

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **22069**

(13) **С1**

(46) **2018.08.30**

(51) МПК

G 01N 27/72 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ, МАГНИТНОЙ
ПРОНИЦАЕМОСТИ И ДЕФЕКТНОСТИ ОБЪЕКТА
ИЗ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕГО МАГНИТНОГО МАТЕРИАЛА,
А ТАКЖЕ ЕГО ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ**

(21) Номер заявки: а 20160364

(22) 2016.10.05

(43) 2018.06.30

(71) Заявитель: Белорусский националь-
ный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Павлюченко Владимир Ва-
сильевич; Дорошевич Елена Серге-
евна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский на-
циональный технический университет
(ВУ)

(56) ВУ 18254 С1, 2014.

ВУ 16816 С1, 2013.

ВУ 6236 С1, 2004.

RU 2118816 С1, 1998.

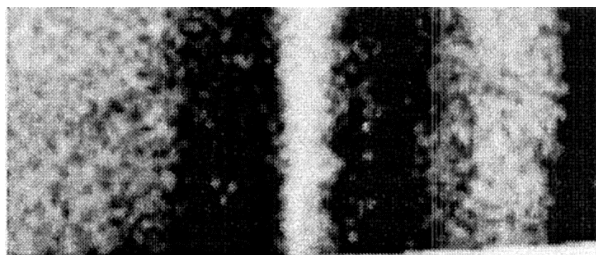
SU 1573410 А1, 1990.

US 4271393 А, 1981.

JP 08062185 А, 1996.

(57)

Способ определения величины и распределения удельной электропроводности, магнитной проницаемости и дефектности объекта из электропроводящего магнитного материала, а также его геометрических размеров, в котором определяют при заданной освещенности зависимость уровня цветности поверхности пленочного флюкс-детектора или уровня серого оттенка этой поверхности от величин тангенциальной и нормальной составляющей приложенного к указанному детектору магнитного поля, поляризуют указанный детектор до заданного состояния в нормальном или тангенциальном его плоскости направлении с помощью постоянных магнитов или электромагнитов, получая тем самым базовый уровень серого оттенка его поверхности или ее цветности, накладывают детектор на поверхность исследуемого объекта, воздействуют на него вместе с объектом импульсным магнитным полем линейного индуктора, получают при той же освещенности фотографическое изображение поверхности детектора, соответствующее распределению магнитного поля, несущему информацию об объекте, и содержащее полосы различного



Фиг. 3

ВУ 22069 С1 2018.08.30

уровня цветности или серого оттенка, перпендикулярные проекции оси индуктора на поверхность детектора, а затем определяют искомые свойства объекта путем сравнения указанного изображения с заранее полученными при тех же условиях изображениями эталонных объектов с известными свойствами либо путем прямого сравнения указанного распределения магнитного поля с заранее рассчитанными для тех же условий эталонными его распределениями.

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 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.

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 удельной электропроводности, магнитной проницаемости и времени нарастания импульса поля, а наличие дефектов - по виду раstra.

Однако этот способ обладает недостаточной точностью.

Прототипом предлагаемого изобретения является способ магнитоимпульсного контроля электрических и магнитных свойств контроля, в частности, удельной электропроводности и магнитной проницаемости, дефектности, а также толщины объекта из электропроводящего магнитного материала [3], заключающийся в том, что на объект воздействуют одиночными импульсами магнитного поля, находят распределение напряженности остаточного магнитного поля по линии замера магнитного носителя (МН) для каждого импульса, формируют оптическое изображение распределения в виде раstra, по которому определяют величину удельной электропроводности σ материала объекта и величину его магнитной проницаемости μ путем сравнения с предварительно найденными зависимостями величины напряженности магнитного поля от σ , μ и времени нарастания t_{\max} импульса поля для немагнитных или магнитных известных материалов, а наличие дефектов - по виду раstra, воздействие осуществляют импульсами магнитного поля линейного индуктора с выбросами магнитного поля, запись магнитных полей производят на дискретный МН или на другой МН, а определение электрических и магнитных свойств объекта и дефектов в нем осуществляют по величине электрического напряжения U на выходе считывающего устройства, сканирующего МН, и по ее распределению вдоль линии замера МН, а также по параметрам получающихся изображений геометрических фигур распределения $U(x)$ величины напряжения U этого устройства от координаты x по линии замера МН, а свойства контролируемого объекта сначала определяют по величине первого максимума $U_{\max 1}$ его распределения $U(x)$, соответствующего положению проекции оси индуктора на МН, а также по величине других максимумов и минимумов и расстояниям между ними.

