rights: 17.04.2000

(43) Application published: 27.02.2002

(46) Date of publication: 27.10.2002

(98) Mail address:
450000, g.Ufa-tsentr, ul. K. Marksa, 12,
UGATU, otdel intellektual'noj sobstvennosti

(71) Applicant:
Ufimskij gosudarstvennyj aviatsionnyj tekhnicheskij universitet

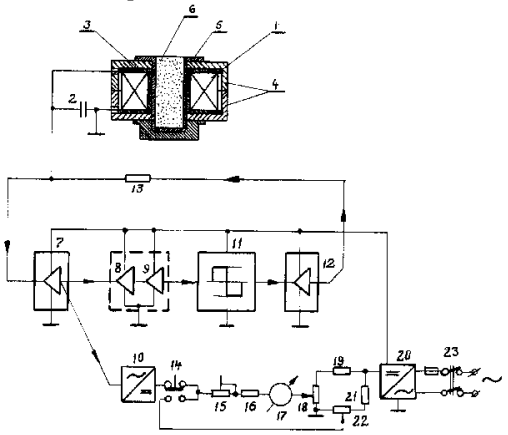
(72) Inventor: Fridman B.P.,
Zhernakov V.S., Fridman O.B.

(73) Proprietor:
Ufimskij gosudarstvennyj aviatsionnyj tekhnicheskij universitet

(54) METER MEASURING CONTENT OF FERROMAGNETIC INCLUSIONS IN LOOSE MEDIA

(57) Abstract:

FIELD: test of grinding materials produced from synthetic corundum and silicon carbide in process of manufacture of abrasive articles. SUBSTANCE: oscillatory circuit is formed by capacitor and inductance coil. Inductance coil is put on nonmagnetic form with magnetoconductive screen- concentrator. Internal hole of inductance coil is fitted with diamagnetic capsule to inject loose material subject to analysis. Buffer stage-current amplifier is connected to oscillatory circuit with its high-resistance input, output of buffer stage is connected in parallel to both two-stage amplitude voltage amplifier and to input of detecting- filtering unit. Two-way amplitude amplifier-voltage limiter and linear pulse amplifier connected in series are linked to output of two-stage amplitude amplifier-voltage limiter. Output of linear pulse amplifier is coupled through ballast-limiting resistor to high-resistance input of buffer stage-current amplifier and to said oscillatory circuit connected to it in parallel. Output of detecting-filtering unit is coupled through network comprising variable resistor and output of pointer-type indicator to mobile contact of potentiometric voltage divider connected to output of stabilized power supply source of collector networks. EFFECT: simplified design, enhanced functional reliability, easy handling and raised productivity of meter. 1 dwg



RU 2192018 C2

RU 2192018 C2

Изобретение относится к технике магнитных измерений и может быть использовано для контроля шлифовальных материалов из электрокорундов и карбида кремния при производстве абразивных материалов и изделий.

Известны приборы для контроля содержания магнитных частиц в шлифовальных материалах, использующие электромагнитный метод измерений, в соответствии с которым электромагнитное поле, создаваемое индуктивным преобразователем взаимодействует с определенной массой сыпучего вещества, вводимого внутрь преобразователя и влекущего за собой изменения электрических параметров последнего.

Известные приборы типа "Магнит-6" и "Магнит-703" используют двухканальный принцип построения с дифференциальной схемой сопоставления сигналов рабочего и компенсационного каналов (см. книгу "Контрольно-измерительные приборы и основы автоматизации производства абразивных инструментов" под. ред. д.т.н. проф. Б.А. Глаговского, Л., "Машиностроение", 1980, с. 124-126).

Прибор "Магнит-6" содержит низкочастотный генератор, связанный через трансформатор с рабочим и компенсационным каналами, построенными по идентичным схемам, содержащим колебательные контуры, которые через детектирующие узлы встречно соединены с выходным стрелочным индикатором. Катушка индуктивности, входящая в рабочий LC-контур, является первичным индуктивным преобразователем, в который вводится проба контролируемого материала с помощью контейнера из диэлектрика. Прибор содержит также встроенное калибровочное устройство для калибровки прибора при эксплуатации. Калибровочное устройство выполнено в виде RC-ячейки, индуктивно связываемой с катушкой индуктивности рабочего LC-контура прибора.

