



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 87466

(13) C2

(51) МПК (2009)

B23K 35/00

B23K 35/368

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПОРОШКОВИЙ ДРІТ ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ

1

2

(21) а200602800

(22) 15.03.2006

(24) 27.07.2009

(46) 27.07.2009, Бюл.№ 14, 2009 р.

(72) ПАВЛОВ НИКОЛАЙ ВАСИЛЬЄВИЧ, RU, СТРУ-
НЄЦ ВЛАДИМІР КОНСТАНТИНОВИЧ, RU, ГОЛОВІЗ-
НІН БОРИС ЛЕОНІДОВИЧ, RU, КОРОТКОВ ВЛАДИ-
МІР АЛЕКСАНДРОВИЧ, RU, ГОЛЯКЕВИЧ АНДРІЙ
АНТОНОВИЧ, ОРЛОВ ЛЕОНІД МИКОЛАЙОВИЧ,
ГІЮК СЕРГІЙ ПЕТРОВИЧ, УПИР ВІКТОР МИКО-
ЛАЙОВИЧ(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДА-
ЛЬНІСТЮ "ТМ. ВЕЛТЕК"

(56) SU 415119, 15.02.1974

SU 958063, 15.09.1982

SU 315546, 28.07.1972

RU 2218256 C2, 10.12.2003

US 4339286 A, 13.07.1982

JP 63115696 A, 20.05.1988

(57) 1. Порошковий дріт для наплавлення сталь-
них виробів, що складається із стальної оболонки і
порошкової шихти, в яку входять хромовмісний і
марганцевмісний компоненти, плавиковий шпат та
мармур, який відрізняється тим, що до складу
шихти додатково введено кремнієвмісний компо-нент, вуглецевмісний компонент і рутил, при цьому
компоненти взято в такому співвідношенні (мас.
%):

хромовмісний компонент	9-15
марганцевмісний компонент	1-7
кремнієвмісний компонент	0,6-2,0
вуглецевмісний компонент	0,1-3,0
рутил	1,5-5
плавиковий шпат	1,5-5
мармур	0,5-2,0
стальна оболонка	решта.

2. Порошковий дріт за п. 1, який відрізняється
тим, що як хромовмісний компонент взято порошок
хрому в кількості 9-15 %.3. Порошковий дріт за п. 1, який відрізняється
тим, що кремнієвмісний компонент введений у
вигляді феросиліцію в кількості 0,6-2,0 %.4. Порошковий дріт за п. 1, який відрізняється
тим, що вуглецевмісний компонент введений у
вигляді ферохрому в кількості 1-3 % або у вигляді
графіту в кількості 0,1-0,3 %.5. Порошковий дріт за п. 1, який відрізняється
тим, що марганцевмісний компонент введений у
вигляді порошку марганцю металічного в кількості
1-7 %.

Винахід стосується наплавочних матеріалів,
зокрема порошкових дротин для наплавлення від-
крито дугою робочого шару твердістю 390-500
HV, призначеного для експлуатації в умовах тертя
металу об метал в поєднанні з контакт-
ударними навантаженнями в слабоагресивному
середовищі.

Відомий дріт холоднотягнутий марки
Св.12Х15Г2 (ТУ 14-131-955-00), який застосову-
ється для наплавлення в захисному газі або під
шаром флюсу виробів із вуглецевих сталей. Для
наплавлення відкритою дугою не застосовується
у зв'язку з утворенням поруватості наплавленого
металу. При напавленні в захисному газі в на-
плавленому металі формуються протяжні тугопла-
вкі неметалічені вкраплення, що знижують ресурс
наплавленого металу.

Відомий порошковий дріт для наплавлення,
що складається із стальної оболонки і шихти, яка
містить ферохром, феромарганець, феромоліб-
ден, мармур, плавиковий шпат, залізний порошок
(А.с. №338336 від 04.01.71р. В23к35/36). Недолі-
ком даного винаходу є утворення протяжних шла-
кових вкраплень і застосування дефіцитного і до-
рогого феромолібдену.

Вміст ферохрому у вказаних межах не забез-
печує достатню кількість карбідів хрому у феритній
матриці і приводить до переважного розподілу їх
по межах зернин. За реалізованих співвідношень
вуглецю і хрому у металі утворюються карбіди
цементитного типу Fe₃C і спеціальні карбіди Cr₇C₃,
об'ємна доля яких не забезпечує потрібну трив-
кість металу, що приводить до зношування робо-
чих поверхонь незважаючи на додаткове легуван-

(13) C2

(11) 87466

(19) UA

ня молибденом, при якому реалізується виділення проміжних карбідів типу M_2C і потрійних карбідів $(Mo,Fe)_3C$ і $(Mo,Fe)_6C$, які утворюються в температурній області перлітного перетворення.

Враховуючи велику здатність цементитних карбідів до коагуляції, в зонах повторного нагрівання при наплавлюванні наступних валиків спостерігається зниження твердості металу цих зон внаслідок утворення δ -фериту. Рекомендовані вмісти феромарганцю в шихті забезпечують такі концентрації марганцю у наплавленому металі, за яких не досягається потрібна пластичність і ударна в'язкість наплавленого металу. Це пов'язано з недостатньою тривкістю аустеніту, який визначає наступне формування мартенситно-феритної структури, що забезпечує твердість наплавленого металу в межах 390-500HV.

