

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 95405

**ЗНОСОСТІЙКЕ ІОННО-ПЛАЗМОВЕ ПОКРИТТЯ ДЛЯ
РІЗУЧОГО І ФОРМОТВОРНОГО ІНСТРУМЕНТУ**

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **25.12.2014**.

Голова Державної служби
інтелектуальної власності України

А.Г. Жарінова



(21) Номер заявки: u 2014 06981

(22) Дата подання заявки: 20.06.2014

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.12.2014

(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: 25.12.2014, Бюл. № 24

(73) Власники:

Саратович Владислав
Вікторович,
Харків, 61108, UA,
вул. Вальтера, 21-а, кв. 124, м.
Саратович Олексій
Владиславович,
Харків, 61108, UA,
вул. Вальтера, 21-а, кв. 124, м.
Останчук Дмитро Павлович,
Харків, 61108, UA,
вул. Гацева, 1, кв. 123, м.
Харків, 61108, UA

(72) Винахідники:

Саратович Владислав
Вікторович, UA,
Саратович Олексій
Владиславович, UA,
Останчук Дмитро Павлович,
UA

(54) Назва корисної моделі:

ЗНОСОСТІЙКЕ ІОННО-ПЛАЗМОВЕ ПОКРИТТЯ ДЛЯ РІЗЬЧОГО І ФОРМОВОРНОГО ІНСТРУМЕНТУ

(57) Формула корисної моделі:

Стійке іонно-плазмове покриття для різьчоро і формоворного інструменту, що містить Ti-Al-N, яке відрізняється тим, що воно додатково містить молібден, хром, ванадій і кремній, утворюючи баріокомпонентне покриття виду (Ti-Al-Mo-Cr-V-Si) N при наступному вмісті компонентів у ваг. % Al (4,4-7,5), Mo (4,4-4,7), Cr (1,4-1,6), V (4,4-4,7), Si (1,5-2,3), Ti-інше.

(11) 95405

Пронумеровано, прошито металевими
люверсами та скріплено печаткою
2 арк.
25.12.2014



Уповноважена особа

(підпис)



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **95405** (13) **U**
(51) МПК
C23C 14/24 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2014 06981</p> <p>(22) Дата подання заявки: 20.06.2014</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.12.2014</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.12.2014, Бюл.№ 24</p>	<p>(72) Винахідник(и): Сагалович Владислав Вікторович (UA), Сагалович Олексій Владиславович (UA), Остапчук Дмитро Павлович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): Сагалович Владислав Вікторович, вул. Вальтера, 21-а, кв. 124, м. Харків, 61108 (UA), Сагалович Олексій Владиславович, вул. Вальтера, 21-а, кв. 124, м. Харків, 61108 (UA), Остапчук Дмитро Павлович, вул. Гацева, 1, кв. 123, м. Харків, 61108 (UA)</p> <p>(74) Представник: Серюгіна Алла Сергіївна, реєстр. №63</p>
--	--

(54) ЗНОСОСТІЙКЕ ІОННО-ПЛАЗМОВЕ ПОКРИТТЯ ДЛЯ РІЖУЧОГО І ФОРМОТВОРНОГО ІНСТРУМЕНТУ

(57) Реферат:

Стійке іонно-плазмове покриття для ріжучого і формотворного інструменту містить Ti-Al-N, молібден, хром, ванадій і кремній, утворюючи багатокomпонентне покриття виду (Ti-Al-Mo-Cr-V-Si) N при наступному вмісті компонентів у ваг. % Al (4,4-7,5), Mo (4,4-4,7), Cr (1,4-1,6), V (4,4-4,7), Si (1,5-2,3), Ti-інше.

UA 95405 U

Корисна модель належить до галузі машинобудування, зокрема, до технології отримання іонно-плазмових покриттів із зносостійкими властивостями шляхом вакуум-дугового осадження. Такі покриття можуть використовуватися в машинобудуванні, авіабудуванні, металургії та інших галузях промисловості при створенні конструкцій із захисними, зміцненими, зносостійкими, ерозиційностійкими покриттями, зокрема, для підвищення стійкості ріжучого, формотворного, вирубного інструменту.