Прибор "Магнит-703" также представляет собой двухканальную систему с дифференциально-сопоставительным выходом, используя вместо амплитудного частотно-фазовый способ преобразования канальных сигналов.

Существенными недостатками упомянутых известных устройств рассматриваемого класса и назначения являются их громоздкость и структурная сложность, обусловленные необходимостью выполнения именно двухканальной схемы преобразования формируемых электрических сигналов с последующим дифференциальным принципом их сопоставления.

К недостаткам упомянутых известных устройств следует отнести также необходимость проведения контрольной проверки прибора с помощью калибровочного устройства перед каждым измерением, что снижает производительность проводимых измерений.

Недостатки известного устройства-прототипа (прибор "Магнит-6"), состоящие в сложности и многоэлементности его схемы, а также громоздкости всего прибора, усугубляются к тому же недостаточной стабильностью работы прототипа, необходимостью его частой подстройки и тарировок, снижающих оперативность проводимых измерений.

Указанные недостатки известного устройства-прототипа связаны с тем, что оно содержит три частотно настроенных узла: генератор звуковых колебаний и два преобразовательных канала - измерительный и опорный, в каждый из которых входит селектирующее звено в виде колебательного LC-контура, который в исходном состоянии устройства (перед измерениями) настраивается на частоту генератора.

Индивидуальный параметрический уход частоты генератора - с одной стороны, и частотной настройки LC-контуров в измерительном и опорном каналах - с другой стороны, а также несогласованная временная девиация частоты настройки генератора и каждого из LC-контуров преобразовательных каналов устройства-прототипа, наряду со структурно-функциональной сложностью последнего являются источником таких его недостатков, как нестабильность работы прототипа, необходимость в его систематической подстройке и тарировке, снижающих производительность измерений и усложняющих условия эксплуатации известного прототипа.

В указанной связи задачей, поставленной при разработке заявляемого технического решения, являлось создание наиболее простого по структуре и надежности в работе устройства для контроля содержания ферромагнитных включений в сыпучих средах, которое бы устраняло охарактеризованные выше недостатки и ограничения известных технических средств соответствующего назначения и класса, включая упомянутый прототип.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в устройство, содержащее ступени усиления переменного напряжения, стабилизированный источник питания коллекторных цепей, выходной стрелочный индикатор, безарретирную кнопку, а также параллельный LC-контур и капсулу для введения исследуемого материала, - в указанное устройство введены буферный каскад - усилитель тока с высокоомным входом, двусторонний амплитудный усилитель-ограничитель, оконечный линейный усилитель импульсов и детектирующе-фильтрующее звено, а катушка индуктивности параллельного LC-контура выполнена на немагнитном каркасе с внешним магнитопроводящим экраном-концентратором П-образного радиально-осевого сечения, обращенным своей открытой стороной к оси катушки, внутреннее отверстие которой содержит выемную диамагнитную капсулу для введения подлежащей анализу сыпучей среды, причем к упомянутому параллельному LC-контуру подключен своим высокоомным входом буферный каскад-усилитель тока (в частности, составная эмиттерно-повторительная транзисторная ступень), выход которого параллельно связан как с двухступенным амплитудным усилителем напряжения, так и со входом детектирующе-фильтрующего звена, при этом к выходу двухступенного амплитудного усилителя напряжения подключены последовательно соединенные двусторонний

RU 2192018 C2

RU 2192018 C2

амплитудный усилитель-ограничитель напряжения и оконечный линейный усилитель импульсов, выход которого через балластно-ограничительный резистор связан с высокоомным входом буферного каскада-усилителя тока и с параллельно подключенным к нему LC-контуром, а выход детектирующе-фильтрующего звена через пару нормально замкнутых контактов безарретирной кнопки тарировки устройства и последовательно включенную с ними цепь из переменного резистора и оконечного стрелочного индикатора связан с подвижным контактом первого из пары потенциометрических делителей напряжения, параллельно подключенных к выходу стабилизированного источника питания коллекторных цепей устройства, в то время как подвижный контакт второго из пары потенциометрических делителей напряжения связан с упомянутой цепью из переменного резистора и оконечного стрелочного индикатора через пару нормально открытых контактов безарретирной кнопки тарировки устройства.

