



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 199 111** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **G 01 N 23/203, 23/204, G 01 B**
7/34

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 2001112404/28, 04.05.2001
(24) Дата начала действия патента: 04.05.2001
(30) Приоритет: 23.10.2000 KZ 2000/1143.1
(46) Дата публикации: 20.02.2003
(56) Ссылки: SU 1816963 A1, 23.05.1993. SU 1120159 A, 23.10.1984. RU 2133943 C1, 27.07.1999. EP 0509675 A2, 21.10.1992. EP 0586795 B1, 16.03.1994.
(98) Адрес для переписки:
480082, Республика Казахстан, г.Алматы,
ул.Ибрагимов, 1, ИЯФ НЯЦ РК

(71) Заявитель:
Дочернее государственное предприятие
"Институт ядерной физики" Национального
ядерного центра Республики Казахстан (KZ)
(72) Изобретатель: Володин Валерий Николаевич
(KZ),
Горлачев Игорь Дмитриевич (KZ), Тулеушев
Адил Жианшахович (KZ)
(73) Патентообладатель:
Дочернее государственное предприятие
"Институт ядерной физики" Национального
ядерного центра Республики Казахстан (KZ)

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

(57)
Изобретение относится к
контрольно-измерительной технике и может
быть использовано в машиностроении для
контроля состояния и класса обработки
поверхности изделий. Сущность изобретения:
предварительно на поверхность наносят слой
материала таким образом, чтобы не
происходило образования диффузионного
слоя с материалом поверхности. Облучают
поверхность потоком протонов или

дейтронов. В качестве контролируемого
параметра регистрируют поток обратно
рассеянных протонов или дейтронов, на
основании которого определяют толщину
слоя переменного состава из материала
нанесенного слоя и материала поверхности,
соответствующую степени шероховатости.
Технический результат заключается в
упрощении способа, повышении точности и
диапазона измерений. 2 з.п. ф-лы.



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 199 111** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **G 01 N 23/203, 23/204, G 01 B**
7/34

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2001112404/28, 04.05.2001
(24) Effective date for property rights: 04.05.2001
(30) Priority: 23.10.2000 KZ 2000/1143.1
(46) Date of publication: 20.02.2003
(98) Mail address:
480082, Respublika Kazakhstan, g.Almaty,
ul.Ibragimova, 1, IJaF NJaTs RK

(71) Applicant:
Dochernee gosudarstvennoe predpriyatie
"Institut jadernoj fiziki" Natsional'nogo
jadernogo tsentra Respubliki Kazakhstan (KZ)
(72) Inventor: Volodin Valerij Nikolaevich (KZ),
Gorlachev Igor' Dmitrievich (KZ), Tuleushev Adil
Zhianshakhovich (KZ)
(73) Proprietor:
Dochernee gosudarstvennoe predpriyatie
"Institut jadernoj fiziki" Natsional'nogo
jadernogo tsentra Respubliki Kazakhstan (KZ)

(54) **PROCEDURE ESTABLISHING ROUGHNESS OF SURFACE**

(57) Abstract:
FIELD: instrumentation, mechanical
engineering. SUBSTANCE: procedure can find
use while testing state and class of
machining of surface of articles. According
to procedure layer of material is so applied
on surface that no diffusive layer is formed
with material of surface. Surface is
irradiated with flux of protons or

deuterons. Flux of backward scattered
protons or neutrons is recorded as tested
parameter and thickness of layer of variable
composition of material of applied layer and
of material of surface corresponding to
degree of roughness is found on its basis.
EFFECT: simplified approach, raised
precision and expanded measurement range. 2
cl

Изобретение относится к области контрольно-измерительной техники и может быть использовано в машиностроении для контроля состояния и класса обработки поверхности изделий.

Известен способ измерения шероховатости поверхности электропроводящих изделий (авторское свидетельство СССР 1120159, кл. G 01 B 7/34, 23.10.1984), заключающийся в том, что между поверхностью изделия и установленным на фиксированном расстоянии от нее измерительным электродом прикладывают высоковольтное напряжение и измеряют ток разряда между ними, по величине которого определяют степень шероховатости, причем до приложения высоковольтного напряжения на поверхность изделия подают низковольтный потенциал и воздействуют аэрозолем, содержащим масло. Применение способа ограничено классом обработки поверхности не более 9 и 10 с высотой неровностей более 200 нм, и, кроме того, требует наличия эталонных поверхностей и снятия сравнительных калибровочных кривых.

