



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 88686

(13) C2

(51) МПК (2009)

B23K 35/368

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

(54) ПОРОШКОВИЙ ДРІТ ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ ПІД ФЛЮСОМ

1

(21) а200711210

(22) 10.10.2007

(24) 10.11.2009

(46) 10.11.2009, Бюл.№ 21, 2009 р.

(72) РЯБЦЕВ ІГОР ІГОРОВИЧ, МІЩЕНКО ДМИТРО ДМИТРОВИЧ, РЯБЦЕВ ІГОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ, ТОКАРЕВ ВОЛОДИМИР СЕРГІЙОВИЧ, КУСКОВ ЮРІЙ МИХАЙЛОВИЧ, ЖДАНОВ ЛЕОНІД АЛЬБЕРТОВИЧ, СОКОЛЬСЬКИЙ ВОЛОДИМИР ЕМАНУІЛОВИЧ

(73) ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ІМ. Є.О. ПАТОНА НАН УКРАЇНИ

(56) SU 338336, 15.05.1972

SU 406679, 21.11.1973

RU 95106113 A1, 20.12.1996

RU 2083341 C1, 10.07.1997

2

(57) Порошковий дріт для наплавлення під флюсом переважно деталей, що працюють при терті металу по металу без змащення, який складається зі сталеві оболонки й порошкоподібної шихти, що містить ферохром, феромарганець, феросиліцій, залізний порошок, який **відрізняється** тим, що до складу шихти порошкового дроту додають діоксид цирконію ZrO_2 та кремнефтористий натрій Na_2SiF_6 , причому компоненти дроту взяті у такому співвідношенні (мас. частка, %):

| | |
|---|----------|
| ферохром | 0,3-1,5 |
| феромарганець | 0,8-1,5 |
| феросиліцій | 0,5-1,5 |
| залізний порошок | 5,0-10,0 |
| кремнефтористий натрій + діоксид цирконію | 6,0-10,0 |
| сталева оболонка | решта. |

Винахід стосується наплавлення, точніше порошкових дротів, які використовують під час багатшарового дугового наплавлення під флюсом робочих поверхонь деталей, що працюють в умовах тертя металу по металу без змащення, наприклад роликів рольгангів, різних осей, валів, кранових коліс і т. інш.

При дуговому напавленні під флюсом порошковим дротом на поверхні шва утворюється шар шлаку, що складається, в основному, з оксидів. У тому випадку, коли наплавлення проводиться з попереднім підігрівом або на значних площах й у кілька шарів, температура деталі підвищується до $300^{\circ}C$ і більше, що значно ускладнює видалення шлакової кірки та знижує продуктивність й якість наплавлення [Фрумин И.И. Автоматическая электродуговая наплавка. - Харьков: Металлургиздат, 1961. - 422с.].

Для багатшарового наплавлення роликів рольгангів, різних осей, валів, кранових коліс і т. п. деталей застосовуються порошкові дроти ПП-Нп-19ГСТ; ПП-Нп-18Х1Г1М (ПП-АН120); ПП-Нп-20ХГТ (ПП-АН121); ПП-Нп-16ГСТЮ (ПП-АН198). Недоліком цих дротів є погана відокремлюваність шлакової кірки та незадовільне формування наплавленого валика при підвищених температурах.

В якості прототипу обраний дріт ПП-Нп-18Х1Г1М (ПП-АН120) (А.с. СРСР №338336 «Порошковий дріт для наплавлення», опубл. 15.05.1972, Бюл. №16). Дріт містить (мас. частка, %):

| | |
|------------------|---------|
| Ферохром | 0,5-4,0 |
| Феромарганець | 0,2-2,0 |
| Феромолібден | 0,2-2,0 |
| Мармур | 0,5-3,0 |
| Плавиковий шпат | 1,0-5,0 |
| Залізний порошок | 5-25 |
| Сталева оболонка | інше |

У якості газошлакоутворюючих компонентів у цьому порошковому дроті використовуються мармур та плавиковий шпат. Основним недоліком цього порошкового дроту є погана відокремлюваність шлакової кірки та незадовільне формування наплавленого валика при підвищених температурах.

Задачею цього винаходу є поліпшення відокремлюваності шлакової кірки та формування наплавленого валика при підвищених температурах при дуговому напавленні під флюсом, поліпшення якості наплавлення й збільшення продуктивності праці.