То обстоятельство, что в разработанном устройстве, содержащем частотно настроенный генераторный узел и селектирующее звено в виде колебательного LC-контура, функции как частотно задающего (генераторного), так и избирательного (фильтрующего) звеньев совмещены в одном узле, позволило принципиально исключить в заявляемом объекте присущие известным устройствам перманентные частотные расстройки измерительной системы с вытекающей из этого необходимостью в частых ее подстройках при увеличении заявляемым устройством точности и оперативности проводимых измерений, а также значительном повышении надежности функционирования и структурной простоты измерительной системы.

Принципиальная схема заявляемого устройства представлена на прилагаемом чертеже, из которого видно, что катушка индуктивности 1 параллельного LC-контура, включающего в себя также конденсатор 2, намотана на немагнитном каркасе 3 и закрыта снаружи внешним магнитопроводящим экраном-концентратором 4, имеющим П-образное радиально-осевое сечение, обращенное своей открытой стороной к оси катушки 1.

Внутренние отверстия каркаса 3 катушки 1 и магнитопроводящего экрана-концентратора 4 снабжены выемной диамагнитной капсулой 5, предназначенной для забора подлежащего анализу сыпучего материала 6 и оперативного введения его в магнитное поле катушки 1 параллельного колебательного LC-контура 1, 2.

В практически выполненных образцах приборов, реализующих схему заявляемого устройства, катушка 1 намотана литцендратом, а экран-концентратор 4 выполнен из оксифера с $\mu \geq 2000$.

Контур 1,2 соединен с высокоомным входом буферного каскада-усилителя тока 7, который выполняется, в частности, по схеме составной эмиттерно-повторительной ступени. Выход каскада 7 параллельно связан как с последовательно включенными ступенями 8 и 9 усиления переменного сигнала по напряжению, так и со входом детектирующе-фильтрующего звена 10. К выходу усилительной ступени 9 подключены последовательно связанные двухсторонний амплитудный усилитель-ограничитель напряжения 11 и оконечный линейный усилитель импульсов 12, выход которого через балластно-ограничительный резистор 13 соединен с высокоомным входом буферного каскада-усилителя тока 7 и с параллельно подключенным ко входу этого каскада LC-контуром 1, 2, 4.

Выход детектирующе-фильтрующего звена 10 через нормально замкнутые (верхние по схеме) контакты безарретирной кнопки 14 и через последовательно включенные переменный 15 и постоянный 16 резисторы, а также через оконечный стрелочный индикатор 17 связан с подвижным контактом первого потенциометрического делителя напряжения 18, 19, подключенного к выходу стабилизированного источника 20 питания коллекторных цепей устройства. Нормально открытые (нижние по схеме) контакты безарретирной кнопки 14 введены в цепь между переменным резистором 15 и подвижным контактом второго потенциометрического делителя напряжения 21, 22, также подключенного, как и делитель 18, 19, к выходу стабилизированного источника 20 питания коллекторных цепей устройства.

Стабилизированный источник питания 20 с помощью тумблера 23 может быть подключен к стандартной сети переменного тока.

Функционирует описываемое устройство следующим образом.

Перед вводом в эксплуатацию производится первичная настройка устройства, при которой выемная капсула 5, не содержащая какого-либо материала, должна быть введена в контур 1, 2, 4, а с помощью потенциометра 18 добиваются нулевого положения стрелки индикатора 17 (при среднем положении подвижного контакта переменного резистора 15).

Нулевому показанию стрелочного индикатора 17 соответствует такой уровень напряжения, снимаемого через потенциометрический делитель 18, 19 с выхода стабилизированного источника 20 питания, который равен амплитудному значению сигнала переменного тока, снимаемого с колебательного LC-контура 1, 2, 4 через буферный каскад 7.

Гармонический сигнал, поступающий с выхода каскада 7 на детектирующе-фильтрующее звено 10, одновременно и параллельно усиливается по напряжению ступенями 8 и 9, поступая затем на вход двухстороннего амплитудного усилителя-ограничителя 11, на выходе которого формируется симметричный прямоугольный меандр с частотой, соответствующей настройке контура 1, 2, 4.

