



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 83317

(13) C2

(51) МПК (2006)

B23K 9/18

B23K 9/04

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

## (54) СПОСІБ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО НАПЛАВЛЕННЯ

1

(21) а200704205

(22) 16.04.2007

(46) 25.06.2008, Бюл. № 12, 2008 р.

(72) БОЙКО ВОЛОДИМИР СЕМЕНОВИЧ, UA, ЩЕТИНІН СЕРГІЙ ВІКТОРОВИЧ, UA, КЛИМАНЧУК ВЛАДИСЛАВ ВЛАДИСЛАВОВИЧ, UA, КИРИЛЬЧЕНКО ПЕТРО МИКОЛАЙОВИЧ, UA, ПУШКОВ ВАЛЕРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, UA, ВОРОБІЙОВ АНДРІЙ ОЛЕКСІЙОВИЧ, UA, ЩЕТИНІНА ВІРА ІВАНІВНА, UA

(73) ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA, ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "МАРИУПОЛЬСЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ ІМ. ІЛЛІЧА", UA

(56) UA 18207 U, 15.11.2006

SU 1407719 A1, 07.07.1988

2

SU 1542739 A1, 15.02.1990

US 3999036, 21.12.1976

GB 1353610, 22.05.1974

(57) Спосіб електродугового високошвидкісного наплавлення U-подібним стрічковим електродом з прямолінійними ділянками, який відрізняється тим, що легування наплавленого металу здійснюють легуючими елементами, які подають між крошками в області внутрішньої частини стрічки, а довжину прямолінійних ділянок встановлюють у залежності від ширини U-подібної стрічки відповідно до виразу:

$$L = (2,25-2,5) B, \text{ мм,}$$

де B - ширина U-подібної стрічки;

L - довжина прямолінійних ділянок U-подібної стрічки, мм.

Винахід відноситься до області електродугового наплавлення і може бути використаний при виготовленні і зміцненні деталей прокатного обладнання в чорній металургії і важкому машинобудуванні.

Деталі прокатного обладнання, на які у процесі експлуатації діє значний тиск, для підвищення зносостійкості при напавленні легують для придання спеціальних властивостей. Однак при напавленні важко забезпечити рівномірність хімічного складу, властивостей наплавленого металу і зносостійкості наплавлених деталей.

Відомий спосіб електродугового наплавлення [1], при якому легування здійснюють за рахунок використання дроту сполучного перерізу запобігання виникнення кристалізаційних і холодних тріщин наплавлення здійснюють на підвищеній потужній енергії.

Однак в промисловості недостатньо марок дротів для забезпечення спеціальних властивостей і обмежена швидкість автоматичного наплавлення і можливість наплавлення на низькій потужній енергії, внаслідок чого важко забезпечити тріщиностійкість і зносостійкість наплавлених деталей.

Відомий спосіб електродугового наплавлення [1], при якому легування здійснюють за рахунок порошкових дрітків і стрічок.

Однак при напавленні порошковими матеріалами можливо просинання легуючих елементів, що приводить до нерівномірного хімічного складу і властивостям наплавленого металу, що значно знижує тріщиностійкість і зносостійкість. Крім того, ціна порошкових матеріалів значно вище матеріалів сполучного перерізу підвищує собівартість процесу наплавлення.

Відомий, узятий за прототип, спосіб електродугового наплавлення U-образною стрічкою [2], при якому легування наплавленого металу забезпечують за рахунок керамічного флюсу.

Однак при цьому трудно забезпечити рівномірність хімічного складу і високу тріщиностійкість наплавленого металу внаслідок значної залежності хімічного складу від режиму наплавлення. При зниженні напруги на дузі кількість розплавленого флюсу зменшується, і перехід легуючих елементів стає меншим, що приводить до зниженню зносостійкості наплавлених деталей.

В основу винаходу поставлена задача розробити спосіб електродугового наплавлення, у якому використання нових умов здійснення дій дозво-

(13) C2

(11) 83317

(19) UA

листь забезпечити рівномірність хімічного складу наплавленого металу, відсутність виникнення гарячих і холодних тріщин, підвищення зносостійкості і працездатності наплавлених деталей.

Поставлена задача зважається за рахунок того, що при електродуговому високошвидкісному наплавленні U-образним стрічковим електродом з прямолінійними ділянками відповідно винаходу легування наплавленого металу здійснюють легуючими елементами, які подають у внутрі між кромками в області поперечної частини стрічки, а довжину прямолінійних ділянок встановлюють у залежності від ширини U-образної стрічки відповідно до виразу:

$$L = (2,25 - 2,5)B, \text{ мм},$$

де B - ширина U-образної стрічки;

L - довжина прямолінійних ділянок U-образної стрічки, мм.