Відомі багатокомпонентні зносостійкі покриття і способи їх нанесення на металеву підкладку, зокрема, покриття Ti-N, Zr-N, Cr-N, Ti-C-N, Ti-Al-N, Ti-Cr-N, Ti-Zr-N, Ti-Al-V-N, Cr-Al-N, отримані методами вакуум-дугового осадження, плазмового нанесення, методом магнетронного розпилення чи іншими.

Відомо, наприклад, зносостійке іонно-плазмове покриття на основі нітриду хрому, нанесене на металевий виріб [див. опис до патенту РФ № 2025543, М.кл. С 23 С 14/08, опубл. 30.12.1994 р.], що містить ванадій у складі нітриду (Cr-V) N при наступному співвідношенні хрому і ванадію ат%: Cr 28-50, V50-72.

Покриття може використовуватися в промисловості для підвищення зносостійкості різального та технологічного інструменту, має відносну зносостійкість, яка змінюється в залежності від складу.

Однак зносостійкість такого покриття невисока, а його застосування обмежене, оскільки використовується в основному для обробки конструкційних сталей.

Відомо, також багат шарове покриття на твердосплавний інструмент для обробки титанових сплавів, що складається з шарів, послідовно нанесених на поверхню інструменту [див. опис до патенту РФ № 2415198, М.к. С23С 14/06, опубл. 09.11.2009], адгезійного шару складу $\lambda \text{ Nb} + \mu \text{ Cr} + \nu \text{ Zr}$ товщиною 0,2-0,8 мкм, перехідного шару складу $\alpha \text{ NbN} + \beta \text{ Cr} + \gamma \text{ ZrN}$ товщиною 0,3-0,8 мкм, при цьому перехідний шар містить, принаймні, один нітрид металу, що входить до складу адгезійного шару, і наноструктурований зносостійкий шар товщиною 10-100 нм, що складається з повторюваного комплексу наночарів $\chi \text{ NbN} + \delta \text{ CrN} + \epsilon \text{ ZrN}$, при цьому перший нанослой, що контактує з перехідним шаром, має однаковий з ним склад. Індeksi $\lambda, \mu, \nu, \alpha, \beta, \gamma, \chi, \delta, \epsilon$ представляють собою масові частки відповідних нітридів в межах від 0 до 1 при їх сумарному значенні рівному 1.

Описане вище покриття, отримане методом вакуумної іонно-плазмової технології, дозволяє підвищити час обробки на відмову і надійність різального інструмента за рахунок високої адгезії шарів між собою.

Однак, область застосування, як і в попередньому випадку, обмежується металообробкою в основному конструкційних сталей. Використання твердих сплавів та інших подібних матеріалів виявляє його непридатність внаслідок складності покриття і схильності до утворення мікротріщин внаслідок порушення кристалоподібності при переході від одного шару до іншого. Найбільш близьким до технічного рішення, що заявляють, за призначенням, технічною сутністю та результатом, що досягається при використанні, є покриття, що містить шар (Ti, Al_{1-x}) N [див. опис до патенту РФ № 2487781, М.кл. В23В 27/16, опубл. 20.01.12 р.] і наносхарову область, яка включає безліч наборів наночарів, що чергуються, де кожен набір наночарів, що чергуються, містить один наносхар, який включає алюміній, титан, хром і азот, і інший наносхар, що включає алюміній, хром, титан і азот з відмінними стехіометричними індексами.

Описане вище покриття має підвищену зносостійкість. Досягнутий технічний результат забезпечує в свою чергу підвищення продуктивності різального інструменту при виконанні операцій, пов'язаних зі стружкоутворенням.

Однак, ріжучий інструмент з досить високим опором зносу при обробці конструкційних сталей виявляється недостатньо ефективним при обробці спеціальних сталей або, наприклад, при обробці тиском. До того ж, як і попереднє, покриття складне і не позбавлене згаданого вище недоліку.

