



УКРАЇНА

(19) UA (11) 58208 (13) U  
(51) МПК (2011.01)  
B22F 3/06 (2011.01)  
C21D 10/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

**(54) КОМПОЗИЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ВИРОБІВ ТА ТОВСТОШАРОВИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ РОБОТИ В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО АБРАЗИВНОГО ЗНОСУ ТА УДАРНИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

1

(21) u201009735

(22) 04.08.2010

(24) 11.04.2011

(46) 11.04.2011, Бюл.№ 7, 2011 р.

(72)

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ-  
ТУТ"

(57) 1. Композиційний матеріал для отримання виробів та товстошарових покриттів для роботи в умовах інтенсивного абразивного зносу та ударних навантажень, який містить тверді тугоплавкі сполуки та сплав на основі заліза, що містить С, Si, Mn, Mo, Cr, Ni, Fe, який **відрізняється** тим, що як

2

сплав на основі заліза використовують самофлюсівний сплав, що додатково містить Р, Си, В при наступному співвідношенні компонентів, мас. %: С - 0,8-2,0; Si - 2,7-3,0; Mn - 0,5-1,5; Mo - 2,0-3,5; Cr - 3,5-10; Ni - 20-40; P - 0,4-0,8; Cu - 2,0-8,0; В - 2-4,5; Fe - решта, а тверді тугоплавкі сполуки та самофлюсівний сплав беруть у співвідношенні, мас. %: тверді тугоплавкі сполуки - 67-86; самофлюсівний сплав - 14-33.

2. Композиційний матеріал за п. 1, який **відрізняється** тим, що як тверді тугоплавкі сполуки використовують карбіди або бориди, або нітриди перехідних металів IV<sup>a</sup>, V<sup>a</sup>, VI<sup>a</sup> підгруп періодичної системи елементів або їх сплави.

Корисна модель відноситься до галузі матеріалознавства, зокрема до композиційних матеріалів, які мають високу зносостійкість, і може знайти застосування в машинобудуванні для підвищення стійкості деталей та інструменту, що знаходяться в умовах підвищеного тертя, високих температур та механічних навантажень.

Відома порошкова композиція для отримання зносостійких покриттів напильованням [1] яка має наступний склад (мас.%): карбід титану – 20-80; нікель – 1...47; фосфор 3-5; мідь - 3-50.

Недоліком такого матеріалу є складність його отримання, використання як вихідної сировини екологічно шкідливих речовин. Крім того, до складу композиції входить фосфор, який призводить до зниження пластичності і ударної в'язкості. Розглянутий матеріал не може працювати в умовах абразивного зносу та ударних навантажень так як вміщує складові мідь та нікель, які є не стійкими проти абразивного зносу.

Відомий матеріал зносостійкий самофлюсівний сплав [2], що містить (мас.%): Fe - основа; Ni - 20...40; Cr - 3,5... 10; Mo - 2,0...3,5; Cu - 2,0...8,0; Mn - 0,5...1,5; В - 2,0...4,5; Si - 1,0...3,0; С - 0,8...2,0; P - 0,4...0,8 і представляє собою по суті композиційний матеріал, який складається з металевої мат-

риці на основі заліза і евтектики армованої дрібнозернистими (1...4 мкм) зернами карбиду хрому. Але такий сплав має відносно малу стійкість при роботі в умовах інтенсивного газоабразивного зносу та ударних навантажень, що пов'язано з малим розміром карбідних включень, що входять до складу його структури. Використання цього сплаву для створення покриттів великої товщини (більшої за 1-3 мм) складно і практично не можливо. При створенні покриттів великої товщини виникають внутрішні напруження, які призводять до виникнення тріщин а при оплавленні таких покриттів вони не зберігають форму і розтікаються по поверхні.

Найбільш близьким до корисної моделі по технічній сутності та ефекту, що досягається, є [3], який містить приблизно 89 (мас)% литого карбиду вольфраму та сплав на основі заліза, що містить (мас. %): Fe - основа; Ni - 1,5...2,5; Cr - 0,6... 1,0; Mo - 0,2...0,5; Mn - 0,4; Si - 2,4...2,6; С - 3,2...3,6; Mg 0,03...0,05, Re 0,04...0,07 який використовують для отримання зносостійких покриттів для роботи в умовах сухого тертя і високих навантажень.

Недоліком такого матеріалу є те, що при роботі його в умовах сухого тертя відбувається окиснення сплаву на основі заліза і, як наслідок зміна

(19) UA (11) 58208 (13) U

експлуатаційних характеристик, що призводить до зниження ударної в'язкості.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення зносостійкості, та зменшення матеріальних та енерговитрат, спрощення технологічного процесу який вирішується шляхом використання самофлюсівного сплаву, який не окислюється і плавлячись змочує та покриває поверхню гранул (зерен) з твердих тугоплавких сполук ТТС і тим самим захищає її від взаємодії з навколишнім газом середовищем.

