

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **15761**

(13) **С1**

(46) **2012.04.30**

(51) МПК

**G 01N 27/72** (2006.01)

(54)

**СПОСОБ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КОНТРОЛЯ СВОЙСТВ  
ОБЪЕКТА ИЗ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕГО МАГНИТНОГО  
МАТЕРИАЛА**

(21) Номер заявки: а 20100343

(22) 2010.03.09

(43) 2011.10.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Павлюченко Владимир Васильевич; Дорошевич Елена Сергеевна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ВУ 10464 С1, 2008.

ВУ а20060245, 2007.

RU 2118816 С1, 1998.

JP 58083252 А, 1983.

СА 1291211 С, 1991.

(57)

1. Способ электромагнитного контроля свойств объекта из электропроводящего магнитного материала, в котором к поверхности объекта, находящегося под воздействием постоянного магнитного поля, прижимают острое или выступ металлического щупа из немагнитного материала и перемещают его со скольжением вдоль различных выбранных направлений для сканирования всей указанной поверхности, считывают возникающие при скольжении электромагнитные волны в каждой точке сканирования, в которой в данный момент времени находится щуп, с помощью широкополосного усилителя с приемной антенной, записывают считанные сигналы в цифровом либо аналоговом виде на элементы памяти и получают на их основе оптические изображения объекта вдоль всех направлений сканирования путем преобразования записанных цифровых сигналов в телевизионный растр либо передачи аналоговых сигналов на люминесцирующий экран с послесвечением, а затем определяют искомые свойства объекта, такие как качество обработки его поверхности, наличие и параметры инородных включений на ней, а также параметры внутренних и поверхностных дефектов сплошности, путем сравнения полученных изображений с заранее аналогично полученными изображениями эталонных объектов с известными свойствами.

2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что в процессе сканирования изменяют направление магнитного поля от касательного к поверхности объекта до нормали к ней для выявления дефектов различной ориентации.

3. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что скорость перемещения щупа вдоль каждого из направлений сканирования задают исходя из требуемого разрешения свойств поверхности объекта.

4. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что объект гальванически соединяют с излучающей антенной.

5. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что при получении указанных изображений объекта координаты каждой точки сканирования определяют по положению закрепленного на щупе источника света.

**ВУ 15761 С1 2012.04.30**

6. Способ по п. 5, **отличающийся** тем, что запись считанных сигналов на элементы памяти осуществляют по факту приема электрического сигнала, обусловленного излучением указанного источника света.

7. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что сканирование сопровождаются звуковой индикацией для слежения за процессом контроля.

---

Изобретение относится к контрольно-измерительной технике и может быть использовано для контроля качества изделий из электропроводящих и магнитных материалов.

Известен способ магнитного контроля дефектности и электрических свойств изделия из электропроводящего материала [1], заключающийся в том, что на изделие воздействуют линейно нарастающим до постоянной величины магнитным полем, формируют распределение тангенциальной составляющей напряженности прошедшего магнитного поля в разные моменты времени, записывают на элементы памяти в виде распределения уровней электрического сигнала, визуализируют взаимодействие этого поля со структурой материала изделия и по полученным изображениям определяют свойства материала изделия.

Однако этот способ не обладает высокой надежностью контроля.

Прототипом предлагаемого изобретения является способ магнитоимпульсного контроля дефектности, электрических и магнитных свойств объекта из магнитного или немагнитного электропроводящего материала [2], заключающийся в том, что на объект воздействуют импульсами магнитного поля с разными временами нарастания, выбирают линию замера и находят распределение максимальной тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля по этой линии для каждого импульса, формируют оптические изображения магнитного поля для слоев объекта, соответствующих этим импульсам, в виде растров, по которым определяют величину удельной электропроводности и магнитной проницаемости материала объекта и наличие в нем дефектов. Однако этот способ также не обладает высокой надежностью контроля свойств поверхностных и приповерхностных слоев и качества обработки поверхности объекта.

Задачей изобретения является повышение надежности контроля объектов из электропроводящих и магнитных материалов.

