



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **86595** (13) **U**  
(51) МПК (2013.01)  
**C22C 32/00**  
**C23C 4/06** (2006.01)  
**C23C 4/10** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2013 06383</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Уманський Олександр Павлович (UA),</b> <b>Терентьєв Олександр Євгенійович (UA),</b> <b>Стороженко Маріна Сергіївна (UA),</b> <b>Полярус Олена Миколаївна (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>23.05.2013</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.01.2014</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.01.2014, Бюл.№ 1</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ</b> <b>МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ІМ. І.М.</b> <b>ФРАНЦЕВИЧА НАН УКРАЇНИ,</b> вул. Кржижанівського, 3, м. Київ-142, 03680 (UA)

**(54) КОМПОЗИЦІЙНИЙ ПОРОШКОВИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ ГАЗОТЕРМІЧНИХ ПОКРИТТІВ З ПІДВИЩЕНОЮ ЗНОСОСТІЙКІСТЮ**

**(57) Реферат:**

Композиційний порошковий матеріал для газотермічних покриттів з підвищеною зносостійкістю на основі евтектичного самофлюсівного сплаву системи Ni-Cr-B-Si-C з дисперсною зміцнюючою добавкою. Композиційний порошковий матеріал складається з часток металевої матриці, в котрій рівномірно розподілені синтезовані зерна з карбідів титану та боридів хрому, що входять в матрицю, а зміцнюючою добавкою є диборид титану TiB<sub>2</sub>, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

диборид титану	15-35
самофлюсівний сплав	решта.

**U**  
**UA 86595**



Композиційний металокерамічний порошковий матеріал для газотермічних покриттів з підвищеною зносостійкістю конгломерованого типу на основі евтектичного самофлюсівного нікелевого сплаву системи Ni-Cr-B-Si-C. Корисна модель стосується галузі порошкової металургії, а саме отримання композиційних порошкових матеріалів для напилення покриттів газотермічним способом на деталі машин, що працюють в умовах інтенсивного зношування, в умовах тертя без мастила при підвищених швидкостях та навантаженнях.

Відомий композиційний матеріал для газотермічних покриттів марки ПС-12НВК-01 [ТУ У - 322-19-004-96. - "Порошки для наплавки и напыления", ТОВ "ТОРЕЗ ТС ІНВЕСТ"]. Цей матеріал являє собою механічну суміш двох компонентів: 65 % мас. - самофлюсівний сплав на нікелевій основі складу, мас. %: Cr (14-20); - В (2,8-3,4); - Si (4-4,5); - Fe (3-4); - С (0,6-1); - Ni - решта; та 35 % мас. WC - дрібнодисперсний карбід вольфраму. Плазмові покриття з цього матеріалу мають високу зносостійкість, корозійну стійкість, високу щільність.

Однак йому властивий цілий ряд недоліків. Оскільки матеріал є механічною сумішшю, в якій компоненти значно відрізняються питомою густиною і розміром часток, в процесі нанесення покриття спостерігається їх сегрегація як у виробункері порошкового живильника, так і при пневмотранспортуванні порошку до плазмотрона і безпосередньо в плазмовому струмені. Це призводить до нерівномірного розподілу часток зміцнюючої добавки в покритті і погіршення його службових властивостей. Крім того дрібнодисперсні частинки карбіду вольфраму при високотемпературному плазмовому нагріванні вступають в активну взаємодію з киснем навколишнього середовища. У результаті різко знижується їх мікротвердість та, як наслідок, зносостійкість одержуваних покриттів.

Також відомий композиційний матеріал для нанесення покриттів на основі карбіду хрому з ніхромом [Борисов Ю.С., Харламов Ю.А., Сидоренко С.Л., Ардатовская Е.Н. Газотермические покрытия из порошковых материалов. Справочник. - К.: Наукова думка. - 1983. - 568 с.] складу, мас. %:

карбід хрому $\text{Cr}_3\text{C}_2$	55-85
нікель-хромовий сплав NiCr	15-45,

який також є механічною сумішшю і має ті самі недоліки, що й матеріал ПС-12-НВК.