Тому метою пропонованого технічного рішення є комплексне підвищення основних технічних характеристик покриття, таких як міцність, зносостійкість, адгезійна сумісність покриття з основою.

В основу технічного рішення, що заявляють, поставлена задача поліпшення покриття, що містить нітриди титану та алюмінію, в якому, внаслідок виконання на поверхні виробу шару нітриду, легованого іонами Mo, Cr, V, Si і утворення багатокомпонентне покриття виду (Ti, Al, Mo, Cr, V, Si) N, досягається новий технічний результат.

Новизна технічного результату полягає в утворенні покриття, в якому легований нітридовий шар в результаті введення до складу покриття Ti-Al-N додаткових легуючих елементів (Mo, Cr, V, Si) в умовах, що забезпечують утворення високотвердих, міцних, високоентальпійних

нітридних сполук (Mo_2N , CrN , VN , Si_3N_4), забезпечує суттєве підвищення зносостійкості та інших механічних властивостей покриття.

5 Поставлена задача вирішується тим, що у відомому покритті, що містить шар нітриду (Ti-Al-N), згідно корисної моделі, шар нітриду легований іонами Mo, Cr, V, Si і утворює багатоконпонентне покриття виду (Ti, Al, Mo, Cr, V, Si) N при наступному вмісті компонентів у ваг. % Al (4,4-7,5), Mo (4,4-4,7), Cr (1,4-1,6), V (4,4-4,7), Si (1,5-2,3), Ti - інше.

Як видно з викладу суті заявленого технічного рішення, воно відрізняється від прототипу і, отже, є новим.

10 Технічне рішення, що заявляють, відрізняється від відомих принципово, як зазначено вище, тим, що в результаті введення до складу покриття Ti-Al-N додаткових легуючих елементів (Mo, Cr, V, Si) в умовах, що забезпечують утворення високотвердих, міцних, високоентальпійних нітридних сполук виду (MO_2N , CrN , VN , Si_3N_4), забезпечується суттєве підвищення зносостійкості та інших механічних властивостей покриття.

15 Технічне рішення, що заявляють, промислово застосовне і може бути використане у виробництві інструментів для обробки твердих сплавів, зокрема інструментальних сталей.

У таблиці 1 показана залежність складу, одержуваних покриттів, від технологічних параметрів і деякі властивості покриттів.

Таблиця 1

Покриття	Технологічні параметри				Склад покриття, (%)							Мікротв., Hv, КГ/ММ ²	Товщ., мкм	Адгезія
	Ip(Ti), А	Ip(Al), А	Uc, В	P _{N2} , 10 ⁻¹ Па	Ti	Mo	V	Cr	Al	Si	N			
1	80	100	80	1,5	ін.	4,4	4,4	1,4	6,9	2,3	13,6	3500	10	добра
2	90	100	100	2,0	ін.	4,5	4,6	1,5	7,5	2,5	14,4	4200	10	дуже добра
3	100	120	120	2,0	ін.	4,6	4,7	1,5	6,1	2,1	14,6	4500	10	дуже добра
4	100	130	120	3,0	ін.	4,7	4,7	1,6	4,3	1,5	16,0	4600	10	добра
5 Ti-N	100	-	100	2,0	ін.	-	-	-	-	-	18,0	1800	10	добра
6 Ti-Al-N	100	100	100	2,0	ін.	-	-	-	8,0	-	18,0	3000	10	добра

20 Для порівняння в табл. 1 (пп. 5, 6) наведені характеристики покриттів Ti-N і Ti-Al-N, отриманих на тому ж обладнанні, але не із сплавних, а із чистих катодів.

