



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
G01N 25/32 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017137573, 26.10.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
26.10.2017

Дата регистрации:  
22.10.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.10.2017

(45) Опубликовано: 22.10.2018 Бюл. № 30

Адрес для переписки:

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, ТУСУР,  
патентно-информационный отдел

(72) Автор(ы):

Солдатов Алексей Иванович (RU),  
Солдатов Андрей Алексеевич (RU),  
Костина Мария Алексеевна (RU),  
Нариманова Гуфана Нурлабековна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Томский государственный  
университет систем управления и  
радиоэлектроники" (ТУСУР) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2329493 C1, 20.07.2008. RU  
2331064 C1, 10.08.2008. RU 2255331 C1,  
27.06.2005. RU 2313082 C1, 20.12.2007. SU  
742780 A1, 25.06.1980. WO 1997033161 A1,  
12.09.1997.

(54) УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КОНТАКТА ЭЛЕКТРОДОВ С  
КОНТРОЛИРУЕМЫМ ИЗДЕЛИЕМ ПРИ РАЗБРАКОВКЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области неразрушающей диагностики металлов и сплавов, а также изделий, выполненных из них, при разбраковке металлических изделий. Предложено устройство для контроля контакта электродов с контролируемым изделием при разбраковке металлических изделий, которое содержит нагреватель, воздействующий на нагреваемый электрод, холодный электрод, связанные с контролируемым изделием и усилителем постоянного тока, который соединен с первым индикатором и компаратором. Компаратор соединен с вторым индикатором и регулятором

порога. Коммутатор связан с нагреваемым и холодным электродами и последовательно соединенными первым генератором переменного тока, первым избирательным усилителем, первым детектором, первым АЦП и микроконтроллером, а также последовательно соединенными вторым генератором переменного тока, вторым избирательным усилителем, вторым детектором, вторым аналого-цифровым преобразователем, микроконтроллером и индикатором прижима. Техническим результатом является повышение точности измерения термоЭДС. 1 ил.

