



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 85292

(13) C2

(51) МПК (2006)

B23K 9/18

B23K 35/30

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

(54) ДРІТ ДЛЯ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО НАПЛАВЛЕННЯ

1

2

(21) а200704469

(22) 23.04.2007

(24) 12.01.2009

(46) 12.01.2009, Бюл.№ 1, 2009 р.

(72) БОЙКО ВОЛОДИМИР СЕМЕНОВИЧ, UA, ЩЕ-
ТИНІН СЕРГІЙ ВІКТОРОВИЧ, UA, КЛИМАНЧУК
ВЛАДИСЛАВ ВЛАДИСЛАВОВИЧ, UA, КИРИЛЬЧЕ-
НКО ПЕТРО МИКОЛАЙОВИЧ, UA, ПУШКОВ ВА-
ЛЕРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, UA, ВОРОБЬОВ АНДРІЙ
ОЛЕКСІЙОВИЧ, UA, ЩЕТИНІНА ВІРА ІВАНІВНА,
UA(73) ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ, UA, ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТО-
ВАРИСТВО "МАРІУПОЛЬСЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙ-
НИЙ КОМБІНАТ ІМЕНІ ІЛЛІЧА", UA(56) ГОСТ 10543-98. Проволока стальная напла-
вочная. Технические условия. ОКП 170010.

RU 1487321 C, 30.10.1994

RU 2104138 C1, 10.02.1998

RU 2198083 C2, 10.02.2003

(57) Дріт для електродугового наплавлення, який
містить у собі вуглець, хром, нікель марганець,
кремній, який **відрізняється** тим, що він містить
додатково молібден, мідь, ванадій і ніобій при на-
ступному співвідношенні компонентів, мас. %:

вуглець	0,3-0,4
марганець	1,8-2,0
кремній	0,9-1,2
хром	4,5-5,5
нікель	не більше 0,025
мідь	не більше 0,025
молібден	0,7-0,9
ванадій	0,4-0,5
ніобій	0,2-0,25
сірка	не більше 0,025
фосфор	не більше 0,025
залізо	решта.

Винахід відноситься до області електродугово-
го наплавлення, вчасності до складу дроту, і мо-
же бути використаний при виготовленні і зміцненні
деталей прокатного обладнання в чорній металур-
гії і важкому машинобудуванні.

Деталі прокатного обладнання, які експлуату-
ються в умовах значних силових, ударних, знако-
змінних навантажень і високих температур, пови-
нні характеризуватись тріщиностійкістю, зносо-
стійкістю, жароміцністю і корозійною стійкіс-
тю.

Більшість існуючих способів забезпечення
зносостійкості деталей металургійного обладнання
засновані на використанні для легування порош-
кових дротів і стрічок, які не забезпечують відсут-
ності кристалізаційних і холодних тріщин, рівномір-
ності зносостійкості по всій наплавленій поверхні
і рівнотовщинності прокату. Для підвищення зносо-
стійкості найбільш ефективно використовувати
для наплавлення дроти суцільного перерізу.

Відомий дріт для електродугового наплавлен-
ня Нд30ХГСА [1], який містить у собі:

Вуглець - 0,27-0,35

Марганець -	0,8-1,1
Кремній -	0,9-1,2
Хром -	0,8-1,1
Нікель -	не більше 0,4
Сірка -	не більше 0,03
Фосфор -	не більше 0,04

Однак при напавленні деталей металургійно-
го обладнання, які експлуатуються в умовах знач-
них силових, ударних навантажень і високих тем-
ператур, внаслідок недостатньої кількості вуглецю
і легуючих елементів не забезпечується тріщино-
стійкість, зносостійкість, жароміцність і корозійна
стійкість.

Відомий узятий за прототип дріт для напла-
влення Нд30Х5 [1], який містить:

Вуглець -	0,27-0,35
Марганець -	0,4-0,7
Кремній -	0,2-0,5
Хром -	4,0-6,0
Нікель -	не більше 0,4
Сірка -	не більше 0,04
Фосфор -	не більше 0,03
Залізо	Решта.

(13) C2

(11) 85292

(19) UA

При електродуговому наплавленні високовуглецевих сталей для запобігання виникнення кристалізаційних і холодних тріщин виконують попередній і співпадаючий нагрів, термічну обробку і заповільне охолодження після наплавлення.

Однак при цьому внаслідок недостатньої кількості вуглецю і легуючих елементів при напавленні деталей металургійного обладнання не забезпечується тріщиностійкість, зносостійкість, жароміцність і корозійна стійкість.

В основу винаходу поставлена задача розробити дріт для електродугового наплавлення, у якому використання нових співвідношень вуглецю і легуючих елементів дозволить забезпечити відсутність кристалізаційних і холодних тріщин, підвищення зносостійкості, жароміцності і корозійної стійкості.