Легування наплавленого металу при високошвидкісному електродуговому наплавленні U-образним стрічковим електродом з прямолінійними ділянками за рахунок подачі легуючих елементів у внутрі між кромками в області поперечної частини стрічки з пропонованим співвідношенням довжини прямолінійних ділянок від ширини U-образної стрічки забезпечує рівномірний склад наплавленого металу, підвищення швидкості наплавлення, здрібнення структури і тріщиностійкість наплавлених деталей. При наплавленні U-образною стрічкою дуга рухається під дією електромагнітного поля зварювального струму по торцю електроду вздовж бокових крайок ванни, що приводить до зростання тепловкладання в області бокових крайок, електричного опору і зниженню струму, який тече по крайках. Внаслідок цього змінюються магнітогідродинамічні явища у зварювальній ванні, знижується спрямована вниз електромагнітна сила, що забезпечує якісне формування швів при високошвидкісному наплавленні. Зростання швидкості наплавлення приводить до росту швидкості руху рідкого металу у ванні, конвективних потоків і рівномірному хімічному складу наплавленого металу. При наплавленні з високою швидкістю знижуються зварювальні напруги, які приводять до виникнення холодних і гарячих тріщин, тому тріщиностійкість підвищується. Одночасно підвищення швидкості наплавлення приводить до росту швидкості кристалізації, здрібненню структури, підвищенню тріщиностійкості та зносостійкості наплавлених деталей. При наплавленні з підвищеною швидкістю зростає швидкість нагріву і охолодження, внаслідок чого при перетворенні фериту і перліту в аустеніт зерно не встигає вирости. При охолодженні мілкодисперсний аустеніт перетворюється в верхньому субкритичному інтервалі температур в сорбіт і тростит, що запобігає виникненню холодних тріщин. Внаслідок зниження погонної енергії знижається розмір зони отпуску, що приводить до зниження питомих тисків і зростання зносостійкості наплавленого металу. Подача легуючих елементів у внутрі безпосередньо в дугу дозволяє посилити перехід легуючих елементів в наплавлений метал. Одночасне зниження зварювальних напруг, підвищення пластичності за рахунок здрібнення структури, зниження зони от-

пуску забезпечує підвищення тріщиностійкості і зносостійкості наплавлених деталей.

Всі існуючі способи електродугового наплавлення засновані на підвищенні погонної енергії.

Пропонований винахід заснований на ефективному способі високошвидкісного наплавлення за рахунок руху дуги по торцю електроду вздовж і поперек ванни, переході легуючих елементів безпосередньо через дугу, впливу на магнітогідродинамічні явища у зварювальній ванні, одночасного зниження зварювальних напруг і здрібнювання структури.

Отже, даний спосіб виявляє свої особливості - руху дуги по торцю електроду вздовж і поперек ванни, переходу легуючих елементів безпосередньо через дугу, впливу на магнітогідродинамічні явища у зварювальній ванні, одночасного зниження зварювальних напруг і здрібнювання структури тільки за певних умов, а саме при високошвидкісному наплавленні U-образним стрічковим електродом з прямолінійними ділянками і легуванні наплавленого металу легуючими елементами, які подають у внутрі між кромками в області поперечної частини стрічки, а довжину прямолінійних ділянок встановлюють у залежності від ширини U-образної стрічки відповідно до виразу:

$$L = (2,25 - 2,5)B, \text{ мм},$$

де B - ширина U-образної стрічки,;

L - довжина прямолінійних ділянок U-образної стрічки, мм.

Виходить, ці умови є істотними. А легування наплавленого металу легуючими елементами в заявленій закономірності, забезпечує виникнення нового ефекту переходу легуючих безпосередньо через дугу, впливу на магнітогідродинамічні явища, зменшення зварювальних напруг, здрібнювання структури, підвищення тріщиностійкості, зносостійкості і працездатності наплавлених деталей.

При довжині прямолінійних ділянок менше 2,25B зменшується рух дуги вздовж і тепловкладання в бокові крайки ванни, внаслідок чого порушується формування швів при високошвидкісному зварюванні. Знижується швидкість руху металу і кристалізації, підвищуються зварювальні напруги і зростає зерно, що знижує тріщиностійкість і зносостійкість деталей. Крім того, знижується ефективність переходу легуючих елементів через дугу і зносостійкість наплавленого металу.

