



УКРАЇНА

(19) UA (11) 79844 (13) C2
(51) МПК (2006)
B23K 9/04
B22D 19/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ НАПЛАВЛЕННЯ ПЛАВКИМ ЕЛЕКТРОДОМ ДЕТАЛЕЙ ІЗ ВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ

1

(21) а200507147
(22) 18.07.2005
(24) 25.07.2007
(46) 25.07.2007, Бюл. №11, 2007р.
(72) Фастовець Павло Миколайович
(73) Національний науковий центр "Інститут механізації і електрифікації сільського господарства" Української академії аграрних наук
(56) UA 60666 А, В23К9/16, 15.10.2003
Сварка и свариваемые материалы: Справочник в 3-х т. / Под ред. Э.Л. Макарова. - М.: Металлургия, 1991. - Т.1: Свариваемость материалов. - С. 63-67. Вадивасов Д.Г., Коваль А.В., Никитин Ю.А., Ткаченко С.А. Износостойкая наплавка металла, леги-

2

рованного углеродом, марганцем и кремнием через флюс // Сварочное производство. - 1974. - №7. - С. 27-28.
RU 98119353 А, В23К9/00, 9/04, 27.06.2000
UA 57352 А, В23К9/04, 16.06.2003
(57) Спосіб наплавлення плавким електродом деталей із вуглецевих сталей, при якому зношені циліндричні поверхні деталей наплавляють по гвинтовій траєкторії із частковим переплавленням суміжних валиків, який відрізняється тим, що вміст вуглецю в наплавленому металі обмежують верхньою та нижньою границями, при цьому верхня границя дорівнює 0,7%, а нижня – 0,5%.

Винахід відноситься до зварювального виробництва і може бути використаний при напавленні і зварюванні сталевих деталей, зокрема, у ремонтному виробництві при відновленні зношених деталей напавленням.

Вже відомий спосіб напавлення плавким електродом вуглецевих сталей, при якому зношені циліндричні поверхні деталей наплавляють по гвинтовій траєкторії із частковим переплавленням суміжних валиків [Вадивасов Д.Г., Коваль А.В., Никитин Ю.А., Ткаченко С.А. Износостойкая наплавка металла, легированного углеродом, марганцем и кремнием через флюс // Сварочное производство. - 1974. - №7. - С.27, 28]. У якості плавкого електроду використовували наплавлювальний дріт із вмістом вуглецю 0,8%. При цьому отримали наплавлений шар із вмістом вуглецю 0,46%. Для зменшення схильності до утворення кристалізаційних тріщин напавлений метал легували.

Проте легування наплавленого металу, частина якого іде в стружку, зумовлює підвищення собівартості відновлення зношених деталей, зокрема, через вищу вартість матеріалів для легування.

Вже відомий спосіб напавлення плавким електродом вуглецевих сталей, при якому зношені циліндричні поверхні деталей наплавляють по гвинтовій траєкторії із частковим переплавленням суміжних валиків, причому вміст вуглецю в напла-

вленому металі обмежують верхньою границею 0,35% [Калашников А.И. Восстановление и упрочнение деталей машин автоматической наплавкой в среде защитных газов. Изд-во Саратов, ун-та., 1978, 176с.]. Цей спосіб є найбільш близький до запропонованого і тому прийнятий нами за прототип.

Але при вмісті вуглецю в наплавленому металі 0,35% і менше не можливо досягти достатньої твердості і, відповідно, зносостійкості. Із збільшенням вмісту вуглецю в наплавленому металі від 0,35% до 0,5% зростає його схильність до утворення кристалізаційних тріщин, зокрема, внаслідок ліквідації сірки і утворення легкоплавких сульфідних включень у формі плівок. Ліквідацію сірки зумовлює різке зменшення її розчинності при $\delta \rightarrow \gamma$ -перетворенні. Це перетворення має місце при вмісті вуглецю у залізовуглецевому сплаві до 0,5%. Високотемпературна частина діаграми стану залізо-вуглець, яка описує первинну кристалізацію вуглецевих сталей, зображена на малюнку. Спочатку рідке залізо кристалізується з утворенням 8-модифікації, у якій розчинність сірки становить 0,18%. З пониженням температури 6-залізо перетворюється у γ -залізо, у якому розчинність сірки становить 0,05%, і тому з твердого розчину виділяється надлишок сірки. В цих умовах, коли надлишок сірки з'являється наприкінці температурного

(13) C2

(11) 79844

(19) UA

інтервалу кристалізації, зростає імовірність утворення сульфідних включень у формі плівок і підвищується схильність до утворення кристалізаційних тріщин.