Поставлена задача зважується за рахунок того, що дріт для наплавлення, який містить у собі вуглець, марганець, кремній, хром, нікель відповідно винаходу, він містить додатково молібден, ванадій і ніобій при слідуєчому співвідношенні елементів в мас. %:

Вуглець -	0,3-0,4
Марганець -	1,8-2,0
Кремній -	0,9-1,2
Хром -	4,5-5,5
Нікель -	не більше 0,025
Мідь -	не більше 0,025
Молібден -	0,7-0,9
Ванадій -	0,4-0,5
Ніобій -	0,2-0,25
Сірка -	не більше 0,025
Фосфор -	не більше 0,025
Залізо	Решта.

Додаткове введення ванадію, молібдену і ніобію в пропонованому співвідношенні забезпечує одночасно зростання твердості, жаростійкості, стійкості к виникненню гарячих і холодних тріщин і корозійної стійкості. При електродуговому наплавленні створюються карбіди хрому, ванадію і ніобію, які підвищують твердість і зносостійкість напавленого металу. Тріщини виникають, коли зварювальні напрути стають більше межі міцності, яка залежить від міжатомних сил зв'язку. При одночасному введенні в дріт додаткової кількості вуглецю, який характеризується високою твердістю та низькою пластичністю, ванадію і ніобію, який створює мілкодисперсні карбіди ніобію, здрибнює структуру, зростає площа контакту і величина міжатомних сил зв'язку, що забезпечує підвищення стійкості до утворення гарячих і холодних тріщин. Особливо зростає стійкість до утворення гарячих тріщин, які виникають по границям зерен. Легуючі елементи марганець, кремній, нікель, хром і мідь розчинюються у фериті, зміцнюють його та здрибнюють перліт. Завдяки чому міцність напавленого металу зростає і підвищується зносостійкість. Легуючі елементи молібден і ванадій підвищують жароміцність, температуру зниження міцності металу при нагріві і стійкості напавленого металу до зниження міцності. Ванадій - сильний карбідоутворювач. При введенні ванадію створюються карбіди ванадію, які не розчинюються в залізі та мають форму мілкодисперсних нетвердих включень, вна-

слідок чого зростає пластичність напавленого металу і стійкість до утворення гарячих тріщин. Для одночасного підвищення жаростійкості в напавлений метал введено хром, який створює захисну плівку оксидів на поверхні напавленого металу, яка підвищує корозійну стійкість, що особливо важливо при прокатці, коли гарячі робочі валки, контактуючі з металом, охолоджуються водою. Одночасне здрибнення структури, зниження зварювальних напрут і зростання корозійної стійкості забезпечує підвищення жаростійкості, тріщиностійкості, зносостійкості і працездатності напавлених високовуглецевих деталей.

Всі існуючі дроти для електродугового наплавлення високовуглецевих сталей засновані на підвищенні кількості вуглецю і хрому.

Пропонований винахід базується на ефективному способі впливу на кристалізацію металу зварювальної ванни, одночасного здрибнення структури, зниження зварювальних напрут і зростання корозійної стійкості за рахунок додаткового введення молібдену, ванадію і ніобію.

Отже, даний дріт для електродугового наплавлення виявляє свої особливості - одночасного здрибнення структури, зниження зварювальних напрут і зростання корозійної стійкості тільки за певних умов, а саме при введенні додатково молібдену, міді, ванадію і ніобію при слідуєчому співвідношенні елементів в мас. %:

Вуглець -	0,3-0,4
Марганець -	1,8-2,0
Кремній -	0,9-1,2
Хром -	4,5-5,5
Нікель -	не більше 0,025
Мідь -	не більше 0,025
Молібден -	0,7-0,9
Ванадій -	0,4-0,5
Ніобій -	0,2-0,25
Сірка -	не більше 0,025
Фосфор -	не більше 0,025
Залізо	решта.

Виходить, ці умови є істотними. А додаткове введення легуючих елементів в заявленому співвідношенні, забезпечує виникнення нового ефекту впливу на магнітогідродинамічні явища, зменшення зварювальних напрут, здрибнювання структури, підвищення тріщиностійкості, зносостійкості, жароміцності і корозійної стійкості напавлених деталей.

При введенні в дріт менше 0,7% молібдену, який характеризується високою температурою плавлення, високими механічними властивостями і модулем пружності, не забезпечується жароміцність напавлених деталей, які експлуатуються в умовах високих температур, зменшується температура зниження міцності металу при нагріві і стійкість напавленого металу до зниження міцності. Тому знижується зносостійкість і працездатність деталей металургійного обладнання.

При введенні більше 0,9% молібдену внаслідок високого модуля пружності знижується пластичність напавленого металу і зростає схильність до утворення тріщин. Порушується рівновага сил, діючих між атомами. Тому знижується тріщиностійкість і зносостійкість напавлених деталей ме-

талургійного обладнання. Крім того, зростає собівартість дроту, що знижує ефективність процесу наплавлення.