После усиления по напряжению линейным усилителем импульсов 12 меандр воздействует через балластно-ограничительный резистор 13 на колебательный контур 1, 2, 4, который выделяет из усиленного каскадом 12 меандра его первую (основную) гармоническую составляющую.

После установления движком потенциометра 18 стрелки индикатора 17 в

RU 2192018 C2

RU 2192018 C2

нулевое положение в капсулу 5 вводят сыпучую среду (например, абразивный материал) с максимальным содержанием ферромагнитных включений и с помощью переменного резистора 15 производят укладку шкалы прибора, давая стрелке индикатора 17 максимальное отклонение и одновременно ставя метку для крайнего деления шкалы стрелочного индикатора.

Заполняя затем капсулу 5 сыпучим материалом, содержащим последовательно ферромагнитные включения в количествах 90%, 80%, 70%,..., 10% от максимального содержания ферромагнитных включений, которому отвечало отклонение стрелки индикатора 17 до крайнего максимального положения, производят полную градуировку шкалы индикатора путем нанесения на шкалу меток, отвечающих последовательно заданным отклонениям стрелки индикатора 17.

Положения движков потенциометра 18 и переменного резистора 15 при этом остаются неизменными.

Нажимая затем на безарретирную кнопку 14, с помощью потенциометра 22 устанавливают стрелку индикатора 17 на максимальное отклонение, соответствующее показанию прибора для случая максимального содержания ферромагнитных частиц в исследуемой среде при ненажатом положении кнопки 14.

При введении в капсулу 5 сыпучей среды 6 с различным процентным содержанием ферромагнитных включений индуктивность колебательного контура 1, 2, 4 и соответственно добротность и величина резонансного сопротивления этого контура в различной степени отклоняются от значений соответствующих параметров контура 1, 2, 4 при отсутствии в капсуле 5 исследуемой сыпучей среды с ферромагнитными включениями.

Изменяющееся резонансное сопротивление контура 1, 2, 4, связанное с количественным содержанием ферромагнитных включений в исследуемой сыпучей среде 6, наряду с изменением коэффициента передачи по напряжению делителя, содержащего балластно-ограничительный резистор 13 и колебательный контур 1, 2, 4, приводит к изменению уровня первой гармонической составляющей, которая выделяется LC-контуром 1, 2, 4 из прямоугольного меандра, выдаваемого импульсным усилителем 12.

При этом несмотря на строго фиксируемую устройством высоту меандра, поступающего с выхода усилителя 12 на селектирующую цепь 13-1, 2, 4, переменный гармонический сигнал, выделяемый контуром 1, 2, 4, усиливаемый затем по току каскадом 7 и преобразуемый детектирующе-фильтрующим звеном 10, изменяет свой уровень в соответствии с содержанием ферромагнитных включений в контролируемой сыпучей среде 6, находящейся в капсуле 5, что определяет различную степень отклонения стрелки индикатора 17 относительно ее исходного нулевого положения, отвечающего незаполненной капсуле 5.

Следует отметить следующую особенность функционирования и преимущества описываемого устройства по сравнению с его прототипом.

В то время как наличие у прототипа частотозадающего узла и двух селектирующих преобразовательных каналов - измерительного и опорного, вызывает необходимость в систематической согласующей подстройке схемы, у заявляемого устройства необходимость в проведении подобных подстроечных операций исключена.

Так, несмотря на то, что в процессе работы заявляемого устройства вместе с изменением резонансного сопротивления колебательного контура 1, 2, 4 (в соответствии с изменением содержания ферромагнитных включений в контролируемой среде 6) одновременно происходит также и девиация частоты настройки (резонансной частоты) контура 1, 2, 4, - описываемым устройством обеспечивается автоматическое поддержание строгой синфазности между меандром, поступающим с выхода двухстороннего амплитудного усилителя-ограничителя 11 через усилитель 12 на цепь 13 - 1, 2, 4, - с одной стороны, а с другой - гармоническим сигналом, выделяемым колебательным контуром 1, 2, 4.