Рішення поставленої задачі досягається шляхом створення порошкового дроту для наплавлення під флюсом переважно деталей, працюючих

(13) C2

(11) 88686

(19) UA

при терті метала по металу без змащення, який складається зі сталеві оболонки й порошкоподібної шихти, що містить ферохром, феромарганець, феросіліцій, залізний порошок і відрізняється тим, що до складу шихти у якості газшлакоутворюючих компонентів додають діоксид цирконію ZrO_2 та кремнефтористий натрій Na_2SiF_6 , причому компоненти дроту взяті при наступному співвідношенні (мас. частка, %):

| | |
|---|----------|
| Ферохром | 0,3-1,5 |
| Феромарганець | 0,8-1,5 |
| Феросіліцій | 0,5-1,5 |
| Залізний порошок | 5,0-10,0 |
| Кремнефтористий натрій+діоксид цирконію | 6,0-10,0 |
| Сталева оболонка | інше |
| У якості сталеві оболонки використовується холоднокатана стрічка з низьковуглецевої сталі | |

марок 08, 08кп, 08пс. Кремнефтористий натрій Na_2SiF_6 , раскладаючись при $700^\circ C$ на NaF та SiF_4 , попереджає утворення газових пор і його вміст повинен складати 2,0-2,5% [Фрумин И.И. Автоматическая электродуговая наплавка. - Харьков: Металлургиздат, 1961. - 422с.]. Діоксид цирконію повинен поліпшувати відокремлюваність шлакової кірки.

Були виготовлені 7 дослідних порошкових дротів типу ПП-Нп-20ХГС, які забезпечували різний вміст ZrO_2 у шлаку (табл. 1). Дослідними порошковими дротами діаметром 2,0мм робили п'ятишарове наплавлення під флюсом АН-348А одиночних валиків довжиною 150-180мм на пластини сталі Ст3 розмірами 20х50х200мм. Режим наплавлення всіх шарів був постійним: струм 230...250А; напруга 24...26В; швидкість наплавлення 16м/ч.

Таблиця 1

Результати хімічного аналізу шлакової кірки й металу, наплавленого під флюсом АН-348А порошковим дротом ПП-Нп-20ХГС із діоксидом цирконію в шихті

| № порошкового дроту | Мас. частка $ZrO_2+Na_2SiF_6$ у шихті дроту, % | Мас. частка ZrO_2 у шлаковій кірці, % | Мас. частка елементів у наплавленому металі, % | | | |
|---------------------|--|---|--|------|------|------|
| | | | C | Si | Mn | Cr |
| ПП-Оп-1 | 5,5 | 0,59 | 0,11 | 0,29 | 1,18 | 0,69 |
| ПП-Оп-2 | 6,0 | 0,71 | 0,10 | 0,33 | 1,20 | 0,68 |
| ПП-Оп-3 | 8,0 | 1,62 | 0,12 | 0,25 | 1,19 | 0,46 |
| ПП-Оп-4 | 10,0 | 3,63 | 0,13 | 0,40 | 1,25 | 0,59 |
| ПП-Оп-5 | 11,0 | 4,28 | 0,11 | 0,38 | 1,12 | 0,53 |

Після наплавлення кожного шару комісія із трьох експертів робила оцінку відокремлюваності шлакової кірки по п'ятибальній шкалі: 5-ма балами оцінювалося самостійне відокремлення шлакової кірки й відсутність «березової кори» на поверхні наплавлених валиків; якщо для видалення шлакової кірки доводилося застосовувати зубило й молоток, то така відокремлюваність оцінювалася 0 балів. Проміжними балами оцінювали відокремлюваність при наявності тієї або іншої кількості часточок шлакової кірки («березової кори») на поверхні валика. Оцінювалося також формування

наплавленого валика, що дуже важливо при наплавленні. Підвороти, нерівномірна ширина наплавленого валика приводять до появи дефектів у наплавленому шарі.

Контактною термометрою заміряли температуру шлакової кірки й наплавленого валика. Контроль температури дозволяв оцінювати температуру зразка, при якій шлакова кірка піддається відділенню. Виміри показують, що вже після наплавлення третього валика температура зразка перевищувала $300^\circ C$ (табл. 2).