Поставлена задача вирішується тим, що композиційний матеріал для отримання виробів та товстошарових покриттів для роботи в умовах інтенсивного абразивного зносу та ударних навантажень, який містить тверді тугоплавкі сполуки та сплав на основі заліза, що містить С, Si, Mn, Mo, Cr, Ni, Fe, новим є те, що в якості сплаву на основі заліза використовують самофлюсівний сплав, що додатково містить Р, Cu, В, при наступному співвідношення компонентів мас. %: С - 0,8-2,0; Si - 2,7-3,0; Mn - 0,5-1,5; Mo - 2,0-3,5; Cr - 3,5-10; Ni - 20-40; Р - 0,4-0,8; Cu - 2,0-8,0; В - 2-4,5, Fe - решта, а тверді тугоплавкі сполуки та самофлюсівний сплав беруть у співвідношенні, мас. %: тверді тугоплавкі сполуки - 67-86; самофлюсівний сплав - 14-33.

Також новим є те, що в якості твердих тугоплавких сполук використовують карбіди, або бориди, або нітриди перехідних металів IV<sup>a</sup>, V<sup>a</sup>, VI<sup>a</sup> - ої підгруп періодичної системи елементів або їх сплавів.

Суть корисної моделі пояснюється ілюстраціями на Фіг 1-7, де на Фіг.1 зображено - загальний вигляд зерен з ТТС. На Фіг.2 зображено - залежність твердості покриттів отриманих плазмовим методом (1 - Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>; 2 - WC; 3 - TiC; 4 - Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>; 5 - WC, 1, 2, 3 - до оплавлення; 4, 5 - після оплавлення) від вмісту в них карбідної складової. На Фіг.3 зображено - залежність зносу покриттів отриманих

плазмовим методом від вмісту в них карбідної складової. На Фіг.4 зображена схема отримання пластин з композиційного матеріалу (6 - гранули ТТС; 7 - форма; 8 - самофлюсівний сплав). На Фіг.5 зображена схема отримання товстошарових покриттів на матеріалах основи (9 - основа). На Фіг.6 зображена схема отримання товстошарових покриттів на циліндричних деталях. На Фіг.7 зображена структура композиційного матеріалу за участю гранул ТТС та самофлюсівних сплавів (10 - гранули плавлених ТТС; 11 - плавлені гранули отримані розпилюванням розплавів).

Складові матеріалу (самофлюсівний сплав та ТТС), мають високу твердість, що забезпечує високу стійкість при абразивному зносі і наявності ударних навантажень. При цьому високу абразивну стійкість забезпечують гранули (зерна) з ТТС, а стійкість до ударних навантажень - матриця з самофлюсівного сплаву, який поряд з високою зносостійкістю має високу ударну в'язкість. Розмір гранул (зерен) можна змінювати залежно від заданих властивостей матеріалу від 200 до 1500 мкм. (Фіг.1) а форму зерен від скальчастості до сферичної. Останнє дозволяє в широких межах змінювати експлуатаційні властивості композиційних матеріалів за їх участю.

Твердість та зносостійкість в таких матеріалах має максимальні значення при вмісті ТТС від 50 до 75 об. % і у подальшому практично не змінюється (Фіг.2). При цьому видно, що твердість та зносостійкість композиційного матеріалу збільшується зі збільшенням твердості ТТС.

В корисній моделі також використовується ТТС у плавленому стані, які мають більш високі значення міцності зерен (табл. 1, 2) стійкість проти газоабразивного зносу (Фіг.3) у порівнянні з ТТС отриманими іншими методами, крім того створюється каркас з зерен (гранул) ТТС.

Таблиця 1

Міцність абразивних зерен карбіду титану, отриманого різними методами

Зернистість, мкм	Міцність при стисненні $\times 10^{-2}$ , Н/зерно				
	Плавлений під тиском газу	Псевдоплавлений	Пічний синтез	Отриманий за методом СВС	Алмаз АСВ
80/63	210		70		430
100/80			104		480
125/100	410	321	118	71	560
250/200	780	667	150	142	900
630/500	3400	1710	294	-	-
100/800	7500	6908	-	-	-

Таблиця 2

Стійкість плавлених твердих тугоплавких сполук при газоабразивному зношенні

Матеріал	Відносна щільність, %	Мікротвердість, ГПа	Модуль пружності, ГПа	Інтенсивність зносу, см <sup>3</sup> /кг
TiC	100	32,0	460	0,007
ZrC	100	25,0	385	0,0175
NbC	99,5	20,9	379	0,0964
TiC <sub>0,65</sub> Nb <sub>0,35</sub>	99,8	29,5	443	0,011

