



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **26322** (13) **U**
(51) МПК (2006)
C23C 14/00
C23C 14/24
C23C 14/26

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ВАКУУМ-ПЛАЗМОВОГО НАПИЛЕННЯ

1

2

(21) u200705835

(22) 25.05.2007

(24) 10.09.2007

(46) 10.09.2007, Бюл. № 14, 2007 р.

(72) Солових Євген Костянтинович, Ляшенко Борис Артемович, Антонюк Віктор Степанович, Рутковський Анатолій Віталійович, Сорока Олена Борисівна, Ліпінська Наталія Володимирівна

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

(57) 1. Установа для вакуум-плазмовеого напилення, що містить генератор плазми, систему відкачування повітря з вакуумної камери, засіб для натікання робочого газу до вакуумної камери та вакуумну камеру, в якій розташований утримувач деталі, підпалювальний електрод, катод і фокусуюча котушка, гальванічно з'єднані з генератором

плазми, а також систему керування процесом вакуум-плазмовеого напилення, яка **відрізняється** тим, що у вакуумній камері між катодом і утримувачем виробу встановлений утримувач сітчастої маски-екрана з можливістю зміни відстані між сітчастою маскою-екраном та утримувачем деталі.

2. Установа для вакуум-плазмовеого напилення за п. 1, яка **відрізняється** тим, що утримувач сітчастої маски-екрана забезпечений гвинтовим механізмом, при цьому утримувач прикріплений до одного з елементів гвинтового механізму, а другий елемент гвинтового механізму прикріплений до корпусу вакуумної камери.

3. Установа для вакуум-плазмовеого напилення за пп. 1, 2, яка **відрізняється** тим, що другий елемент гвинтового механізму встановлений на кульовому шарнірі, прикріпленому до корпусу вакуумної камери.

Пропонована корисна модель відноситься до обладнання для одержання покриття шляхом його вакуум-плазмовеого напилення на поверхню деталі, а більш конкретно, до конструкції установи для вакуум-плазмовеого напилення з можливістю одержання на поверхні деталі комбінованого покриття - дискретного шару на поверхні суцільного шару. Пропонована установка 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 близькою до пропонованої за технічною сутністю є установка для вакуум-плазмовеого напилення, що містить генератор плазми, систему відкачки повітря з вакуумної камери, засіб для натікання робочого газу до вакуумної камери та вакуумну камеру, в якій розташований утримувач

деталі, підпалюючий електрод, катод і фокусуюча котушка, гальванічно з'єднані з генератором плазми, а також систему управління процесом вакуум-плазмовеого напилення [Нанесение износостойких покрытий на быстрорежущий инструмент / Внуков Ю.Н., Марков А.А., Лаврова Л.В., Бердышев Н.Ю. / Под ред. В.И. Горюховского - К.: "Техника", 1992. - 141с.].

Недоліком описаної установки є необхідність застосовувати багатоопераційний технологічний процес, який вимагає, щонайменше, трьох операцій: перша операція - нанесення на поверхню деталі суцільного шару, потім друга операція - встановлення екрану-маски та третя операція - нанесення зовнішнього дискретного шару. Окрім згаданого, недоліком процесу є і те, що утворене дискретне покриття має різкі переходи від дискретної чарунки до суцільного прошарку без плавного спряження. Це явище викликає концентрацію на-

(13) **U**(11) **26322**(19) **UA**

пружень в місцях різкого переходу, що знижує довговічність одержаного у такій установці покриття.

У основу пропонованої корисної моделі поставлено задачу створити таку установку для вакуум-плазмового напилення, що дозволила б одержати покриття, яке б поєднувало переваги дискретної структури із підвищеною зносостійкістю з перевагами суцільного покриття по корозійній стійкості та можливістю нанесення такого покриття за одну технологічну операцію при плавному спряженні дискретних чарунок із суцільним прошарком.

Поставлена задача вирішується у пропонованій установці, яка, як і відома установка для вакуум-плазмового напилення, містить генератор плазми, систему відкачки повітря з вакуумної камери, засіб для натікання робочого газу до вакуумної камери та вакуумну камеру, в якій розташований утримувач деталі, підпалюючий електрод, катод і фокусуюча котушка, гальванічне з'єднані з генератором плазми, а також систему управління процесом вакуум-плазмового напилення, а, відповідно до пропозиції, у вакуумній камері між катодом і утримувачем виробу встановлений утримувач сітчастої маски-екрану з можливістю зміни відстані між утримувачем сітчастої маски-екрану та утримувачем деталі.

Особливістю пропонованої установки є і те, що утримувач сітчастої маски-екрану забезпечений гвинтовим механізмом, при цьому утримувач прикріплений до одного з елементів гвинтового механізму, а другий елемент гвинтового механізму прикріплений до корпусу вакуумної камери.

