



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 44525

(13) A

(51) 7 B23K11/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ  
ВЛАСНИКА  
ПАТЕНТУ

## (54) СПОСІБ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНОГО НАПЛАВЛЕННЯ

1

2

(21) 2001053177

(22) 14 05 2001

(24) 15 02 2002

(46) 15 02 2002, Бюл. № 2, 2002 р.

(72) Гулак Сергій Володимирович, Лаврентік Ольга Олександрівна, Лаврентік Олександр Ілліч

(73) ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) 1 Спосіб електроконтактного наплавлення, що вміщує розміщення виробу й зміцнюючого елемента між електродами машини контактної зварювання

і пропускання через контактну область електричного струму, який відрізняється тим, що цикл наплавлення починають подачею електричного струму від джерела з крутопадаючими вольт-амперними характеристиками (ВАХ) із наступною зміною цієї характеристики на жорстку або пологопадаючу.

2 Спосіб по п. 1 який відрізняється тим, що тривалість живлення зварювальної мережі під час формування зварного з'єднання від джерела з крутопадаючими ВАХ складає 15-70% від повної тривалості циклу наплавлення.

Винахід відноситься до галузі зварювання, а саме – до способів зміцнення робочих поверхонь наплавленням.

До одного з напрямків технологічних процесів наплавлення відноситься електроконтактне наплавлення (ЕКН). Цей процес характеризується рядом позитивних якостей у порівнянні з дуговими видами зварювання: формування з'єднання у твердо-рідкій фазі, практично повна відсутність перемішування металу в рідкому стані, дуже мала тривалість процесу, можливості нанесення шарів дуже малої товщини й ш.

Проте технологічний процес ЕКН має обмеження, пов'язані з умовами розподілу електричного струму в області контакту поверхонь, що зварюються. З зростанням площі контакту різко знижуються стабільність властивостей і якість зварного з'єднання, отриманого ЕКН. Це зв'язано з нерівномірним і неконтрольованим розподілом зварювального струму в різних областях електричного контакту (через крайові ефекти, дефекти у матеріалах, що зварюються, їхньої неоднорідності, геометрії робочих кінців електродів і ін.), неоднаковими умовами відведення тепла. Зазначені процеси виявляються найбільшою мірою при ЕКН неоднорідних матеріалів, наприклад, спечених порошкових, композиційних.

Перерозподіл щільності зварювального струму веде до локальних вишлесків рідкого металу в одних зонах зварного з'єднання і несплавленням – в інших.

Відомий спосіб ЕКН великих площ з нанесенням покриття, що включає операції послідовного, наприклад, по довжині укладання зміцнюючого матеріалу на поверхню деталі і почергового приварен-

ня суміжних (сусідніх) елементів цього матеріалу до поверхні таким чином, щоб одержати суцільний наплавлений шар або ділянку (Ю. В. Клименко – Электроконтактная наплавка // М. Металлургия – 1978 – розділ 2).

Послідовне нанесення покриття знижує продуктивність процесу. Має місце також складність послідовного приварення покриття квадратної, круглої і т.п. форми, з великою площею поверхні.

Відомий спосіб ЕКН, що характеризується попереднім нанесенням механічним обробленням рельєфу на поверхні елементів, що зварюються. Це забезпечує необхідні умови їхнього контакту, і якісне електроконтактне зварювання цих елементів (Ю. В. Клименко, В. Н. Баранов – Рельефная контактная сварка быстрорежущих ступей с конструкционными // Сварочное производство – 1985 – № 7 – С. 14-15).

Нанесення рельєфу характеризується високою трудомісткістю цієї операції, особливо при його виконанні на поверхні високотвердих матеріалів, які важко обробляються.

Найбільш близьким по ефекту, що досягається, є спосіб ЕКН, який характеризується розміщенням між елементами, що зварюються, електроізоляційного прошарку, що у процесі нагрівання зони зварювання екструджує (руйнується) (Авт. свид. СРСР № 1774571, М. Кл. В23К 11/06).

Тим самим умови формування контакту в циклі зварювання змінюються по оптимальному закону, забезпечуючи стабільні умови ЕКН зносостійкого елемента на поверхню виробу.

Даний спосіб, володіючи можливістю забезпечення оптимальних умов виділення тепла в області

(13) A

(11) 44525

(19) UA

контакту, характеризується ймовірністю утворення в зоні зварного з'єднання продуктів розпаду матеріалу прокладки. Це може призвести до появи дефектів у зоні сплавлення пор, включень і т.п.

У основу винаходу поставлена задача – удосконалити спосіб електродного наплавлення, в якому за рахунок зміни умов здійснення дій досягається стабілізація умов регламентованого виділення тепла в зоні контакту без утворення продуктів розпаду матеріалу прокладки, що дозволить підвищити якість зварного з'єднання.

Для рішення поставленої задачі в спосіб електродного наплавлення, що включає розміщення виробу й зміцнюючого елемента між електродами контактної машини і пропусканням через контактну область електричного струму, відповідно з винаходом, на початковій стадії циклу наплавлення живлення контактної зони здійснюють від джерела з крутопадаючими вольт-амперними характеристиками (ВАХ) із наступною зміною цих характеристик на жорсткі або пологопадаючі. При цьому тривалість живлення зварювальної зони від джерела з крутопадаючими ВАХ складає 15-70% від повної тривалості циклу зварювання.

