

FEDERÁLNÍ ÚŘAD  
PRO VYNÁLEZY

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

## 267 659

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>  
G 01 N 27/82

(21) PV 8344-83  
(22) Přihlášeno 11 11 83  
(30) Právo přednosti od 15 12 82,  
G 01 N/245 997, DD

(40) Zveřejněno 13 06 85  
(45) Vydáno 17 08 92  
(89) 212169, 15 12 82, DD

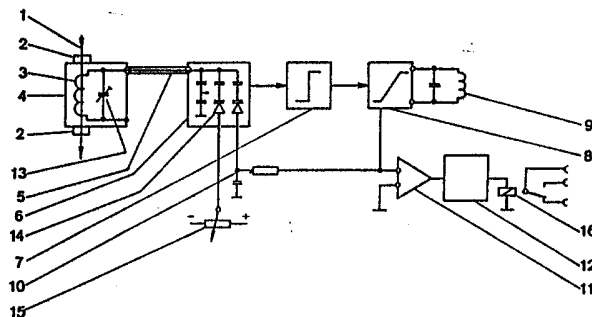
(75)  
Autor vynálezu

WOBODITSCH WALTER,  
KUHNERT HANS,  
STAHL VOLKER dipl. ing., BERLIN, (DD)

(54)

Zařízení pro bezkontaktní kontrolu povrchu, zejména  
materiálu ve tvaru provazce

(57) Řešení se týká zařízení pro bezkontaktní kontrolu, zejména povrchu procházejícího materiálem ve tvaru provazce, především bimetalického drátu z hliníku a mědi. Účel a úloha řešení spočívají ve vytvoření zařízení pro kontrolu materiálu, které je možno zhotovit bez velkých technických nákladů jednoduchými prostředky, které je necitlivé vůči vnějším faktorům a jednoznačně ukazuje vady dokonce při maximálně možných pracovních rychlostech. Zkušební sonda, do které jsou vestavěny cívka a dosedací kondenzátor, je připojena spojovacím kabelem k oscilátoru s doplnkovou parametrickou diodou, s níž jsou za sebou zapojeny omezovač, kmitočtový detektor a členek posuvy fáze o 90°, a výstup automatického doladování kmitočtového detektoru, přes paralelně zapojený RC-článek s velkou časovou konstantou je spojen s oscilátorem, paralelně zapojeným integrovaným obvodem a za ním zapojeným analyzátozem, přičemž indukčnost cívky zkušební sondy tvoří s kapacitou spojovacího kabelu a kapacitou kapacitního děliče, včetně kapacit doladovacího kondenzátoru rezonanční okruh, jehož kmitočet se mění při průchodu vady spojení hliníku a mědi v kontrolovaném materiálu.



#### Название изобретения

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОГО КОНТРОЛЯ, В ЧАСТНОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ПРОХОДЯЩЕГО МАТЕРИАЛА В ВИДЕ СТРЕНГИ**

#### Область применения изобретения

Изобретение касается устройства для контроля, в частности поверхности проходящего материала в виде стренги, предпочтительно биметаллической проволоки из алюминия и меди.

#### Характеристика известных технических решений

Известен контроль, например, материалов, деталей или других изделий на проводимость, твердость сплава, глубину закалки, трещины и разрывы или, например, материала в виде стренги как биметаллической проволоки из алюминия и меди на качество поверхности, характеризующееся сплошностью, боковыми разрывами каселей.

Для этого известны различные способы, устройства и схемы. Механические устройства по большей части работают с острыми или имеющими форму лезвия щупами, ощупывающими поверхность. Но при этом обнаруживаются лишь грубые дефекты, такие как неровности и трещины на поверхности. С этими устройствами можно контролировать материал в виде стренги только при очень низкой скорости его прохождения.

В оптических устройствах контролируемый материал зондируется светом с помощью передатчиков-излучателей и приемников. Недостаток такого рода устройств заключается главным образом в том, что оптические передатчики и приемники света легко загрязняются при эксплуатации, в результате чего ухудшается точность контроля.

