



ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО
на Република България

ПАТЕНТ
ЗА
ИЗОБРЕТЕНИЕ

Рег. № 66854 В1

Заявка № 111841

Дата на заявяване: 16/10/2014

Приоритет:

a 2014 06976 20/06/2014 UA

Срок на действие: 16/10/2034

Публ. за заявката: 29/07/2016

Публ. за издаване: 15/03/2019

Наименование:

ИЗНОСОУСТОЙЧИВО ЙОННО-
ПЛАЗМЕНО ПОКРИТИЕ ЗА
РЕЖЕЩ И ФОРМООБРАЗУВАЩ
ИНСТРУМЕНТ И МЕТОД ЗА
ПОЛУЧАВАНЕТО МУ

Притежател/и:

Дмитро Павлович Остапчук,

ул. „Гацева“ 1, кв. 123,

61108 Харьков [UA]

Олексий Владиславович Сагалович,

ул. „Вальтера“ 21а, кв. 124,

61108 Харьков [UA]

Владислав Викторович Сагалович,

ул. „Вальтера“ 21а, кв. 124,

61108 Харьков [UA]

Изобретател/и:

Дмитро Павлович Остапчук

Олексий Владиславович Сагалович

Владислав Викторович Сагалович

Председател:


Д-р Петко Николов

Дата: 28.03.2019



ОПИСАНИЕ КЪМ ПАТЕНТ

ЗА

ИЗОБРЕТЕНИЕ

ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО

(21) Заявителски № 111841

(22) Заявено на 16.10.2014

(24) Начало на действие
на патента от: 16.10.2014

Приоритетни данни

(31) а 2014 06976 (32) 20.06.2014 (33) UA

(41) Публикувана заявка в
бюлетин № 7 на 29.07.2016

(45) Отпечатване на 15.03.2019

(46) Публикувано в бюлетин № 3.1
на 15.03.2019

(56) Информационни източници:

(62) Разделена заявка от рег. №:

(73) Патентоприитежател(и):

ДМИТРО ПАВЛОВИЧ ОСТАПЧУК,
61108 ХАРЬКОВ, УЛ. "ГАЦЕВА" 1, КВ. 123;
ОЛЕКСИЙ ВЛАДИСЛАВОВИЧ САГАЛОВИЧ,
61108 ХАРЬКОВ, УЛ. "ВАЛТЕРА", 21А,
КВ. 124;
ВЛАДИСЛАВ ВИКТОРОВИЧ САГАЛОВИЧ,
61108 ХАРЬКОВ, УЛ. "ВАЛТЕРА" 21А,
КВ. 124 (UA)

(72) Изобретател(и):

Дмитро Павлович Остапчук
Олексий Владиславович Сагалович
Владислав Викторович Сагалович

(74) Представител по индустриална
собственост:

Самуил Габриел Бенатов, 1113 София,
ул. "Асен Пейков" 6, ет. 1 ап. 1

(86) № и дата на РСТ заявка:

(87) № и дата на РСТ публикация:

(54) ИЗНОСОУСТОЙЧИВО ЙОННО-ПЛАЗМЕНО ПОКРИТИЕ ЗА РЕЖЕЩ И ФОРМООБРАЗУВАЩ ИНСТРУМЕНТ И МЕТОД ЗА ПОЛУЧАВАНЕТО МУ

(57) Изобретението се отнася към областта на машиностроенето, по-специално към технологии за получаване на йонно-плазмени покрития с износоустойчиви свойства чрез вакуумно-дъгово отлагане, по-специално, за повишаване на издръжливостта на режещ, формообразуващ, щанцоваш инструмент. Целта на предлаганото техническо решение е комплексно повишаване на основните технически характеристики на покритието, такива като якост, износоустойчивост, адхезионна съвместимост на покритието с основата. В основата на претендираното техническо решение е поставена задачата за подобряване на метода за формиране на покритие, в което в резултат на нанасяне на слой нитрид, легиран с йони Mo, Cr, V, Si и формиращ многокомпонентно покритие от вида (Ti, Al, Mo, Cr, V, Si) N, чрез въвеждане в плазмената фаза на йони на молибден, хром, ванадий от сплавен титанов катод и на йони на силиций от сплавен алуминиев катод се осигурява нов технически резултат. Предложеният метод дава възможност за многократно увеличение на износоустойчивостта и експлоатационния живот на режещия и формообразуващ инструмент. Ефектът се постига чрез нанасяне на много тънки (0,5-10 microm) износоустойчиви покрития върху работната повърхност на детайлите. Операцията по нанасяне на покритието е финална, не влияе върху предшествашия процес по производство на детайлите. Малката дебелина на покритието не изисква промяна на допуските на техните размери. Свърхвисоката твърдост на покритието и изключително високата якост на сцепление на покритията с различни подложки осигуряват по-голяма износоустойчивост на режещия, формообразуващ инструмент и детайлите на машините с 3-30 пъти, на формите с 5-100 пъти, на детайли, триещи се в абразивни материали, с 10-100 пъти.

2 претенции

(54) ИЗНОСОУСТОЙЧИВО ЙОННО-ПЛАЗМЕНО ПОКРИТИЕ ЗА РЕЖЕЩ И ФОРМООБРАЗУВАЩ ИНСТРУМЕНТ И МЕТОД ЗА ПОЛУЧАВАНЕТО МУ

Изобретението се отнася към областта на машиностроенето и по-специално към технологии за получаване на йонно-плазмени покрития с износоустойчиви свойства чрез вакуумно-дъгово отлагане. Такива покрития могат да се използват в машиностроенето, авиостроенето, металургията и други стопански отрасли при създаването на конструкции със защитни, подсилени, износоустойчиви, ерозионноустойчиви покрития, по-специално за повишаване на издръжливостта на режещ, формообразуващ, щанцоваш инструмент.

Известни са многокомпонентни износоустойчиви покрития и методи за нанасянето им върху метална подложка, по-специално покрития 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, получени с помощта на вакуумно-дъгово отлагане, плазмено нанасяне, магнетронно разпрашаване или по друг начин.

Известно е, например, износоустойчиво йонно-плазмено покритие на основата на хромен нитрид, нанесен върху метално изделие [вж. описание в патент на Руската федерация № 2 025 543, М. кл. С 23 С 14/08, обн. 30.12.1994 г.], съдържащо ванадий в състава на нитрида (Cr-V)N с отношение хром/ванадий ат %: Cr 28-50, V 50-72.

Покритието може да се използва в промишлеността за подобряване на износоустойчивостта на режещ и технологичен инструмент, има относителна износоустойчивост 1-3.08, която варира в зависимост от състава.

Въпреки това, износоустойчивостта на такова покритие е ниска, а приложението му е ограничено, тъй като се използва главно за обработка на конструкционни стомани.

Известно е също така многослойно покритие върху инструмент от твърда сплав за обработка на титанови сплави, съдържащо слоеве последователно нанесени върху повърхността на инструмента [вж. описание в патент на Руската федерация № 2415198, М.к. С 23 С 14/06, обн. 09.11.2009], адхезионен слой със състав $\lambda \text{Nb} + \mu \text{Cr} + \nu \text{Zr}$ с дебелина 0,2-0,8 микрометра, преходен слой със състав $\alpha \text{NbN} + \beta \text{Cr} + \gamma \text{ZrN}$ с дебелина 0,3-0,8 микрометра като при това преходният слой съдържа най-малко един метален нитрид, влизащ в състава на адхезионния слой и наноструктуриран износоустойчив слой с дебелина 10-100 нанометра, състоящ се от повтарящ се комплекс от нанослоеви $\chi \text{NbN} + \delta \text{CrN} + \epsilon \text{ZrN}$, при това първият нанослой, контактуващ с преходния слой има същия като него състав. Индексите λ , μ , ν , α , β , γ , χ , δ , ϵ са масовите части на съответните нитриди в интервала от 0 до 1, като общата им стойност е 1.