При довжині прямолінійних ділянок більше 2,5B зростає рух дуги вздовж і зменшується поперек, що приводить до нерівномірного розплаву легуючих елементів і хімічному складу наплавленого металу. Крім того, при цьому порушується рівномірність проплавлення основного металу, різко зростає проплавлення на крайках шва, що приводить до концентрації напруг і виникненню тріщин.

Спосіб електродугового високошвидкісного наплавлення здійснюється в такий спосіб. Деталь закріплюється на установці, в якій використовують стандартний автомат з механізмом подачі і профілювання стрічки до U-образної форми і додатковим бункером з легуючими елементами. Наплавлення здійснюють U-образним стрічковим електродом з прямолінійними ділянками, який фо-

рмується механізмом подачі і профілювання стрічки, встановленим на автоматі. Електрод закорочують на деталь, яку наплавляють, засинають флюсом, у нутрі між кромками в області поперечної частини стрічки подають легуючі елементи, а довжину прямолінійних ділянок встановлюють у заявленому співвідношенні від ширини стрічки відповідно до виразу:

$$L = (2,25 - 2,5)B, \text{ мм},$$

Приклад

Вироблялося автоматичне електродуговое наплавлення бандажованих опорних валків із сталі 9ХФ діаметром 2м і довжиною бочки 3м. Наплавлення здійснювалось U-образною стрічкою марки 08КП з подачею феросплавів у нутрі стрічки. Як джерело харчування використовували випрямач ВДУ 1602. Автоматичне наплавлення вироблялося на режимі: величина струму 1200-1300А, напруга на дузі 30-32В, швидкість 75м/г. Результати проведених досліджень впливу довжини прямолінійних ділянок стрічки на якість формування зварних швів, тріщиностійкість, зносостійкість і працездатність наплавлених деталей представлені в таблиці.

У результаті проведених досліджень встановлено, що високошвидкісне електродуговое наплавлення U-образним стрічковим електродом з прямолінійними ділянками, при якому легування наплавленого металу здійснюють легуючими елементами, які подають у нутрі між кромками в області поперечної частини стрічки, а довжину прямолінійних ділянок встановлюють у залежності від ширини U-образної стрічки відповідно до виразу:

$$L = (2,25 - 2,5)B, \text{ мм},$$

є оптимальним. Використання пропонованого способу в порівнянні з існуючими забезпечує за рахунок легування феросплавами, які подають у нутрі стрічкового електроду, наступні переваги:

- збільшення швидкості руху дуги і рідкого металу в зварювальній ванні, конвективних потоків і рівномірності хімічного складу наплавленого металу;

- зниження тепловнесення, погонної енергії і зварювальних напруг, що забезпечує зростання стійкості до утворення холодних і гарячих тріщин;

- зростання швидкості наплавлення і кристалізації рідкого металу зварювальної ванни, що забезпечує здрібнювання структури;

- вплив на магнітогідродинамічні явища у зварювальній ванні і якісне формування наплавленого металу при високошвидкісному наплавленні;

- підвищення тріщиностійкості, зносостійкості і працездатності наплавлених деталей.

Упровадження пропонованого способу високошвидкісного електродугового наплавлення при відновленні і зміцненні деталей прокатних станів дозволяє забезпечити якісне формування наплавленого металу, тріщиностійкість, зносостійкість, працездатність і зниження витратного коефіцієнту валків на тону прокату.

Література

1. Фрумин И.И., Юзвенко Ю.А., Лейначук Е.И. Технология механизированной наплавки. - М.: Высшая школа, 1965. - 306с.

Таблиця

Спосіб	Кількість прокату металу, тис. тонн	Довжина тріщин, мм	Знос валка, мм
Відомий Прототип	300	20,0	10,0
Пропонований			
Довжина прямолінійних ділянок стрічки			
$B = 8 \text{ мм}$			
$L = 2,2B (17,6 \text{ мм})$	300	5,0	5,0
$L = 2,6B (20,8 \text{ мм})$	300	4,0	4,0
$L = 2,25B (18 \text{ мм})$	300	2,0	2,0
$L = 2,5B (20 \text{ мм})$	300	2,0	2,0
$B = 10 \text{ мм}$			
$L = 2,2B (22 \text{ мм})$	300	5,0	5,0
$L = 2,6B (26 \text{ мм})$	300	4,0	4,0
$L = 2,25B (22,5 \text{ мм})$	300	2,0	2,0
$L = 2,5B (25 \text{ мм})$	300	2,0	2,0