Известен также способ измерения шероховатости и неровности поверхности (авторское свидетельство СССР 1019232, кл. G 01 B 7/34, 23.05.1983), заключающийся в том, что на измеряемой и эталонной поверхностях формируют в идентичных условиях электрические конденсаторы путем последовательного нанесения нижнего электропроводящего, диэлектрического и верхнего электропроводящего слоев, повторяющих неровности и профиль этих поверхностей и имеющих одинаковые размеры, измеряют их емкости и по результату сравнения определяют степень шероховатости и неровности поверхности. Способу также свойственны недостатки, обусловленные необходимостью наличия эталонных поверхностей и ограничением измерений шероховатости для классов обработки изделий более высоких чем 10.

В способе измерения шероховатости (авторское свидетельство СССР 819587, кл. G 01 B 7/34, 08.04.1981) поверхность образца для измерения облучают потоком электронов под углами 88,5 и 45°, измеряют интенсивность излучения в оптическом диапазоне и измеряют величину шероховатости по отношению измеренных интенсивностей. Для реализации способа также необходима зависимость логарифма отношения интенсивностей от высоты неровностей профиля, то есть проведение предварительных калибровочных измерений с эталонными образцами.

Наиболее близким к заявляемому по технической сущности является способ определения шероховатости поверхности (авторское свидетельство СССР 1816963, кл. G 01 B 7/34, 23.05.1993), заключающийся в том, что контролируемую поверхность подвергают физическому воздействию - облучению потоком ускоренных ионов, измеряют контролируемый параметр - коэффициент ионно-электронной эмиссии и сравнивают его с эталонной величиной этого параметра - коэффициентом ионно-электронной эмиссии для гладкой поверхности, изготовленной из того же материала. Недостатком способа является

необходимость изготовления эталонных образцов шероховатости поверхности из материала, идентичного материалу контролируемой поверхности, и проведения калибровочных измерений, что усложняет способ. Кроме того, сравнение результатов несколько снижает точность измерения.

Технический результат от совокупности влияния признаков, предлагаемых в изобретении, заключается в упрощении способа, повышении точности и диапазона измерений.

Указанный технический результат обеспечивается в способе определения шероховатости поверхности, заключающемся в физическом воздействии на поверхность облучением, измерении контролируемого параметра и определении на его основании степени шероховатости, в котором предварительно на поверхность наносят слой материала таким образом, чтобы не происходило образования диффузионного слоя с материалом поверхности, облучение осуществляют потоком протонов или дейтронов, в качестве контролируемого параметра регистрируют поток обратно рассеянных протонов или дейтронов, на основании которого определяют толщину слоя переменного состава из материала нанесенного слоя и материала поверхности, соответствующую степени шероховатости. Облучение осуществляют протонами с энергией, необходимой для резонансной ядерной реакции материала нанесенного слоя, а в качестве контролируемого параметра регистрируют поток вторичных γ -квантов. Нанесение на поверхность слоя материала осуществляют магнетронным напылением.

Предварительное нанесение слоя материала на контролируемую поверхность позволяет заполнить неровности поверхности и создать слой переменного состава из нанесенного материала и материала поверхности, что дает возможность прямого измерения высоты неровностей, упрощает способ и повышает точность измерения.

Использование потока протонов или дейтронов для облучения поверхности позволяет организовать проникновение частиц до материала основы поверхности и делает возможным прямое измерение шероховатости, размеры которой могут меняться от десятков нанометров до нескольких микрон, что расширяет диапазон измерений и делает способ применимым для всех классов обработки изделий. Регистрация обратно рассеянных протонов или дейтронов обеспечивает собственно измерение толщины слоя переменного состава - высоту профиля шероховатости. Возможность прямого измерения шероховатости поверхности позволяет упростить способ, так как не требует наличия эталонных поверхностей и снятия калибровочных кривых.

Использование протонов с энергией, необходимой для резонансной ядерной реакции материала нанесенного слоя, с последующей регистрацией потока вторичных γ -квантов позволяет повысить точность измерения профиля и измерить шероховатость с высотой неровностей до 10-20 нм, что соответствует 14 классу обработки поверхности.