Описаното по-горе покритие, получено чрез метода на вакуумна йонно-плазмена технология може да ускори времето за обработка по отношение на трайността и надеждността на режещия инструмент, поради високата адхезия на слоевете един с друг.

Въпреки това, областта на приложение, както и в предишния случай, се ограничава главно до металообработка основно на конструкционни стомани. При използването върху твърди сплави и други подобни материали се проявява непригодност поради сложността на покритието и склонността към образуване на микропукнатини поради нарушаване на кристалоподобие при прехода от един слой към друг.

Най-близо до претендираното техническо решение по предназначение, техническото естество и достигнатия резултат при използване е покритие, съдържащо слой $(\text{Ti}_y \text{Al}_{1-y})\text{N}$ [вж. описание в патент на Руската федерация № 2487781, М. кл. В 23 В 27/16, обн. 20.01.12 г.] и нанослойна област, включваща множество групи от редуващи се нанослоеви, където всяка група редуващи се нанослоеви включва един нанослой, включващ алуминий, титан, хром и азот и друг нанослой, включващ алуминий, хром, титан и азот с различни стехиометрични индекси.

Описаното по-горе покритие е с повишена износоустойчивост. Постигнатият технически резултат от своя страна осигурява подобрена производителност на режещия инструмент при изпълняване на операции, свързани с отнемането на стружки.

Въпреки това, режещият инструмент с достатъчно висока устойчивост на износване при обработка на конструкционни стомани се оказва недостатъчно ефективен при обработка на специални стомани или, например, при обработка с налягане. Също така, както и предишното, покритието е сложно и не

е лишено от споменатия по-горе недостатък.

Известен е метод за получаване на многослойно покритие за режещ инструмент [вж. описание в патент на Руската федерация № 2430990, М. кл. С 23 С 14/24], включващ образуване на трислойно покритие чрез вакуумно-дъгов метод, като при това долният слой от титанов нитрид и цирконий се формира при температура от 600°C и налягане на азота от $7,5 \cdot 10^{-4}$ Ра, междинният слой се формира от същия нитрид, легиран с хром при температура от 550°C и налягане на азота от $4,3 \cdot 10^{-3}$, а горният слой се формира от титанов нитрид и хром при температура от 500°C и налягане от $4,3 \cdot 10^{-3}$ МРа.

Описаният по-горе метод позволява да се получи по-стабилно покритие в сравнение с покритието на същата школа (вж. № 2297473).

Въпреки това, както и описаните по-горе технически решения, последното в крайна сметка се оказва по-малко ефективно и може да се използва главно в производството на инструмент, предназначен за обработка чрез рязане на конструкционни стомани.

Известни са методи за получаване на многослойно покритие за режещ инструмент, които включват вакуумно-плазмено формиране на многослойни покрития от най-малко три слоя, всеки от които включва нитрид на два или три метала, избрани от групата Ti, Zr, Al, с различни тегловни съотношения [вж. в патент на Руската федерация № 2495959, М. кл. С 23 С 14/24, обн. 03.07.2012; № 2503742, М. кл. С 23 С 14/24, обн. 26.06.2013; № 2366747, М. кл. С 23 С 14/14, обн. 23.05.2008 г.] в присъствието на три катода със съответстващ състав.

Всяко от споменатите по-горе технически решения променя, според авторите, техническите характеристики на методите на същата школа увеличавайки или износоустойчивостта, или адхезионната способност, или твърдостта. Въпреки това, тъй като такива технически характеристики като твърдост или износоустойчивост са в противоречие с такива технически характеристики като адхезионна способност и устойчивост на напукване, опитите да се намалят тези противоречия водят до усложняване на технологията на производство и увеличаване на стойността на металообработващия инструмент.

