

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 19829

(13) С1

(46) 2016.02.28

(51) МПК

G 01N 29/04 (2006.01)

(54)

## УСТРОЙСТВО УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

(21) Номер заявки: а 20130465

(22) 2013.04.10

(43) 2014.12.30

(71) Заявители: Белорусский национальный технический университет; Государственное научное учреждение "Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси" (ВУ)

(72) Авторы: Баев Алексей Романович; Баштовой Виктор Григорьевич; Моцар Александр Александрович; Рекс Александр Георгиевич; Сергеева Ольга Сергеевна (ВУ)

(73) Патентообладатели: Белорусский национальный технический университет; Государственное научное учреждение "Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси" (ВУ)

(56) ВУ 14725 С1, 2011.

RU 2031405 С1, 1995.

RU 2117940 С1, 1998.

SU 1224711 А, 1986.

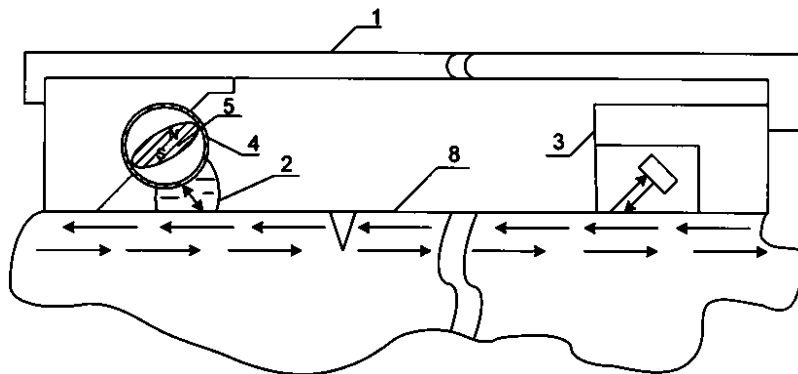
SU 1415174 А1, 1988.

CN 85107126 А, 1987.

DE 3814367 А1, 1988.

(57)

Устройство ультразвукового контроля поверхности твердого тела, содержащее корпус с магнитной жидкостью, внутри которого расположены излучающий ультразвуковые волны преобразователь, отражающее ультразвук тело, выполненное в форме полого цилиндра с установленным внутри него источником магнитного поля в виде постоянного магнита, поляризованного перпендикулярно главной оси цилиндра; на торцах магнита соосно закреплены направляющие втулки, выполненные с возможностью вращения магнита относительно главной оси цилиндра без касания внутренней поверхности отражающего ультразвук тела, а корпус выполнен с возможностью изменения расстояния между преобразователем и отражающим ультразвук телом.



Фиг. 1

ВУ 19829 С1 2016.02.28

Изобретение относится к области неразрушающего ультразвукового контроля материалов и изделий и может быть использовано для выявления несплошностей на поверхности твердых тел или в пластинах, а также для оценки физико-механических свойств поверхностного слоя твердого тела.

Известен отражатель ультразвука [1], используемый для контроля физико-механических свойств изделий при одностороннем доступе, содержащий корпус с установленным в нем отражающим ультразвуком телом (ОУТ), отражающая поверхность которого выполнена плоской. В процессе работы устройства ОУТ контактирует с иммерсионной жидкостью.

Недостаток такого устройства состоит в ограниченности применения из-за необходимости помещения ОУТ в иммерсионную ванну с обычной жидкостью (водой). Кроме того, при качании ОУТ в плоскости падения волны существенно изменяется амплитуда отраженной (опорной) волны, что снижает надежность контроля.

Известно устройство ультразвукового контроля поверхности твердого тела [2] - прототип, содержащее камеру с иммерсионной жидкостью, в качестве которой использована магнитная жидкость, преобразователь, излучающий ультразвуковые волны, и ОУТ, выполненное в виде рефлектора, установленные на вращающихся относительно оси  $Z = 0$  опорах, и магнитную систему, обеспечивающую требуемую конфигурацию магнитного поля. Работа устройства ультразвукового контроля основана на эффекте отражения ультразвуковых волн от рефлектора при условии равенства углов падения и отражения вдоль всей отражающей поверхности, что может быть осуществимо лишь в случае плоского исполнения отражающей поверхности (рефлектора).

Недостатком прототипа является ограниченность использования: предназначено только для контроля ферромагнитных объектов. Отсутствие возможности корректировки положения магнитной системы создает шумовой фон и ухудшает надежность контроля. Кроме того, в реальных условиях при автономной работе ОУТ с плоской отражающей поверхностью возможно нарушение стабильности опорного сигнала вследствие случайного качания ОУТ, а также других факторов, включая температурный, что также сказывается на надежности измерений.

Задача, решаемая изобретением, заключается в расширении технических возможностей и повышении надежности ультразвуковых измерений и контроля твердотельных объектов.

Поставленная задача решается тем, что устройство ультразвукового контроля поверхности твердого тела содержит корпус с магнитной жидкостью, внутри которого расположены излучающий ультразвуковые волны преобразователь, отражающее ультразвуком тело, выполненное в форме полого цилиндра с установленным внутри него источником магнитного поля в виде постоянного магнита, поляризованного перпендикулярно главной оси цилиндра, на торцах магнита соосно закреплены направляющие втулки, выполненные с возможностью вращения магнита относительно главной оси цилиндра без касания внутренней поверхности отражающего ультразвуком тела, а корпус выполнен с возможностью изменения расстояния между преобразователем и отражающим ультразвуком телом.

Сущность изобретения поясняется фигурами, где на фиг. 1 изображено устройство ультразвукового контроля поверхности твердого тела, на фиг. 2 показано отражающее ультразвуком тело в разрезе.