RU 2 670 365 C1

RU 2 670 365 C1

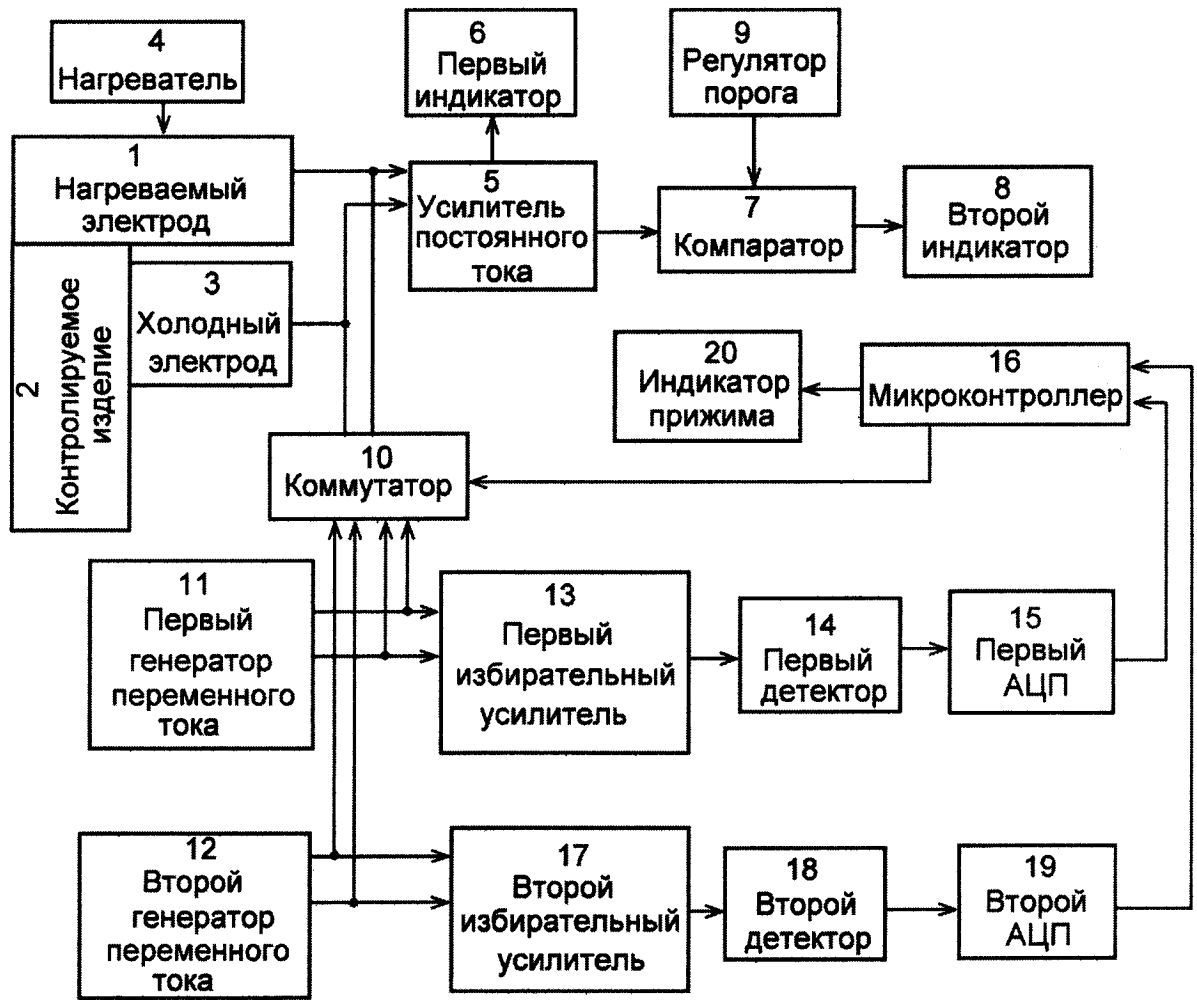


Схема устройства для контроля электрического контакта электродов с контролируемым изделием



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G01N 25/32* (2006.01)

(21)(22) Application: **2017137573, 26.10.2017**

(24) Effective date for property rights:  
**26.10.2017**

Registration date:  
**22.10.2018**

Priority:

(22) Date of filing: **26.10.2017**

(45) Date of publication: **22.10.2018** Bull. № 30

Mail address:

**634050, g. Tomsk, pr. Lenina, 40, TUSUR,  
patentno-informatsionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Soldatov Aleksej Ivanovich (RU),  
Soldatov Andrej Alekseevich (RU),  
Kostina Mariya Alekseevna (RU),  
Narimanova Gufana Nurlabekovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Tomskij gosudarstvennyj  
universitet sistem upravleniya i radioelektroniki"  
(TUSUR) (RU)**

(54) **CONTROL DEVICE FOR ELECTRICAL CONTACT OF ELECTRODES WITH CONTROLLED ARTICLE DURING SORTING OF METAL PRODUCTS**

(57) Abstract:

FIELD: defectoscopy.

SUBSTANCE: invention relates to the field of nondestructive diagnostics of metals and alloys, as well as products made of them, when metal products are being sorted out. Device is proposed for monitoring the contact of electrodes with a controlled article during the sorting of metal products, which contains a heater acting on the heated electrode, a cold electrode connected to a controlled product and a direct current amplifier that is connected to the first indicator and a comparator. Comparator is connected to the second indicator and the threshold controller. Switch is

connected to the heated and cold electrodes and connected in series by the first alternating current generator, the first selective amplifier, the first detector, the first ADC and the microcontroller, and also the second alternating current generator connected in series, the second selective amplifier, a second detector, a second analog-to-digital converter, a microcontroller, and a clamp indicator.

EFFECT: technical result is an increase in the accuracy of the thermo-emf measurement.