Розподіл і морфологія карбідної фази впливає на експлуатаційні властивості наплавленого металу - зносотривкість в умовах тертя металу об метал в сполученні з ударами.

Для більшості деталей відновлювальне і виготовлювальне наплавлення виконується в один шар з наступною термообробкою або без неї. В таких випадках при розрахунку складу системи легування порошкового дроту враховується доля участь основного металу у наплавленому шарі.

Основною задачею винаходу є вдосконалення відомого складу порошкового дроту за рахунок додаткового введення кремнієвмісного компонента, вуглецевмісного компонента і рутилу та вибраного співвідношення всіх інгредієнтів, що забезпечує легування наплавленого металу хромом, марганцем, кремнієм із структурою, яка містить в собі мартенсит, аустеніт і ферит, при цьому вибір вмісту легуючих елементів орієнтовано на формування пластичної матриці, зміцненої дисперсними карбідами хрому ($Cr_{23}C_6$), а також забезпечує газшлаковий захист в умовах наплавлення відкритою дугою і як наслідок відсутність поруваності наплавленого металу.

Для досягнення поставленої задачі в порошковий дріт, що складається із сталльної оболонки і порошкової шихти, в яку входять хромовмісний і марганцевмісний компоненти, плавиковий шпат і мармур, додатково введено кремнієвмісний компонент, вуглецевмісний компонент і рутіл, при цьому компоненти взято в такому співвідношенні (мас. %):

Хромовмісний компонент	9-15
Марганцевмісний компонент	1-7
Кремнієвмісний компонент	0,6-2,0
Вуглецевмісний компонент	0,1-3,0
Рутіл	1,5-5
Плавиковий шпат	1,5-5
Мармур	0,5-2,0
Стальна оболонка	решта.

Окрім того, порошковий дріт в якості хромовмісного компонента може містити порошок хрому в кількості 9-15%.

В порошковий дріт кремнієвмісний компонент може бути введений у вигляді феросиліцію в кількості 0,6-2,0%.

В порошковий дріт вуглецевмісний компонент може бути введений у вигляді ферохрому, що містить 10% вуглецю в кількості 1-3% або у вигляді графіту в кількості 0,1-0,3%.

В порошковий дріт марганцевмісний компонент може бути введений у вигляді порошку марганцю металічного в кількості 1-7%.

Як матеріали шихти використовують порошки хрому, марганцю, кремнію і порошки феросплавів, що містять ці легувальні елементи. Як сталну оболонку застосовують холодновальцьовану стрічку із низьковуглецевої сталі марок 08кп, 08пс, 08ю (ГОСТ 19851-74).

Під час наплавлювання пропонованого порошкового дроту хром утворює переважно дисперсні карбіди $Cr_{23}C_6$, які менш схильні до коагуляції на межах зернин. Введення марганцю підвищує об'ємну долю карбідної фази. Хром, зв'язуючи частину вуглецю, приводить до зниження його концентрації в аустеніті, що сприяє формуванню низьковуглецевого мартенситу, зміцненого складними дисперсними карбідами. Метал з такою структурою має підвищену зносотривкість при експлуатації в умовах поєднання з ударними навантаженнями.

При вмісті хрому в наплавленому металі менше 9% формується недостатня кількість карбідів, що приводить до зниження витривалості проти стирання. Перевищення вмісту хрому більше 15% приводить до збільшення кількості фериту в структурі наплавленого металу, а це приводить до зниження твердості наплавленого металу нижче необхідного значення.

Вміст ферохрому менше 1% приводить до зниження твердості нижче потрібного рівня, а перевищення вмісту більше 3% приводить до перевищення твердості. Аналогічна дія графіту.

Уведення хрому більше 9% в поєднанні з марганцем більше 1% підвищує стабільність аустеніту аж до формування в структурі залишкового метастабільного аустеніту. Така структура характеризується більш високими значеннями пластичності і ударної в'язкості наплавленого металу. При контактно-ударному навантажуванні метал в зоні контакту зміцнюється за рахунок перетворення залишкового аустеніту в мартенсит під дією наклепування.

Марганець і кремній, що входять до складу осердя порошкового дроту, розкислюють зварочну ванну, а утворювані продукти розкислення добре емульгуються утвореним шлаком, що сприяє низькому вмісту неметалічних включень у наплавленому металі.

Вміст марганцю менше 1% підвищує ймовірність появи в наплавленому металі гарячих тріщин. Перевищення вмісту марганцю більше 7% приводить до збільшення доли аустеніту в металі і до зниження твердості та абразивної тривкості наплавленого металу.

Зниження вмісту кремнієвмісного компонента менше 0,6% викликає підвищення схильності до утворення тріщин внаслідок формування в металі оксидних прошарків по межах зернин, а перевищення більше 2,0% - до формування в металі крупних комплексних силікатів, що знижують пластич-

ність металу і в деяких випадках ініціюють утворення тріщин.

