



УКРАЇНА

(19) UA (11) 80201 (13) C2
(51) МПК (2006)
B23K 9/08МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ДУГОВОГО НАПЛАВЛЕННЯ ПОСТІЙНИМ СТРУМОМ ПЛАВКИМ ЕЛЕКТРОДОМ ПІД ФЛЮСОМ

1

(21) а200511558
(22) 05.12.2005
(24) 27.08.2007
(46) 27.08.2007, Бюл. № 13, 2007 р.
(72) Размышляев Александр Денисович, Міронова
Марина Володимирівна, Делі Олександр Анатолі-
йович
(73) ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
(56) SU 541610, 05.01.1977
JP 61033777, 17.02.1986
JP 2000218366, 08.08.2000
Размышляев А.Д. Управление геометрическими
размерами шва при дуговой сварке и наплавке

2

воздействием магнитных полей (обзор) // Свароч-
ное производство. - 1994. - № 9. - С.28-30.
Ковалев И.М., Рыбаков А.С. Движение жидкого
металла в сварочной ванне при сварке в продоль-
ном магнитном поле // Сварочное производство. -
1977. - № 9. - С.41-43.
(57) Спосіб дугового наплавлення постійним стру-
мом плавким електродом під флюсом, що включає
дію на зварювальну дугу постійного подовжнього
магнітного поля, який **відрізняється** тим, що
впливають полем, подовжня компонента індукції
якого за межами активної плями дуги на поверхні
виробу складає 15-20 мТл.

Винахід відноситься до області електродугового
наплавлення плавким електродом з феромагніт-
ного матеріалу постійним струмом виробів з фе-
ромагнітних і неферомагнітних матеріалів. Може
бути використано в машинобудуванні для вигото-
влення і відновлення плавким електродом з фе-
ромагнітного матеріалу методом електродугового
наплавлення виробів із феромагнітних сталей і
сплавів.

Відомий спосіб, описаний в роботі [див.: Кова-
лев И.М., Рыбаков А.С. Движение металла в сва-
рочной ванне при сварке в постоянном магнитном
поле // Сварочное производство. - 1977. - №9. -
с.41-43]. У цій роботі показано, що при зварюванні
в умовах взаємодії дуги і ванни з постійним по-
довжнім магнітним полем (ПДМП) утворюються
підрізи (з одного боку) і напливи - з іншого, зміню-
ється макроструктура металу поперечного пере-
різу (двошаровий характер формування поперечно-
го перерізу шва, утворення пустот),
спостерігається зсув осі валику, що стримує засто-
сування постійного ПДМП.

Відомий також спосіб [див.: Размышляев А.Д.
Управление геометрическими размерами шва при
дуговой сварки и наплавки воздействием магнит-
ных полей // Сварочное производство. - 1994. -
№9. - с.28-31], найбільш близький по сукупності

ознак до пропонованого способу, прийнятий за
прототип. У згаданій роботі показано, що як по-
стійне, так і знакозмінне частотою $f=50\text{Гц}$ ПДМП
впливають практично однаковою мірою на геомет-
ричні розміри валику. Проте, при напавленні під
флюсом при дії постійного подовжнього магнітного
поля спостерігається зсув осі валику і погіршення
формування валику (утворення підрізів і напливів).

Застосування постійного ПДМП переважне,
оскільки в цьому випадку немає нагріву сердечни-
ка соленоїда струмами Фуко і втрат на петлю гіс-
терезису (немає додаткових витрат на електро-
енергію). При цьому є можливість генерувати
постійне ПДМП при пропусканні струму наплав-
лення по обмотці соленоїда, що спрощує викорис-
товуване устаткування.

Завданням, на розв'язання якого спрямований
пропонований винахід, є удосконалення способу
дугового наплавлення постійним струмом плавким
електродом під флюсом шляхом зміни параметрів
магнітного поля, що дає можливість усунути дефе-
кти формування валику, наприклад - зсув первин-
ної осі валику і утворення підрізів при включенні
магнітного поля.

Поставлене завдання досягається тим, що в
способі дугового наплавлення постійним струмом
плавким електродом під флюсом, що включає дію

(13) C2

(11) 80201

(19) UA

на зварювальну дугу постійного магнітного поля, згідно із винаходом, впливають полем, подовжня компонента індукції якого за межами активної плями дуги у поверхні виробу складає 15-20 мТл.

Відомо, що при дії на зварювальну дугу і ванну зовнішнім магнітним полем відбуваються зміни в стовпі дуги і в характері руху рідкого металевого розплаву зварювальної ванни. Введення зовнішнього магнітного поля приводить до обертання дуги навколо подовжньої осі з переходом її в конусну форму. При цьому переході відбувається підвищення напруги на дузі. Перебудова дуги в магнітному полі супроводжується розосередженням плями нагріву на виробі, зменшенням тиску дуги, що призводить до зниження глибини проплавлення і збільшення ширини валику.

У зварювальній ванні виникає об'ємна (електромагнітна) сила F , яка визначається виразом:

$$F = j \times B,$$

де j - вектор щільності електричного струму;

B - вектор індукції зовнішнього магнітного поля.

