



УКРАЇНА

(19) UA (11) 5096 (13) U

(51) 7 C23C8/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ УТВОРЕННЯ ДИFUЗІЙНОГО БАГАТОКОМПОНЕНТНОГО ПОКРИТТЯ НА МЕТАЛОРІЗАЛЬНОМУ ІНСТРУМЕНТІ

1

2

(21) 20040705348

(22) 05.07.2004

(24) 15.02.2005

(46) 15.02.2005, Бюл. № 2, 2005 р.

(72) Стеценко Олексій Сергійович, Пестунов Володимир Михайлович, Возний Вячеслав Вікторович

(73) КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Спосіб утворення дифузійного багатокомпонентного покриття на металорізалюному інструменті, при якому на його робочу частину наносять карбідоутворюючі елементи: хром, титан, ванадій, марганець із порошкової суміші при співвідношенні компонентів, мас.:%

оксид алюмінію	49÷50
порошок алюмінію	14÷15
оксид хрому	11÷12

оксид марганцю	75÷76
оксид титану	11÷12,
і як активатор додають	
хлористий амоній	2,5÷2,6
фтористий алюміній	0,8÷1,2,
який відрізняється тим, що для утворення суцільного карбідного шару, легованого кремнієм, і формування зносо- і жаростійкого, безпористого покриття в поверхневий шар додатково вводять кремній через плавкий затвор, в складі якого є оксид кремнію - SiO ₂ , кількість введеного оксиду кремнію залежить від часу витримки контейнера з упакованими в порошкову суміш різальними пластинками в термічній печі при температурі 1100-1200°, а оптимальний термін витримки становить 6-6,5 годин.	

Корисна модель відноситься до машинобудівного виробництва і зокрема до хіміко-термічної обробки (ХТО) металорізалюних інструментів.

Відомі способи нанесення трьохкомпонентних дифузійних покриттів із різних порошкових сумішей і різними методами [1]. Кожний з них має свої переваги і недоліки. Покриття утворені з порошоків чистих металів або розплавів насичуючих елементів мають велику собівартість і необхідність використання складного устаткування.

Також відомі одно- і двокомпонентні покриття з використанням карбідоутворюючих елементів [2], але кожний елемент окремо не задовольняє вимогам тяжких умов роботи металорізалюних інструментів. Так під час хромування легованих інструментальних сталей 9ХС, Р6М5 не завжди стабільно утворюється суцільний карбідний шар [2]. При нанесенні титанового покриття на інструментальні сталі утворюється тонкий шар на якому при термічній обробці і при нагріванні інструмента в процесі роботи можуть утворюватись тріщини. Крім того карбіди титану мають низьку окислювальність [2].

Такі заходи, в значній мірі, змінюють властивості поверхневих шарів інструментальних сталей і забезпечують комплекс необхідних характеристик властивих кожному із насичуючих елементів окремо.

Інструментальні сталі з ванадієвим покриттям мають високу зносостійкість завдяки утворенню в шарі карбідів ванадію -VC, але адгезія цього шару з основою не стійка [2].

Якщо для підвищення стійкості інструментів використовують силіціювання, то, дійсно утворюється зносостійке і жорстке покриття, але недоліком його є значна пористість і зміна розмірів інструментів [3]. Аналогами до запропонованого способу є:

- трьохкомпонентні карбідні покриття Cr-Ti-V, Cr-Ti-Mn [4],
- комплексні карбідні покриття на сталевих виробках [5],
- багатокомпонентні карбідні покриття системи Cr-Ti-V-Mn [6].

Перші з них на сталі У8 мають невелику товщину - 28-35мкм, а на легованих сталях ще меншу

(19) UA (11) 5096 (13) U

[4]. Покриття Cr-Ti-V, Cr-Ti-Mn мають високу твердість - 25-29ГПа і складаються із карбідів TiC, Cr₃C, але незначна товщина і крихкість шару, циклічна зміна навантажень і температур і необхідність переточування інструментів свідчать про неможливість їх використання для підвищення стійкості інструментів.