25 Спосіб формування покриття на металевій підкладці полягає в наступному. Покриття отримують способом вакуум-дугового осадження з плазмової фази в середовищі реакційного газу азоту з іонним бомбардуванням. Осадження ведуть з двох катодів - сплавного титанового катода, до складу якого входять домішки молібдену, хрому, ванадію в наступному співвідношенні компонентів, (%) (табл. 2) і сплавного алюмінієвого катода, до складу якого входять домішки кремнію в наступному співвідношенні компонентів, (%) (табл. 3):

Таблиця 2

Вміст елемента в катоді, (%)	Ti	V	Cr	Mo
	інше	4-5.5	0.5-1.5	4-5.5

Таблиця 3

Вміст елемента в катоді, (%)	Si	Al
	20-22	інше

30 Перед розміщенням у вакуумній камері вироби, що покривають, та контрольні зразки промивають у бензині і протирають спиртом і встановлюють у гнізда поворотного-планетарного механізму столу вакуум-дугового блоку установки Avinit, що розташовані по колу. В якості матеріалів катодів, що розпилюють, використовували Сплавний титановий катод і Сплавний алюмінієвий катод.

35 Реакційну камеру вакуумували до тиску $6,6 \cdot 10^{-3}$ Па, напускали аргон до тиску $2 \cdot 10^{-1}$ Па, підпалювали тліючий розряд і встановлювали струм розряду 20 А. Очищення в тліючому розряді аргону проводили при плавному підвищенні потенціалу зміщення на деталях, що покривали, від 20 В до 1000 В протягом 30 хв.

Потім проводили обробку виробів у високощільній плазмі аргону. Для цього напускали аргон до тиску $2 \cdot 10^{-1}$ Па через газовий плазмогенератор, підпалювали газовий розряд, встановлювали ток газового розряду 20 А, плавно підвищуючи потенціал зміщення на деталях, що покривали, від 20 В до 400...500 В, нагрівали деталі до 400...500 °С і проводили очищення в газовому розряді аргону протягом 30 хв.

Після цього аргон замінювали на азот при тому ж робочому тиску в камері $P_{N_2} = (1,33-4,0) \cdot 10^{-1}$ Па і підпалювали дуговий розряд на обох катодах з технологічними параметрами, що наведені в табл. 4.

Таблиця 4

Покриття	Технологічні параметри				Склад покриття, (%)							Мікротв., Н _v , кг/мм ²	Товщ., мкм	Адгезія
	Ip(Ti), А	Ip(Al), А	Uc, В	P _{N₂} , 10 ⁻¹ Па	Ti	Mo	V	Cr	Al	Si	N			
1	80	100	80	1,5	Інш.		4,4	1,4	6,9	2,3	13,6	3500	10	добра
2	90	100	100	2,0	Інш.	4,5	4,6	1,5	7,5	2,5	14,4	4200	10	дуже добра
3	100	120	120	2,0	Інш.	4,6	4,7	1,5	6,1	2,1	14,6	4500	10	дуже добра
4	110	130	120	3,0	Інш.	4,7	4,7	1,6	4,3	1,5	16,0	4600	10	добра
5 Ti-N	100	-	100	2,0	Інш.	-	-	-	-	-	18,0	1800	10	добра
6 Ti-Al-N	100	100	100	2,0	Інш.	-	-	-	8,0	-	18,0	3000	10	добра

При обробці в плазмі титану при струмі розряду Ip (Ti) = 80-120 А і алюмінію при струмі розряду Ip (Al) = 90-140 А і потенціалі зміщення Uc=50-150 В у середовищі азоту $P_{N_2} = (1,33-4,0) \cdot 10^{-1}$ Па плазмова фаза поряд з іонами титану а алюмінію додатково містить іони молібдену, хрому, ванадію і кремнію, які і входять до складу покриття.

Нанесення покриття проводили протягом 120 хвилин. Товщина покриття досягає 8...10 мкм. Вимірювання мікротвердості проводили мікротвердоміри ПМТ-3 на контрольному зразку після нанесення покриттів при навантаженні на алмазну піраміду 0,2 Н.

У табл. 4 показана залежність складу одержуваних покриттів від технологічних параметрів і деякі властивості покриттів.