Най-близо до претендираното техническо решение по предназначение, техническа същност и достигнат резултат при използване е метод за производство на режещи пластини, включващ вакуумно-плазмен метод на отлагане върху твърда основа на двуслойно покритие, в което долният слой се състои от титанов нитрид и алуминий [вж. описание в патент на Руската федерация № 2502827, М. кл. С 23 С 14/24, обн. 12.27.2013], а горният слой - от легирани с цирконий нитриди на ниобий и молибден или ниобий и алуминий. И двата слоя се нанасят при температура 600°C и налягане на азота $4,3 \cdot 10^{-4}$ Ра, и след нанасянето на всеки слой от камерата се изтегля азота, вкарва се въздух и камерата се охлажда заедно с режещите пластини.

Описаният по-горе метод за формиране на покритие осигурява по-високи технически показатели по отношение на износоустойчивостта.

Въпреки това, достигнатите стойности на основните технически характеристики на покритията, получени по метода, описан по-горе, поради споменатото по-горе противоречие се оказват недостатъчни. Това е особено забележимо при използването им не само като покрития за режещ инструмент, но и при формообразуващ, щанцоващ инструмент, т.е. при инструмент, работещ при по-високи динамични натоварвания.

Следователно целта на предлаганите технически решения е комплексно повишаване на основни технически характеристики на покритието, такива като якост, износоустойчивост, адхезионна съвместимост на покритието с основата.

В основата на претендираното техническо решение е поставена задачата за подобряване на покритието, включващо титанови и алуминиеви нитриди, където вследствие на нанасянето върху повърхността на продукта на слой нитрид, легиран с йони Mo, Cr, V, Si и формиращ многокомпонентно покритие от вида (Ti, Al, Mo, Cr, V, Si) N, се достига до нов технически резултат.

В основата на претендираното техническо решение е поставена също така задачата за усъвършенстване на метода за формиране на покритие, съдържащо нитрид от вида (TiAl)N, в което вследствие на нанасяне на слой нитрид, легиран с йони Mo, Cr, V, Si и формиращ многокомпонентно покритие от вида (Ti, Al, Mo, Cr, V, Si) N, чрез въвеждане в плазмената фаза на йони на молибден, хром, ванадий от

плазмен титанов катод и йони на силиций от сплавен алуминиев катод, се осигурява нов технически резултат.

Новостта на техническия резултат е в образуването на покритие, в което легираният нитриден слой в резултат от въвеждането в покриващия състав Ti-Al-N на допълнителни легиращи елементи (Mo, Cr, V, Si) при условия, осигуряващи образуването на високотвърди, трайни, високоенталпийни нитридни съединения (Mo_2N , CrN, VN, Si_3N_4), осигурява значително подобрене на износоустойчивостта и други механични свойства на покритието.

Поставената задача се решава с това, че в известно покритие, съдържащо слой (Ti-Al-N), съгласно изобретението, нитриден слой е легиран с йони на Mo, Cr, V, Si и образува многокомпонентно покритие от вида (Ti, Al, Mo, Cr, V, Si) N при следното съдържание на компонентите в тегл. % 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 - останалото.

Поставената задача се решава също с това, че в известен метод за формиране на покритие, съдържащо нитриден слой от вида (Ti-Al-N), съгласно изобретението, слойът е направен от легирани йони Mo, Cr, V, Si, образувайки многокомпонентно покритие от вида (Ti, Al, Mo, Cr, V, Si) N, чрез въвеждане в плазмената фаза на йони на молибден, хром, ванадий от сплавен титанов катод, а силициевите йони се въвеждат от сплавен алуминиев катод.

Според изобретението, въвеждането на легиращи йони се извършва при разряден ток $I_p(\text{Ti}) = 90-100 \text{ A}$, $I_p(\text{Al}) = 100-120 \text{ A}$, напрежение на изместване $U_c = 50-150 \text{ В}$ и налягане на азота $P_{\text{N}_2} = (1,33-4,0) \cdot 10^{-1} \text{ Pa}$.

