



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **26555** (13) **U**  
(51) МПК (2006)  
**C23C 14/32**  
**C23C 14/04**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

**(54) СПОСІБ НАНЕСЕННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ НЕСУЦІЛЬНИХ ПОКРИТТІВ НА НЕМЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ**

1

(21) u200705834

(22) 25.05.2007

(24) 25.09.2007

(46) 25.09.2007, Бюл. № 15, 2007 р.

(72) Ляшенко Борис Артемович, Солових Євген Костянтинович, Антонюк Віктор Степанович, Рутковський Анатолій Віталійович, Долгов Микола Анатолійович, Калініченко Віталій Іванович, Сорока Олена Борисівна

(73) ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МІЦНОСТІ ІМ. Г.С. ПИСАРЕНКА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

2

(57) Спосіб нанесення зносостійких несучільних покриттів на неметалеві матеріали, який включає операції встановлення у вакуумній камері перед оброблюваною поверхнею сітчастої маски-екрана, генерування в напрямку оброблюваної поверхні іонізованого потоку вихідного матеріалу покриття в середовищі реактивного газу і нанесення покриття на неметалеві матеріали, який **відрізняється** тим, що сітчасту маску-екран встановлюють перед оброблюваною поверхнею на відстані  $h$ , що складає  $h=(1,0...10,0)h_{кр}$ , де  $h_{кр}$  - характерний розмір чарунки сітчастої маски-екрана.

Пропонована корисна модель відноситься до обробки матеріалів, а саме, до способів підвищення корозійної стійкості та зносостійкості виробів з неметалевих матеріалів шляхом створення на їх поверхні корозійностійких та зносостійких покриттів. Пропонований спосіб може знайти застосування в машинобудуванні для підвищення стійкості деталей машин та різального інструменту, що працюють в умовах агресивних корозійних середовищ, підвищеного тертя, високих температур та значних механічних навантажень.

Найбільш близьким до пропонованого способу за технічною суттю є спосіб нанесення зносостійких несучільних покриттів на неметалеві матеріали, який включає операції встановлення у вакуумній камері перед оброблюваною поверхнею сітчастої маски, генерування в напрямку оброблюваної поверхні іонізованого потоку вихідного матеріалу покриття в середовищі реактивного газу і нанесення покриття на неметалеві матеріали [Патент України на винахід №68303, МПК (2006) C23C14/32, Опубл. 15.06.2005]. Згаданий спосіб дозволяє наносити покриття, які поєднують одночасно корозійну стійкість та зносостійкість. Це досягається нанесенням суцільного прошарку, на який потім

наносять зовнішній дискретний шар з того ж матеріалу, що і суцільний прошарок. Суцільний прошарок виконує функцію корозійного захисту, а зовнішній дискретний шар виконує функцію зносостійкості. Таким чином в цьому способі поєднані переваги суцільних та дискретних покриттів.

Але, недоліком відомого способу є необхідність проводити багатоопераційну технологію, яка вимагає мінімум трьох операцій:

перша операція - нанесення суцільного прошарку та (поєднано),

друга операція - встановлення екрану-маски, та

третя операція - нанесення зовнішнього дискретного шару.

Ще одним недоліком згаданого способу є і те, що утворене покриття має різкі переходи від дискретної чарунки до суцільного прошарку без плавного стрягнення. Це явище викликає концентрацію напружень в місцях різкого переходу, що знижує довговічність покриття.

У основу пропонованого способу поставлено задачу створити такий спосіб, який би дозволив одержати покриття, яке б поєднувало переваги дискретної структури із підвищеною зносостійкістю

(13) **U**

(11) **26555**

(19) **UA**

з перевагами суцільного покриття по корозійній стійкості та нанесення такого покриття за одну технологічну операцію при плавному спряженні дискретних чарунок із суцільним прошарком.

