

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 21370

(13) С1

(46) 2017.10.30

(51) МПК

G 01N 27/72 (2006.01)

(54)

СПОСОБ КОНТРОЛЯ ДЕФЕКТНОСТИ, ТОЛЩИНЫ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ОБЪЕКТА ИЗ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕГО МАТЕРИАЛА

(21) Номер заявки: а 20140745

(22) 2014.12.30

(43) 2016.08.30

(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 16816 С1, 2013.

ВУ 18253 С1, 2014.

ВУ 6236 С1, 2004.

ВУ 8826 С1, 2006.

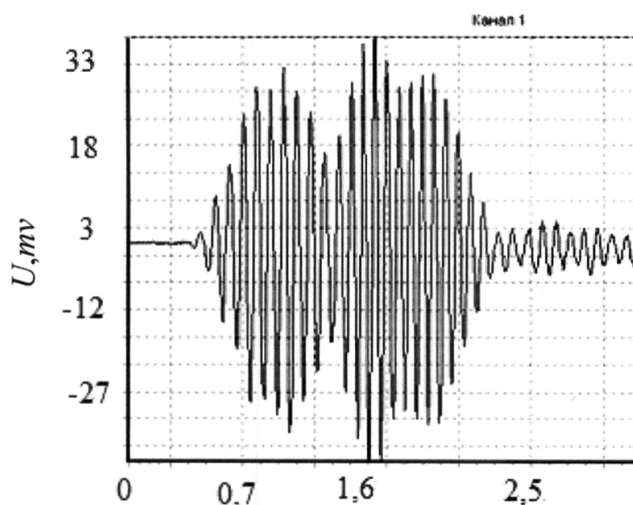
RU 2118816 С1, 1998.

SU 1552084 А1, 1990.

US 4271393 А, 1981.

(57)

1. Способ контроля дефектности, толщины, электрических и магнитных свойств объекта из электропроводящего материала, в котором на поверхность контролируемого объекта устанавливают дискретный магнитный носитель с чередующимися магнитными и немагнитными участками, воздействуют на объект двумя одновременными импульсами магнитного поля разной полярности двух параллельных линейных индукторов, размещенных один над другим над поверхностью объекта в плоскости, перпендикулярной касательной к поверхности материала вдоль заданной линии, и на определенном расстоянии друг от друга, обеспечивающем максимальную точность контроля, либо одним общим импульсом магнитного поля указанных индукторов с последовательными выбросами разной полярности, сканируют носитель считывающим устройством вдоль указанной линии,



Фиг. 1

а также вдоль множества других заданных линий замера, устанавливая индукторы в аналогичное положение относительно каждой линии, получают семейство зависимостей $U(t)$ электрического напряжения U на выходе считывающего устройства от времени t считывания, преобразуют все полученные зависимости $U(t)$ в зависимости $U(x)$ электрического напряжения U от расстояния x между точкой считывания и проекцией оси индукторов на магнитный носитель, а затем находят искомые свойства контролируемого объекта путем сравнения указанных зависимостей с соответствующими зависимостями, полученными заранее при тех же условиях для эталонных объектов с известными свойствами.

2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что в случае воздействия на объект одним импульсом магнитного поля в качестве первого и второго из указанных индукторов используют соответственно ближнюю и дальнюю от объекта сторону прямоугольной магнитной катушки.

Изобретение относится к контрольно-измерительной технике и может быть использовано для контроля качества объектов из электропроводящих материалов и измерения мгновенных распределений магнитных полей.

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.

Известен способ магнитоимпульсного контроля дефектности, электрических и магнитных свойств объекта из магнитного или немагнитного электропроводящего материала [2], заключающийся в том, что на поверхность объекта воздействуют импульсами магнитного поля с разным временем нарастания, находят распределение максимальной тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля $H_{i\tau m}$ по линии замера для каждого импульса, формируют оптическое изображение распределения в виде раstra, измеряют $H_{i\tau m}$, 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 σ , μ и времени нарастания импульса поля, а наличие дефектов - по виду раstra.

Однако этот способ обладает недостаточной точностью.

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, размещенную параллельно оси линейного индуктора, устанавливают дискретный магнитный носитель с чередующимися магнитными и немагнитными участками, воздействуют на объект серией из трех последовательных одиночных импульсов магнитного поля соответственно прямой, обратной и снова прямой полярности с разными временами нарастания и с амплитудой, убывающей от импульса к импульсу, сканируют носитель считывающим устройством вдоль линии замера, совпадающей с проекцией оси индуктора на указанную поверхность, находят распределение электрического напряжения на выходе считывающего устройства вдоль линии замера, пропорционального в каждой точке этой линии максимальной тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля носителя, и формируют оптическое изображение указанного распределения, затем многократно перемещают образец относительно индуктора и аналогичным образом получают множество оптических изображений указанного распределения вдоль всего множества линий замера, совмещают все указанные изображения друг с другом для формирования растрового изображения указанного распределения для всей поверхности магнитного носителя, а затем находят искомые свойства объекта путем сравнения полученных оптиче-

ских изображений или растрового изображения целиком с соответствующими изображениями, полученными при тех же условиях посредством контроля аналогичных эталонных объектов с известными свойствами, при этом амплитуды всех импульсов магнитного поля подбирают, исходя из условия максимальной чувствительности величин указанного электрического напряжения на выходе считывающего устройства к изменению искомым свойств объекта относительно свойств эталонных объектов.