Однако этот способ обладает недостаточной точностью.

Задачей изобретения является повышение точности и оперативности определения электрических и магнитных свойств объектов и их геометрических размеров из электропроводящих и магнитных материалов.

Поставленная задача достигается тем, что в способе определения величины и распределения удельной электропроводности, магнитной проницаемости и дефектности объекта из электропроводящего магнитного материала, а также его геометрических размеров, в котором определяют при заданной освещенности зависимость уровня цветности поверхности пленочного флюкс-детектора или уровня серого оттенка этой поверхности от величин тангенциальной и нормальной составляющей приложенного к указанному детектору магнитного поля и поляризуют указанный детектор до заданного состояния в нормальном или тангенциальном его плоскости направлении с помощью постоянных магнитов или электромагнитов, получая тем самым базовый уровень серого оттенка его поверхности или ее цветности, накладывают детектор на поверхность исследуемого объекта, воздействуют на него вместе с объектом импульсным магнитным полем линейного индуктора, получают при той же освещенности фотографическое изображение поверхности детектора, соответствующее распределению магнитного поля, несущему информацию об объекте, и содержащее полосы различного уровня цветности или серого оттенка, перпендикулярные проекции оси индуктора на поверхность детектора, а затем определяют искомые свойства объекта путем сравнения указанного изображения с заранее полученными при тех же условиях изображениями эталонных объектов с известными свойствами либо путем прямого сравнения указанного распределения магнитного поля с заранее рассчитанными для тех же условий эталонными его распределениями.

Сущность изобретения состоит в следующем.

Пленочные флюкс-детекторы (ПФД) позволяют визуализировать изображение постоянных магнитов и сильно намагниченных материалов в реальных масштабах времени. Эти детекторы состоят из металлических частиц, взвешенных в геле. Ориентация этих частиц зависит от приложенного магнитного поля. Если вектор напряженности приложенного магнитного поля направлен перпендикулярно к поверхности пленки, то ее изображение является "темным". Если же вектор напряженности приложенного магнитного поля направлен по касательной к поверхности пленки, то металлические частицы ориентированы в плоскости пленки, хорошо отражают свет и изображение детектора является "светлым". Таким образом, по уровню оттенков серого оптического изображения пленочного флюкс-детектора можно определять величину напряженности магнитного поля. ПФД можно использовать для определения электрических и магнитных свойств материалов объектов. Для этого прикладывают детектор к поверхности объекта, воздействуют на них импульсом магнитного поля и по распределению полученного оптического изображения пленочного флюкс-детектора визуально или с помощью оптических приборов определяют параметры объекта. Контроль объектов можно осуществлять как в режиме остаточного состояния детекторов, так и в реальном масштабе времени.

Сущность изобретения поясняется оптическими изображениями пленочных флюкс-детекторов.

На фиг. 1-3 показаны оптические изображения (фотографии) флюкс-детекторов после воздействия на них магнитными полями. На фиг. 1 изображен "темный" прямоугольный участок ПФД, являющийся отпечатком полюса постоянного магнита. На фиг. 2 изображена "светлая" полоса (под осью индуктора) с двумя боковыми "темными" полосами, полученная в результате воздействия на ПФД импульсом магнитного поля индуктора, расположенного параллельно поверхности объекта с детектором. На ПФД предварительно воздействовали магнитным полем полюса постоянного магнита (как показано на фиг. 1) для увеличения контрастности изображения и использования максимального диапазона оттенков серого. Так как величина тангенциальной составляющей напряженности вторичного магнитного поля, создаваемого вблизи поверхности объекта индукционными токами

