



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **103599** (13) **U**  
(51) МПК (2015.01)  
**B82B 1/00**

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

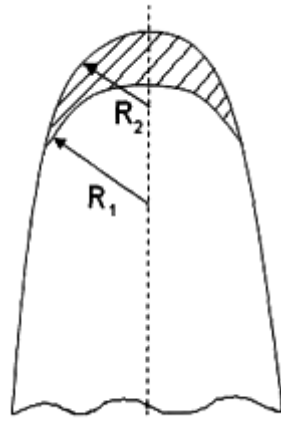
<p>(21) Номер заявки: <b>u 2015 05594</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>08.06.2015</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.12.2015</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.12.2015, Бюл.№ 24</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Левандовський Борис Іванович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ,</b> вул. Петровського, 25, м. Харків, 61002 (UA), <b>Левандовський Борис Іванович,</b> вул. Командарма Уборевича, 30-а, кв. 39, м. Харків, 61660 (UA)</p>
--	--

**(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВІДНОСНОЇ ЗМІНИ ПОВЕРХНЕВОЇ ЕНЕРГІЇ ГОЛЧАСТИХ КРИСТАЛІВ ВНАСЛІДОК ПОЯВИ ТОНКОГО МЕТАЛЕВОГО ШАРУ ПОКРИТТЯ**

**(57) Реферат:**

Спосіб визначення відносної зміни поверхневої енергії голчастих кристалів внаслідок появи тонкого шару металевого покриття, причому чисельне значення величини знаходять завдяки вимірюванню параметрів діючого електричного поля на зразок в польовому іонному мікроскопі.

**UA 103599 U**



Корисна модель належить до галузі металознавства, а саме визначення властивостей поверхні металевих кристалів. Поверхня є у кожного металевого виробу, а її вільна енергія, або енергія відносно вакууму є досить важливою характеристикою [В.И. Трефилов, Ю.В. Мильман, С.А. Фирстов. Физические основы прочности тугоплавких металлов. "Наукова думка", Киев, 1975]. У промисловості часто використовують тонкі шари інших металів, що наносять на поверхні виробів. Тому постає теоретичне та практичне питання для металознавства - чи виникає при цьому зміна поверхневої енергії? Відомі методи виміру поверхневої енергії кристалів не прямі, а досить складні [А. Келли, Г. Грос. Кристаллография и дефекты в кристаллах. Изд-во "Мир" М. 1974].

Спосіб визначення відносної зміни поверхневої енергії голчастого кристала внаслідок появи тонкого шару покриття на його верхівці, оснований на використанні спостережень у польовому іонному мікроскопі (ПІМ). [Дранова Ж.И., Дьяченко А.М., Михайловский И.М. Зависимость свободной поверхности энергии от размеров микрокристаллов. УФЖ, 1971, 16, № 1, С. 155-157]. Під час отримання стабільного зображення поверхні зразка на атомному рівні, виконується вимірювання параметрів електричного поля:

$$\gamma = 0,5\epsilon_0 R (\alpha U_0)^2, \quad (1)$$

де  $\gamma$  - поверхнева енергія металу відносно вакууму;

$\epsilon_0$  - електрична стала;

$R$  - радіус кривизни верхівки голчастого зразка;

$\alpha$  - фактор електричного поля в ПІМ;

$U_0$  - компенсуюча напруга електричного поля.

В основу корисної моделі поставлена задача визначити відносну зміну поверхневої енергії при появі на голчастих кристалах тонких металевих шарів.

Якщо осадження тонкого шару покриття на голчастий зразок з радіусом  $R_1$  його верхівки не приводить до значної зміни  $R_2$  ( $R_1 \approx R_2$ ) (креслення), тоді відносна зміна поверхневої енергії  $\gamma_2/\gamma_1$  з врахуванням (1) буде:

$$\gamma_2/\gamma_1 = (U_{02}/U_{01})^2, \quad (2)$$

де  $U_{01}$  та  $U_{02}$  - напруги електричного поля під час спостереження в ПІМ зразка без покриття та з покриттям;

$\gamma_1$  - поверхнева енергія голчастого зразка без покриття;

$\gamma_2$  - поверхнева енергія тонкого шару металевого покриття.

У випадку, коли  $R_1 \neq R_2$ , тобто радіус верхівки голчастого кристала змінюється, буде

$$\gamma_2/\gamma_1 = (R_2/R_1)(U_{02}/U_{01})^2 \quad (3)$$

Як приклад використання запропонованого способу розрахунку відносної зміни поверхневої енергії є нанесення тонкого шару танталу на голчастий кристал вольфраму марки ВА-3 [Гарбер Р.И., Афанасьев В.И., Левандовский Б.И., Пругер Х.И. Исследование плёнок соединений тантала на поверхности игольчатых микрокристаллов вольфрама. ФММ, 1972, 33, № 4, с. 890-933]. Розрахунки за формулою (2) показали, що поверхнева енергія голчастого мікрокристала з тонким шаром з'єднань танталу зменшилась і складає тільки 20 % від енергії вольфраму.

Технічний результат: запропонований спосіб дає можливість визначити відносну зміну поверхневої енергії при появі на голчастих кристалах тонких металевих шарів, а також знаходити оптимальні співвідношення контактуючих речовин з точки зору експлуатаційних можливостей реальних виробів. Для підвищення вірогідності спостереження покриттів з малою адгезією з голчастим мікрокристалами треба змінювати умови спостереження в ПІМ [Ксенефонов В.А., Соданов Е.В., Михайловский М.Н., Великодня О.А. Полевая ионная микроскопия объектов микрометрового масштаба. Письма в ЖТФ, 2005, т 31, вып. 20, стр. 76-91].

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб визначення відносної зміни поверхневої енергії голчастих кристалів внаслідок появи тонкого шару металевого покриття, який **відрізняється** тим, що чисельне значення величини знаходять завдяки вимірюванню параметрів діючого електричного поля на зразок в польовому іонному мікроскопі (ПІМ), причому шукану величину розраховують за формулою:

$$\gamma_2/\gamma_1=(U_{02}/U_{01})^2, (1)$$

де  $U_{01}$  та  $U_{02}$  - напруги електричного поля під час спостереження в ПІМ зразка без покриття та з покриттям;

$\gamma_1$  - поверхнева енергія голчастого зразка без покриття;

5  $\gamma_2$  - поверхнева енергія тонкого шару металевого покриття.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що у випадку, коли  $R_1 \neq R_2$ , тобто радіус верхівки  $R_1$  голчастого зразка помітно змінюється до  $R_2$ , після осадження шару покриття, шукану величину розраховують за формулою:

$$\gamma_2/\gamma_1=(R_2/R_1)(U_{02}/U_{01})^2, (2)$$

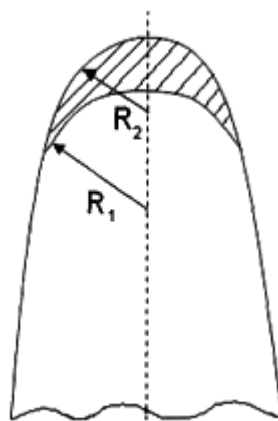
10 де  $U_{01}$  та  $U_{02}$  - напруги електричного поля під час спостереження в ПІМ зразка без покриття та з покриттям;

$\gamma_1$  - поверхнева енергія голчастого зразка без покриття;

$\gamma_2$  - поверхнева енергія тонкого шару металевого покриття;

$R_1$  - радіус кривизни верхівки голчастого зразка без покриття;

15  $R_2$  - радіус кривизни верхівки голчастого зразка з покриттям.




---

Комп'ютерна верстка М. Мацело

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601