Для порівняння в табл. 4 (пп. 5, 6) наведені характеристики покриттів Ti-N і Ti-Al-N, отриманих на тому ж обладнанні, але не із сплавних, а із чистих катодів.

Реалізацію покриттів для зміцнення ріжучого і формотворного інструменту, отриманого за запропонованим способом, ілюструють такі приклади.

Приклад 1.

Проведені порівняльні випробування твердосплавного ріжучого інструменту з багатоконпонентними покриттями у виробничих умовах високошвидкісного фрезерування. Випробування проводилися на твердосплавних фрезах виробництва фірми "FRAISA", які в початковому стані покриття не мали, і на таких же фрезах з багатоконпонентними покриттями, нанесеними згідно способу, що заявляють.

Випробування проводилися методом порівняння величини зносу на ефективному діаметрі покритої і не покритої фрез, що працюють в однакових умовах на заготовці зі сталі 45 з твердістю HRC 45. Величина зносу ріжучої кромки Н визначалася за допомогою мікроскопа при збільшенні в 30 разів. Результати випробувань наведені в табл. 5.

Таблиця 5

Позначення фрези	Покриття	Режими різання			Час роботи, хв.	Величина зносу
		Оберти (об/хв.)	Подача (мм/хв.)	Глибина різання a _p (мм)		
5280.140 Ø2 R1	Покриття (табл. 3, п. 2)	42000	1680	0,04	53	0,04
	Без покриття	42000	1680	0,04	53	0,12
5280.220 Ø4 R2	Покриття (табл. 3, п. 3)	42000	4200	0,05	21	0,03
	Без покриття	42000	4200	0,05	21	0,08-0,1
5280.300 Ø6 R3	Покриття Avinit (табл. 3, п. 4)	42000	5880	0,12	30	0,05
	Без покриття	42000	5880	0,12	30	0,15-0,2

Результати порівняльних випробувань показали, що на однакових режимах високошвидкісного фрезерування знос фрез, покритих за пропонуваним способом при оптимальних параметрах процесу (табл. 1, п. 2-4) багатокомпонентними покриттями в 2,6-4 рази менше, ніж не покритих.

5 Приклад 2.

Проведені виробничі випробування сфероциліндричних фрез R15, зміцнених згідно заявленому способу (табл. 1, п. 3).

Умови проведення випробувань:

10 Операція - фрезерування профілю лопатки. Обладнання - обробний центр мод. 2204BM1Ф4. Оброблювана деталь - лопатка апарату Б90010160, що спрямляє; матеріал - ЕП479 (15 × 16Н2АМШ).

15 Інструмент: фреза 9336-1239 (серійно вживана): 030 мм; R15 ММ; Z=6; матеріал - Р6М5К5МП (HRC66); передній кут - $\gamma = 10^\circ$; задній кут - $\alpha = 12^\circ$. Режими різання: число обертів - $n = 200$ об / хв; подача - $S=250$ мм / хв; глибина обробки - $t=2...3$ мм; охолодження - масляна СОЖ "Асфол-2".

Як показали результати виробничих випробувань, зміцнення інструменту типу сфероциліндричні фрези 9336-1239 за заявленим способом забезпечує підвищення стійкості інструменту в 1,5...1,8 рази при підвищенні якості обробленої поверхні.

Приклад 3.

20 Згідно заявленому способу, як і в прикладі 1, були нанесені багатокомпонентні покриття на формозмінюючі частини штампів, що використовуються для вібропросічки на діропробивних пресах з ЧПУ "Behrens".

25 Порівняльні випробування в умовах промислового виробництва на штампах $\varnothing 12$ мм, які використовують для найбільш навантажених і жорстких режимів вібропросічки на діропробивних пресах з ЧПУ "Behrens", показали, що при однакових умовах і режимах роботи стійкість штампів з багатокомпонентними покриттями значно більше, ніж без покриття (коефіцієнт зміцнення від 5 до 40 разів), при цьому підвищується якість оброблюваних матеріалів (табл. 6).