Както се вижда от изложението на същността на заявените технически решения, те се различават от прототипа и, следователно, са нови.

Заявените технически решения имат също изобретателско ниво. Те се различават от известните принципно, както е посочено по-горе, по това, че в резултат на въвеждане в състава на покритието Ti-Al-N на допълнителни легиращи елементи (Mo, Cr, V, Si) при условия, осигуряващи образуването на високотвърди, здрави, високоенталпийни нитридни съединения от вида (Mo_2N , CrN, VN, Si_3N_4), се осигурява значително повишаване на износоустойчивостта и други механични свойства на покритието.

Заявените технически решения са промишлено приложими и могат да се използват при производството на инструменти за обработка на твърди сплави, по-специално на инструментални стомани.

В Таблица 1 е показана зависимостта на състава на получените покрития от технологични параметри и някои свойства на покритията.

Таблица 1

Покрития съгласно изобретението	Технологични параметри				Състав на покритието, %							Микротв., H_v , кг/мм^2	Дебелина, μm	Адхезия
	$I_p(\text{Ti})$, А	$I_p(\text{Al})$, А	U_c , В	P_{N_2} , 10^{-1} Pa	Ti	Mo	V	Cr	Al	Si	N			
1	80	100	80	1,5	ост.	4,4	4,4	1,4	6,9	2,3	13,6	3500	10	добра
2	90	110	110	2,0	ост.	4,5	4,6	1,5	7,5	2,5	14,4	4200	10	много добра
3	100	120	120	2,0	ост.	4,6	4,7	1,5	6,1	2,1	14,6	4500	10	много добра
4	110	130	120	3,0	ост.	4,7	4,7	1,6	4,3	1,5	16,0	4600	10	добра
5 Ti-N	100	-	100	2,0	ост.	-	-	-	-	-	18,0	1800	10	добра
6 Ti-Al-N	100	110	100	2,0	ост.	-	-	-	8,0	-	18,0	3000	10	добра

За сравнение, в Таблица 1 (точки 5, 6) са показани характеристиките на покрития Ti-N и Ti-Al-N, получени със същото оборудване, но не от сплавни, а от чисти катодаи.

Методът за формиране на покритие върху метална подложка включва следното. Покритията се получават чрез метода на вакуумно-дъгово отлагане от плазмена фаза в среда на реактивен газ азот с йонно бомбардиране. Отлагането става от два катода – сплавен титанов катод, в чийто състав влизат примеси на молибден, хром, ванадий в следното съотношение на компонентите (%) (Таблица 2):

Таблица 2

Съдържание на елемента в катода, (%)	Ti	V	Cr	Mo
	останалото	4 - 5.5	0.5 - 1.5	4 - 5.5

и сплавен алуминиев катод, в чийто състав влизат примеси на силиций в следното съотношение на компонентите (%) (Таблица 3):

Таблица 3

Съдържание на елемента в катода, (%)	Al	Si
	останалото	20 - 22

Преди поставянето във вакуумна камера, изделията, които ще се покриват и контролните образци се измиват с бензин и се избърсват със спирт, и се поставят в гнездата на въртящ планетарен механизъм в масата на вакуумно-дъговия блок на съоръжението за покритието съгласно изобретението, разположени по периферията. Като материали за разпрашаваните катода бяха използвани сплавен титанов катод и сплавен алуминиев катод.

Камерата за реакция беше вакуумирана до налягане от $6,6 \cdot 10^{-3}$ Pa, беше вкаран аргон до налягане от $2 \cdot 10^{-1}$ Pa, тлеещият разряд беше подпален и беше зададен разряден ток от 20 A. Пречистването в тлеещия разряд от аргон беше извършено при плавно нарастване на потенциала на изместване на детайлите, които се покриват, от 20 В до 1000 В за период от 30 min.