При введенні в дріт менше 0,4% ванадію, який є сильним карбідотворювачем, не забезпечується створення мілкодисперсної структури, знижується жароміцність і пластичність наплавленого металу. Тому зростає схильність до утворення тріщин і знижується зносостійкість наплавлених деталей.

При введенні в дріт більше 0,5% ванадію, внаслідок утворення нетвердих включень порушується рівномірність зносу валків, що приводить до порушенню рівномірності товщини металу. Крім того, зростає собівартість наплавлення і витратний коефіцієнт валків на тону прокату.

При введенні в дріт менше 0,2% ніобію, не забезпечується створення мілкодисперсних карбідів

ніобію, зростає зерно, зменшується площа контакту і величина міжкатодних сил зв'язку, що приводить до зниження тріщиностійкості. Тому знижується зносостійкість і працездатність деталей металургійного обладнання.

При введенні в дріт більше 0,25% ніобію, який характеризується високою температурою плавлення і різко різняться теплофізичними властивостями зі сталлю, підвищуються напруги і деформації, які викликають виникнення тріщин у шві і наволошовній зоні. Тому знижується тріщиностійкість і зносостійкість наплавлених деталей.

Дроти сполошної сечі для електродугового наплавлення вироблялися хімічних составів, приведені у таблиці №1.

Таблиця 1

Елементи	Состав, мас.%				
	1	2	3	4	5
Вуглець	0,2	0,5	0,3	0,35	0,4
Марганець	1,7	2,1	1,8	1,9	2,0
Кремній	0,8	1,3	0,9	1,05	1,2
Хром	4,0	6,0	4,5	5,0	5,5
Нікель	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Мідь	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Молібден	0,6	1,0	0,7	0,8	0,9
Ванадій	0,3	0,6	0,4	0,45	0,5
Ніобій	1,5	0,3	0,2	0,225	0,25
Сірка	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Фосфор	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Залізо	90,8	88,1	91,1	90,125	89,15

Приклад

Вироблялося автоматичне електродугове наплавлення дротами різного хімічного составу робочих валків із сталі 9ХФ діаметром 17 мм і довжиною бочки 1,7 м. Наплавлення вироблялося під флюсом АН-26. Як джерело харчування використовували випрямляч ВДУ 1204. Автоматичне наплав-

лення вироблялося на режимі: величина струму 600-650 А, напруга на дузі 32-34 В, швидкість наплавлення 75 м/г. Результати проведених досліджень впливу хімічного составу дроту на тріщиностійкість, зносостійкість і працездатність наплавлених деталей представлені в таблиці №2.

Таблиця №2

Спосіб	Кількість прокатаного металу, тис. тонн	Довжина тріщин, мм	Знос валка, мм
Відомий Прототип	500	25,0	5,0
Пропонований			
1	500	7,0	2,5
2	500	6,0	2,0
3	500	3,0	1,0
4	500	3,0	1,0
5	500	3,0	1,0

У результаті проведених досліджень встановлено, що дріт для електродугового наплавлення, який містить у собі вуглець, марганець, кремній, хром і додатково молібден, мідь, ванадій і ніобій при співвідношенні елементів в мас. %:

Вуглець - 0,3-0,4
Марганець - 1,8-2,0
Кремній - 0,9-1,2

Хром - 4,5-5,5
Нікель - не більше 0,025
Мідь - не більше 0,025
Молібден - 0,7-0,9
Ванадій - 0,4-0,5
Ніобій - 0,2-0,25
Сірка - не більше 0,025
Фосфор - не більше 0,025

Залізо є оптимальним. Використання пропонованого дроту для електродугового наплавлення в порівнянні з існуючими забезпечує за рахунок додаткового введення молібдену, ванадію і ніобію у заявленому співвідношенні наступні переваги:

- створення карбідів хрому, ванадію і ніобію внаслідок чого зростає твердість наплавленого металу;
- зростання швидкості кристалізації рідкого металу зварювальної ванни, зменшення часу перебування металу у рідкому стані і здрибнювання структури;
- створення мілкодисперсних карбідів ніобію, зростання площі контакту атомів і міжатомних сил зв'язку;
- підвищення жароміцності, температури зниження міцності металу при нагріві і стійкості наплавленого металу до зниження міцності;
- створення карбідів ванадію, які не розчинюються в залізі та мають форму мілкодисперсних

нетвердих включень, внаслідок чого зростає пластичність наплавленого металу і стійкість к утворенню гарячих тріщин;

- створення на поверхні наплавленого металу захисної плівки оксидів хрому, які підвищують корозійну стійкість;

- підвищення тріщиностійкості, зносостійкості, жароміцності і корозійної стійкості наплавлених деталей із високовуглецевих сталей.

Упровадження пропонованого дроту для електродугового наплавлення при відновленні і зміцненні деталей металургійного обладнання дозволяє забезпечити якісне формування наплавленого металу, тріщиностійкість, зносостійкість, працездатність і зниження витратного коефіцієнту валків на тону прокату.

Література:

1. ГОСТ 10543-98 Проволока стальная наплавочная.