1 cl, 1 dwg

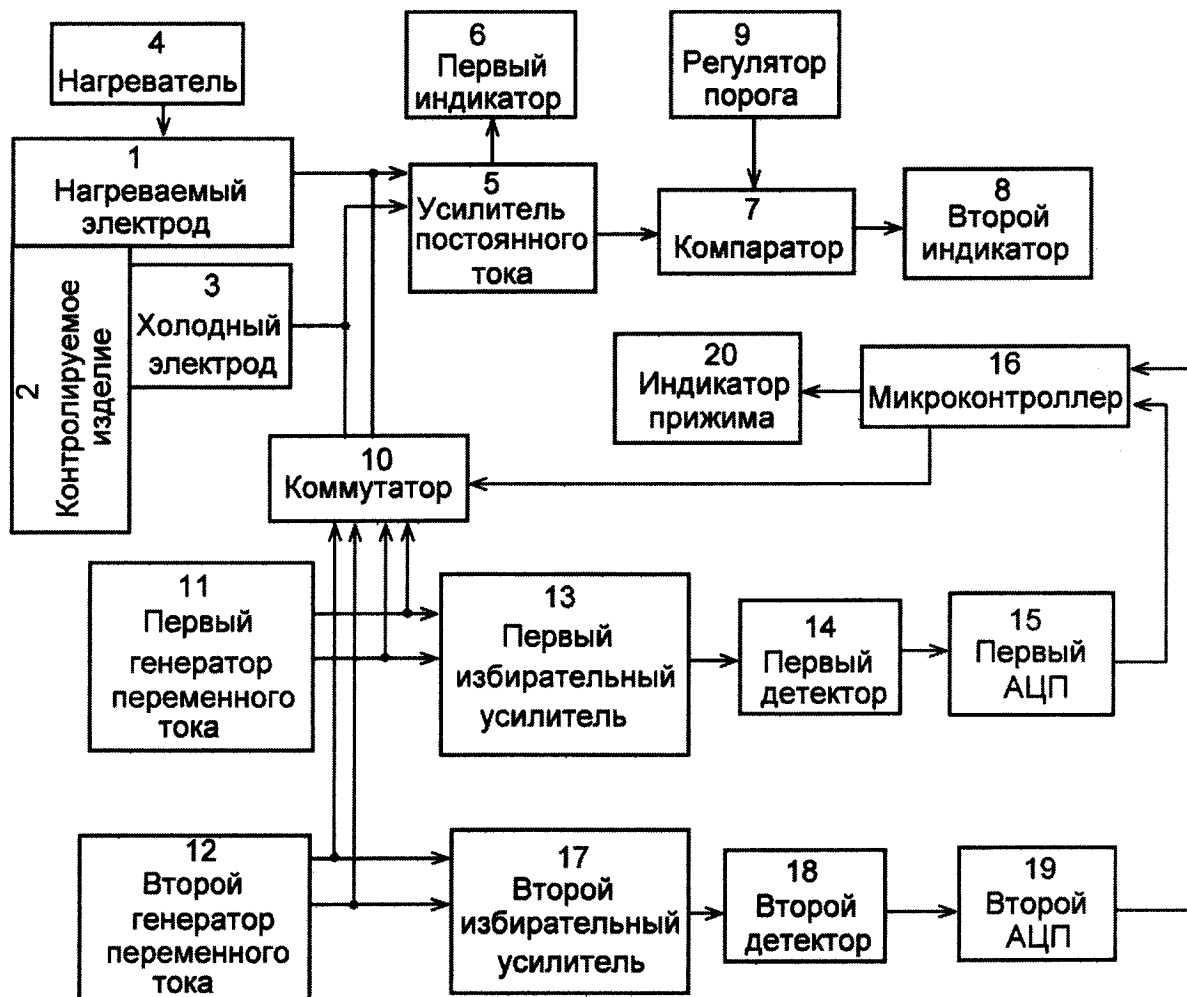


Схема устройства для контроля электрического контакта электродов с контролируемым изделием

Изобретение относится к области неразрушающей диагностики металлов и сплавов, а также изделий, выполненных из них методом измерения термоЭДС

Известно устройство контроля наличия контакта нагреваемого электрода с контролируемым изделием при разбраковке металлических изделий (RU 2329493 C1, МПК G01N 25/32, опубл. 20.07.2008), выбранное в качестве прототипа содержащее нагреватель, воздействующий на нагреваемый электрод, холодный электрод, контролируемое изделие, аналоговый усилитель, связанный с индикатором, холодный электрод подсоединен к усилителю, к которому последовательно подключены первый компаратор и второй индикатор, а регулятор порога соединен с первым компаратором, генератор переменного тока подключен к нагреваемому электроду, холодному электроду и избирательному усилителю, к которому последовательно подключены детектор, второй компаратор и индикатор прижима, причем регулятор прижима соединен с вторым компаратором.

Недостатком известного устройства является низкая точность измерения, обусловленная возможным появлением емкостной составляющей сопротивления контактов (например, за счет окисной или масляной пленок на поверхности контролируемого изделия или электродов), включенной параллельно активной составляющей. В результате параллельного соединения двух сопротивлений результирующее сопротивление при измерении его на переменном токе, как предложено в прототипе, будет равно или меньше каждой из составляющих и как следствие, напряжение на выходе детектора будет меньше порогового напряжения.