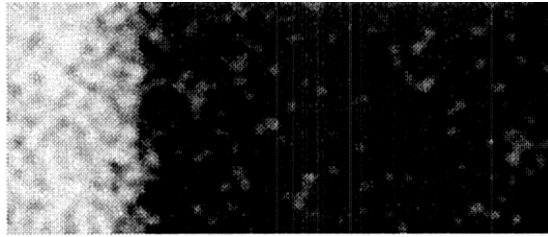
в нем, зависит от удельной электропроводности материала объекта и его толщины, то уровень серого на оси полосы и распределения этого уровня по отрезку прямой, перпендикулярной этой оси, характеризует оба эти параметра. На фиг. 3 изображена "светлая" центральная полоса (на проекции оси индуктора) с двумя боковыми "темными" полосами и следующими за ними двумя боковыми "светлыми" полосами. Эта интерференционная картина с возникновением максимумов и минимумов уровня серого в изображении вдоль отрезка прямой, нормальной к оси проекции индуктора, получена в результате воздействия на ПФД импульсом магнитного поля линейного индуктора с обратным выбросом с найденными параметрами и заданным исходным состоянием флюкс-детектора. Величину максимумов и минимумов определяют по уровню серого или цветности оптического изображения. Так как тангенциальная составляющая напряженности магнитного поля на поверхности электропроводящего объекта увеличивается с увеличением его толщины и электропроводности материала, то свойства объекта можно определять по параметрам интерференции.

Изобретение осуществляют следующим образом.

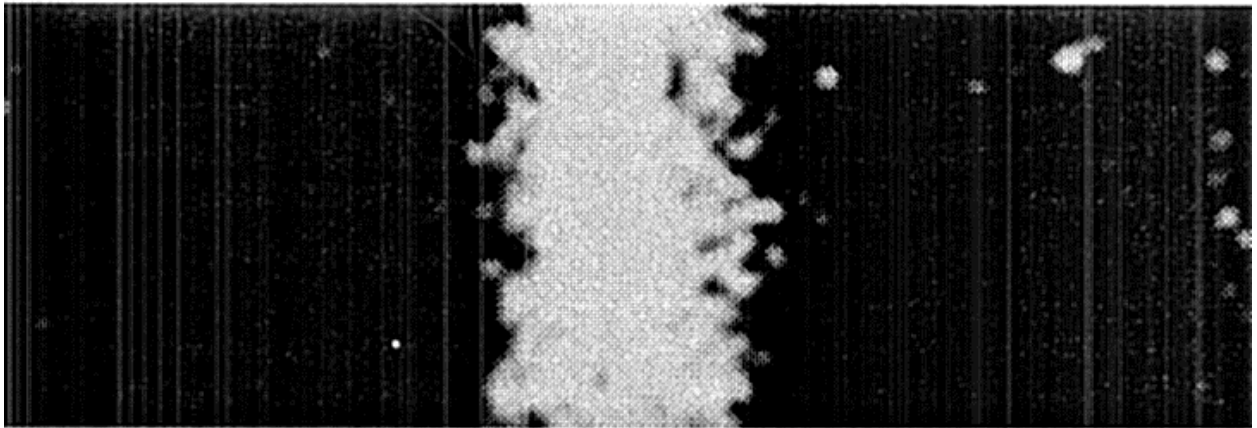
Накладывают ПФД на объект. Воздействуют на них импульсом магнитного поля линейного индуктора. Получают путем фотографирования оптическое изображение пленочного флюкс-детектора, соответствующее распределениям магнитных полей и характеризующее свойства объекта. После этого определяют свойства материала объекта и его геометрические размеры сравнением с эталонными оптическими изображениями или расчетными распределениями магнитных полей и находят величину удельной электропроводности σ материала объекта и величину его магнитной проницаемости μ и неоднородности их распределения, и геометрические размеры объекта. Величину напряженности магнитного поля или индукции определяют по уровню серого или цветности оптического изображения магнитных полей. Для этого предварительно устанавливают уровень освещенности флюкс-детектора и находят зависимости уровня серого или цветности от величины тангенциальной составляющей и от величины нормальной составляющей магнитного поля, приложенного к пленочному флюкс-детектору. Так устанавливают соответствие между величиной напряженности магнитного поля и уровнем серого. Получение всех оптических изображений магнитных полей осуществляют при установленном уровне освещенности флюкс-детектора. Для увеличения контрастности изображения и использования максимального диапазона оттенков серого перед воздействием на ПФД с объектом импульсным магнитным полем флюкс-детектор поляризуют до необходимого уровня в нормальном или тангенциальном к его плоскости направлении, используя постоянные магниты или электромагниты и таким образом устанавливая исходный уровень серого.

Источники информации:

1. Мельгуй М.А. Магнитный контроль механических свойств сталей. - Минск: Наука и техника, 1980. - С. 157-162.
2. Патент BY 10464, МПК G 01N 27/00, 2008.
3. Патент BY 18254, МПК C1 G 01N 27/72, 2014 (прототип).



Фиг. 1



Фиг. 2