



УКРАЇНА

(19) UA (11) 46376 (13) U  
(51) МПК (2009)  
C22C 29/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ЗНОСОСТІЙКИЙ КОМПОЗИЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

1

2

(21) u200903879

(22) 21.04.2009

(24) 25.12.2009

(46) 25.12.2009, Бюл.№ 24, 2009 р.

(72) АЛЕКСЄЄВ ВОЛОДИМИР ПАВЛОВИЧ

(73) АЛЕКСЄЄВ ВОЛОДИМИР ПАВЛОВИЧ

(57) Зносостійкий композиційний матеріал, що містить залізо, карбід титану, нікель і вуглець, також

кобальт при наступних співвідношеннях компонентів, мас. %: карбід титану 10-60, нікель 0,1-0,5, вуглець 0,2-1,5, кобальт 1-6, який **відрізняється** тим, що він додатково містить хром 15-20, молібден 1-2, ванадій 0,08-0,30, марганець 1,0-1,3, кремній 0,2-0,6 і вольфрам 0,05-0,5, решта залізо.

Пропонована корисна модель належить до порошкової металургії, зокрема до матеріалів, використовуваних для виготовлення прокатних шайб сучасних дровових прокатних станів блокової конструкції, бандажів для складених прокатних валків напівчистових і чистових клітей сортових станів і напрямних роликів вхідних провідок. Пропонований матеріал може використовуватися в металургійним машинобудуванні, а також в інших цілях, наприклад для виготовлення технологічного оснащення для ліній по виробництву цегли.

У теперішній час для виготовлення прокатних шайб і бандажів валків українськими й закордонними фірмами використовується у якості основи карбід вольфраму (WC) з різними зв'язуваннями. Для зв'язування застосовують кобальт – 15% або комбінацію елементів, що складається з кобальту, хрому й нікелю до 30% у різних співвідношеннях. - HITACHI TUNGSTEN CARBIDE ROLL. Hitachi metals, ltd. T-280.

Цим матеріалам властивий ряд недоліків:

- висока величина щільності, що збільшує навантаження на підшипники прокатної касети, вимагає підвищеної точності виконання шайби з метою запобігання дисбалансу, який приводить до появи вібрації при підвищенні швидкості прокатки вище 70-80м/сек;

- схильність до появи розгарових тріщин по границях зерен карбідів, пов'язана з корозією зв'язування;

- важко піддаються обробці лезвийним інструментом, вимагають верстатів підвищеної жорсткості й дорогого інструмента (КНБ) або шліфуванню алмазними колами.

Відомий новий клас матеріалів - карбідосталі [Т.А. Пумпянська, В.Я. Меєрсон, В.Г. Зирянов. Атлас структур порошкових матеріалів на основі заліза, Наука, Москва (1986)], - це зносостійкі композиційні матеріали, що складаються зі сталевих матриць (інструментальна або швидкорізальна сталь), у якій рівномірно розподілені зерна карбіду або карбонітриду титану. По службових характеристиках вони займають проміжне положення між швидкорізальними сталями й твердими сплавами, поєднуючи високу міцність і в'язкість легованих сталей із твердістю й зносостійкістю твердих сплавів. По зносостійкості вони можуть навіть перевершувати тверді сталі при масових вмістах карбіду титану в матриці більш 20%, тому що твердість карбіду титану (TiC) в 2 рази вище, ніж WC.

Слід також зазначити, що щільність карбідосталей, в залежності від вмісту карбіду титану в 1,8-2,0 рази нижче щільності твердих сплавів, і, як правило, вона нижче щільності легованих сплавів. Даний клас матеріалів був розроблений в основному для різального інструменту. Тут же повідомляється про випробування карбідосталей X12M-TiC і X4H2M8-TiC, які показали, що зі збільшенням вмісту карбіду титану інтенсивність зношування зменшується. Відзначається що підбираючи компоненти карбідосталей, можна домогтися оптимальної комбінації твердості, міцності, зносостійкості в умовах агресивних середовищ і високих температур, саме в яких експлуатуються бандажовані валки й прокатні шайби. Однак, усі вище перераховані властивості - висока зносостійкість і, особливо низька щільність, можуть бути корисні для виготовлення прокатних шайб і бандажів прокатних валків для сортових станів.