Таблиця 2

Показники відокремлюваності шлакової кірки при наплавленні дослідними дротами

| № порошкового дроту | №№ шару | Температура, $^\circ C$ | | Експертна оцінка | |
|---------------------|---------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| | | Шлакова кірка | Зразок, що наплавляється | Відокремлюваність шлакової кірки, бал | Формування наплавленого валика |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ПП-Оп-1 | 1 | 350 | 210 | 3(одиночні шпінелі) | Гарне |
| | 2 | 470 | 230 | 3(одиночні шпінелі) | |
| | 3 | 420 | 310 | 2(березова кора) | |
| | 4 | 480 | 340 | 2(березова кора) | |
| | 5 | 520 | 440 | 0(березова кора) | |
| ПП-Оп-2 | 1 | 350 | 250 | 5 | Гарне |
| | 2 | 430 | 350 | 5 | |
| | 3 | 470 | 400 | 4 | |
| | 4 | 590 | 430 | 2(одиночні шпінелі) | |
| | 5 | 510 | 420 | 2(одиночні шпінелі) | |

Продовження таблиці 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------|---|-----|-----|---------------------|--------------|
| ПП-Оп-3 | 1 | 335 | 220 | 5 | Гарне |
| | 2 | 430 | 310 | 5 | |
| | 3 | 470 | 350 | 4 | |
| | 4 | 510 | 400 | 3 | |
| | 5 | 540 | 420 | 3(одиночні шпінелі) | |
| ПП-Оп-4 | 1 | 370 | 200 | 5 | Гарне |
| | 2 | 460 | 310 | 4 | |
| | 3 | 500 | 370 | 4 | |
| | 4 | 510 | 410 | 4 | |
| | 5 | 500 | 420 | 3(одиночні шпінелі) | |
| ПП-Оп-5 | 1 | 350 | 230 | 5 | Незадовільне |
| | 2 | 460 | 320 | 4 | |
| | 3 | 480 | 380 | 3(одиночні шпінелі) | |
| | 4 | 510 | 410 | 2(березова кора) | |
| | 5 | 520 | 430 | 2(березова кора) | |

Як видно з даних, наведених у табл. 2, кращі результати з відокремлюваності шлакової кірки при підвищених температурах отримані у разі використанні порошкових дротів ПП-Оп-2, ПП-Оп-3 і ПП-Оп-4, у складі яких містилося 6,0; 8,0 та 10,0% $ZrO_2+Na_2SiF_6$ відповідно. Шлакова кірка при цьому легко віддалялася з поверхні п'ятого шару при температурі зразка більше 400°C. Одиночні шпінелевидні частки, які залишалися на поверхні валика після наплавлення третього й наступного шарів, не заважали процесу наплавлення. При меншому (порошкові дроти ПП-Оп-1) і більшому (порошковий дріт ПП-Оп-5) сумарному вмісті $ZrO_2+Na_2SiF_6$ відокремлюваність шлакової кірки була значно гірше. При сумарному вмісті $ZrO_2+Na_2SiF_6$ в шихті порошкового дроту рівному 11% (порошковий дріт ПП-Оп-5) значно погіршилося формування наплавлених валиків - з'являлися підвороти, валик нерівномірно розтікався, що привело до зашлаковок.

Позитивний ефект від введення $ZrO_2+Na_2SiF_6$ досягається за рахунок збільшення активності кисню, тобто окисного потенціалу шлаків (Фіг.1), зміни коефіцієнта термічного розширення шлакової кірки (Фіг.2) та в'язкості шлаку (Фіг.3).

Збільшення активності кисню в шлаку з ростом вмісту $ZrO_2+Na_2SiF_6$ показано на Фіг.1, де: 1-10,0% $ZrO_2+Na_2SiF_6$; 2-8% $ZrO_2+Na_2SiF_6$; 3-6% $ZrO_2+Na_2SiF_6$; 4-5,5% $ZrO_2+Na_2SiF_6$; 5 - без $ZrO_2+Na_2SiF_6$. Збільшення активності кисню приводить до того, що проміжний шар оксидів між металом і шлаком перешкоджає епітаксальному зростанню шлакової кірки з металом, що сприяє поліпшенню її відокремлюваності.

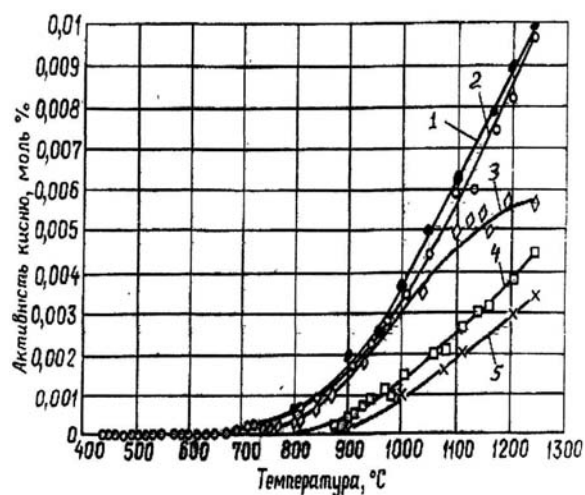
Були досліджені коефіцієнти термічного розширення (КТР) наплавленого металу 20ХГС і шлакових кірок флюсу АН-348А з різним вмістом діоксиду цирконію та кремнефтористого натрію, які показані на Фіг.2: 1 - коефіцієнт термічного розши-