Поставлена задача вирішується пропонуваним способом, який, як і відомий спосіб нанесення зносостійких несучільних покриттів на неметалеві матеріали, який включає операції встановлення у вакуумній камері перед оброблюваною поверхнею сітчастої маски-екрана, генерування в напрямку оброблюваної поверхні іонізованого потоку вихідного матеріалу покриття в середовищі реактивного газу і нанесення покриття на неметалеві матеріали, а, відповідно до пропозиції, сітчасту маску-екран встановлюють перед оброблюваною поверхнею на відстані  $h$ , що складає

$$h=(1,0-10,0)h_{кр},$$

де  $h_{кр}$  - характерного розміру чарунки сітчастої маски-екрана.

Пропонований спосіб здійснюють використанням вакуум-плазмового обладнання та сітчастої маски-екрана. Чарунки сітчастої маски мають у вихідному стані форму квадрата, довжина сторони якого  $h_{кр}$  складає від 0,12 до 0,25мм.

Авторами експериментально визначено оптимальну відстань нижньої поверхні сітчастої маски від поверхні деталі. А саме, сітчасту маску-екран встановлюють на відстані  $h$  від оброблюваної поверхні деталі. При цьому оптимальне значення відстані  $h$  складає

$$h=(1,0-10,0)h_{кр},$$

де  $h_{кр}$  - характерний розмір чарунки сітчастої маски. При відстані  $h < h_{кр}$  не утворюється суцільний прошарок покриття. В цьому випадку утворюється лише типове дискретне покриття. При умові  $h=(1,0-10,0)h_{кр}$  між окремими чарунками покриття утворюються перемички за рахунок осадження покриття на затіненій сітчастою маскою-екраном частині поверхні оброблюваної деталі. При відстані  $h > 10h_{кр}$  суттєво збільшуються габарити камери, що економічно не виправдано.

Суть пропонуваного способу пояснюється схематичним кресленням.

На кресленні відстань між нижньою поверхнею сітчастої маски-екрана 1 та оброблюваною поверхнею деталі 2 позначена літерою  $h$ . Довжина сторони окремої чарунки покриття 3 позначене як  $h_{кр}$ .  $H_{min}$  та  $H_{max}$  - відповідно, мінімальна та максимальна товщина одержаного пропонуваним способом покриття.

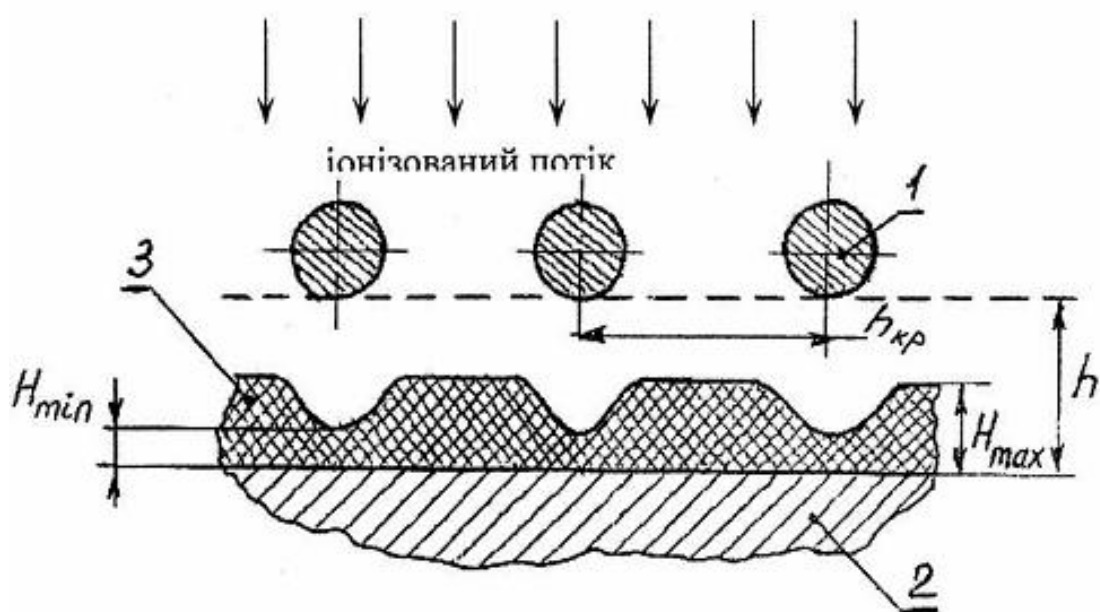
Спосіб здійснюють на установці для вакуум-плазмового напилення, яка містить генератор плазми, систему відкачки повітря з вакуумної камери, засіб для натікання робочого газу до вакуумної камери та вакуумну камеру (не показано). У вакуумній камері розташований утримувач (не показаний) для деталі 2, сітчаста