Таблиця 6

Позначення штампа	Покриття	Товщина оброблен. матеріалу	Кількість ударів	Величина зноса, мм	Швидкість зноса, мм/удар	Коеф. зміцнення
Пуансони $\varnothing 12$ мм	Покриття t (табл. 3, п. 2)	1 мм	161805	0,02	$1,24 \cdot 10^{-7}$	19
	Без покриття		46230	0,11	$2,38 \cdot 10^{-6}$	
Матриці $\varnothing 12,07$ мм	Покриття t (табл. 3, п. 2)		161805	0,004	$2,47 \cdot 10^{-7}$	43
	Без покриття		46230	0,05	$1,1 \cdot 10^{-6}$	
Пуансони $\varnothing 12$ мм	Покриття t (табл. 3, п. 1)	3 мм	62030	0,03	$4,8 \cdot 10^{-7}$	12
	Без покриття		26140	0,15	$5,7 \cdot 10^{-6}$	
Матриці $\varnothing 12,45$ мм	Покриття t (табл. 3, п. 1)		62030	0,04	$6,4 \cdot 10^{-7}$	5
	Без покриття		26140	0,08	$3,0 \cdot 10^{-6}$	

30 Особливо ефективно працює покриття при вирубці листових металів: сталей, латуні, міді. Стійкий до ушкоджень покриття на крайках штампа виконує ті ж функції, що й на фрезах при ударних навантаженнях. Покриття оберігає вироби від задирків під час рубки, так як навіть при зносі покриття по вирубної кромці зберігається тривалий час на прилеглих поверхнях матриці і пуансона. Підвищує довговічність штампа в 3 і більше разів. Приклад 4.

35 Багатошарові покриття (табл. 1, п. 2) були нанесені на твердосплавні ріжучі пластини з сплаву ВК6.

Як показали результати промислових випробувань, при обробці торців зварних труб ($\varnothing=25-75$ мм) зі сталі Ст. 3 кп (умови різання: швидкість різання $V=20-25$ м / хв, глибина різання 3 мм), стійкість різальних пластин з багатошаровими покриттями збільшується в 2,6-3 разів.

40 Як видно з наведених прикладів, найкращі результати по зміцненню різних типів інструментів досягаються для покриттів, зазначених у табл. 1, п. 2.

Оптимальні технологічні параметри процесу такі: $I_p(Ti) = 90$ А, $I_p(A1) = 110$ А, $U_c = 10$ В, $P_{N2} = 2,0 \cdot 10^{-1}$ Па (табл. 1, п. 2).

При цьому формуються покриття з наступним співвідношенням компонентів, (%):

Таблиця 7

Ti	Al	V	Cr	Mo	Si	N
решта	7,5	4,6	1,5	4,5	2,5	14,4

- Таким чином, пропонується спосіб дозволяє досягти багаторазового збільшення зносостійкості і терміну служби ріжучого і формотворного інструменту. Ефект досягається нанесенням дуже тонких (0,5-10 мкм) зносостійких покриттів на робочі поверхні деталей. Операція нанесення покриттів є фінішною, не впливає на попередній процес виготовлення деталей. Мала товщина покриттів не вимагає зміни величини допусків на їх розміри. Надвисока твердість покриттів і виключно висока міцність зчеплення покриттів із всілякими підкладками забезпечують підвищення зносостійкості різального, формотворного інструменту і деталей машин в 3-30 разів, штампів в 5-100 разів, деталей, що труться об абразивні матеріали, в 10-100 разів.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 15 Сійке іонно-плазмове покриття для ріжучого і формотворного інструменту, що містить Ti-Al-N, яке відрізняється тим, що воно додатково містить молібден, хром, ванадій і кремній, утворюючи багатокомпонентне покриття виду (Ti-Al-Mo-Cr-V-Si) N при наступному вмісті компонентів у ваг. % Al (4,4-7,5), Mo (4,4-4,7), Cr (1,4-1,6), V (4,4-4,7), Si (1,5-2,3), Ti-інше.

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

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

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