(19) UA (11) 46376 (13) U

Крім цього, заготовки, що були спечені з карбідосталі, після віджигання мають твердість 34-44 HRC залежно від вмісту TiC, що дозволяє їх піддавати лезвийній обробці, на відміну від твердих сплавів.

Відомий склад, що виготовляється методом лиття з корозійно-стійких металів, який містить мас. %: вуглець 0,5-3,0, хром 13-30, молібден 0,7-6,0, марганець 0,1-2,0, нікель 0,5-3,0, а також карбіди хрому або титану 20-30 у вигляді зерен розміром 8-10мкм, які значно підвищують термін служби виробів, [см., наприклад, з. Швейцарії №432535, Кл. В 02 С 7/12, 1984; з. Японії №60-56054, Кл. D21 D 1/30, 1985].

Недоліком відомих рішень є складність забезпечення фізико-механічних характеристик, тому що введення тугоплавких зерен карбідів у процесі розливання не забезпечує рівномірного, тим більше керованого їхнього розподілу в об'єму вилівка, крім того, матеріал з литою структурою має знижені характеристики міцності й пластичності, через що не може бути використаний для навантажених деталей, таких як, прокатні шайби й валки.

Найбільш близьким по сукупності ознак до об'єкта, що заявляється, є зносостійкий матеріал [пат. №2062813 від 27.06.1996 RU], згідно з яким він містить карбід титану, нікель, вуглець, залізо й кобальт при наступному співвідношенні компонентів, мас. %: карбід титану 10-60; нікель 0,1-0,5; вуглець 0,2-1,5; кобальт 1-6; залізо решта.

Недоліком даного матеріалу є складність і дорожнеча його виготовлення, тому що використовуються дорогі порошки нікелю й кобальту, необхідність застосування мокрого розмелу в спирті або бензині, тому що компоненти зв'язування схильні до окислення, а також недостатня корозійна стійкість спеченого матеріалу, що знижує зносостійкість в умовах експлуатації гарячої прокатки.

Для того, щоб використовувати карбідосталі для виробництва таких великогабаритних виробів (масою 10-20кг), необхідно розробити марку сталі матриці карбідосталі, яка дозволить підвищити технологічність, а саме більш низьку температуру нагрівання при загартуванні, меншу схильність порошку основи до окислення при його виробництві, розмелі й зберіганні, із забезпеченням високих експлуатаційних характеристик виробів, що виготовляються з неї.

Завданням корисної моделі є створення композиційного порошкового матеріалу - карбідосталі зі сталевою матрицею, склад якої дозволить підвищити її технологічні характеристики з метою забезпечення можливості виробництва великогабаритних заготовок прокатних шайб і бандажів прокатних складених валків і підвищити зносостійкість і експлуатаційні характеристики виробів в умовах агресивних середовищ високих навантажень і температур.

Поставлене завдання вирішується за рахунок того, що спечений зносостійкий матеріал, що містить залізо, карбід титану, нікель і вуглець, також кобальт при наступних співвідношеннях компонентів, мас. %: карбід титану 10-60, нікель 0,1-0,5, вуглець 0,2-1,5, кобальт 1-6, відрізняється тим, що він додатково містить хром 15-20, молібден 1-2,

ванадій 0,08-0,30, марганець 1,0-1,3, кремній 0,2-0,6 і вольфрам 0,05-0,5, решта залізо.