При контроле материала в виде стренги дополнительно возникают провалы чувствительности в радиальном направлении, обусловленные технологическими допусками оптоэлектронных элементов, так как их геометрические оси не совпадают с оптическими.

Известны также способы и устройства, работающие на индукционном принципе. В DE-PS 928075 описан способ неразрушающего контроля материалов, признак которого состоит в том, что по активному и реактивному сопротивлению зондирующей катушки, подведенной к контролируемому образцу и подключенной к источнику тока, наряду с электропроводностью отдельно, но одновременно определяется толщина или диаметр образца.

Прибор для испытания материалов, в частности прибор на вихревых токах, описанный в DE-OS 20 49 486, работает с мостом для измерения индуктивности и с его помощью можно обнаруживать, например, трещины, дефекты и другие отклонения в изделиях.

С этой целью зонд, состоящий из сердечника с магнитно связанными обмотками, включен как индуктивность в резонансный контур. Недостатком этих названных устройств является то, что они технически сложны и трудоемки в изготовлении, а также ненадежны в тяжелых условиях эксплуатации и чувствительны к внешним воздействиям, например, колебаниям температуры. Кроме того, дефекты, например, контролируемого материала в виде стренги не однозначно выявляются и показываются при больших скоростях материала, так как точность измерения зависит от углового положения измерительного зонда относительно изделия, а это положение не может удерживаться неизменным.

#### Цель изобретения

Цель изобретения состоит в том, чтобы создать устройство для бесконтактного контроля, в частности поверхности проходящей биметаллической проволоки из алюминия и меди, которое без больших технических затрат можно изготовить простыми средствами, и которое надежно работает в тяжелых условиях эксплуатации.

### Сущность изобретения

В задачу изобретения входит разработка устройства для контроля, которое нечувствительно к внешним факторам, оказывающим влияние на результат измерения, и которое выявляет и однозначно показывает дефекты даже при максимально возможной рабочей скорости.

Согласно изобретению испытательный зонд, в который встроены катушка и подстроечный конденсатор, подключен соединительным кабелем к осциллятору с дополнительным параметрическим диодом, последовательно с которым включены ограничитель, частотный детектор и звено сдвига фазы на  $90^\circ$ , и выход АПЧ частотного детектора через параллельно включенное RC - звено с большой постоянной времени соединен с осциллятором, параллельно включенной интегральной схемой и последовательно включенным анализатором, причем индуктивность катушки испытательного зонда образует с емкостью соединительного кабеля и емкостью емкостного делителя, в том числе с емкостью подстроечного конденсатора, резонансный контур, который при прохождении дефекта соединения контролируемого материала меняет свою частоту. За счет внутреннего емкостного деления напряжения поддерживается колебательное состояние осциллятора. Согласно изобретению в осцилляторе дополнительно предусмотрен параметрический диод для подрегулировки частоты в случае изменения диаметра контролируемого материала, и этот диод соединен с потенциометром.

Если проходящая, например, биметаллическая проволока из алюминия и меди имеет дефект, т.е. на поверхности проходящей проволоки появляются пробелы в медном слое, либо медный слой не сплошной, то частота колебательного контура, образованного индуктивностью зонда и суммой внутренней и внешней емкостей, меняется так, что контур рассматривается при сплошной поверхности меди в сторону более высоких, а в местах с несплошной поверхностью меди - в сторону более низких частот. Согласно изобретению именно это изменение частоты имеет определяющее значение для выявления дефектов, в частности дефектов соединения алюминия с медью.