Особливістю пропонованої установки є і те, що другий елемент гвинтового механізму встановлений на шаровому шарнірі, прикріпленому до корпусу вакуумної камери.

Суть пропонованого способу пояснюється схематичним кресленням.

На Фіг.1 - схематично показано пропоновану установку.

На Фіг.2 - показано залежність максимальних дотичних напружень τ_{\max} в площині адгезійного контакту - від кута притуплення кромки Θ , де 2 - основа (деталь); 3 - покриття.

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

Пропонована установка для вакуум-плазмового напилення 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 встановлена у відповідному утримувачі, забезпеченому гвинтовим механізмом, при цьому утримувач прикріплений до одного з елементів гвинтового механізму, а другий елемент гвинтового механізму прикріплений до корпусу вакуумної камери за допомогою шарового шарніру, прикріпленого до корпусу вакуумної камери (не показано). У вакуумній камері встановлені підпалюючий електрод, катод і фоку-

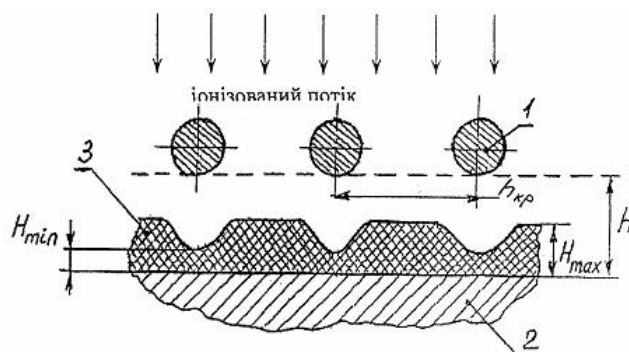
суюча котушка, гальванічно з'єднані з генератором плазми, забезпеченим блоком живлення (не показано). Установка забезпечена системою управління процесом вакуум-плазмового напилення (не показано).

Пропонована установка працює так. У вакуумній камері на відповідному утримувачі встановлюють деталь 2. На відстані $h=10,0h_{\text{кр}}$ від деталі 2 встановлюють паралельно поверхні деталі 2 у відповідному утримувачі сітчасту маску-екран 1, задаючи гвинтовим механізмом потрібну відстань між поверхнею деталі 2 і сітчастою маскою-екрану 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 газо-металевої 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 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 Ti і подаючи в камеру реакційний газ - азот одержують покриття з нітриду титану (TiN). Швидкість осадження покриття в затіненій сітчастим екраном-маскою 1 зоні набагато менша, ніж на вільній від екрану 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-екрану 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. Одержане покриття досліджували на міцність. При цьому було визначено, що напружно-деформований стан окремої дільниці (чарунки) дискретного покриття суттєво залежить від форми його крайової зони. Особливо впливає форма кромки на розподіл дотичних напружень в площині адгезійного контакту. На Фіг.2 показано залежність максимальних дотичних напружень τ_{\max} в площині адгезійного контакту від кута притуплення кромки Θ . Як слідує з Фіг.2, притупленням кромки можна суттєво знизити дотичні напруження, чим підвищити стійкість дискретного покриття при експлуата-

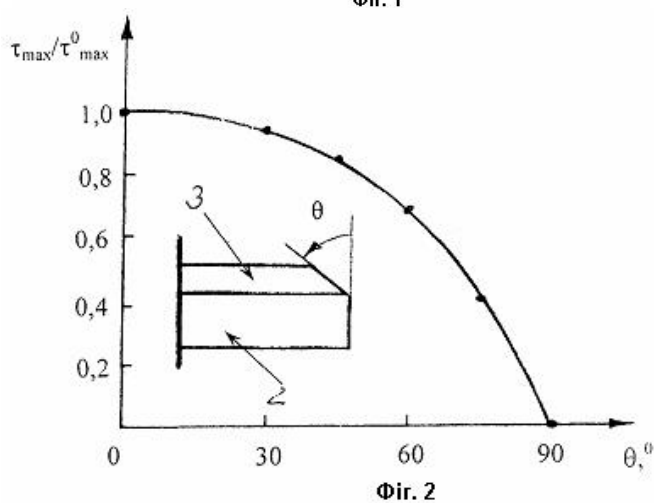
ційних навантажень.

Авторами, наприклад, було визначено, що нанесення дискретного покриття (AlCr)N у пропонуваній установці при відстані $h=0$ на ріжучу кераміку

Si_3N_4 збільшило зносостійкість (в порівнянні з суцільним покриттям) при точінні сталі LUX-15 (HRC 62...64) на 30%, а дискретне покриття, нанесене при $h=2\text{ мкм}$, збільшило зносостійкість на 70%.



Фиг. 1



Фиг. 2