Продовження таблиці 2

Матеріал	Відносна щільність, %	Мікротвердість, ГПа	Модуль пружності, ГПа	Інтенсивність зносу, см <sup>3</sup> /кг
70%TiB <sub>2</sub> +30%TiC	99,5		500	0,073
TiC*	95,1	30,6	436	0,471
ZrC*	96,9	24,8	378	0,425

\* - зразки карбідів отримано пресуванням вихідних порошків з наступним спіканням

Можна отримувати вироби та покриття з композиційного матеріалу просоченням, литвом та іншими методами. Це завдання спрощується тому, що температура плавлення самофлюсівного сплаву на основі заліза складає 1060...1070°C, що значно менше ніж при використанні інших металевих зв'язок при створенні подібних матеріалів [3], що зменшує енергетичні витрати.

Приклади здійснення корисної моделі

1. Для отримання пластин з розробленого матеріалу беруть гранули (зерна) ТТС 6, змішують з порошком самофлюсівного сплаву 8 і засипають в жаростійку керамічну або металеву форму 7 (Фіг.4). Форму з шихтою нагрівають в печі на повітрі або пальником до температури 1200-1250°C і витримують 10-30 хв. Після цього форму з виробом охолоджують на повітрі зі швидкістю 50-100°C/хв..

2. Для отримання покриття на плоскій поверхні сталі, чавуні та інших матеріалів процес проводять згідно пункту 1. Тільки у цьому випадку на дні форми розміщують пластину з матеріалу основи - 9 на якій створюється покриття (Фіг.5).

3. Для отримання покриттів на поверхні деталі обертання на підложці 7, що обертається формується прошарок з суміші гранул ТТС 6 та самофлюсівного сплаву 8 (Фіг.6). Підложку із сформованим прошарком суміші нагрівають на повітрі до

температури 1200-1250°C і витримують 10-30 хв. Після цього у форму заливають розплав матеріалу основи, роблять витримку для формування перехідного прошарку протягом 10-15 хв. і потім охолоджують на повітрі зі швидкістю 20-30°C/хв.

Структура отриманих таким чином композиційних матеріалів (Фіг.1-10 -гранули с плавлених ТТС; 11 - плавлені гранули отримані розпилюванням розплавів) свідчить про рівномірний розподіл складових та якісний зв'язок між ними, що забезпечує їх високі експлуатаційні властивості.

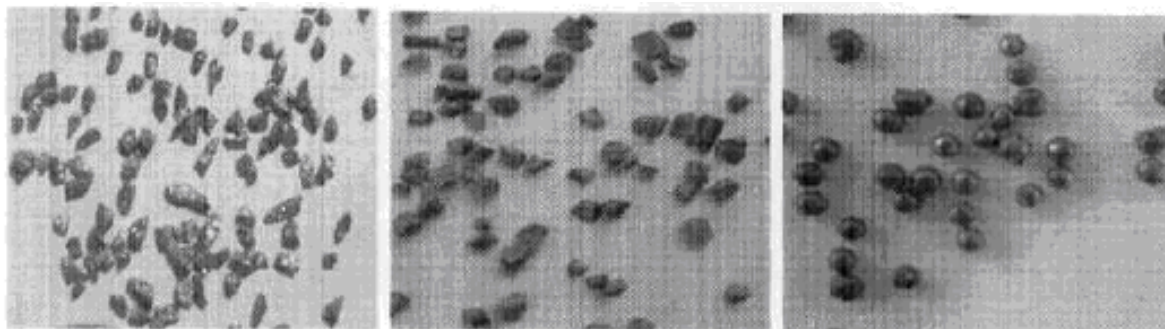
Розроблені матеріали пройшли експлуатаційні випробування як відбійні плити обладнання для подрібнення руди і показали високу надійність при ударно-абразивному впливі на них кусків руди. Їх стійкість у порівнянні з традиційними плитами виготовленими з спеціальних сталей у середньому у 10-15 разів вища і знаходиться на рівні зносостійкості пластин виготовлених з твердих сплавів марки ВК. Але вартість їх значно менша.

Джерела літератури

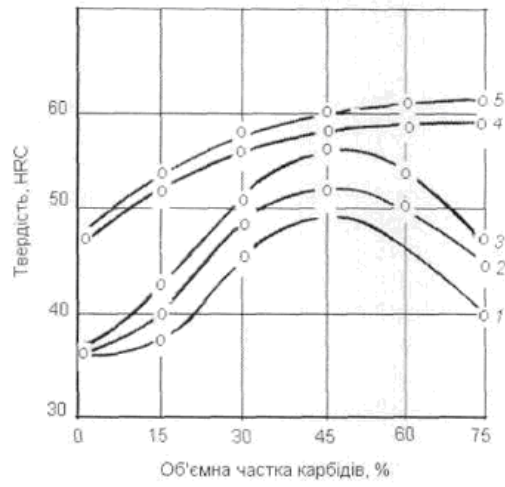
1. Авторське свідоцтво СССР 1519007, В22F 7/02, опубліковане 27.12.1994.