Выполнение описываемым устройством функций формирования из исходного варьируемого по уровню гармонического сигнала прямоугольного меандра строго фиксированного уровня, а также совмещение устройством селектирующих функций выделения и отфильтрования из прямоугольного меандра его первой (основной) гармонической компоненты, амплитуда которой является однозначной функцией от содержания ферромагнитных частиц в контролируемой устройством сыпучей среде, при использовании выделенной гармонической компоненты в качестве исходного варьируемого по уровню и частоте гармонического сигнала для последующего формирования не только синхронного, но и строго синфазного с этим сигналом прямоугольного меандра фиксированного уровня, - все это предопределило сочетание максимальной структурной простоты и малоэлементности заявляемого устройства с его высокой стабильностью функционирования и максимальной оперативностью и простотой эксплуатации.

Перед проведением измерительных циклов в процессе эксплуатации описываемого устройства следует до заполнения капсулы 5 подлежащей анализу сыпучей средой 6 убедиться в исходном нулевом положении стрелки индикатора 17, затем нажатием безарретирной кнопки 14 убедиться в отклонении стрелки индикатора 17 до максимального деления шкалы прибора, после чего устройство готово к серийному контролю в течение практически неограниченного временного интервала.

Для определения содержания ферромагнитных включений в пробе достаточно капсулу 5 с анализируемой средой 6 ввести внутрь катушки 1 контура 1, 2, 4 и просто зафиксировать автоматически выдаваемое стрелочным индикатором 17 показание непосредственно в единицах контролируемого параметра (в частности, в

RU 2192018 C2

RU 2192018 C2

процентах).

При необходимости оперативного проведения серийных замеров на ряде обследуемых производственных участков либо участков проводимых горных и т.п. разработок забор подлежащих контролю проб может быть проведен с помощью нескольких идентичных капсул 5, которые затем поочередно вводятся в катушку 1 контура 1,2,4 устройства для последовательного снятия показаний со шкалы стрелочного индикатора 17.

Сравнительный анализ работы заявляемого устройства и его известного прототипа показал, что наряду с повышенной стабильностью и объективностью результатов измерений описываемое устройство позволяет в десятки раз повысить оперативность и производительность контроля по сравнению с устройством-прототипом, будучи не менее чем в 3 раза компактнее, легче и дешевле последнего.

Формула изобретения:

Измеритель содержания ферромагнитных включений в сыпучих средах, содержащий каскады усиления переменного напряжения, стабилизированный источник питания коллекторных цепей, выходной стрелочный индикатор, безарретирную кнопку тарировки, а также параллельный LC-контур и выемную диамагнитную капсулу для введения подлежащей анализу сыпучей среды, отличающийся тем, что каскады усиления переменного напряжения содержат буферный каскад-усилитель тока с высокоомным входом, двухсторонний амплитудный усилитель-ограничитель, линейный усилитель импульсов, а катушка индуктивности параллельного LC-контура выполнена на немагнитном каркасе с внешним магнитопроводящим экраном-концентратором П-образного радиально-осевого сечения, обращенного своей открытой стороной к оси упомянутой катушки, внутреннее отверстие которой содержит выемную диамагнитную капсулу для введения подлежащей анализу сыпучей среды, причем к упомянутому параллельному LC-контуру подключен своим высокоомным входом буферный каскад-усилитель тока, выполненный по схеме составной эмиттерно-повторительной транзисторной ступени, выход которого параллельно связан как с двухступенным амплитудным усилителем напряжения, так и со входом детектирующе-фильтрующего звена, при этом к выходу двухступенного амплитудного усилителя напряжения подключены последовательно соединенные двусторонний амплитудный усилитель-ограничитель напряжения и линейный усилитель импульсов, выход которого через балластно-ограничительный резистор связан с высокоомным входом буферного каскада-усилителя тока и с параллельно подключенным к нему LC-контуром, а выход детектирующе-фильтрующего звена через пару нормально замкнутых контактов безарретирной кнопки тарировки через последовательно включенную с ними цепь из переменного резистора и выходного стрелочного индикатора связан с подвижным контактом первого из пары потенциометрических делителей напряжения, параллельно подключенных к выходу стабилизированного источника питания коллекторных цепей, в то время как подвижный контакт второго из пары потенциометрических делителей напряжения связан с упомянутой цепью из переменного резистора и оконечного стрелочного индикатора через пару нормально открытых контактов безарретирной кнопки тарировки.

RU 2192018 C2

RU 2192018 C2