Пропонований склад, що містить карбід - титану як наповнювача й високолеговану антикорозійну сталь як основу, що містить карбіди хрому, молібдену, ванадію, вольфраму дозволяє підвищити зносостійкість матеріалу, спростити технологію приготування шихти, компактування брикету й процесу спікання.

Введення до складу матеріалу основи хрому в кількості 15-20мас. % забезпечує високі антикорозійні й міцнісні властивості, високу твердість при термічній обробці виробів, збільшення вмісту залишкового аустеніту після спікання. Вміст ванадію в кількості 0,08-0,3мас. % приводить до утворення карбіду ванадію (VC), який має високу твердість ( $H_{\mu}=2094 \text{ кгс/мм}^2$ ); щільність  $\rho - 5,48 \text{ г/см}^3$ ;  $t_{пл} - 2830^{\circ}\text{C}$ , коефіцієнт термічного розширення  $\alpha - 7,2 \times 10^{-6}$  - значення, близькі до відповідних параметрів TiC. Застосування VC у порошковій металургії обумовлене тим, що крайовий кут змочування  $\psi$  у системі VC - Fe рівний  $0^{\circ}$  ( $1550^{\circ}\text{C}$ , вакуум), у той час як у системі TiC - Fe  $=41^{\circ}$ ; крім того нижче й температура плавлення евтектики: VC - Fe  $-1350^{\circ}\text{C}$ ; TiC - Fe  $-1460^{\circ}\text{C}$ . Введення до складу основи молібдену в кількості 1-2 і вольфраму 0,05-0,5мас. %, також сприяє збільшенню вмісту карбідної фази в складі матриці й теплостійкості матеріалу, що підвищує рівень зносостійкості. Підвищений вміст вуглецю (1,0-1,6) сприяє запобіганню обезуглероживанню при спіканні у вакуумі у випадку бідного по вуглецю карбіду титану. Введення марганцю в кількості 1,0-1,3мас. % підвищує змащуваність. Верхнє значення вмісту вуглецю відповідає верхнім значенням вмісту легуючих елементів.

Пропоноване технічне рішення характеризується наступним прикладом конкретного виконання.

Для приготування шихти використовували газорозпилений порошок сталі наступного хімічного складу мас. %: Fe - Основа; C-1,16; Cr - 17,8; Mo - 1,25; Co - 1,05; V - 0,10; Si - 0,37; Mn - 1,0; Ni - 0,20; W - 0,05; Cu - 0,20; N - 0,05;  $\text{O}_2$  - 0,2; - фракція: 0-315мкм. Порошок сталі піддавали сухому розмелу у віброінерційному млину протягом 8 годин, після чого робили розсів через сито із гніздом 93мкм. Порошок карбіду титану фракції 10-60мкм піддавали розмелу протягом 8 годин. Для виробництва використовували порошок TiC розміром менше 10мкм. Попередньо розмелені порошки сталі й карбіду титану змішували в співвідношенні 4:1 по масі у двохошовому змішувачі протягом 4-х годин.

Методом гідростатичного пресування в еластичній оболонці пресували заготовки роликів відповідних роликівих провідок. Спікання робили у вакуумі. Процес спікання протікає стабільно, практично точно відповідно до заданої програми, тому що не відбувається газовиділення, у зв'язку із чим, час спікання скорочується на 20%. Спечені заготовки піддавались віджиганню до твердості 40-44 HRC і зазнали лезвийної механічної обробки. Потім проводилося загартування з нагріванням у шахтній печі із захисною атмосферою з наступним охолодженням у маслі. Після загартування заготовки відпускались в термічній шафі. Твердість складала

65-67 HRC. Після термообробки проводилася чистова обробка посадкових отворів під підшипники шліфуванням алмазним колом.

Виробничі випробування дослідних роликів проводилися на Білоруському металургійному за-

воді. Наробіток до перешліфовки на новий експлуатаційний розмір становив 3500-4500т. Величина припуску, що знімається при перешліфовці становила 0,25мм на сторону.