2. Патент на винахід UA 18813, C22C38/54, Бюл.№6, 1997.

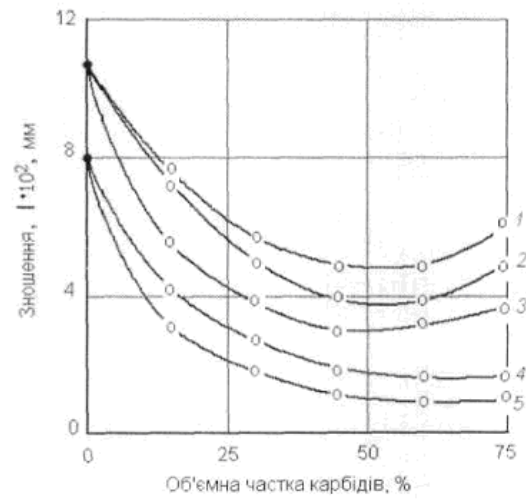
3. Wear behavior of WCP/Fe-C composites under high-speed dry Sliding // J Mater Science - Published online: 19 February 2008



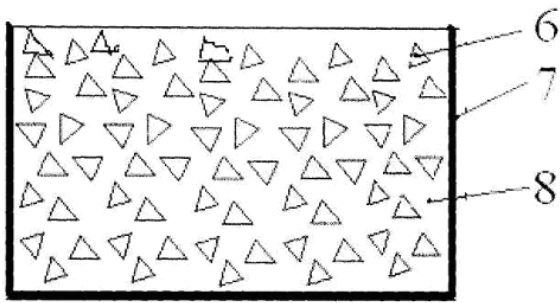
Фіг. 1



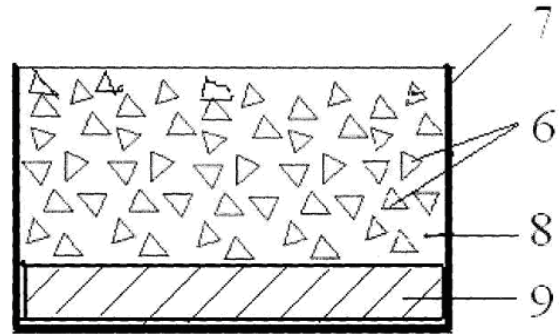
Фиг. 2



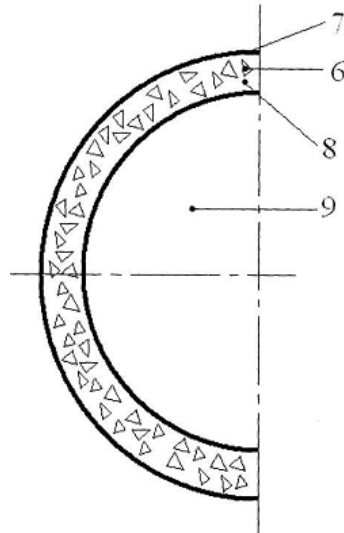
Фиг. 3



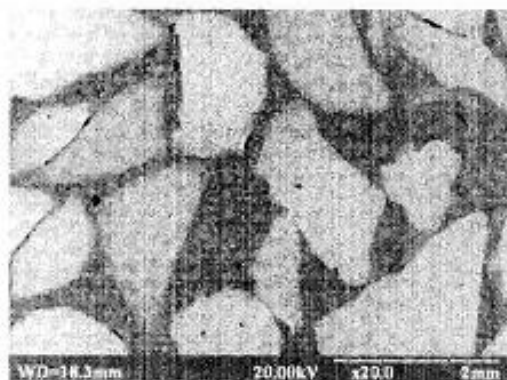
Фиг. 4



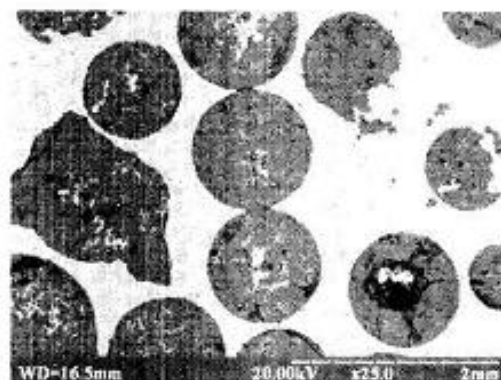
Фиг. 5



Фиг. 6



10



11

Fig. 7