

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **10464**

(13) **С1**

(46) **2008.04.30**

(51) МПК (2006)

**G 01N 27/00**

(54)

**СПОСОБ МАГНИТОИМПУЛЬСНОГО КОНТРОЛЯ  
ДЕФЕКТНОСТИ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ  
ОБЪЕКТА ИЗ МАГНИТНОГО ИЛИ НЕМАГНИТНОГО  
ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕГО МАТЕРИАЛА**

(21) Номер заявки: а 20060201

(22) 2006.03.09

(43) 2007.10.30

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

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

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

(56) Мельгуй М.А. Магнитный контроль механических свойств сталей. - Мн.: Наука и техника, 1980. - С. 157-162.

RU 2012009 С1, 1994.

RU 2176317 С1, 2001.

US 4271393, 1981.

US 4292589 А, 1981.

JP 58083252 А, 1983.

(57)

Способ магнитоимпульсного контроля дефектности, электрических и магнитных свойств объекта из магнитного или немагнитного электропроводящего материала, заключающийся в том, что на объект воздействуют импульсным электромагнитным полем в виде последовательности импульсов с равными амплитудами и регистрируют параметры, характеризующие результат взаимодействия указанного поля и объекта, определяющие состояние последнего, **отличающийся** тем, что на поверхность объекта воздействуют одиночными импульсами магнитного поля в виде полусинусоиды, характеризующимися различным временем нарастания импульсов  $t_{i\max}$  с обеспечением возможности проникновения в контролируемый материал на различную эффективную глубину, определяемую  $t_{i\max}$ , на поверхности объекта выбирают линию замера и находят распределение максимальной тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля  $H_{i\tau m}$  по этой линии для каждого импульса, формируют оптическое изображение распределения  $H_{i\tau m}$  для слоев объекта в виде раstra, ширину каждой из полос которого устанавливают прямо пропорциональной эффективной глубине проникновения магнитного поля в объект для каждого  $t_{i\max}$ , причем полосы раstra располагают в порядке возрастания  $t_{i\max}$ , измеряют  $H_{i\tau m}$  на поверхности объекта для каждого импульса, по значению которой определяют величину удельной электропроводности  $\sigma$  материала объекта и величину его магнитной проницаемости  $\mu$  по предварительно найденным зависимостям  $H_{i\tau m} = H_{i\tau m}(\sigma, t_{i\max})$  и  $H_{i\tau m} = H_{i\tau m}(\sigma, \mu, t_{i\max})$  соответственно для немагнитного или магнитного электропроводящего материала, а наличие дефектов - по виду раstra.

**ВУ 10464 С1 2008.04.30**

Изобретение относится к контрольно-измерительной технике и может быть использовано для контроля качества изделий 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 надежностью.

Прототипом предлагаемого изобретения является способ электромагнитного контроля [2], заключающийся в том, что на объект воздействуют электромагнитным импульсным полем в виде последовательности пилообразных импульсов с равными амплитудами и регистрируют параметры взаимодействия указанного поля и объекта, по которым определяют состояние объекта.

Однако этот способ обладает недостаточной надежностью.

Задачей изобретения является повышение надежности контроля электрических и магнитных свойств и параметров дефектов объектов из электропроводящих и магнитных материалов.

Поставленная задача достигается тем, что в способе магнитоимпульсного контроля дефектности, электрических и магнитных свойств объекта из магнитного или немагнитного электропроводящего материала на объект воздействуют импульсным электромагнитным полем в виде последовательности импульсов с равными амплитудами и регистрируют параметры, характеризующие результат взаимодействия указанного поля и объекта, определяющие состояние последнего, на поверхность объекта воздействуют одиночными импульсами магнитного поля в виде полусинусоиды, характеризующимися различным временем нарастания импульсов  $t_{i \max}$  с обеспечением возможности проникновения в контролируемый материал на различную эффективную глубину, определяемую  $t_{i \max}$ , на поверхности объекта выбирают линию замера и находят распределение максимальной тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля  $H_{i \tau m}$  по этой линии для каждого импульса, формируют оптическое изображение распределения  $H_{i \tau m}$  для слоев объекта в виде раstra, ширину каждой из полос которого устанавливают прямо пропорциональной эффективной глубине проникновения магнитного поля в объект для каждого  $t_{i \max}$ , причем полосы раstra располагают в порядке возрастания  $t_{i \max}$ , измеряют  $H_{i \tau m}$  на поверхности объекта для каждого импульса, по значению которой определяют величину удельной электропроводности  $\sigma$  материала и величину его магнитной проницаемости  $\mu$ , по предварительно найденным зависимостям  $H_{i \tau m} = H_{i \tau m}(\sigma, t_{i \max})$  и  $H_{i \tau m} = H_{i \tau m}(\sigma, \mu, t_{i \max})$  соответственно для немагнитного или магнитного электропроводящего материала, а наличие дефектов - по виду раstra.