Карбідні покриття Cr-Ti-V, Cr-Ti-Mo, Cr-Ti-Mn

запропоновані у авторському свідоцтві [5] мають кращі властивості ніж попередні і є найбільш близькими аналогами із відомих способів зміцнення металевих виробів. Вищезазначені покриття утворюються порошковим способом в металевих контейнерах із оксидів насичуючих елементів у співвідношеннях приведених в таблиці 1.

Таблиця 1

Вміст компонентів у суміші насичення

Компоненти порошкової суміші	Склад покриття мас. %		
	Cr-Ti-V	Cr-Ti-Mo	Cr-Ti-Mn
Оксид алюмінію (Al ₂ O ₃)	49.5	51.0	48.0
Оксид титану (TiO ₂)	6.5	8.5	4.5
Оксид хрому (Cr ₂ O ₃)	21.5	17.0	26.0
Оксид молібдену (MoO ₂)	—	8.5	—
Оксид марганцю (MnO ₂)	—	—	4.5
Оксид ванадію (V ₂ O ₅)	6.5	—	—
Алюміній (порошок)	14.5	14.0	15.0
Хлористий амоній (NH ₄ Cl)	1.5	1.0	1.0

Недоліками вище приведених покриттів є їхня невелика товщина (25-35мкм.). Для ріжучих інструментів вони не придатні із-за крихкості карбідного шару і неможливості переточування інструментів. Крім цього, властивості і технологія формування вищезазначених покриттів не вивчалися на легованих інструментальних сталях.

Задачею запропонованої корисної моделі є підвищення механічних властивостей карбідних

покриттів на інструментальних сталях 9XC, P6M5, збільшення товщини і красностійкості зміцненого шару.

Поставлена задача досягається використанням чотирьохкомпонентних карбідних покриттів системи Cr-Ti-V-Mn з переважним вмістом марганцю і додатковим введенням в реакційне середовище неконтактним способом оксиду кремнію (SiO₂).

Таблиця 2

Склад використовуваних сумішей

Покриття	Склад
З переважним вмістом Mn	96,45%[50%Al ₂ O ₃ +15%Al+35%(76%MnO ₂ +12%Cr ₂ O ₃ +11,5%TiO ₂)]+2,6%NH ₄ Cl+0,95%AlF ₃

Примітка: При використанні запропонованого способу підвищення стійкості інструментів, із плавкого затвора в покриття надходить кремній, кількість якого в шарі залежить від тривалості і температури насичення. Якщо процес утворення покриття відбувається при температурі 1100° на протязі 4-6 годин, то в нього дифундує 8-12% кремнію.

Після приготування насичуючої суміші у відповідності з приведеними складовими їх відновлювали при t=950°С, після чого ріжучі частини інструментів, виготовлених із легованих сталей 9XC і P6M5, запаковували в герметичний сталевий контейнер разом із сумішшю. Щоб під час хіміко-термічного процесу в контейнер поступав атомарний кремній із плавкого затвора, для цього між порошковою сумішшю і затвором, що складається із кварцового піску і силікатної глиби, встановлю-

вали азбестовий лист товщиною 5 мм, з отворами діаметром 2-3мм.

Процес насичення поверхні інструментів елементами, які входять в суміш і кремнієм із затвора, виконується у термічній печі при t=1100-1200°С протягом 6-6.5 годин. Після закінчення процесу контейнер швидко розпаковували, а різальні частини інструментів загартовували в мастилі. Фізико-механічні властивості інструментів з покриттями приведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Характеристика покриття

Тип покриття	Мікротвердість покриття на сталі, ГПА		Товщина покриття на сталі, мкм		Адгезія покриття, %	
	9XC	P6M5	9XC	P6M5	9XC	P6M5
Cr-Ti-V-Mn з переважним вмістом Mn+Si	20-22	20-24	90-120	100-120	96	98

Властивість і структурні характеристики багатокомпонентного покриття системи Cr-Ti-V-Mn з переважним вмістом марганцю без додаткового введення кремнію детально досліджувались і описані в роботі [6] для деталей виготовлених із низько- і середньовуглецевих сталей, які працюють в абразивному середовищі при циклічній зміні температур від 300 до 900°C. В таких умовах вони показали високі результати жаро- і зносостійкості (коефіцієнт зносостійкості на різних сталях коливається від 7 до 23) при товщині покриття від 50 до 70 мкм., мікротвердість в межах від 18 до 24 ГПА.