Однако этот способ обладает недостаточной точностью.

Задачей изобретения является повышение точности контроля электрических и магнитных свойств, параметров дефектов и толщины объектов из электропроводящих материалов, а также повышение точности измерения мгновенных распределений магнитных полей.

Поставленная задача достигается тем, что в способе контроля дефектности, толщины, электрических и магнитных свойств объекта из электропроводящего материала, заключающемся в том, что на поверхность контролируемого объекта устанавливают дискретный магнитный носитель с чередующимися магнитными и немагнитными участками, воздействуют на объект двумя одновременными импульсами магнитного поля разной полярности двух параллельных линейных индукторов, размещенных один над другим над поверхностью объекта в плоскости, перпендикулярной касательной к поверхности материала вдоль заданной линии, и на определенном расстоянии друг от друга, обеспечивающем максимальную точность контроля, либо одним общим импульсом магнитного поля указанных индукторов с последовательными выбросами разной полярности, сканируют носитель считывающим устройством вдоль указанной линии, а также вдоль множества других заданных линий замера, устанавливая индукторы в аналогичное положение относительно каждой линии, получают семейство зависимостей $U(t)$ электрического напряжения U на выходе считывающего устройства от времени t считывания, преобразуют все полученные зависимости $U(t)$ в зависимости $U(x)$ электрического напряжения U от расстояния x между точкой считывания и проекцией оси индукторов на магнитный носитель, а затем находят искомые свойства контролируемого объекта путем сравнения указанных зависимостей с соответствующими зависимостями, полученными заранее при тех же условиях для эталонных объектов с известными свойствами, а в случае воздействия на объект одним импульсом магнитного поля в качестве первого и второго из указанных индукторов используют соответственно ближнюю и дальнюю от объекта сторону прямоугольной магнитной катушки.

Сущность изобретения поясняется графиками, изображенными на фиг. 1 и 2.

На фиг. 1 представлена зависимость электрического напряжения U на выходе считывающего устройства (индукционной магнитной головки) от времени t развертки $U(t)$, при сканировании им дискретного магнитного носителя (МН) с записями магнитных полей в результате воздействия на МН, приложенный к пластине из алюминия толщиной $2,3 \cdot 10^{-4}$ м, импульсом магнитного поля одного линейного индуктора с обратным выбросом. Радиус кривизны пластины $2,0 \cdot 10^{-2}$ м, расстояние оси индуктора до поверхности материала $1,2 \cdot 10^{-2}$ м.

На фиг. 2 представлена зависимость электрического напряжения U на выходе считывающего устройства (индукционной магнитной головки) от времени t развертки $U(t)$ при сканировании им дискретного магнитного носителя (МН) с записями магнитных полей в результате воздействия на МН, приложенный к пластине из алюминия толщиной $2,3 \cdot 10^{-4}$ м, таким же импульсом магнитного поля двух линейных индукторов с обратным выбросом. Радиус кривизны пластины $2,0 \cdot 10^{-2}$ м, расстояние оси первого индуктора до поверхности материала $1,2 \cdot 10^{-2}$ м, а второго - $2,4 \cdot 10^{-2}$ м. Оси индукторов параллельны. Направление тока во втором индукторе противоположно направлению тока первого индуктора. Время нарастания импульса $15 \cdot 10^{-6}$ с.

Изобретение осуществляют следующим образом.

На поверхность контролируемого материала, размещенную параллельно оси линейного индуктора, устанавливают дискретный МН с чередующимися магнитными и немагнит-

ными участками. Воздействуют на материал с МН серией последовательных одиночных импульсов магнитного поля прямой и обратной полярности с разными временами нарастания и с убывающей амплитудой или одним импульсом с выбросами разной полярности. Считывают информацию с магнитного носителя считывающим устройством по выбранным линиям замера, получают зависимости электрического напряжения U на выходе считывающего устройства от времени t развертки $U(t)$. Преобразуют эти зависимости в зависимости U от расстояния x до проекции оси линейного индуктора на МН $U(x)$ с учетом соответствия отрезка расстояния МН x промежутку времени t развертки.