маска-екран 1, підпалюючий електрод, катод і фокусуюча котушка, гальванічно з'єднані з генератором плазми, забезпеченим блоком живлення (не показано). Установка забезпечена системою управління процесом вакуум-плазмового напилення (не показано).

#### Приклад

У вакуумній камері на утримувачі встановлюють деталь 2. На відстані  $h=10,0h_{кр}$  від деталі 2 встановлюють паралельно поверхні деталі 2 сітчасту маску-екран 1. Подають електричну напругу на нагрівач і нагрівають деталь до температури  $+300-350^{\circ}\text{C}$ . Потім герметизують вакуумну камеру і відкачують повітря до тиску  $P=0,12-0,65\text{Па}$ . Подають напругу на генератор плазми і виконують дії щодо створення плазми між електродом і катодом. Для утримання плями на поверхні катоду подавали напругу на фокусуючі котушки, які переміщують по дузі з периферії катоду на його торцеву частину. В результаті заповнення вакуумної камери реактивним газом між анодом і поверхнею виробу утворюється зона низькотемпературної газометалевої плазми і протікає плазмохімічна реакція утворення покриття. Змінюючи величину струму дуги катоду і напругу на аноді, встановлюють необхідні режими для нанесення покриття, наприклад,  $U_p=650-700\text{В}$ ;  $I_p=3,4-3,6\text{А}$ . В процесі роботи дугового випаровувача в камеру подають реакційний газ, наприклад  $\text{N}_2$ , в результаті в робочому об'ємі вакуумної камери проходить плазмохімічна реакція на поверхні деталі 2, яку напилюють в об'ємі камери. Наприклад, розпилюючи генератором плазми матеріалу  $\text{Ti}$  і подаючи в камеру реакційний газ - азот одержують покриття з нітриду титану ( $\text{TiN}$ ). Швидкість осадження покриття в затіненій сітчастим екраном-маскою 1 зоні набагато менше, ніж на вільній від екрана 1 поверхні деталі 2. Таким чином, регулюється співвідношення  $H_{min}/H_{max}$ . Товщина  $H_{min}$  суцільного прошарку гарантує необхідний корозійний захист, а величина  $H_{max}$  забезпечує необхідну зносостійкість. Плавний перехід швидкостей осадження матеріалу покриття між затіненою та відкритою зонами забезпечує плавне спряження дискретних чарунок із суцільним прошарком. Цим забезпечується відсутність концентрацій напружень та підвищення довговічності покриття. Співвідношення  $H_{min}/H_{max}$  регулюється відстанню  $h$  сітчастої маски-екрана 1 від оброблюваної поверхні деталі 2 та різницею в швидкостях осадження матеріалу покриття в затіненій та відкритій зоні оброблюваної поверхні. Таке комбіноване покриття наносять протягом однієї технологічної операції.

Експериментальна перевірка нового покриття показала майже триразове збільшення його граничного стану при  $H_{min}/H_{max}=0,2$ .



Фіг.