Поставленная задача достигается тем, что в способе электромагнитного контроля свойств объекта из электропроводящего магнитного материала к поверхности объекта, находящегося под воздействием постоянного магнитного поля, прижимают острие или выступ металлического щупа из немагнитного материала и перемещают его со скольжением вдоль различных выбранных направлений для сканирования всей указанной поверхности, считывают возникающие при скольжении электромагнитные волны в каждой точке сканирования, в которой в данный момент времени находится щуп, с помощью широкополосного усилителя с приемной антенной, записывают считанные сигналы в цифровом либо аналоговом виде на элементы памяти и получают на их основе оптические изображения объекта вдоль всех направлений сканирования путем преобразования записанных цифровых сигналов в телевизионный растр либо передачи аналоговых сигналов на люминесцирующий экран с послесвечением, а затем определяют искомые свойства объекта, такие как качество обработки его поверхности, наличие и параметры инородных включений на ней, а также параметры внутренних и поверхностных дефектов сплошности, путем сравнения полученных изображений с заранее аналогично полученными изображениями эталонных объектов с известными свойствами, в процессе сканирования изменяют направление магнитного поля от касательного к поверхности объекта до нормали к ней для выявления дефектов различной ориентации, при этом скорость перемещения щупа вдоль каждого из направлений сканирования задают исходя из требуемого разрешения свойств поверхности объекта, а объект гальванически соединяют с излучающей антенной, при получении указанных изображений объекта координаты каждой точки сканирования опреде-

ляют по положению закрепленного на щупе источника света, запись считанных сигналов на элементы памяти осуществляют по факту приема электрического сигнала, обусловленного излучением указанного источника света, сканирование сопровождается звуковой индикацией для слежения за процессом контроля.

Способ осуществляют следующим образом.

По поверхности контролируемого объекта из электропроводящего материала перемещают металлический щуп из немагнитного материала с прижатием к этой поверхности. В результате скольжения щупа по поверхности объекта происходит сток электронов и возникают электромагнитные волны. Длина этих волн и их амплитуда зависят от качества обработки поверхности объекта, наличия на ней инородных включений, внутренних дефектов с выходом их на поверхность объекта, от электропроводности материала объекта и щупа. Считывание возникающих электромагнитных волн осуществляют с помощью широкополосного усилителя с приемной антенной и записывают полученные сигналы на элементы памяти в виде уровней электрического сигнала в цифровом виде с разложением информации строки по линии замера в телевизионный растр или в виде изображения аналогового сигнала на люминесцирующий экран с послесвечением. Таким изображением может быть изображение синусоиды, экспоненты и т.д. Сигнал с выхода широкополосного усилителя в виде зависимости величины электрического напряжения от времени подают непосредственно в тракт электрического сигнала (видеосигнала), или непосредственно на элементы памяти при записи на них информации, или на вход осциллографа или другого анализатора сигнала (анализатора спектра). Для повышения надежности используют щуп с острием или выступом, позволяющим сканировать поверхность объекта по ее точкам. После этого анализируют полученную информацию и определяют качество обработки поверхности объекта, наличие и параметры инородных включений на его поверхности, а также внутренние и выходящие на поверхность объекта дефекты сплошности путем сравнения с известными распределениями для эталонных объектов. Параметры спектров электромагнитных волн зависят от чистоты обработки поверхности и наличия на ней диэлектрических и других материалов, а также от внутренних дефектов, например трещин с раскрытием на поверхности объекта. Для того чтобы определить свойства поверхности объекта в его плоскости сканируют поверхность объекта щупом в разных направлениях по всем точкам поверхности. Поверхностные неоднородности и внутренние дефекты создают магнитные поля рассеяния на поверхности объекта в действующем магнитном поле и в режиме остаточного намагничивания. Поскольку параметры возникающих электромагнитных волн зависят от величины и направления действующего магнитного поля как для поверхностных, так и для глубинных дефектов сплошности, то для усиления эффекта контроль осуществляют в постоянном магнитном поле, направление которого варьируют в плоскости поверхности объекта и в нормальном к ней положении с целью выявления дефектов разной ориентации, или объект предварительно намагничивают. Для того чтобы разрешать свойства поверхности объекта с разной чистотой обработки в оптимальных режимах контроль осуществляют с разными скоростями перемещения щупа с учетом амплитуды электрического сигнала и шага разрешения свойств поверхности объекта.