Умови роботи інструментів, наприклад, токарних різців, свердел, фрез, відзначаються великим питомим тиском і високою температурою на локальній ділянці ріжучої частини. На них не спостерігаються зональні перепади мікротвердості, які можуть привести до утворення мікротріщин і відшарування окремих ділянок покриття.

Додаткове введення в реакційне середовище кремнію сприяє формуванню на інструментальних легованих сталях 9XC і P6M5 дифузійних шарів, які в своєму складі мають карбіди Cr₂₃C₆, TiC, V₂C, Mn₃C легованим кремнієм і α - фазу яка складається із Fe₃Si. Таке співвідношення структурних складових сприяє пластичності і кращій адгезії карбідного шару, більшій жаростійкості покриття і зменшення вірогідності утворення тріщин, підвищенню зносостійкості і рівномірної високої мікротвердості по всій поверхні. Крім цього, покриття Cr-Ti-V-Mn з додатковим введенням кремнію, мають термостабільні властивості на різальних частинах інструментів. В зв'язку з цим розбіг температур в зоні різання зменшується частка тепла, що відводиться стружкой зростає і, як наслідок, зменшується інтенсивність наросту утворення на ріжучій частині інструменту [7].

Крім цього радіус округлення різальної кромки, одержаної при заточуванні інструменту, після нанесення покриття та термічної обробки, знаходиться в межах від 15 до 50 мкм., і не зменшується в процесі роботи завдяки утворенню наросту (Фіг.1).

На ріжучому клині різця з пластинкою P6M5 з

покриттям Cr-Ti-V-Mn з переважним вмістом марганцю і додатковим введенням кремнію, утворюється наріст, який захищає різальний клин від зношування. На Фіг.1 зображено ріжучу частину інструмента із сталі 45, який працював на протязі 740хв: 1-наріст, 2-покриття, 3-різальний клин.

Встановлено, що інструменти з нанесеним покриттям, мають меншу величину фаски зносу, а тривалість роботи, тобто стійкість інструменту з покриттями, збільшується в 1,5-2,5 рази в порівнянні з інструментами із сталей 9XC і P6M5 без покриття відповідно (Фіг.2, Фіг.3)

Величина спрацьовування задньої допоміжної поверхні різців в залежності від часу роботи інструментів на режимах S=0,1мм/об, α=6град., V=0,35м/с для сталі 9XC і V=1м/с для сталі P6M5 приведені для різців із сталі 9XC на Фіг.2, для різців із сталі P6M5 на Фіг.3.

Результати випробувань свідчать, що найбільшу зносостійкість мають різці із покриттям Cr-Ti-V-Mn з переважним вмістом марганцю і додатковим введенням кремнію, а найменша зносостійкість у різців без покриття. Проміжне значення зносостійкості на Фіг.2 і 3 мають інструменти з цим же покриттям, але без надходження кремнію.

Мікрорентгеноспектральний та растрово-електронний аналізи утвореного багатокомпонентного покриття на інструментальних сталях 9XC та P6M5, виявили наявність суцільних карбідних шарів рівномірної товщини від 90 до 120 мкм. Вони складаються із карбідів насичуючих елементів Cr₂₃C₆, Cr₇C₃, TiC, VC, Mn₃C легованих кремнієм а також α - твердого розчину. Зміна умов насичення не вносить якісних змін в склад покриттів, але суттєво змінює товщину шару і кількісне співвідношення в ньому карбідних фаз, а це, в свою чергу, впливає на їхню зносостійкість.

В процесі ХТО відбувається як нашарування карбідів металів на поверхню сталі (до 15%), так і дифузія елементів в металеву основу із зміною концентрації елементів по товщині покриття (таблиця 4) атомних %.