В соответствии с другим признаком в испытательном зонде на держателях из изоляционного материала, например, полиамида закреплены два сменных направляющих ползуна, причем их сквозные отверстия друг против друга относительно направления прохождения материала в виде стренги. Катушка испытательного зонда удерживается при этом в полых цилиндрических балках из изоляционного материала, например, текстолита. Чтобы предотвратить влияние внешних факторов, как например, образования петлевых цепей, которые могут искажать результат измерения, крепление испытательного зонда - изолирующее. Благодаря исполнению испытательного зонда исключаются механические отклонения во время прохождения проволоки, которые могут исказить результат измерения.

Решающее преимущество устройства согласно изобретению состоит прежде всего в том, что дефекты однозначно выявляются и регистрируются даже при технологически максимально возможной скорости материала, и что устройство по сравнению с известными является менее дорогостоящим.

Устройство для контроля позволяет также выявлять не только дефекты, например, голых биметаллических проводов из алюминия и меди, но и дефекты проволоки или биметаллической проволоки с резиновой, поливинилхлоридной или полиэтиленовой изоляцией либо обрывы проводников в жилах.

### Пример осуществления изобретения

Изобретение поясняется ниже подробнее на примере его осуществления. На рисунках показаны:

фиг. 1: блок-схема устройства для контроля согласно изобретению

фиг. 2: исполнение испытательного зонда согласно изобретению

Проходящий контролируемый материал 1, фиг. 1, например, биметаллический провод из алюминия и меди через направляющие ползуны 2 вводится в испытательный зонд 4. При этом материал 1 проходит через индуктивность 3 зонда.

В испытательном зонде 4, который соединен соединительным кабелем 5 с осциллятором 6, находится подстроечная емкость 13.

Последовательно с осциллятором 6, в котором находится емкостной делитель 22, включены ограничитель 7, детектор ЧМ 8 и звено сдвига фазы на  $90^\circ$  9, причем выход АПЧ частотного детектора 8 через параллельно включенное RC-звено 10 с большой постоянной времени соединен с осциллятором 6 и без задержки с параллельно включенной пороговой микросхемой 11. За ней следует анализатор 12, например, интегральная микросхема моностабильного мультивибратора. Испытательный зонд 4 и последующие элементы размещены в неизображенном корпусе. Сигнал, генерируемый осциллятором 6 и модулированный по частоте при появлении дефектов соединения меди с алюминием, сначала отфильтровывается ограничителем 7 от колебаний амплитуды и подается на частотный детектор 8, который преобразует частотно-модулированный сигнал в амплитудные колебания.

Ограничитель 7 и частотный детектор 8 построены предпочтительно на интегральной микросхеме /ИС/.

Частота, генерируемая осциллятором 6, предпочтительно находится в диапазоне, в котором глубина проникновения электромагнитного поля индуктивности 3 зонда приблизительно равна толщине слоя меди контролируемой биметаллической проволоки. Например, для биметаллической проволоки диаметром 1,78 мм из алюминия и меди с номинальным поперечным сечением  $2,5 \text{ мм}^2$ , толщиной слоя меди 64 мкм эта частота должна равняться примерно 2000 кГц. Как показывает практика, эта частота пригодна также для выявления дефектов соединения в диапазоне диаметров от 1 до 5 мм. В осцилляторе 6 предпочтительно предусмотрен дополнительный параметрический диод 14 для подрегулировки частоты при изменении диаметра контролируемого проходящего материала 1, и этот диод 14 соединен с потенциометром 15. При изменении диаметра контролируемого материала 1 изменяется индуктивность 3 зонда. С помощью параметрического диода 14 потенциометром 15 можно устанавливать изменившуюся в результате этого частоту колебательного контура на заданное значение. Это позволяет благодаря регулировке напряжения смещения параметрического диода 14 применять испытательный зонд 4 для различных диаметров проволоки. Так как относительные изменения частоты  $\Delta f/f$ , обусловленные малыми дефектами соединения, имеют величину порядка  $10^{-3}$  /в среднем/, то звено сдвига фазы 9 частотного детектора 8 должно иметь соответственно высокую добротность, как показывает опыт, более 200, чтобы получить на выходе АПЧ частотного детектора 8 изменения напряжения порядка нескольких вольт.

