

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **18253**

(13) **С1**

(46) **2014.06.30**

(51) МПК

G 01N 27/72 (2006.01)

(54) **СПОСОБ МАГНИТОИМПУЛЬСНОГО КОНТРОЛЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ, В ЧАСТНОСТИ
УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ И МАГНИТНОЙ
ПРОНИЦАЕМОСТИ, ДЕФЕКТНОСТИ, А ТАКЖЕ ТОЛЩИНЫ
ОБЪЕКТА СЛОЖНОЙ ФОРМЫ ИЗ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕГО
МАГНИТНОГО МАТЕРИАЛА**

(21) Номер заявки: а 20111731

(22) 2011.12.15

(43) 2013.08.30

(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 13905 С1, 2010.

ВУ 8826 С1, 2006.

RU 2176317 С1, 2001.

RU 2118816 С1, 1998.

SU 1573410 А1, 1990.

US 4290019 А, 1981.

(57)

1. Способ магнитоимпульсного контроля электрических и магнитных свойств, в частности удельной электропроводности σ и магнитной проницаемости μ , дефектности, а также толщины объекта сложной формы из электропроводящего магнитного материала, в котором на поверхность эталонного объекта с известными свойствами, повторяющего по форме контролируемый объект, накладывают дискретный магнитный носитель с чередующимися магнитными и немагнитными участками, размещают эталонный объект в заданном положении под набором индукторов, изогнутых по профилю его поверхности и лежащих в пересекающих эту поверхность параллельных вертикальных плоскостях, воздействуют на объект непрерывным во времени магнитным полем этих индукторов с несколькими поочередными импульсами различной полярности или тем же количеством отдельных импульсов магнитного поля различной полярности, уменьшая амплитуду магнитного поля от импульса к импульсу, сканируют магнитный носитель считывающим устройством и измеряют величину электрического напряжения на его выходе, пропорциональную величине напряженности записанного носителем остаточного магнитного поля поверхности объекта, подбирают и записывают параметры воздействующего магнитного поля, обеспечивающие максимальную разницу величин указанного напряжения, измеренных на поверхности под индукторами и посередине между ними, затем накладывают такой же магнитный носитель на поверхность контролируемого объекта, находящегося в том же положении относительно индукторов, воздействуют на контролируемый объект магнитным полем с записанными параметрами, сканируют магнитный носитель считывающим устройством и измеряют величину электрического напряжения на его выходе вдоль ориентированной относительно индукторов заданным образом линии замера, а затем находят распределение указанного напряжения вдоль этой линии и создают визуальную

ВУ 18253 С1 2014.06.30

растровую картину этого распределения, по которым определяют искомые свойства контролируемого объекта.

2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что на контролируемый объект дополнительно поочередно воздействуют магнитным полем при нескольких угловых положениях плоскостей расположения индукторов относительно первой линии замера, число которых задают исходя из заданного разрешения свойств объекта по его поверхности, и поочередно определяют искомые свойства объекта вдоль всех линий замера, соответствующих указанным положениям.

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

Известен магнитоимпульсный способ контроля материалов [1], заключающийся в том, что на контролируемый объект воздействуют периодически повторяющимися импульсными магнитными полями и по параметрам взаимодействия этих полей со структурой материала определяют физико-механические свойства материала.

Однако этот способ не обладает достаточной точностью и производительностью контроля объектов сложной формы.

Известен магнитоимпульсный способ контроля материалов [2], заключающийся в том, что на контролируемый объект воздействуют сериями импульсов магнитного поля и по параметрам взаимодействия этих импульсов со структурой материала определяют физико-механические свойства материала.

Однако этот способ не обладает достаточной точностью и производительностью контроля объектов сложной формы.

Прототипом предлагаемого изобретения является способ магнитоимпульсного контроля дефектности, электрических и магнитных свойств объекта из магнитного или немагнитного электропроводящего материала [3], заключающийся в том, что на поверхность объекта воздействуют импульсами магнитного поля с разным временем нарастания, находят распределение максимальной тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля $H_{\text{тм}}$ по линии замера для каждого импульса, формируют оптическое изображение распределения в виде растра, измеряют $H_{\text{тм}}$, по значению которой определяют величину удельной электропроводности σ материала объекта и величину его магнитной проницаемости μ по предварительно найденным зависимостям величины напряженности магнитного поля от удельной электропроводности, магнитной проницаемости и времени нарастания импульса поля, а наличие дефектов - по виду растра.

Однако этот способ также не обладает достаточной точностью и производительностью контроля объектов сложной формы.

Задачей изобретения является повышение точности и производительности контроля распределения удельной электропроводности σ , магнитной проницаемости μ , параметров дефектов и структурных неоднородностей объектов сложной формы из электропроводящих и магнитных материалов.

Поставленная задача достигается тем, что в способе магнитоимпульсного контроля электрических и магнитных свойств, в частности удельной электропроводности σ и магнитной проницаемости μ , дефектности, а также толщины объекта сложной формы из электропроводящего магнитного материала, заключающемся в том, что на поверхность эталонного объекта с известными свойствами, повторяющего по форме контролируемый объект, накладывают дискретный магнитный носитель с чередующимися магнитными и немагнитными участками, размещают эталонный объект в заданном положении под набором индукторов, изогнутых по профилю его поверхности и лежащих в пересекающих эту