Найбільш близьким по складу, технічній суті і результату є композиційний матеріал, що складається з механічної суміші самофлюсівного сплаву - стеліту [C - (1,3-1,7) %; B - (1,2-1,8) %; Si - (0,8-1,3) %; Ni - (28-32) %; Cr - (21-25) %; Fe - до 2 %; Co - решта;] і 20-50 % тугоплавкої добавки, плакованої кобальтом, що містить компоненти мас. %: (15-44) дибориду титану-хрому, (29-58) карбіду хрому, кобальт - решта [Клинская Н.А., Копысов В.А., Цхай Е.В. Композиционный порошок для газотермических покрытий. Патент РФ № 2085613, МПК C23C4/10 от 27.04.1994]. Введення додаткової технологічної операції плакування кобальтом тугоплавкої складової необхідно для її захисту від взаємодії з киснем в процесі високотемпературного нанесення покриття і дозволяє поліпшити властивості покриттів.

Недоліком є ускладнення процесу отримання порошкового матеріалу і збільшення його вартості. Крім того, кобальт є дорогим і дефіцитним матеріалом на території України. Будучи механічною сумішшю, цей матеріал так само як і ПС-12НВК-01 схильний до сегрегації в процесі нанесення покриття.

Задачею корисної моделі є одержання композиційного порошкового матеріалу для газотермічних покриттів з підвищеною зносостійкістю конгломерованого типу з керованим структурно-фазовим складом, в процесі напилення якого відсутнє окиснення тугоплавкої складової та сегрегація компонентів, що дозволяє суттєво підвищити зносостійкість покриттів.

Поставлена задача вирішується наступним чином: в порошковий матеріал евтектичного самофлюсівного сплаву системи Ni-Cr-B-Si-C марки ПР-НХ16СРЗ (16,0 % - Cr; 3,2 % - B; 2,7 % - Si; < 5 % - Fe; решта - Ni) вводили дрібнодисперсну (2-5 мкм) тугоплавку добавку - диборид титану (ТУ 6-09-03-7-75) в співвідношенні компонентів, мас. %:

диборид титану	15-35
самофлюсівний сплав ПР-НХ16СРЗ	решта.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак корисної моделі і технічного результату очевидний із нижченаведеного опису. Для виключення сегрегації компонентів та інтенсивного окиснення тугоплавких сполук у процесі нанесення покриттів, а також для синтезу додаткових зміцнюючих фаз, вихідні компоненти змішували в середовищі спирту, брикетували та спікали у вакуумі. Отримані спеки дробили і класифікували на ситах. Кожна частинка порошку є композитом, що складається з металевої матриці, в якій рівномірно розподілені зерна дибориду титану  $\text{TiB}_2$  і синтезованих у процесі спікання додаткових зміцнюючих фаз карбоборидів титану-хрому. Така структура запобігає сегрегації компонентів та інтенсивному окисненню тугоплавких сполук в процесі напилювання покриттів. Завдяки додатково утвореним в металевій матриці

твердофазним включенням карбоборидів титану-хрому ( $H_f = 22,9-27,4$  ГПа) значно підвищується зносостійкість покриттів з розроблених порошкових матеріалів.

Приклади одержання матеріалу:

Приклад 1. Порошки дибориду титану 10 мас. % та самофлюсівного сплаву 90 мас. %; змішували у відповідних співвідношеннях в середовищі спирту. Механічну суміш брикетували та спікали в вакуумній печі СШВ при температурі 970-1050 °С, час витримки 30 хвилин. Отримані спеки дробили та класифікували ситовим методом. Для нанесення покриттів плазмовим способом використовували порошок фракції 100+40 мкм.