След това беше направена обработка на изделията във високоплътна аргонова плазма. За да бъде извършено това беше вкаран аргон до налягане от $2 \cdot 10^{-1}$ Pa чрез газов плазмогенератор, беше подпален газовият разряд и беше зададен разряден ток от 20 A, постепенно увеличавайки потенциала на изместване на детайлите, които се покриват, от 20 В до 400...500 В, детайлите бяха нагрявани до 400...500°C и беше извършено пречистване в газов разряд от аргон в продължение на 30 min.

След това аргонът беше заменен с азот при същото работно налягане в камерата $P_{N_2} = (1,33-4,0) \cdot 10^{-1}$ Pa и беше запалван дъговият разряд на двата катода с технологични параметри, посочени в таблица 4.

При плазмена обработка на титана с разряден ток I_p (Ti) = 80-120 A и алуминия с разряден ток I_p (Al) = 90-140 A и потенциал на изместване $U_c = 50-150$ В в азотна среда $P_{N_2} = (1,33-4,0) \cdot 10^{-1}$ Pa плазмената фаза заедно с титановите и алуминиеви йони допълнително съдържа йони на молибден, хром, ванадий и силиций, които също влизат в състава на покритието.

Нанасянето на покритието продължи 120 min. Дебелината на покритието достига 8-10 микрометра.

Измерванията на микротвърдостта бяха извършени с микротвърдометър ПМТ-3 върху контролен образец след нанасяне на покритието при натоварване върху диамантената пирамида 0,2 Н.

В Таблица 4 е показана зависимостта на състава на получените покрития от технологични параметри и някои свойства на покритията.

Таблица 4

Покритие	Технологични параметри				Състав на покритието, %							Микротв., H _v , kg/mm ²	Дебелина, μm	Адхезия
	Ip(Ti), A	Ip(Al), A	Uc, В	P _{N2} , 10 ⁻¹ Pa	Ti	Mo	V	Cr	Al	Si	N			
1	80	100	80	1,5	63,0	4,4	4,4	1,4	6,9	2,3	13,6	3500	10	добра
2	90	110	110	2,0	65,0	4,5	4,6	1,5	7,5	2,5	14,4	4200	10	много добра
3	100	120	120	2,0	66,4	4,6	4,7	1,5	6,1	2,1	14,6	4500	10	много добра
4	110	130	120	3,0	67,2	4,7	4,7	1,6	4,3	1,5	16,0	4600	10	добра
5 Ti-N	100	-	100	2,0	82,0	-	-	-	-	-	18,0	1800	10	добра
6 Ti-Al-N	100	110	100	2,0	74,0	-	-	-	8,0	-	18,0	3000	10	добра

За сравнение, в Таблица 4 (точки 5, 6) са показани характеристики на покрития Ti-N и Ti-Al-N, получени чрез същото оборудване, но не от сплави, а от чисти католи.

Изпълнението на покритие за подсилване на режещ и формообразуващ инструмент, получено по предложения метод, е илюстрирано чрез следващите примери.

Пример 1.

Бяха проведени сравнителни тестове на твърдосплавен режещ инструмент с многокомпонентни покрития в производствени условия на високоскоростно фрезозване.

Тестовите бяха проведени върху твърдосплавни фрези, произведени от фирмата "FRAISA", които в първоначалното си състояние не са имали покритие и върху същите фрези с многокомпонентни покрития, нанесени съгласно претендиращия метод.

Тестовите бяха извършени чрез сравняване на размера на износване на ефективния диаметър на покрити и непокрита фреза, работещи в същите условия върху заготовка от стомана 45 с твърдост HRC 45. Размерът на износване на режещия ръб Н беше определян с помощта на микроскоп с увеличение от 30 пъти.

Резултатите от тестовите са показани в Таблица 5.