Устройство ультразвукового контроля поверхности твердого тела содержит корпус 1 с магнитной жидкостью 2, внутри которого расположены излучающий ультразвуковые волны преобразователь 3, отражающее ультразвуком тело 4, выполненное в форме полого цилиндра с установленным внутри него источником магнитного поля в виде постоянного магнита 5, поляризованного перпендикулярно главной оси цилиндра; на торцах магнита 5 соосно закреплены направляющие втулки 6 и 7, выполненные с возможностью вращения магнита 5 относительно главной оси цилиндра без касания внутренней поверхности отра-

жающего ультразвук тела 4, а корпус 1 выполнен с возможностью изменения расстояния между преобразователем 3 и отражающим ультразвук телом 4.

Конструкция корпуса 1 предусматривает возможность изменения расстояния между преобразователем 3 и ОУТ 4.

Магнитная жидкость 2 обеспечивает акустическую связь между ОУТ 4 и объектом контроля 8.

Ультразвуковой магнитожидкостный отражатель работает следующим образом.

При проведении ультразвукового контроля поверхностными или пластинчатыми волнами, излучаемыми преобразователем 3, ультразвуковой магнитожидкостный отражатель выполненный в едином корпусе 1, устанавливается на контактную поверхность объекта 8 или удерживается возле нее таким образом, чтобы плоскость падения акустического луча от излучающего преобразователя 3 проходила перпендикулярно ОУТ 4 и симметрично ему. Направление поляризации магнита 5 устанавливается путем его вращения относительно О-О таким образом, чтобы обеспечить сплошность магнитной жидкости 2 в области падения-отражения ультразвуковых волн, устранив проявление магнитоэлектрической неустойчивости и анализируя стабильность и амплитуду акустического сигнала в режиме излучения-приема. Затем осуществляется контроль объекта 8 пластинчатыми или Рэлеевскими волнами. При этом возможны различные варианты осуществления контроля объекта 8, реализуемые путем использования: а) жесткой связи между преобразователем 3 и ОУТ 4; б) полужесткой связи (степень свободы по вертикали), реализуемой при постоянном контакте опорной поверхности корпуса 1 с объектом контроля 8; имеющем криволинейную поверхность. Возможен также вариант расположения ОУТ 4 на поверхности объекта, ориентированной под различным углом к поверхности расположения преобразователя 3.

Выбор ОУТ в форме полого цилиндра позволяет обеспечить стабильность опорного сигнала при качании ОУТ в процессе сканирования или изменения свойств материала объекта, изменения температуры и других факторов.

Были проведены сравнительные испытания заявляемого изобретения с устройством-прототипом согласно представленной на фиг. 1 схеме на рабочей частоте преобразователя 3 поверхностных волн 2,5 МГц. Преобразователь 3 излучает поверхностные волны, которые распространяются по объекту 8, трансформируются в продольные волны, которые отражаются от ОУТ 4 и возвращаются по обратному пути на преобразователь и измерительный прибор (УД2-12). Объектом испытаний служил стальной и дюралевый образцы. В заявляемом случае удержание магнитной жидкости 2 осуществлялось поляризованным самарий-кобальтовым магнитом 5, выполненным с возможностью вращения во внутренней полости ОУТ 4. Проведено исследование влияния углового качания отражающей ультразвук поверхности  $\gamma$  (имеющей форму цилиндра и плоскую - согласно прототипу) относительно опорной поверхности корпуса 1.

Результаты сравнительных испытаний убедительно показали преимущество заявляемого изобретения перед известным устройством.

Так, было установлено:

при угловом качании отражающей ультразвук поверхности в диапазоне  $\gamma = 0 \pm 2$  изменение амплитуды зондирующего сигнала достигала 15-17 дБ (прототип) и не более 1 дБ (заявляемое изобретение);

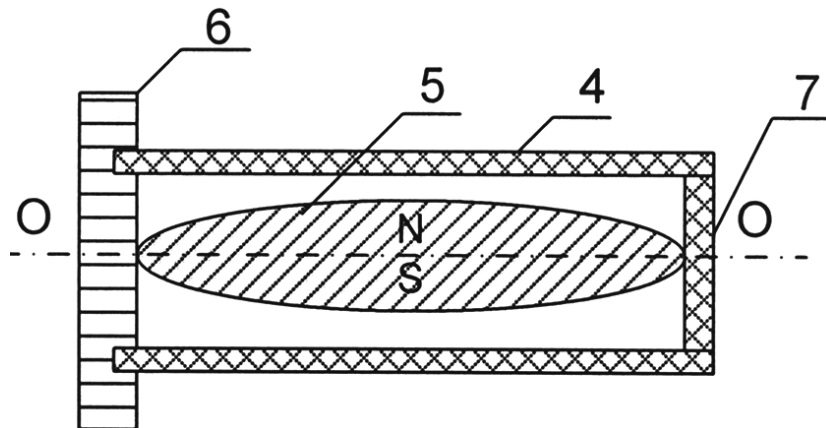
использование предложенной в прототипе магнитной системы для удержания магнитной жидкости 2 является неэффективным при контроле немагнитных объектов; в этом случае возможен захват воздушной фазы в объем магнитной жидкости 2, что приводит к уменьшению коэффициента отражения от ОУТ 4 практически на 6-7 дБ (2 раза).

Таким образом, предложенный ультразвуковой магнитожидкостный отражатель расширяет технические возможности и повышает надежность ультразвуковых измерений и контроля твердотельных объектов.

# ВУ 19829 С1 2016.02.28

Источники информации:

1. Крауткремер Й. Ультразвуковой контроль материалов. - М.: Металлургия, 1991. - С. 638-639.
2. Патент 14725 ВУ, МПК G 01N 29/04, 2011.



Фиг. 2