Это напряжение АПЧ согласно изобретению, с одной стороны, через RC-звено 10 с большой постоянной времени используется для подрегулировки частоты осциллятора LC, например, посредством параметрического диода, чтобы компенсировать медленные изменения частоты, вызванные, например, технологически обусловленными изменениями диаметра проходящего материала в ходе предшествующего волочения, а также влияниями температуры проходящего материала.

С другой стороны, согласно изобретению напряжение АПЧ подается без задержки на пороговую интегральную микросхему 11, которая при появлении дефектов соединения выдает импульс напряжения определенной амплитуды с длительностью, соответствующей времени прохождения дефекта соединения, которая при высоких рабочих скоростях составляет доли мс.

С помощью регулируемого /непоказанного на фиг. 1/ напряжения смещения можно менять чувствительность срабатывания пороговой интегральной микросхемы 11 в соответствии с типами возникающих дефектов.

Полученный таким образом сигнал подается на анализатор 12, который преобразует в определенный прямоугольный импульс, способный вызвать надежное срабатывание реле 16, причем контакты реле 16 могут быть включены в цепи, реализующие необходимые функции управления при появлении дефектов соединения, например, останов машины, пуск счетчика дефектов или принтера дефектных мест.

Чтобы при изготовлении проволоки из алюминия и меди отличать нормальные технологически обусловленные места сварки давлением от дефектов соединения меди и алюминия, неизображенная здесь схема обработки выполнена так, что она не реагирует на одиночный импульс, вызванный местом сварки давлением, но реагирует на серию импульсов, вызванную дефектами соединения, например, когда 2...n импульсов за короткое время /например, 0,1 с/ проходят через зонд.

На фиг. 2 показано исполнение испытательного зонда 4. На полках 21 швеллера 17 с возможностью замены закреплены два ползуна 2 как неподвижная направляющая на держателях 18 из изоляционного материала так, что их сквозные отверстия расположены по оси точно друг против друга, а их входные отверстия отвернуты друг от друга в направлении, противоположном направлению прохождения материала.

Это имеет то преимущество, что при обрыве контролируемого материала в виде стренги его несложно вновь ввести в испытательный зонд.

Ползуны 2 выполнены из твердого сплава с отверстиями, соответствующими проходящему материалу, причем они лишь немного больше максимального диаметра проходящего материала, чтобы исключить его волочение. Благодаря этому достигается точная проводка и спокойный ход контролируемого материала 1, например, биметаллической проволоки из алюминия и меди. Держатель 18 ползунов 2 сконструирован так, что возможна простая смена их, например, для другого диаметра контролируемого материала.

Крепление индуктивности 3 зонда выполнено в виде полых цилиндрических раскорок 19 из изоляционного материала, опирающихся на полки 21 швеллера 17. Индуктивность 3 зонда представляет собой цилиндрическую катушку с отношением внутреннего диаметра к длине, равным предпочтительно 1.

В швеллере 17 расположены также подстроечная емкость 13 и неизображенное высокочастотное гнездо. Объем, заключенный в швеллере 17, можно закрыть кожухом. Кронштейн 20 испытательного зонда 4 изготовлен из изоляционного материала и благодаря наличию продолговатых отверстий может быть выправлен относительно проходящего материала. Тем самым одновременно обеспечивается неподвижность закрепленного зонда 4. Решающим для работы устройства является то обстоятельство, что ползуны 2, имеющие сердечник из твердого сплава, не имеют проводящей связи со швеллером 17 испытательного зонда 4.