Марганець зв'язує сірку в тугоплавкі сульфіді MnS, що підвищує тривкість проти утворення гарячих тріщин і корозії. Утворення шлаку на базі рутилу, мармуру і плавикового шпату забезпечує хорошу покривальну здатність шлаку, емульгування шлаком утворюваних неметалічних вкраплин і окислів хрому, відсутність міжшарових шлакових вкраплин.

Була випробувана серія порошкових дротин в кількості 11 варіантів. Наплавлення виконували із підігрівом і без підігріву на пластини сталі 20ГЛ і 30ГЛ. Процес наплавлення виконували на постійному струмі оберненої полярності в діапазоні режимів $I=200-400\text{A}$, $U=26-32\text{В}$, $V_H=20-38\text{м/год}$. Процес наплавлення характеризувався хорошими зварювально-технологічними показниками (стабільність, відокремлюваність шлакової шкірки, формування наплавленого металу, відсутність тріщин і пор). Коефіцієнт витрати дротини складав $K_{\text{др}}=1,15-1,2$.

Склади дротин і результати досліджень наведено у таблиці 1.

Процес наплавлення виконувався на одному режимі і сталій техніці наплавлення, що забезпечувало стабільність проплавлення основного металу. У зв'язку з цим зумовлювався перехід вуглецю із основного металу в заданій кількості. Дольова участь основного металу підтримувалась в межах 25-30%. Випробування на абразивне зношування проводилось шляхом тертя об корундове полотно на випробувальному стенді.

Вміст легуючих елементів в наведених кількостях дозволив одержати достатньо стабільні значення твердості в рекомендованому діапазоні для розглядуваних умов експлуатації деталей. В усіх розглядуваних випадках досягнута підвищена зносотривкість. Із збільшенням вмісту марганцю зростає доля залишкового аустеніту в структурі наплавленого металу, що приводить до підвищення твердості в процесі ударного навантажування і, як наслідок, підвищення зносотривкості. Структура металу складається із фериту, низковуглецевого мартенситу, залишкового аустеніту, зміцнених дисперсними спеціальними карбідами. Вміст вуглецю в наплавленому металі регулюється з врахуванням вмісту хрому. У зв'язку з цим у шихті порошкового дроту вміст вуглецевмісних компонентів регулюється у співвідношенні $\text{Cr/C} \geq 50$. Максимальний вміст карбідоутворюючих елементів обмежується величиною максимальної рекомендованої твердості. Зайвий вміст хрому ($\text{Cr} \geq 13\%$) в наплавленому металі небажаний оскільки приведе до збільшення в структурі об'ємної долі м'якого фериту і зниженню зносотривкості. Високі вмісти вуглецю ($\text{C} > 0,25\%$) підвищують схильність до утворення тріщин і перевищення необхідної твердості наплавленого металу. Вуглець вводиться в шихту у вигляді ферохрому і графіту.

Таким чином, пропонований винахід дозволяє одержати робочий шар з високою тривкістю при експлуатації в умовах тертя металу об метал в поєднанні з ударно-контактними навантаженнями.

Таблиця 1

Наплавленім дротом із шихтою з порошків чистих металів і феросплавів

№ дротини	Склад дротини, %									Характеристики наплавленого металу				
	Стальна стрічка	Cr	FeCr	Mn	FeSi	Графіт	Мармур	Рутит	CaF ₂	C, %	Cr, %	HV/HV _{нк}	Тріщини	Пори
1	72,5	10	3,5	1	2	-	2	5	4	0,17	8,4	470/500	є	немає
2	75,7	10	-	1	2	0,3	2	5	4	0,23	6,7	420/450	немає	немає
3	72,4	12	2,0	2	1	0,1	1,5	4	5	0,18	9,3	410/440	немає	немає
4	74,3	12	-	2	1	0,2	1,5	4	5	0,14	8,1	380/410	немає	немає
5	66,5	15	3	7,0	0,6	0,2	1,0	2,5	4	0,26	12,2	390/420	немає	немає
6	68,0	15	3	7,2	1	0,3	1,0	1,5	3	0,28	12,6	340/450	є	немає
7	73,2	15	-	2,5	2	0,3	1,0	3	3	0,16	10,8	400/450	немає	немає
8	73,0	9	3,0	1	2	-	2	5	5	0,17	7,1	340/380	немає	немає
9	73,0	16	3,0	2	1	-	0,5	3	1,5	0,16	12,6	320/360	немає	немає
10	72,8	16	3,0	2	1	0,2	0,5	3	1,5	0,24	12,6	360/400	є	немає
11	70,8	16	3,0	4	1	0,2	0,5	3	1,5	0,25	13,0	280/380	немає	немає
12	75,9	12	2,0	1,0	0,3	0,3	2,0	5,0	1,5	0,21	9,1	400/430	немає	є
13	73,7	12	2,0	1,0	2,5	0,3	2,0	5,0	1,5	0,23	9,3	410/470	є	немає

HV - після наплавлення

HV_{нк} - після наклепування

Оптимальні варіанти: 2, 3, 4, 7.