поверхность вертикальных параллельных плоскостях, воздействуют на объект непрерывным во времени магнитным полем этих индукторов с несколькими поочередными импульсами различной полярности или тем же количеством отдельных импульсов магнитного поля различной полярности, уменьшая амплитуду магнитного поля от импульса к импульсу, сканируют магнитный носитель считывающим устройством и измеряют величину электрического напряжения на его выходе, пропорциональную величине напряженности записанного носителем остаточного магнитного поля поверхности объекта, подбирают и записывают параметры воздействующего магнитного поля, обеспечивающие максимальную разницу величин указанного напряжения, измеренных на поверхности под индукторами и посередине между ними, затем накладывают такой же магнитный носитель на поверхность контролируемого объекта, находящегося в том же положении относительно индукторов, воздействуют на контролируемый объект магнитным полем с записанными параметрами, сканируют магнитный носитель считывающим устройством и измеряют величину электрического напряжения на его выходе вдоль ориентированной относительно индукторов заданным образом линии замера, а затем находят распределение указанного напряжения вдоль этой линии и создают визуальную растровую картину этого распределения, по которым определяют искомые свойства контролируемого объекта, при этом на контролируемый объект дополнительно поочередно воздействуют магнитным полем при нескольких угловых положениях плоскостей расположения индукторов относительно первой линии замера, число которых задают исходя из заданного разрешения свойств объекта по его поверхности, и поочередно определяют искомые свойства объекта вдоль всех линий замера, соответствующих указанным положениям.

Сущность изобретения состоит в следующем.

Использование импульсного магнитного поля с выбросами обратного и прямого направления с убывающей амплитудой напряженности или несколькими последовательными импульсами разной полярности с убывающей амплитудой позволяет значительно увеличить информацию о контролируемом объекте и повысить точность контроля его магнитных и электрических свойств, толщины, однородности и наличие дефектов в нем. При этом запись магнитных полей целесообразно производить на дискретный магнитный носитель (МН) с чередующимися магнитными и немагнитными участками.

В случае протяженных объектов точность и производительность контроля можно повысить за счет использования не одного индуктора, а нескольких параллельных линейных индукторов, охватывающих всю поверхность объекта или его значительную часть. Однако для контроля объектов сложной формы, имеющих, например, сферические или цилиндрические поверхности, добиться точного контроля с помощью прямолинейного линейного индуктора или параллельных линейных индукторов, расположенных в одной плоскости, нельзя. Поэтому для повышения точности контроля линейные индукторы при сохранении параллельности плоскостей, в которых они расположены, следует изогнуть по профилю поверхности контролируемого объекта. Это делают следующим образом. Устанавливают линейные индукторы в одной плоскости параллельно друг другу. После этого для каждого линейного индуктора определяют "свою" плоскость, проходящую через него и перпендикулярную плоскости, в которой первоначально расположены индукторы. Таким образом, "свои" плоскости каждого линейного индуктора параллельны друг другу. Эти плоскости индукторов перпендикулярны плоскости, в которой лежат все индукторы. Затем устанавливают индукторы на эталонный объект и изгибают таким образом, что каждый линейный индуктор остается в той же "своей" плоскости, что и был, и при этом повторяет форму объекта. Матрица линейных индукторов, изогнутых по профилю эталонного объекта, может быть изготовлена заранее.

Способ работает следующим образом.

ВУ 18253 С1 2014.06.30

Воздействуют на эталонный объект сложной формы с МН импульсом магнитного поля линейных индукторов, изогнутых по профилю поверхности эталонного объекта и лежащих в параллельных плоскостях.

Импульс поля имеет один или несколько выбросов обратного и прямого направления с убывающей амплитудой. Амплитуды импульса и выбросов определяют исходя из гистерезисных свойств МН таким образом, чтобы происходило чередование максимумов и минимумов его остаточных магнитных полей под осями индукторов и посередине между ними, причем непосредственно под осями могут быть как максимумы, так и минимумы.

Такой же результат можно получить путем воздействия на МН с эталонным объектом несколькими последовательными импульсами разной полярности с убывающей амплитудой. Запись магнитных полей производят на дискретный МН с чередующимися магнитными и немагнитными участками. Определение электрических и магнитных свойств объекта и дефектов в нем осуществляют по величине электрического напряжения U на выходе считывающего устройства, сканирующего МН. Величина U пропорциональна напряженности остаточного магнитного поля МН, так что максимумы и минимумы U соответствуют максимумам и минимумам остаточных магнитных полей МН.

Распределениям U вдоль линии замера соответствуют изображения геометрических фигур распределения напряженности магнитного поля. Распределениям U ставят в соответствие оптические изображения. При этом добиваются максимальной разности амплитуд сигналов под индукторами и вне их. После этого устанавливают индукторы на контролируемый объект такой же формы, как эталонный объект, воздействуют на него с МН такими же импульсами поля, находят функции распределения величины электрического напряжения U по поверхности контролируемого объекта, по которым идентифицируют свойства контролируемого объекта.

Для нахождения протяженных дефектов, ориентированных по разным направлениям в объекте, контроль свойств объектов производят с разной ориентацией осей линейных индукторов относительно выбранного направления на поверхности контролируемого объекта, которые определяют исходя из требуемого разрешения свойств объекта.

Таким образом, определяют величину удельной электропроводности σ материала объекта, величину его магнитной проницаемости μ и толщину объекта путем сравнения с предварительно найденными зависимостями величины напряженности магнитного поля от σ , μ и времени нарастания импульса поля для немагнитных или магнитных известных материалов, а наличие дефектов - по виду растра.

Источники информации:

1. Методы неразрушающих испытаний // Под ред. Шарпа. - М.: Мир, 1972. - С. 394-412.
2. Мельгуй М.А. Магнитный контроль механических свойств сталей. - Минск: Наука и техника, 1980. - С. 157-162.
3. Патент ВУ 10464, МПК G 01N 27/00, 2008 (прототип)