При параллельном соединении двух сопротивлений результирующее сопротивление рассчитывается по формуле [О.П. Новожилов. Электротехника и электроника: учебник для бакалавров / О.П. Новожилов; Московский государственный индустриальный университет (МГИУ). - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2013. - 653 с.: ил. - Бакалавр. Базовый курс. - Библиогр.: с. 632-635]:

$$R_{\text{ЭКВ}} = \frac{R_a \times X_C}{R_a + X_C},$$

где:  $R_a$  - активная составляющая сопротивления контактов,  $X_C$  - емкостная составляющая сопротивления контактов,  $X_C = \frac{1}{\omega C}$ ,  $\omega$  - круговая частота, на которой проводится измерение,  $C$  - емкость между электродом и контролируемым изделием.

Если  $X_C \ll R_a$ , то:

$$R_{\text{ЭКВ}} = \frac{R_a \times X_C}{R_a + X_C} = \frac{R_a \times X_C}{R_a} = X_C.$$

Следовательно,  $R_{\text{ЭКВ}} = X_C \ll R_a$

Если  $X_C \gg R_a$ , то:

$$R_{\text{ЭКВ}} = \frac{R_a \times X_C}{R_a + X_C} = \frac{R_a \times X_C}{X_C} = R_a.$$

Следовательно,  $R_{\text{ЭКВ}} = X_C \gg R_a$

Если  $X_C \cong R_a$ , то:

$$R_{\text{ЭКВ}} = \frac{R_a \times X_C}{R_a + X_C} = \frac{R_a}{2}.$$

При использовании электродов с площадью контактов  $S=10 \text{ мм}^2$  и при наличии окисной пленки толщиной  $d=0,1$  микрон емкостная составляющая сопротивления на частоте 10 МГц определяемая по формуле:

$$Z_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{d}{2\pi f \epsilon \epsilon_0 S},$$

может составить менее 0,2 Ом, при  $\epsilon=100$ .

При этом активная составляющая сопротивления может быть очень большой, а эквивалентное сопротивление менее 0,2 Ома. В результате появляется погрешность в определении наличия контакта нагреваемого электрода с контролируемым изделием, и соответственно появляется погрешность в измерении термоЭДС.

В изобретении решается задача создания устройства, обеспечивающего повышение точности измерения термоЭДС.

Поставленная задача решена за счет того, что в устройстве для контроля контакта электродов с контролируемым изделием при разбраковке металлических изделий, содержащее нагреватель, воздействующий на нагреваемый электрод, холодный электрод, связанные с контролируемым изделием и усилителем постоянного тока, который подключен к первому индикатору и компаратору, который соединен с вторым индикатором и регулятором порога, и последовательно соединенные первый генератор переменного тока, первый избирательный усилитель и первый детектор.

Согласно изобретению первый генератор переменного тока подключен к коммутатору, который имеет связь с усилителем постоянного тока, холодным и нагреваемым электродам, второй генератор переменного тока связь с коммутатором и последовательно соединенными второй избирательный усилитель, второй детектор, второй аналого-цифровой преобразователь, микроконтроллер и индикатор прижима, причем микроконтроллер имеет связь с первым аналого-цифровым преобразователем, который соединен с первым детектором.

За счет использования коммутатора, к которому подключен первый и второй генераторы переменного тока и последовательно соединенные второй избирательный усилитель, второй детектор, второй аналого-цифровой преобразователь, микроконтроллер и индикатор прижима, а также первого аналого-цифрового преобразователя, соединенного с первым детектором и микроконтроллером обеспечивается возможность контроля емкостной составляющей сопротивления контакта нагреваемого электрода с контролируемым изделием и в конечном итоге получение высокой точности результатов измерения.

На фиг. представлена схема устройства, иллюстрирующая предлагаемый способ.