Усиление эффекта достигают тем, что к контролируемому объекту подсоединяют антенну, например кусок медного провода, гальванически связанный с объектом.

Для слежения за процессом контроля используют звуковую индикацию, например устанавливая на выходе широкополосного усилителя звуковой индикатор (динамик).

Для осуществления телевизионной записи координаты точек контроля определяют по положению укрепленного на щупе точечного источника света, например светодиода. Разрешение на запись информации на элементы памяти осуществляют электрическим сигналом в видеосигнале, обусловленным излучением источника света щупа. Это делают следующим образом. Уровень сигнала от источника света щупа устанавливают выше всех остальных уровней сигнала в видеосигнале. В тракте электрического сигнала телевизион-

ного приемника делают отдельный вывод, в который устанавливают пороговое устройство (компаратор) с уровнем напряжения срабатывания ниже уровня сигнала от источника света и выше уровня остальных сигналов. Тогда компаратор пропустит только сигнал от источника света щупа. Этот сигнал усиливают до необходимой величины электрического напряжения и подают на разрешающий вход записи на элементы памяти. Таким образом, на элементы памяти записывают величину напряжения на выходе широкополосного усилителя только для той точки пространства, в которой в данный момент времени находится щуп. Кадры телевизионного разложения, элементы которого соответствуют точкам поверхности объекта, несут в себе информацию о параметрах электромагнитных полей, возникающих в те моменты времени, когда над этими точками находится щуп. Сравнивая оптические изображения, полученные при выводе информации с элементов памяти на телевизионный экран, с изображениями для эталонных объектов, определяют удельную электропроводность  $\sigma$  и магнитную проницаемость  $\mu$  материала объекта, качество его поверхности и наличие в нем внутренних дефектов. Таким образом, каждому элементу телевизионного разложения, записанному на элементы памяти, соответствует свой спектр радиоволн. Для получения информации о качестве поверхности в плоскости сканируют поверхность объекта щупом в разных направлениях. В случае возникновения длинных волн каждому элементу раstra соответствует один уровень записи, а в случае коротких волн - сложная функция, состоящая из электромагнитных волн разной частоты. В общем случае элемент разложения является не точечным в цифровом виде с одним уровнем яркости (одной величиной электрического напряжения), а линейным с осью времени, каждой точке которой соответствует свой цифровой код (уровень электрического сигнала, уровень яркости, уровень цветности). Такую запись осуществляют на дополнительные элементы памяти, которые ставят в соответствие каждому элементу телевизионного разложения в растр. Формируют кадры телевизионного разложения, соответствующие разным углам сканирования объекта. Задают направление, обозначают его на поверхности объекта и сканируют щупом всю поверхность объекта в направлении, параллельном заданному, то есть под углом  $\alpha_0 = 0$ . Производят считывание и запись электромагнитных волн на элементы памяти. Выбирают угловой шаг сканирования  $\Delta\alpha$  и повторяют все операции под углом  $\alpha_1 = \Delta\alpha$ , затем под углом  $\alpha_2 = 2\Delta\alpha$  и так далее. Поскольку параметры возникающих электромагнитных волн зависят от скорости движения щупа по поверхности объекта, то все указанные операции производят с разными скоростями движения щупа, задавая аналогичным образом шаг изменения скорости. В результате каждый кадр телевизионного разложения, записанный на элементы памяти, является функцией координат  $x$ ,  $y$  в плоскости поверхности объекта, угла сканирования  $\alpha_i$ , скорости сканирования  $v_i$ , величины напряженности магнитного поля  $H_i$  и углов, под которыми направлена напряженность магнитного поля к осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$  в пространстве  $\beta_{xi}$ ,  $\beta_{yi}$ ,  $\beta_{zi}$ :  $U = U(x, y, \alpha_i, v_i, H_i, \beta_{xi}, \beta_{yi}, \beta_{zi})$ , где  $U$  - величина электрического напряжения.

Источники информации:

1. Патент 11265 BY, МПК G 01N 27/84, 2008.
2. Патент 10464 BY, МПК G 01N 27/00, 2008 (прототип).