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

1. Устройство для бесконтактного контроля поверхности, в частности материала в виде стренги, например, симеталлической проволоки из алюминия и меди, отличающееся тем, что испытательный зонд /4/, в который встроены катушка /3/ зонда и подстроечный конденсатор /13/, подключен соединительным кабелем /14/, последовательно с которым включены ограничитель /7/, частотный детектор /8/ и звено сдвига фазы на  $90^\circ$  /9/, и выход АПЧ частотного детектора /8/ через параллельно включенное RC-звено /10/ с большой постоянной времени соединен с осциллятором /6/, параллельно включенной интегральной схемой /11/ и последовательно включенным анализатором /12/, причем индуктивность катушки /3/ испытательного зонда /4/ образует с емкостью соединительного кабеля /5/ и емкостью емкостного делителя /22/, в том числе с емкостью подстроечного конденсатора /13/, резонансный контур.

2. Устройство для бесконтактного контроля по п. 1, отличающееся тем, что в испытательном зонде /4/ на держателях из изоляционного материала /18/, например, полиамида с возможностью смены размещены два направляющих ползуна /2/, причем их сквозные отверстия располагаются вдоль противоположных осей, а их входные отверстия отвернуты друг от друга в направлении, противоположном направлению прохождения материала /1/ в виде стренги.

3. Устройство контроля по п. 1, отличающееся тем, что катушка /3/ испытательного зонда /4/ закреплена в полых цилиндрических распорках /18/ из изоляционного материала, например, текстолита.

Приложение: рис. на 2 л.

## А Н Н О Т А Ц И Я

Изобретение касается устройства для бесконтактного контроля, в частности поверхности проходящего материала в виде стренги, предпочтительно биметаллической проволоки из алюминия и меди. Цель и задача изобретения состоит в том, чтобы создать устройство для контроля, которое без больших технических затрат можно изготовить простыми средствами, нечувствительно к внешним факторам и однозначно показывает дефекты даже при максимально возможных рабочих скоростях.

Согласно изобретению испытательный зонд, в который встроены катушка и подстроечный конденсатор, подключен соединительным кабелем к осциллятору с дополнительным параметрическим диодом, последовательно с которым включены, ограничитель, частотный детектор и звено сдвига фазы на  $90^\circ$ , и выход АПЧ частотного детектора через параллельно включенное RC-звено с большой постоянной времени соединен с осциллятором, параллельно включенной интегральной микросхемой и последовательно включенным анализатором, причем индуктивность катушки испытательного зонда образует с емкостью соединительного кабеля и емкостью емкостного делителя, в том числе с емкостью подстроечного конденсатора, резонансный контур, частота которого меняется при прохождении дефекта соединения алюминия и меди в контролируемом материале.

- Фиг. 1 -

## PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zařízení pro bezkontaktní kontrolu povrchu, zejména materiálu ve tvaru provazce, například bimetalického drátu z hliníku a mědi, vyznačující se tím, že zkušební sonda (4), do které jsou vestavěny cívka (3) zkušební sondy (4) a dolaďovací kondenzátor (13) a je připojena spojovacím kabelem (14) jímž jsou za sebou zapojeny omezovač (7), kmitočtový detektor (8) a článek (9) posuvu fáze o  $90^{\circ}$ , a výstup automatického dolaďování kmitočtového detektoru (8) přes paralelně zapojený RC-článek (10) s velkou časovou konstantou je spojený s oscilátorem (6), paralelně zapojeným integrovaným obvodem (11) a za ním zapojeným analyzátozem (12), přičemž indukčnost cívky (3) zkušební sondy (4) tvoří s kapacitou spojovacího kabelu (5) a kapacitou kapacitního děliče (22), včetně kapacity dolaďovacího kondenzátoru (13) rezonanční okruh.

2. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že ve zkušební sondě (4) na držácích (18) z izolačního materiálu, například polyamidu, jsou vyměnitelně rozmístěny dvě vodičí smýkadla (2), přičemž jejich průchozí otvory jsou rozmístěny podél protilehlých os, a jejich vstupní otvory jsou otočeny navzájem ve směru, protilehlém směru průchodu materiálu (1) ve tvaru provazce.

3. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že cívka (3) zkušební sondy (4) je upevněna v dutých válcových rozpěrkách z izolačního materiálu, například textolitu.