Таблиця 4

Вміст легуючих елементів в утвореному покритті

Тип покриття	На сталі 9XC					На сталі P6M5				
	Cr	Ti	Mn	V	Si	Cr	Ti	Mn	V	Si
Cr-Ti-V-Mn з переважним вмістом Mn+Si	6.11	0.20	18.51	0.20	3.26	6.29	0.30	14.50	3.82	2.54

Треба відзначити, що додаткове введення кремнію неконтактним способом, тобто він поступає не із порошкової суміші, в яку упаковані інструменти, а із затвора, і є основною відзнакою запропонованого способу підвищення стійкості інструментів.

Введення насичуючих елементів запропонованим способом пояснюється тим, що кремній, якщо його вводити в насичуючу суміш:

- буде відтіснати вуглець від поверхні сталевого інструменту в глибину, тим самим приводить до утворення зневуглецьованого шару і в покритті не будуть утворюватись карбіди, а значить, і твердість його буде значно нижчою;

- кремній введений безпосередньо в суміш буде приводить до зменшення товщини покриття;

- кремній введений в порошкову суміш, буде утворювати пористі покриття, які не задовольняють важких умов роботи інструментів.

Введення кремнію в порошкову насичуючу суміш приведено в таблиці 2 неконтактним способом через азбестову пористу прокладку (або азбестові крихти), змінює умови формування зносостійкого, жаростійкого, суцільного, безпористого покриття: збільшується його товщина і пластичність, твердість і адгезія з металевою основою, не відбувається відтиснення вуглецю від поверхневого шару інструмента, а значить утворюється суцільний карбідний шар покриття легований кремнієм. Всі ці фактори і забезпечують високу стійкість інструме-

нтів і тим самим досягається мета запропонованого способу винаходу.

Джерела інформації:

1. Л.С. Ляхович, Л.Г. Ворошнин, Г.Г. Панич, З.Д. Щербаков. Многокомпонентные диффузионные покрытия. - Минск: 1974. - С.285.

2. Г.В. Борисенко и др. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. Справочник. - М.: Металлургия, 1981. - С.423.

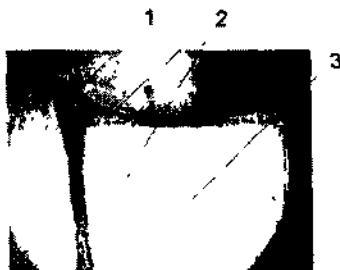
3. Л.С. Ляхович, Л.Г. Ворошнин, З.Д. Щербаков, Г.Г. Панич. Силицирование металлов и сплавов., - Минск: Наука и техника. 1972. - С.263.

4. А.А. Шматов. Исследование и оптимизация многокомпонентного диффузионного насыщения сталей и чугуна карбидообразующими элементами. Автореф. канд. дисс...-Минск: 1983. - С.18.

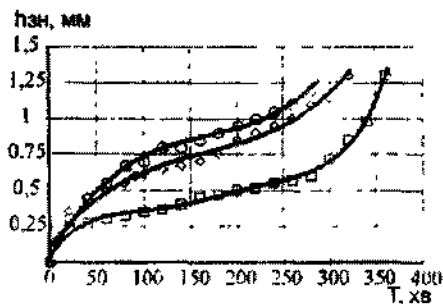
5. А.с. 1271128 (СССР) Состав для получения комплексных карбидных покрытий на стальных изделиях Л.Г. Ворошнин, А.А. Шматов, Г.В. Борисенко, С.В. Побережный, А.С. Стеценко. 1986.

6. Стеценко А.С. Повышение износостойкости деталей оборудования для производства цемента методами химико-термической обработки. Автореф. канд. дисс... 05.02.01. БПИ. - Минск: 1989. - С.19.

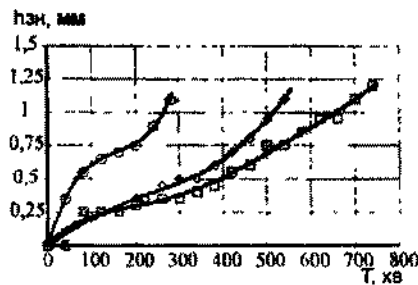
7. Возний В.В. Підвищення працездатності металорізального інструмента дифузійними покриттями на основі перехідних елементів першої групи. Автореф. канд. дисс... 05.03.01. КДТУ. Кіровоград. 2001. - С.19.



Фігура 1



Фігура 2



Фігура 3