Нанесение на поверхность слоя материала магнетронным напылением предотвращает вследствие сверхбыстрой закалики частиц материала на поверхности образование диффузионного слоя, что повышает точность измерения, особенно при измерении шероховатости поверхности высокого класса обработки.

Способ реализован для определения шероховатости поверхности изделий на тандемном ускорителе УКП-2-1 Института ядерной физики. Примеры использования и результаты определений изложены ниже.

Пример 1. При определении шероховатости медной фольги толщиной 5 мкм, полученной напылением на подложку и отделенной от нее, на поверхность фольги предварительно нанесен слой свинца толщиной 800 нм. При определении использовано облучение потоком протонов с энергией пучка $1 \cdot 10^6$ эВ, токе пучка на поверхности $1 \cdot 10^{-9}$ А и заряде $5 \cdot 10^{-4}$ Кл. Направление пучка составило 90° по отношению к плоскости поверхности. Поверхностно-барьерный детектор, размещенный под углом 45° , регистрировал поток обратно рассеянных протонов. При определении толщины слоя переменного состава медь-свинец использован метод Резерфордского обратного рассеяния (RBS), при обработке результата определения - программа RUMP. При измерении толщина слоя переменного состава, что соответствует степени шероховатости с высотой неровностей профиля R_z , равна 600 нм при погрешности определения 10%.

Пример 2. При определении шероховатости массивного образца железа с полированной поверхностью предварительно магнетронным напылением нанесен слой бериллия толщиной 400 нм. Использовано облучение потоком дейтронов с энергией пучка $8 \cdot 10^5$ эВ, токе пучка на поверхности $1 \cdot 10^{-9}$ А и заряде $5 \cdot 10^{-4}$ Кл. Направление пучка составило 90° по отношению к плоскости поверхности, поверхностно-барьерный детектор, регистрирующий поток обратно рассеянных дейтронов, размещен под углом 45° . При определении толщины слоя переменного состава железо-бериллий использован метод RBS, при обработке результата определения - программа RUMP. При измерении толщина слоя переменного состава, что соответствует высоте неровностей профиля R_z , определена равной 200 нм, при погрешности определения 10%.

Пример 3. При определении шероховатости зеркального образца магнетронным распылением нанесен слой алюминия толщиной 100 нм. Использовано облучение потоком протонов с фиксированной энергией пучка, равной $9,92 \cdot 10^5$ эВ и токе пучка на поверхности $1 \cdot 10^{-3}$ А. Направление пучка составило 90° по отношению к плоскости поверхности, детектор $-(NaJ)$ -сцинтиллятор размещен за образцом по оси пучка протонов. При определении толщины слоя переменного состава использован метод резонансных ядерных реакций, в частности ядерная реакция $^{27}Al(p, \gamma)^{28}Si$. В результате толщина слоя переменного состава определена равной 30 нм, что соответствует шероховатости с высотой неровностей 14 класса обработки поверхности. Погрешность измерения 10%.

Таким образом, примеры использования способа определения шероховатости поверхности и результаты, изложенные в них, свидетельствуют об упрощении способа, возможности прямого измерения параметров шероховатости, достаточно высокой точности и широком диапазоне измерения.

Формула изобретения:

1. Способ определения шероховатости поверхности, заключающийся в физическом воздействии на поверхность облучением, измерении контролируемого параметра и определении на его основании степени шероховатости, отличающийся тем, что предварительно на поверхность наносят слой материала таким образом, чтобы не происходило образование диффузионного слоя с материалом поверхности, облучение осуществляют потоком протонов или дейтронов, в качестве контролируемого параметра регистрируют поток обратно рассеянных протонов или дейтронов, на основании которого определяют толщину слоя переменного состава из материала нанесенного слоя и материала поверхности, соответствующую степени шероховатости.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что облучение осуществляют протонами с энергией, необходимой для резонансной ядерной реакции материала нанесенного слоя, а в качестве контролируемого параметра регистрируют поток вторичных γ -квантов.

3. Способ по пп.1 и 2, отличающийся тем, что нанесение на поверхность слоя материала осуществляют магнетронным напылением.