Изобретение осуществляют следующим образом.

На поверхности объекта выбирают линию замера. Воздействуют на объект импульсами магнитного поля в виде полусинусоиды со временами нарастания  $t_{i \max}$ , находят распределение максимальной тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля  $H_{i \tau m}$  по линии замера и для каждого импульса на поверхности объекта формируют полосу раstra. Ширину этой полосы  $L$  устанавливают прямо пропорциональной эффективной глубине проникновения магнитного поля в объект  $\Delta_i$ , для каждого времени нарастания  $t_{i \max}$ :

$$\Delta_i = \sqrt{\frac{4t_{i \max}}{\pi\mu\mu_0\sigma}}$$

При этой величине  $H_{i \tau m}$  вводят в соответствие уровни сигнала, например, электрического, и производят запись каждой полосы раstra на элементы памяти.

После этого воспроизводят информацию, записанную на элементы памяти каждой полосы, например, на экране монитора, по отдельности и получают оптическое изображение

распределения  $H_{i\ \tau m}$  для слоев объекта толщиной  $\Delta_i$  с цифровой индикацией величины  $H_{i\ \tau m}$ .

В случае немагнитных материалов величина  $H_{i\ \tau m}$  зависит от величины индукционных токов в материале объекта, которые определяются скоростью изменения магнитного потока, проходящего через поверхность объекта, а значит, является функцией времени нарастания импульса поля  $t_{i\ \max}$  и величины удельной электропроводности материала объекта  $\sigma$ :  $H_{i\ \tau m} = H_{i\ \tau m}(\sigma, t_{i\ \max})$ . Для магнитных материалов  $H_{i\ \tau m}$  также зависит от  $\sigma$  материала и  $t_{i\ \max}$  и еще определяется величиной магнитной проницаемости  $\mu$  материала, которая зависит от частоты электромагнитного поля  $\omega$ , т.е. от времени нарастания импульса поля  $t_{i\ \max}$ . Таким образом, измерив  $H_{i\ \tau m}$  на поверхности объекта по предварительно найденным функциям  $H_{i\ \tau m} = H_{i\ \tau m}(\sigma, t_{i\ \max})$  и  $H_{i\ \tau m} = H_{i\ \tau m}(\sigma, \mu, t_{i\ \max})$  соответственно для известных немагнитных и магнитных материалов, определяют  $\sigma$  и  $\mu$  материала объекта. При этом разделение информации  $\sigma$  и  $\mu$  в указанной зависимости  $H_{i\ \tau m}$  от них ведут как по параметрам этой зависимости, так и с учетом дополнительной информации о величинах  $\sigma$  и  $\mu$  для материала конкретного объекта.

Далее формируют растр из всех полученных полос таким образом, что изображение каждой полосы накладывают на изображения всех остальных полос, причем линия каждой полосы, например верхняя, соответствует поверхности объекта, а положение нижних линий полос определяется эффективной глубиной проникновения магнитного поля в объект, определяемой временем нарастания импульса поля  $t_{i\ \max}$ . Для выделения информации каждой полосы производят операции вычитания и сложения сигналов по элементам строк разложения в полосе с операциями их умножения и деления. Например, делают средний уровень сигнала для каждой полосы одним и тем же и вычитают информацию заданной полосы из всех последующих, выделяя данные о свойствах глубинных слоев объекта.

Для того чтобы информация каждого слоя была отделена от других, оставляют в растре полную ширину только первой, т.е. верхней, полосы, соответствующей минимальному  $t_{i\ \max}$ , а у всех последующих полос оставляют в растре только нижние части, исключая наложение полос друг на друга. Располагая все полосы растра в одном масштабе, устанавливают соответствие между положением каждой строки и глубиной проникновения магнитного поля в материал объекта.

## Источники информации:

1. Методы неразрушающих испытаний / Под ред. Шарпа. - М.: Мир, 1972. - С. 394-412.
2. Мельгуй М.А. Магнитный контроль механических свойств сталей. - Мн.: Наука и техника, 1980. - С. 157-162 (прототип).