После этого находят искомые свойства материала путем сравнения полученных распределений с соответствующими распределениями, полученными при тех же условиях для эталонных материалов с известными свойствами. В случае искривленных поверхностей материала и в других случаях повышения точности контроля можно достигнуть с помощью второго индуктора. Второй индуктор устанавливают параллельно первому индуктору дальше от поверхности материала в плоскости, перпендикулярной касательной к поверхности материала по линии замера. Направление тока импульса второго индуктора противоположно направлению импульса тока первого индуктора. Расстояние между осями индукторов определяют в зависимости от формы поверхности материала, величины тока импульсов и их формы и от магнитных свойств используемого магнитного носителя. Таким образом, вторым индуктором можно регулировать распределение магнитных полей на поверхности материала и на МН. Непосредственно под первым и вторым индукторами напряженность магнитного поля уменьшается и одновременно происходит перераспределение амплитуды максимумов и минимумов гистерезисной интерференции магнитного поля и расстояний между ними, что позволяет повысить точность контроля. Наиболее эффективно использование второго индуктора в случае контроля свойств материала с искривленными поверхностями. Это следует из сравнения фиг. 1 и 2. На каждой из этих фигур имеется по четыре максимума и по пять минимумов, включая крайнюю правую и крайнюю левую информационную точку разверток. Так как указанная поверхность не обладает симметрией (радиус кривизны внутренней поверхности пластины приблизительно равен $2,0 \cdot 10^{-2}$ м и изменяется в пределах $2,0 \cdot 10^{-2}$ м, $2,8 \cdot 10^{-2}$ м), то два крайних максимума значительно отличаются друг от друга. Они равны 0,033 и 0,005 В (фиг. 1) в случае использования одного индуктора и 0,012 и 0,005 В (фиг. 2) в случае использования двух индукторов. Амплитуда двух максимумов вблизи центрального минимума равна 0,038 и 0,0031 В (фиг. 1) и 0,025 и 0,023 В (фиг. 2). Амплитуда центрального минимума, соответствующего оси индуктора (индукторов), равна соответственно 0,028 и 0,020 В. Таким образом показано как можно регулировать распределение магнитного поля с помощью второго индуктора. При этом можно достичь изменения амплитуды сигнала во много раз.

Воздействуют на материал с магнитным носителем импульсом магнитного поля двух линейных индукторов, считывают информацию с магнитного носителя считывающим устройством по выбранным линиям замера, получают зависимости электрического напряжения U на выходе считывающего устройства от времени t развертки $U(t)$, преобразуют эти зависимости в зависимости U от расстояния x до проекции оси линейного индуктора на МН $U(x)$, накладывают эти изображения на аналогичные изображения для эталонных материалов, полученные в одном масштабе, и находят искомые свойства материала.

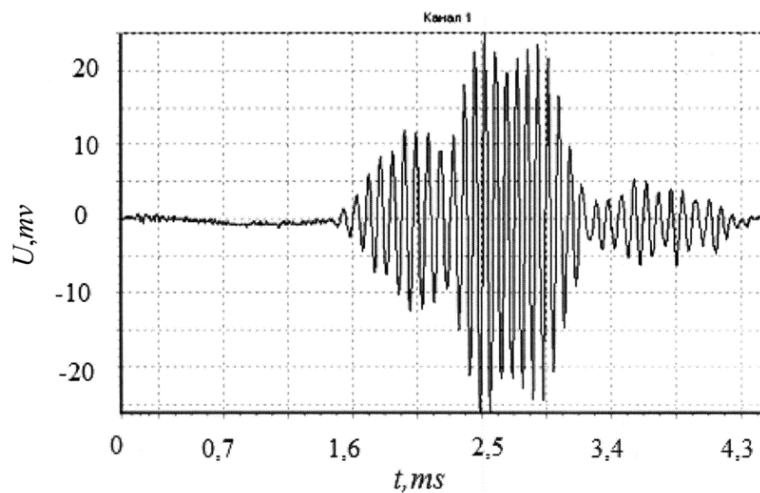
В качестве источника первичного магнитного поля можно применять прямоугольную катушку, ближнюю сторону которой по отношению к контролируемому материалу используют в качестве первого линейного индуктора, а дальнюю - в качестве второго линейного индуктора, изменяя расстояние между ними, управляют гистерезисной интерференционной картиной импульсного магнитного поля. В этом случае воздействие на материал с МН осуществляют одним импульсом с выбросами обратной и прямой полярности.

Способ позволяет определять удельную электропроводность, магнитную проницаемость, толщину объекта и его геометрические размеры, а также дефекты сплошности и неоднородности структуры в нем.

BY 21370 C1 2017.10.30

Источники информации:

1. Методы неразрушающих испытаний / Под ред. Шарпа. - М.: Мир. - 1972. - С. 394-412.
2. Патент BY 10464, МПК G 01N 27/00, 2008.
3. Патент BY 16816, МПК G 01N 27/72, 2013 (прототип).



Фиг. 2