Таблица 5

Обозначение на фрезата	Покритие	Режими на рязане			Време за работа, min	Размер на износване
		Обороти (об/min)	Подаване (mm /min)	Дълбочина на рязането a _p (mm)		
5280.140 Ø2 R1	Заявено покритие (табл.3, т. 2)	42000	1680	0,04	53	0,04
	Без покритие	42000	1680	0,04	53	0,12
5280.220 Ø4 R2	Заявено покритие (табл.3, т. 3)	42000	4200	0,05	21	0,03
	Без покритие	42000	4200	0,05	21	0,08 – 0,1
5280.300 Ø6 R3	Заявено покритие (табл.3, т. 4)	42000	5880	0,12	30	0,05
	Без покритие	42000	5880	0,12	30	0,15 – 0,2

Резултатите от сравнителните тестове показаха, че при еднакви режими на високоскоростно фрезозване, износването на фрезите, покрити според предложения метод при оптимални параметри на процеса (Таблица 1, т. 2-4) с многокомпонентни покрития, е 2,6-4 пъти по-малко, отколкото при непокритите.

Пример 2.

Бяха проведени производствени тестове с челно-цилиндрични фрези със сферичен връх R15, подсилени съгласно претендиращия метод (Таблица 1, т. 3).

Условия при провеждането на тестовете:

Операция - фрезование профила на перка. Оборудване - обработващ център модел 2204BM1Ф4. Обработваем детайл - перка на изправящ апарат Б90010160; материал - ЕП479 (15Х16Н2АМШ).

Инструмент: фреза 9336-1239 (серийно производство): 030 mm; R15 mm; z = 6; материал - Р6М-5К5МП (HRC66); преден ъгъл - $\gamma = 10^\circ$; заден ъгъл - $\alpha = 12^\circ$. Режими на рязане: обороти - $n = 200$ об/мин; подаване - $S = 250$ mm/min; дълбочина на обработката - $t = 2-3$ mm; охлаждане - маслена смазвощо-охлаждаща течност «Асфол-2».

Резултатите от производствените тестове показваха, че подсилването на инструмент от вида на челно-цилиндричните фрези със сферичен връх 9336-1239 според претендиращия метод осигурява повишаване на устойчивостта на инструмента с 1,5-1,8 пъти, заедно с повишаване на качеството на обработваната повърхност.

Пример 3.

Съгласно претендиращия метод, както и в Пример 1, бяха нанесени многокомпонентни покрития t върху формообразуващите поансони от щанци, използвани за виброперфорация на отвори в пробивни преси с ЦПУ „Behrens“.

Сравнителните тестове в условия на промишлено производство на поансони $\varnothing 12$ mm, които се използват при най-натоварените и твърди режими за виброперфорация на отвори в пробивни преси с ЦПУ „Behrens“ показваха, че при едни и същи условия и режими на работа устойчивостта на поансоните с многокомпонентни покрития съгласно изобретението е много по-голяма в сравнение с тези без покритие (коефициент на подсилване от 5 до 40 пъти), което води и до подобряване качеството на обработваемите материали (Таблица 6).

Таблица 6

Обозначение на формата	Покритие	Дебелина на обработваемия материал	Количество на ударите	Размер на износване, mm	Скорост на износване, mm/удар	Коеф. на подсилване
Поансони $\varnothing 12$ mm	Покритие t (табл. 3, т. 2)	1 mm	161805	0,02	$1,24 \cdot 10^{-7}$	19
	Без покритие		46230	0,11	$2,38 \cdot 10^{-6}$	
Матрици $\varnothing 12,07$ mm	Покритие t (табл. 3, т. 2)	1 mm	161805	0,004	$2,47 \cdot 10^{-7}$	43
	Без покритие		46230	0,05	$1,1 \cdot 10^{-6}$	
Поансони $\varnothing 12$ mm	Покритие t (табл. 3, т. 1)	3 mm	62030	0,03	$4,8 \cdot 10^{-7}$	12
	Без покритие		26140	0,15	$5,7 \cdot 10^{-6}$	
Матрици $\varnothing 12,45$ mm	Покритие t (табл. 3, т. 1)	3 mm	62030	0,04	$6,4 \cdot 10^{-7}$	5
	Без покритие		26140	0,08	$3,0 \cdot 10^{-6}$	