Устройство для контроля контакта электродов с контролируемым изделием при разбраковке металлических изделий, реализующее предлагаемый способ содержит нагреваемый электрод 1, контролируемое изделие 2, находящиеся в контакте между собой и холодный электрод 3 имеющий контакт с контролируемым изделием 2. Нагреватель 4 воздействует на нагреваемый электрод 1. Входы усилителя постоянного тока (УПТ) 5 подключены к нагреваемому электроду 1 и холодному электроду 3. Выход усилителя постоянного тока (УПТ) 5 подключен к первому индикатору 6 и первому входу компаратора 7, выход которого соединен с вторым индикатором 8. Вторым входом компаратора 7 соединен с регулятором порога 9. Входы усилителя постоянного тока (УПТ) 5 соединены с выходами коммутатора 10, который имеет связь с выходами первого генератора переменного тока 11 и выходами второго генератора переменного тока 12. Выходы первого генератора переменного тока 11 подключены к входам первого избирательного усилителя 13, выход которого подсоединен к первому детектору 14. Выход первого детектора 14 соединен с входом первого аналого-цифрового преобразователя 15 (АЦП), выход которого связан с микроконтроллером 16. Выходы второго генератора переменного тока 12 подключены к входам второго избирательного

усилителя 17, выход которого подсоединен к второму детектору 18. Выход второго детектора 18 соединен с входом второго аналого-цифрового преобразователя 19 (АЦП), выход которого связан с микроконтроллером 16. Выход микроконтроллера 16 соединен с коммутатором 10. Микроконтроллер 16 имеет связь с индикатором прижима 19.

5 Нагреваемый 1 и холодный 3 электроды выполнены из одного материала с хорошей электро- и теплопроводностью, например из меди. Нагреватель 4 может быть стандартным мощностью 25 ватт, УПТ5 должен быть с малым дрейфом напряжения смещения нуля, например, ОР177, первый аналого-цифровой преобразователь 15 (АЦП) и второй аналого-цифровой преобразователь 19 (АЦП) выполнены по типовой схеме  
10 на микросхеме AD876 фирмы Analog Devices. Первый индикатор 6 может быть выполнен на типовом индикаторе напряжения, например N 24T фирмы LUMEL, второй индикатор 8 может быть выполнен на светодиодах АЛ307Г. Первый 11 и второй 12 генераторы переменного тока могут быть выполнены по типовой схеме на операционном усилителе широкого применения, например К140УД6, первый 13 и второй 17 избирательные  
15 усилители могут быть выполнены по типовой схеме на операционном усилителе широкого применения, например К140УД6, и должны иметь полосу пропускания для первого избирательного усилителя 13 с резонансной частотой равной частоте первого генератора переменного тока 11, для второго избирательного усилителя 17 с резонансной частотой равной частоте второго генератора переменного тока 12, первый  
20 14, второй 18 детекторы могут быть выполнены по типовой схеме на операционном усилителе, например К140УД6, микроконтроллер 16 может быть выбран любым, например, АТМЕГА 16, коммутатор 10 выполнен на микросхеме К590КН2, индикатор прижима может быть выполнен на светодиодах АЛС324А.

При контроле нагреватель 4 воздействует на нагреваемый электрод 1. Между  
25 нагреваемым электродом 1, контролируемым изделием 2 и холодным электродом 3 возникает термоЭДС, которая поступает на УПТ5, который усиливает термоЭДС, с выхода УПТ5 термоЭДС поступает на первый индикатор 6, который отображает величину термоЭДС. Первый генератор переменного тока 11 вырабатывает переменный ток частоты  $f_1$ , который протекает по цепи: первый генератор переменного тока 11 -  
30 коммутатор 10 - нагреваемый электрод 1 - контактное сопротивление - контролируемый образец 2 - контактное сопротивление - холодный электрод 3 - первый генератор переменного тока 11. Напряжение, полученное в результате протекания этого тока через контактное сопротивление, поступает на первый избирательный усилитель 13, который усиливает только переменную составляющую входного напряжения частотой  
35  $f_1$ . Выходное напряжение первого избирательного усилителя 13 поступает на вход первого детектора 14, выпрямленное напряжение с выхода первого детектора 14 поступает на первый аналого-цифровой преобразователь 15 (АЦП) и затем в микроконтроллер 16. Второй генератор переменного тока 12 вырабатывает переменный ток частоты  $f_2$ , который протекает по цепи: второй генератор переменного тока 12 -  
40 коммутатор 10 - нагреваемый электрод 1 - контактное сопротивление - контролируемый образец 2 - контактное сопротивление - холодный электрод 3 - второй генератор переменного тока 12. Напряжение, полученное в результате протекания этого тока через контактное сопротивление, поступает на второй избирательный усилитель 17, который усиливает только переменную составляющую входного напряжения частотой  
45  $f_2$ . Выходное напряжение второго избирательного усилителя 17 поступает на вход второго детектора 18, выпрямленное напряжение с выхода второго детектора 18 поступает на второй аналого-цифровой преобразователь 19 (АЦП) и затем в микроконтроллер 16, который сравнивает эти напряжения. В случае равенства

напряжений делается заключение об отсутствии емкостной составляющей контактного сопротивления. Если сопротивление контактов мало, то напряжение на выходе второго аналого-цифрового преобразователя 19 (АЦП) и первого аналого-цифрового преобразователя 15 (АЦП) мало и индикатор прижима 20 светится. В противном случае индикатор прижима 20 не светится.

