



УКРАЇНА

(19) UA (11) 52900 (13) A

(51) 7 C22C29/08, B23H7/24

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ  
ВЛАСНИКА  
ПАТЕНТУ

(54) ЕЛЕКТРОДНИЙ МАТЕРІАЛ НА ОСНОВІ КАРБІДУ ВОЛЬФРАМУ

1

2

(21) 2001106993

(22) 15 10 2001

(24) 15 01 2003

(46) 15 01 2003, Бюл. № 1, 2003 р.

(72) Паустовський Олександр Васильович, Ботвинко Володимир Петрович

(73) ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА  
ІМ І.М. ФРАНЦЕВИЧА НАН УКРАЇНИ

(57) Електродний матеріал на основі карбіду вольфраму, що містить кобальт як зв'язуюче, який відрізняється тим, що містить мідь при такому співвідношенні компонентів, мас %

кобальт	4-5
мідь	3-4
карбід вольфраму	решта

Розроблено новий електродний матеріал для зміцнення металевих поверхонь деталей машин та інструменту методом електроіскрового легування, який може знайти застосування в різних галузях машинобудування для зміцнення деталей машин та інструментів. Аналогами даного винаходу є електродні матеріали зі стандартних твердих сплавів- ВК8 та Т15К6 (ГОСТ 3882-74) на основі карбіду вольфраму відповідно з 8т мас % та 6 мас % кобальтового зв'язуючого.

Недоліками цих сплавів як електродних матеріалів є недостатні експлуатаційні характеристики отримуваних електроіскрових покриттів, а саме - зносостійкість. Для електродного матеріалу зі сплаву ВК8 недоліками також є невелика товщина покриття та невисокий питомий об'єм перенесеного матеріалу. Прототипом розробленого матеріалу вибрано електродний матеріал Т15К6У (Авторське свідоцтво СРСР N1476933, кл. С 22 с 29/08, В 23 7/24, 1989). Додатки вуглецю в цей електродний матеріал дозволили збільшити перенос матеріалу при електроіскровому нанесенні покриттів, підвищити його зносостійкість (табл.). Недоліком електродного матеріалу Т15К6У є недостатньо висока зносостійкість отримуваних електроіскрових покриттів.

В основу винаходу покладена задача створення електродного матеріалу з високим рівнем зносостійкості. Задача досягається тим, що у електродний матеріал на основі карбіду вольфраму додатково вводять мідь при такому співвідношенні компонентів, мас % кобальт 4-5, мідь 3-4, карбід вольфраму - решта.

З сучасного рівня розвитку технології електроіс-

крового легування невідомо склад запропонованого електродного матеріалу. Присутність міді визначається високими зносостійкістю, низьким коефіцієнтом тертя самої міді і насамперед її сполук з киснем та вольфрамом, їх міцним зчепленням з карбідом вольфраму в процесі електроіскрового легування та триботехнічних випробувань. Встановлено, що введення в склад електродного матеріалу замість 3 мас % кобальту 3 мас % міді дозволяє суттєво збільшити зносостійкість нанесених електроіскрових покриттів в порівнянні з меншою кількістю заміни. Експериментально встановлений оптимальний вміст кобальту в електродному матеріалі забезпечує достатні для ефективного процесу ЕІП міцнісні характеристики (300 МПа), вміст міді забезпечує потрібне зміцнення електродного матеріалу, утворення твердих розчинів з кобальтом в концентраціях, що сприяють утворенню термостійких вольфраматів міді, захищаючих карбід вольфраму від окиснення шляхом при високоенергетичній дріскрового розряду в процесі формування електроіскрового покриття, утворення значної кількості продуктів ерозії з оптимальною дисперсністю для ефективного нанесення покриттів. Зменшення цієї кількості не забезпечує значного підвищення зносостійкості при терті ковзання. Введення більше 4 мас % міді замість аналогічної кількості кобальту показало гірші результати по зносостійкості, призвели до збільшення крихкості електроіскрових покриттів, так як залізо і мідь згідно діаграми стану не утворюють сполук та обмежено розчинні один в одному. Таким чином, експериментально встановлений склад зв'язки електродного матеріалу дозволяє

(19) UA (11) 52900 (13) A

отримувати більшу кількість продуктів ерозії оптимальних розмірів при ЕІЛ, більш якісний композиційний матеріал покриття, вдало поєднуючий хороші триботехнічні характеристики сполук міді, твердість та зносостійкість карбідів вольфраму при достатньому вмісті кобальтового зв'язувального

Мідь як поверхнево активний елемент в сплавах заліза" при взаємодії з киснем сприяє утворенню окисних плівок (вторинних структур) на робочих поверхнях, які зменшують роботу пари тертя