Задачею винаходу є спосіб наплавлення плавким електродом вуглецевих сталей, в якому завдяки новому діапазону вмісту вуглецю в наплавленому металі досягається зменшення схильності до утворення кристалізаційних тріщин.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що в способі наплавлення плавким електродом вуглецевих сталей, при якому зношені циліндричні поверхні деталей наплавляють по гвинтовій траєкторії із частковим переплавленням суміжних валиків, причому вміст вуглецю в наплавленому металі обмежують верхньою границею, і який відрізняється тим, що вміст вуглецю в наплавленому металі утримують в границях таким чином, що встановлюють і нижню границю вмісту вуглецю в наплавленому металі, яка дорівнює 0,5%, а верхню границю - рівною 0,7%.

Наші дослідження показали, що при вмісті вуглецю в наплавленому металі від 0,5% до 0,7%, схильність до утворення кристалізаційних тріщин менша, ніж при вмісті вуглецю від 0,3% до 0,4% і такому самому вмісті сірки. Тобто вміст вуглецю в наплавленому металі більший, а схильність до утворення кристалізаційних тріщин при цьому менша. Раніше вважали, що між схильністю до утворення кристалізаційних тріщин і вмістом вуглецю в наплавленому металі існує прямолінійна залежність в усьому діапазоні вмісту вуглецю. А саме, якщо схильність до утворення кристалізаційних тріщин зростає із підвищенням вмісту вуглецю в наплавленому металі до 0,5%, то вона і далі зростатиме з подальшим підвищенням вмісту вуглецю. За результатами наших досліджень це не так, що можна пояснити відсутністю $\delta \rightarrow \gamma$ -перетворення при вмісті вуглецю більше 0,5% (див. малюнок). Рідке залізо кристалізується з утворенням у-модифікації, у якій розчинність сірки низька, і тому сірка виділяється на ранній стадії кристалізації. При цьому зростає імовірність утворення окисульфідних включень глобулярної форми, які є менш шкідливими з точки зору утворення кристалізаційних тріщин, ніж сульфідні включення у формі плівок. Відсутність тріщин в наплавленому металі підвищує міцнісні характеристики відновлених поверхонь.

На малюнку зображено високотемпературну частину діаграми стану залізо-вуглець, де символом S позначено область існування δ -заліза, символом γ -область існування γ -заліза, буквами A, B, H, I, N - точки на діаграмі, пунктирними лініями - характерні значення вмісту вуглецю.

Приклади виконання

Приклад 1. З метою наплавлення металу із вмістом вуглецю в границях від 0,3% до 0,7% і однаковим вмістом сірки необхідно було вибрати марку сталі для основного металу і марки сталевих дротів для плавкого електроду. Вибір здійснювали на основі розрахунків. Комбінуючи вміст вуглецю в основному металі і плавкому електроді, розраховували вміст вуглецю в наплавленому металі за формулою [Сварка и свариваемые ма-

териалы: Справочник в 3-х т. Т.1. Свариваемость материалов/ Под ред. Э.Л. Макарова. - М.: Металлургия, 1991. - 528 с.]:

$$C_n = \eta_s(aC_o + bC_e), \quad (1)$$

де C_n - вміст вуглецю в наплавленому металі, %;

C_o - вміст вуглецю в основному металі, %;

C_e - вміст вуглецю в плавкому електроді, %;

a - доля участі основного металу;

b - доля участі плавкого електроду;

η_s - сумарний коефіцієнт засвоєння вуглецю.

Аналіз розрахунків показав, що вміст вуглецю в основному металі має бути в границях від 0,75% до 0,8%. Тоді для наплавлення металу із вмістом вуглецю від 0,3% до 0,7% потрібно, щоб вміст вуглецю в плавкому електроді знаходився в границях від 0,1% до 0,9%. Вибір сталевих дротів суцільного перерізу із вмістом вуглецю від 0,1% до 0,9% не представляє труднощів, у т. ч. і для ремонтного виробництва.