(57) Формула изобретения

Устройство для контроля контакта электродов с контролируемым изделием при разбраковке металлических изделий, содержащее нагреватель, воздействующий на нагреваемый электрод, холодный электрод, связанные с контролируемым изделием и усилителем постоянного тока, который подключен к первому индикатору и компаратору, который соединен с вторым индикатором и регулятором порога, и последовательно соединенные первый генератор переменного тока, первый избирательный усилитель и первый детектор, отличающееся тем, что первый генератор переменного тока подключен к коммутатору, который имеет связь с усилителем постоянного тока, холодным и нагреваемым электродами, второй генератор переменного тока имеет связь с коммутатором и последовательно соединенными вторым избирательным усилителем, вторым детектором, вторым аналого-цифровым преобразователем, микроконтроллером и индикатором прижима, причем микроконтроллер имеет связь с первым аналого-цифровым преобразователем, который соединен с первым детектором.

25

30

35

40

45



**УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ НАЛИЧИЯ КОНТАКТА НАГРЕВАЕМОГО  
ЭЛЕКТРОДА С КОНТРОЛИРУЕМЫМ ИЗДЕЛИЕМ ПРИ РАЗБРАКОВКЕ  
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

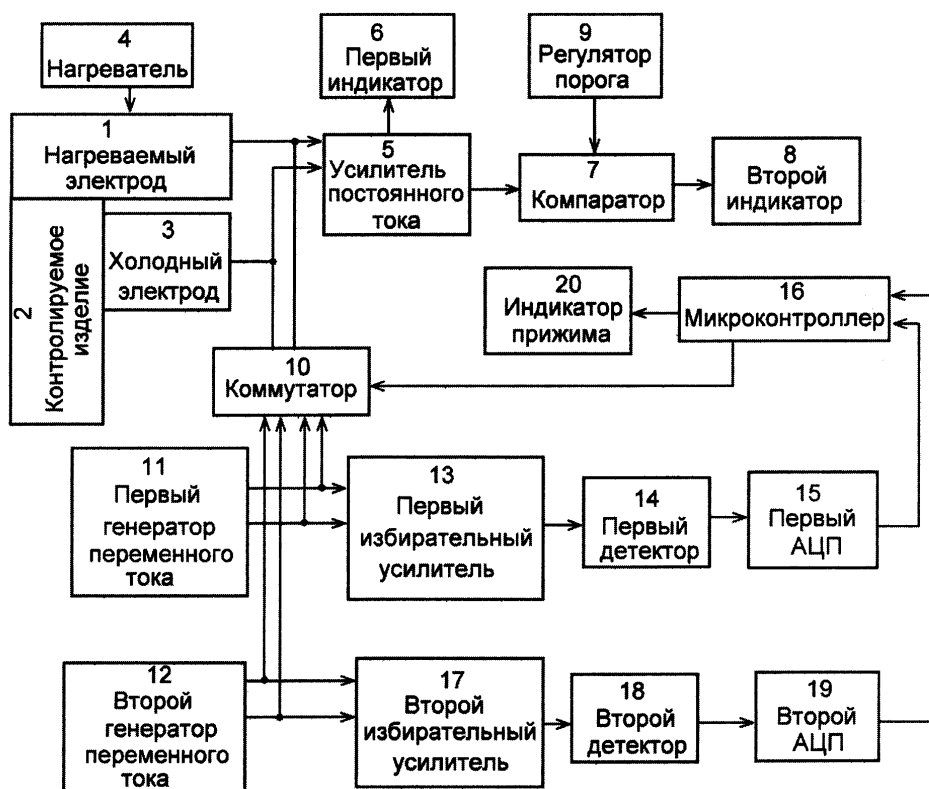


Схема устройства для контроля электрического контакта электродов с контролируемым изделием

Авторы: Солдатов А.И.  
Солдатов А.А.  
Костина М.А.  
Нариманова Г.Н.