Покритието работи особено ефективно при пробиване на листови метали: стомана, месинг, мед. Износоустойчивото покритие по ръбовете на активните части изпълнява същата функция като тази при фрезите при ударни натоварвания. Покритието предпазва продукта от задиране по време на рязане, тъй като дори при износване покритието на режещия ръб, същото се запазва за продължително време върху контактните повърхности на матрицата и поансона. Увеличава трайността на активните части 3 или повече пъти.

Пример 4.

Многослойни покрития (Таблица 1, т. 2) бяха нанесени върху твърдосплавни режещи пластини от сплав ВК6.

66854 B1

Резултатите от промишлените тестове показваха, че при обработка на краищата на заваръчни тръби ($\varnothing = 25-75$ mm) от стомана Ст. 3 кп (условия на рязане: скорост на рязане $V = 20-25$ m/min, дълбочина на рязане 3 mm), устойчивостта на режещи пластини с многослойни покрития съгласно изобретението се увеличава 2,6-3 пъти.

Както се вижда от горните примери, най-добрите резултати при подсилването на различни видове инструменти се постигат за покрития съгласно изобретението, отбелязани в Таблица 1, т. 2.

Оптималните технически параметри на процеса са следните: $I_p(\text{Ti}) = 90$ A, $I_p(\text{Al}) = 110$ A, $U_c = 110$ В, $P_{N_2} = 2,0 \cdot 10^{-1}$ Pa (Таблица 1, т. 2).

При това се формират покрития със следното съотношение на компонентите, (%):

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

Така предложеният метод позволява да се постигне многократно увеличение на износоустойчивостта и експлоатационния живот на режещия и формообразуващ инструмент. Ефектът се постига чрез нанасяне на много тънки (0,5-10 микрометра) износоустойчиви покрития върху работната повърхност на детайлите. Операцията по нанасяне на покритието е финална, не влияе върху предшестващия процес на производство на детайлите. Малката дебелина на покритието не изисква промяна на допуските на техните размери. Свърхвисоката твърдост на покритието и изключително високата якост на сцепление на покритията с различни подложки осигуряват по-голяма износоустойчивост на режещия, формообразуващ инструмент и детайлите на машините с 3-30 пъти, на активните части 5-100 пъти, на детайли, триещи се в абразивни материали, 10-100 пъти.

Патентни претенции

1. Износоустойчиво йонно-плазмено покритие за режещ и формообразуващ инструмент, съдържащо Ti-Al-N, характеризиращо се с това, че допълнително съдържа молибден, хром, ванадий и силиций, образувайки многокомпонентно покритие от вида (Ti-Al-Mo-Cr-V-Si) N при следното съдържание на компонентите в тегл. %:

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;

N - 13,6-18,0;

Ti - останалото.

2. Метод за формиране на износоустойчиво йонно-плазмено покритие за режещ и формообразуващ инструмент, съдържащо Ti-Al-N, който включва обработка на изделието с йонен сноп от титан и алуминий в азотна среда, характеризиращ се с това, че многокомпонентното покритие (Ti-Al-Mo-Cr-V-Si) N се формира чрез въвеждането през плазмената фаза на йони на молибден, хром, ванадий от сплавен титанов катод при разряден ток $I_p(\text{Ti}) = 90-100$ A, силициевите йони се въвеждат от сплавен алуминиев катод при разряден ток $I_p(\text{Al}) = 100-120$ A, напрежение на изместване $U_c = 50-150$ В и налягане на азота $P_{N_2} = (1,33-4,0) \cdot 10^{-1}$ Pa.

Издание на Патентното ведомство на Република България
1113 София, бул. "Г. М. Димитров" 52-Б

Експерт: Л. Ангелова

Пор. № 69894