Приклад 2. Порошки дибориду титану 15 мас. % та самофлюсівного сплаву 85 мас. %; змішували у відповідних співвідношеннях в середовищі спирту. Механічну суміш брикетували та спікали в вакуумній печі СШВ при температурі 1000-1100 °С, час витримки 30 хвилин. Отримані спеки дробили та класифікували ситовим методом. Для нанесення покриттів плазмових способом використовували порошок фракції 100+40 мкм.

Приклад 3. Порошки дибориду титану 35 мас. % та самофлюсівного сплаву 65 мас. %; змішували у відповідних співвідношеннях в середовищі спирту. Механічну суміш брикетували та спікали в вакуумній печі СШВ при температурі 1200-1300 °С, час витримки 30 хвилин. Отримані спеки дробили та класифікували ситовим методом. Для нанесення покриттів плазмових способом використовували порошок фракції 100+40 мкм.

Приклад 4. Порошки дибориду титану 40 мас. % та самофлюсівного сплаву 60 мас. %; змішували у відповідних співвідношеннях в середовищі спирту. Механічну суміш брикетували та спікали в вакуумній печі СШВ при температурі 1300-1400 °С, час витримки 30 хвилин. Отримані спеки дробили та класифікували ситовим методом. Для нанесення покриттів плазмових способом використовували порошок фракції 100+40 мкм.

Нанесення отриманих порошків здійснювалося плазмовим способом у відкритій атмосфері (APS) на установці УПУ-3Д в камері - маніпуляторі 15ВБ. як плазмоутворюючий газ використовували суміш аргону і водню в співвідношенні 50 і 15 л/хв. відповідно.

Для отриманих покриттів визначали фізико-механічні та триботехнічні властивості: адгезія, мікротвердість та зносостійкість. Адгезійну міцність зчеплення визначали методом прямого відриву згідно з ГОСТ 9.304-87. Мікротвердість отриманих покриттів визначали вдавленням алмазної піраміди Віккерса при навантаженні 0,1 Н на приладі ПМТ-3. Триботехнічні випробування проводили на машині тертя МТ-68 за схемою вал (контртіло сталь ШХ15) - стержень (зразок з покриттям) в умовах тертя без мастила при навантаженні 4 МПа і швидкості 5 м/с. Результати проведених порівняльних випробувань наведені в таблиці.

Таким чином, порошковий матеріал, що заявляється, може бути використаний для нанесення газотермічних покриттів на деталі машин та механізмів, що працюють в умовах інтенсивного зношування, великих швидкісних навантажень та агресивних середовищах, наприклад, на торцеві ущільнення насосів марок КМ100-65-200/2-5; КММ-Е-40-25-160; МВ 80-МВ 160; ІМ 80-ІМ160; ЗЦ-4А-2Г та інш.

Таблиця

Склад та властивості покриттів з зносостійкого композиційного порошкового матеріалу

№ п/п	Склад матеріалу, мас. %		Твердість по Віккерсу, HV	Відносна зносостійкість	Адгезійна міцність зчеплення МПа
	TiB <sub>2</sub>	ПР-НХ16СРЗ (Ni-Cr-Si-B-C)			
1	10	90	393	5,8	30
2	15	85	415	19,6	30
3	35	65	528	20,4	34
4	40	60	458	9,6	25
Прототип					
	(24TiCrB <sub>2</sub> +49Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub> ) + 27Co	Стеліт	Твердість по Віккерсу, HV	Відносна зносостійкість	Адгезійна міцність зчеплення МПа
5	20-50	50-80	126	11,6	25

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Композиційний порошковий матеріал для газотермічних покриттів з підвищеною зносостійкістю на основі евтектичного самофлюсівного сплаву системи Ni-Cr-B-Si-C з дисперсною зміцнюючою добавкою, який **відрізняється** тим, що складається з часток металевої матриці, в котрій рівномірно розподілені синтезовані зерна з карбідів титану та боридів хрому, що входять в

матрицю, а зміцнюючою добавкою є диборид титану  $TiB_2$ , при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

диборид титану	15-35
самофлюсівний сплав	решта.

---

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

---

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