Дослідні наплавки виконували на циліндричні зразки діаметром 36мм і довжиною 100мм із сталі У8А із вмістом елементів, що відповідає приведенню в таблиці. Наплавляли по гвинтовій траєкторії із переплавленням суміжних валиків. Зварювальну ванну захищали газовим полум'ям за допомогою газового пальника [Патент 60666А. Україна, В 23 К 9/16. Пальник для захисту зварювальної ванни/ Тивончук П.О., Космацький П.В., Фастовець П.М. (Україна). - № 2003010738, Заявлено 28.01.2003; Опубл. 15.10.2003; Бюл. №10.- 3с.]. Для живлення пальника використовували технічний кисень і побутовий пропан-бутан. Витрату газів контролювали ротаметрами РМ-0,41 ГУЗ і РМ-0,63 ГУЗ із точністю 10л/год.

У якості плавкого електроду застосовували зварювальний дріт Св-08А діаметром 1,6мм. Вміст основних елементів в дроті приведено в таблиці. Параметри режиму наплавлення такі: швидкість подачі плавкого електроду - 120м/год.; виліт плавкого електроду - 20мм; зміщення плавкого електроду із "зеніту" - 10,0мм.; крок наплавлення становив 4,0 мм.; витрата кисню-270л/год.; витрата пропан-бутану-25 л/год. В залежності від марки дроту сила зварювального струму коливалася у межах від 140А до 150А, а напруга на дузі - від 21В до 22В. Швидкість наплавлення становила 50м/год.

Тріщини в наплавленому металі виявляли магнітопорошковим методом після токарної обробки і шліфування. Використовували магнітний дефектоскоп ПМД-70. На виготовлених дефектограмах визначали довжину тріщин. Схильність наплавленого металу до утворення тріщин оцінювали відносним коефіцієнтом довжини тріщин [Сварка и свариваемые материалы: Справочник в 3-х т. Т.1. Свариваемость материалов/ Под ред. Э.Л. Макарова. - М.: Металлургия, 1991. - 528 с.], який визначали як відношення сумарної довжини тріщин до загальної довжини наплавлених валиків:

$$K_2 = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n\sqrt{\pi^2 d^2 + s^2}} \quad (2)$$

де l_i - довжина тріщин на i -му наплавленому валику, мм;

n - кількість наплавлених валиків, шт.;

d - діаметр поверхні, мм;

s - крок наплавлення, мм.

Вміст вуглецю в наплавленому металі та значення коефіцієнта K_t приведено у таблиці.

Приклад 2. Наплавляли так само як у прикладі 1, але застосовували плавкий електрод із вуглецевого дроту Нп-80 діаметром 1,6мм. Вміст основних елементів в дроті і вміст вуглецю в наплавленому металі приведено в таблиці. Тріщини в наплавленому металі відсутні.

Приклад 3. Наплавляли так само як у прикладі 1, але застосовували плавкий електрод із вугле-

цевого дроту Нп-85 діаметром 1,6мм. Вміст основних елементів в дроті а також вміст вуглецю в наплавленому металі і значення коефіцієнта K_t приведено в таблиці.

Приклад 4 (контрольний за прототипом). Наплавляли так само як у прикладі 1, але застосовували плавкий електрод із дроту Нп-30ХГСА діаметром 1,6мм. Вміст основних елементів в дроті а також вміст вуглецю в наплавленому металі і значення коефіцієнта K_t приведено в таблиці.

Аналіз даних, приведених в таблиці показує, що при наплавленні, виконаному згідно з винаходом, зменшується схильність наплавленого вуглецевого металу до утворення тріщин.

Хімічний склад матеріалів, наплавленого металу і значення коефіцієнта K_t

Об'єкт аналізу	Вміст основних елементів, %						Коефіцієнт K_t
	Вуглець	Кремній	Марганець	Хром	Сірка	Фосфор	
Сталь У8А	0,80	0,28	0,24	0,18	0,019	0,012	-
Дріт Св-08А	0,11	0,37	0,32	0,12	0,019	0,010	-
Дріт Нп-30ХГСА	0,25	0,80	0,79	1,09	0,021	0,011	-
Дріт Нп-80	0,76	0,34	0,54	0,15	0,018	0,010	-
Дріт Нп-85	0,87	0,27	0,59	0,10	0,019	0,010	-
Наплавлений метал за прикладом 1	0,32	Н.В.*	Н.В.	Н.В.	Н.В.	Н.В.	0,390
Наплавлений метал за прикладом 2	0,68	Н.В.	Н.В.	Н.В.	Н.В.	Н.В.	тріщини відсутні
Наплавлений метал за прикладом 3	0,72	Н.В.	Н.В.	Н.В.	Н.В.	Н.В.	0,109
Наплавлений метал за прикладом 4	0,40	Н.В.	Н.В.	Н.В.	Н.В.	Н.В.	0,882

Н.В. – вміст елементу не визначили