рення наплавленого металу 20ХГС; 2 - коефіцієнт термічного розширення шлаку АН-348А без $ZrO_2+Na_2SiF_6$; 3 - коефіцієнт термічного розширення шлаку АН-348А+6% $ZrO_2+Na_2SiF_6$; 4 - коефіцієнт термічного розширення шлаку АН-348А+8% $ZrO_2+Na_2SiF_6$; 5 - коефіцієнт термічного розширення шлаку АН-348А+10,0% $ZrO_2+Na_2SiF_6$.

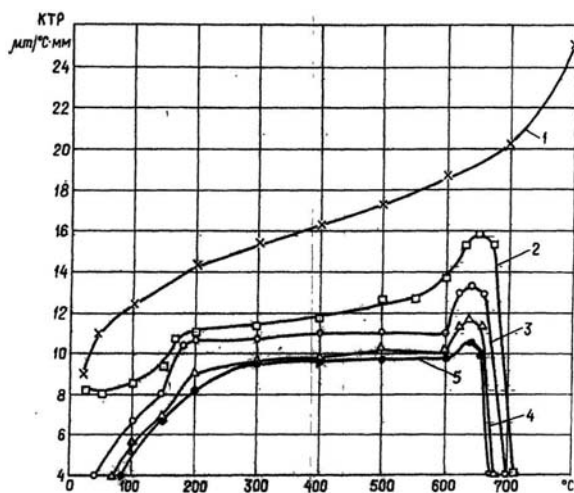
Встановлено, що зі збільшенням сумарного вмісту $ZrO_2+Na_2SiF_6$ у дроті різниця КТР наплавленого металу й шлакових кірок зростає. Практично, ця різниця зберігається у всьому діапазоні температур, аж до температури розм'якшення шлаків. Чим більше різниця в КТР наплавленого металу й шлакової кірки, тим більше залишкові напруги на границі наплавлений метал-шлакова кірка й тем легше відокремлюється остання від наплавленого металу.

Виміри в'язкості шлаків представлені на Фіг.3, де 1-6,0% $ZrO_2+Na_2SiF_6$; 2-8,0% $ZrO_2+Na_2SiF_6$; 3-10,0% $ZrO_2+Na_2SiF_6$; 4 - без $ZrO_2+Na_2SiF_6$; 5-11% $ZrO_2+Na_2SiF_6$. Вони показують, що вже при сумарному вмісті $ZrO_2+Na_2SiF_6$ у дроті, який дорівнює 6% (крива 1), в'язкість шлаків збільшується, росте температура затвердіння шлаків. Збільшення температури затвердіння шлаків дозволяє видаляти його з наплавленого валика при більш високих температурах. Однак, надмірне збільшення в'язкості шлаків при сумарному вмісті $ZrO_2+Na_2SiF_6$ у дроті, який дорівнює 11,0% (крива 5), приводить до того, що занадто в'язкий шлак не дає добре сформуватися наплавленому валику й у наплавленому металі з'являються дефекти.

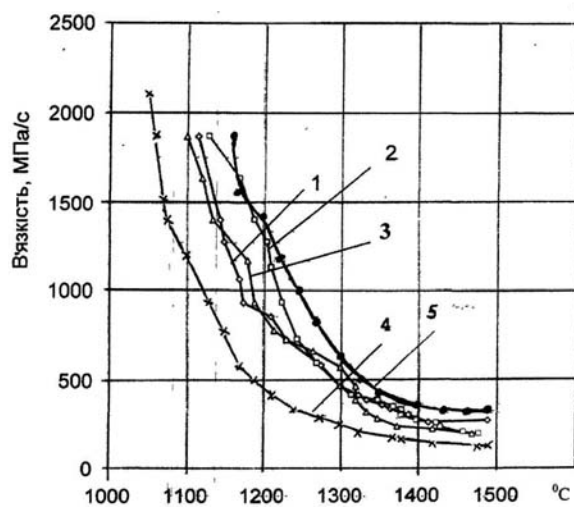
Таким чином, з точки зору гарної відокремлюваності шлакової кірки при підвищених температурах і задовільному формуванні наплавлених валиків, оптимальним сумарним вмістом ZrO_2 та Na_2SiF_6 в шихті пропонованого порошкового дроту варто вважати 6,0-10,0%.



Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.