Для пояснення сутності винаходу проаналізуємо умови виділення тепла при протіканні струму через контакт і живленні зварювального контуру від джерел із різноманітними ВАХ.

У загальному виді кількість теплоти, що виділяється при ЕКН у контактній зоні за відрізок часу  $t$ , при незмінних напрузі  $U$  і зварювальному струму  $I$  може бути визначена з відомого рівняння

$$Q = UI t \quad (1)$$

Проте в процесі ЕКН опір контакту істотно змінюється, що спричиняє за собою зміну параметрів процесу, впливаючи на напругу і струм зварювання. Опір зони контакту залежить від багатьох чинників, урахування яких необхідне для коректної оцінки умов розігріву цієї області. При контактному зварюванні протікання струму через контакт веде до розігрівання цієї області. Зминання вершин нерівностей у контакті деформація контактних поверхонь при втраті міцності металу, що розігрівається, його оплавлення ведуть до зниження контактного опору.

У той же час за рахунок розігріву опір металу збільшується пропорційно термічному коефіцієнту опору і зростанню (збільшенню) температури металу контактної зони.

Для пологопадаючих ВАХ джерела живлення при зміні опору падіння напруги в контакт і струм будуть змінюватися, а це, у свою чергу, призведе до зміни кількості виділеного в контакт тепла  $Q$ .

При жорстких ВАХ падіння напруги на контакт можна вважати постійним і зміна розміру контактної опору впливає тільки на зварювальний струм, у той час як при вертикальних (крутопадаючих) ВАХ – струм стабільний, а змінюється тільки падіння напруги в контакт.

У цих випадках, якщо використовувати джерело енергії з жорсткими ВАХ, коли  $U = \text{const}$ , рівняння (1) можна записати

$$Q = \frac{U^2}{r} \cdot t \quad (2)$$

При використанні джерела енергії з вертикальними ВАХ (джерела струму), коли  $I = \text{const}$ , рівняння (1) перетвориться у вид

$$Q = I^2 \cdot r \cdot t \quad (3)$$

Аналізуючи рівняння (2) і (3), очевидно, що зміна опору  $r$  по-різному в залежності від кута нахилу ВАХ джерела живлення впливає на кількість виділеного в контакт тепла. З зменшенням розміру опору  $r$  контакту в першому випадку (рівняння (2)) кількість виділеного тепла  $Q$  буде рости, у той час як при крутопадаючих ВАХ (рівняння (3)) – навпаки, із зменшенням  $r$  знижується і величина  $Q$ .

З урахуванням сказаного вище можна зробити висновок про можливість керування при ЕКН процесом введення тепла в зону зварювання регулюванням кута нахилу ВАХ джерела живлення.

У початковий момент циклу зварювання, коли умови контакту нестабільні, коли потрібен плавний розігрів зони сплавлення, процес необхідно починати на крутопадаючих ВАХ джерела живлення. При цьому зменшення опору контактної зони, яке відбувається по мірі нагрівання й оплавлення контактних поверхонь, не призведе до різкого збільшення струму зварювання, виплескам рідкого металу, порушенням стабільності протікання процесу. Коли контактна область розігріється, умови контакту стабілізуються, змінюють ВАХ джерела живлення з крутопадаючої до жорсткої. Це призведе до інтенсивного і рівномірного по площі контакту тепловиділення, забезпечуючи якісне зварне з'єднання.

Таблиця

Технологія наплавлення	Час наплавлення на крутопадаючих ВАХ, у % від загального циклу наплавлення	Наявність дефектів у зоні з'єднання	Максимальна площа якісного зварного з'єднання, %
Застосовувана в даний час у промисловості ВАХ не регулюється	-	Мають місце несплавлення в периферійних зонах області наплавлення. В окремих випадках виплески металу	100
Запропонована технологія	10	Окремі виплески металу. Нерівномірність проплавлення	100
	15	Якість задовільна	120
	50	Якість добра	150
	70	Якість задовільна	130
	75	Наявність несплавлень в периферійних зонах	110

Для перевірки ефективності запропонованого способу проведені експерименти по ЕКН покриття

на основу по відомій (без керування кутом нахилу ВАХ джерела живлення) технології і технології, що заявляється

Наплавлення здійснювали на машині для контактного зварювання типу МШ-2201. Як взірець для зміцнення використовували квадратний прокатний профіль із сталі 20. Як елемент, який наплавляють – спечену стрічку типу ЛС-У10Х7ГР товщиною 0,8мм.

Наявність тиристорного регулятора в машині дозволило з мінімальною його модернізацією, ввівши зворотний зв'язок по струму і напрузі, здійснити керування кутом нахилу ВАХ джерела живлення. Результати експериментів зведені в таблицю.

З експериментів (див. табл.) видно, що час зварювання на крутопадаючих ВАХ повинно складати 15-70% від повної тривалості циклу зварювання. При зменшенні цього часу нижче 15% можливі появи виплесків та інших дефектів у зварному з'єднанні. Збільшення цього часу понад 70% веде до можливості появи несплавлень. У обох випадках знижується максимальна площа наплавленої поверхні зі стабільним і якісним характером сплавлення.

Застосування запропонованого способу наплавлення дозволяє розширити номенклатуру виробів, що зміцнюються, підвищити їхні експлуатаційні характеристики.