Рентгенофазовий аналіз електроіскрового покриття зі сплаву WC + 5 мас % Co 3 мас % Cu показав, що основними складовими нанесеного шару є напівкарбід  $W_2C$ , та незначна кількість WC, тоді як в покриттях зі сплаву монокарбід вольфраму рентгенографічним аналізом не знайдено. Також в покриттях присутні в незначній кількості сполуки  $CuO$ ,  $Cu_2O$ ,  $Fe_3W_2C$ ,  $\gamma-Fe$ ,  $CuW_2O_4$

З метою отримання сумішей з потрібним розміром зерна (1 - 3мкм) використовувалось подрібнення-змішування в планетарному млині. Подрібнення проводилося в середовищі спирту-ректифікату при співвідношенні маси порошку до маси твердосплавних шарів та спирту = 2:6:1. Час подрібнення в планетарному млині складав 1800 с. Основна частина розмолотого порошку відповідає потрібному розміру 1-3мкм

Після розмолу суміш сушили в сушильній шафі, перемішували з 5% розчином синтетичного каучука в бензині (0,2-0,3) кг розчину на 1 кг шихти. Отримані суміші просували у витяжній шафі і протирали на ситі 045. Заготовки розміром 5х6х36мм пресувались на гидравлічному пресі під тиском у 150МПа. Пористість пресовок складала 38-40 %. Отримані брикети сушили у сушильній шафі при температурі 150°C протягом 12 годин

Спикання зразків проводилось у 2 етапи. Попереднє спикання проводилось в середовищі водню в муфельній печі. Температура спикання 800°C. Час витримки -2 години. Швидкість нагрівання та охолодження -0,06 град/с. Зразки нагрівались в засипці з графітової крупки та пропаленого оксиду алюмінію в сталевому піддоні. Остаточне спикання проводилось в вакуумі  $6,66 \times 10^{-3}$  Па при температурі 1350°C. Більш низькі температури спикання (1350°C) недостатні для повного ущільнення спікаемого матеріалу, що відтворюється в меншій усадці зразків та більшій пористості. Таким чином, при температурі спикання 1350°C сплави на основі WC з 8 мас % кобальтмідної зв'язки близькі до компактних (пористість - 5-7%). Електроіскрове легування проводилось на установці "Елітрон-22" при робочому струмі 2 А та питомому часі легування 1,5 Мс/м<sup>2</sup>

При менших температурах спикання структура електродного матеріалу має пористість більше 10%, що призводить при електроіскровому легуванні до збільшення ерозії аноду, але привіс катоду при цьому зменшується внаслідок збільшення в продуктах ерозії аноду частинок крихкого руйнування великих розмірів (0,1-0,3мм). Збільшення

температури спикання до 1400°C-1450°C призводить до отримання безпористого електродного матеріалу, що призводить до збільшення його ерозійної стійкості та, як наслідок, до зменшення значень привісу катоду і ерозії аноду. Однак, це може призводити до випаровування легкоплавкої міді із зразка, що спікається

Результати наведені в таблиці. За даними мікрорентгеноспектрального аналізу структура електродного матеріалу являє собою карбідний каркас із зерен карбиду вольфраму зі зв'язкою твердим розчином міді в кобальті. Мідь внаслідок обмеженої розчинності в кобальті, яка не ввійшла в твердий розчин, розташована вкрапленнями в структурі електродного матеріалу

Таблиця

Характеристики електроіскрових покриттів, отриманих електрододшів матеріалами на основі карбиду вольфраму з кобальтмідною зв'язкою

Склад електродного матеріалу, мас. %	Питомий об'єм перенесеного матеріалу, $10^{10} \text{ м}^3$	Товщина покриття, мкм	Знос, мкм/км
(аналог) ВК8 WC+8%Co	12	40	32
(прототип) Т15К6У WC+15%TiC+6%Co+0,4%C	15	50	19
(аналог) Т15К6	13	10	37
WC+5% Co+3%Cu	18	60	6
WC+4% Co+4%Cu	20	60	8

\*Сплави Т15К6, ВК8 - стандартні тверді сплави (ГОСТ 3882-74),

Сплав Т15К6У - Авторське свідоцтво СРСР № 1476933, кл. С 22 с 29/08, В 23 Н 7/24, 1989

Експлуатаційні характеристики розробленого матеріалу знаходяться на рівні характеристик кращих зразків електродних матеріалів для електроіскрового легування (табл.). Визначено оптимальний склад електродного матеріалу на основі карбиду вольфраму з 8 мас % кобальт-мідної зв'язки з різним співвідношенням кобальту та міді

Встановлено утворення на поверхні частинок монокарбиду вольфраму більш температуростійких вольфраматів міді, кристалеві ґратки яких когерентно пов'язані через напівкарбід вольфраму з основною карбідною фазою електродного матеріалу - монокарбідом вольфраму, в порівнянні з вольфраматами кобальту сприяє зменшенню окислення та дисоціації монокарбиду WC, що дозволяє формувати покриття з більш високими експлуатаційними властивостями. Про що свідчать результати триботехнічних випробувань електроіскрових покриттів з цих сплавів

Промислове застосування - ріжучий інструмент (різці, фрези і т.д.) деталі машин та механізмів