Під дією цієї сили рідкий метал рухається у напрямі дії електромагнітної сили [див. Размышляев А.Д. Магнитное управление формированием швов при сварке. Монография. - Мариуполь: Изд-во ПГТУ, 2000. - 245с.]. У цьому ж напрямі зміщується пляма дуги на виробі, оскільки розташовується на розплавленому металі. Потік рідкого металу омиває бічну стінку ванни в хвостовій частині і оплавляє її. Унаслідок цього подовжня вісь зварювальної ванни з моменту дії постійного ПДМП повертається щодо напрямку наплавлення, а надалі її положення стабілізується і утворюється зсув осі валику (Фіг.1). На Фіг.1 показано зсув осі валику при наплавленні в постійному ПДМП, де 1 - виріб, 2 - наплавлений валик, Δ - зсув осі валику.

Постійне ПДМП індуктує поперечну складову швидкості руху металу на довжині, що становить $(1/3-1/2)$ довжини ванни.

Щоб зменшити зсув осі валику і поліпшити його формування (отримання валиків без підрізів) постійне ПДМП повинне мати такий розподіл, коли подовжня компонента індукції в центрі активної плями має максимальне значення і різко зменшується за межами активної плями дуги, щоб не порушувала в ній поперечний рух, тобто зсув осі валу. Для ефективного управління геометричними розмірами валику значення індукції в центрі активної плями повинні бути 45-50 мТл.

При індукції менше 15 мТл за межами активної плями дуги у поверхні виробу на осі електроду, значення індукції буде недостатнім для ефективного управління геометричними розмірами валику. Індукція більше 20 мТл за межами активної плями дуги у поверхні виробу створює індукований поперечний потік в рідкому металі зварювальної ванни.

При реалізації способу використовували наступне устаткування і матеріали:

зварювальний автомат АДФ - 1004;

джерело живлення зварювальної дуги типу ВДУ - 1202;

джерело живлення соленоїда випрямляч типу ВСЖ - 303;

зварювальний електродний дріт Св - 08А діаметром 3-5 мм;

флюс АН - 348А.

Здійснюють спосіб таким чином. Пластину встановлюють і закріплюють на робочому столі. Перед наплавленням, на автоматі встановлюють швидкість наплавлення, швидкість подачі електроду, зварювальний струм і напругу на дузі. Виконують наплавлення під флюсом плавким електродом Св - 08А діаметром 5 мм на пластини завтовшки 20 мм із сталі Ст. 3 постійним струмом зворотної полярності з дією зовнішнього постійного ПДМП. Режим наплавлення: $I_{св}=650-700$ А, $U_d=30-32$ В, $U_{св}=29-30$ м/ч.

Половину довжини валику наплавляли без дії постійного ПДМП і половину довжини валику - з дією постійного ПДМП, подовжня компонента індукції якого за межами активної плями дуги складає 15-20 мТл. Ширина валику складала 18-20 мм.

При наплавленні виробу суміжними валиками відбувається їх перекриття (Фіг.2). На Фіг.2 показано перекриття валиків при наплавленні, де L - перекриття валиків; B - ширина наплавленого валику; b - глибина западини між валиками. Для максимальної продуктивності і економічності процесу перекриття валиків складає $L=0,4-0,5B$. Збільшення перекриття валиків приводить до несприятливої форми посилення валику. Зниження перекриття валиків приводить до збільшення частки основного металу в наплавленому шарі і збільшення глибини западин b . Параметр b повинен бути мінімальним, щоб зменшити площу (вагу), яка видаляється шляхом механічної обробки наплавленої поверхні. У зв'язку з цим необхідно максимальне зменшення величини зсуву первинної осі валу. При ширині валику 18-20 мм допустимий зсув осі валу 1,5-1,8 мм.

Для порівняння розподілу індукції використовували циліндрові пристрої введення ПРМП (соленоїд).

Розподіл індукції постійного ПДМП вимірювали мілітесламетром типу ЕМ-4305 з датчиком Холу, що має вимірювальну базу 1х1 мм. Вимірювання проводилися у поверхні пластини з феромагнітної сталі товщиною 20 мм (сталь Ст 3).

На Фіг.3 показана залежність розподілу подовжньої компоненти індукції B_z уздовж радіусу R від осі електроду у поверхні пластини, де крива 1 - крива розподілу подовжньої індукції B_z за прототипом, крива 2 - крива розподілу подовжньої індукції B_z за пропонуваним способом. Порівняння результатів вимірювання індукції показує, що при однаковому значенні індукції під електродом 50 мТл (при однаковому впливі на геометричні розміри валику), за пропонуваним способом (крива 2) відбувається різке зменшення B_z у поверхні виробу і на відстані 7,5 мм (за межами активної плями дуги) значення B_z складає менш 20 мТл, за прототипом (крива 1) значення B_z на відстані 7,5 мм складає 25 мТл.

У таблиці приведено усереднені дані про зсув осі валику після наплавлення 5 валиків при кожному значенні індукції.

Результати вимірювання зсувів

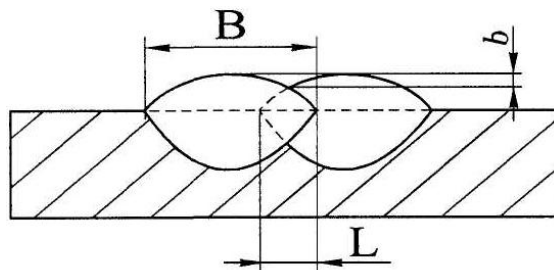
Технологія наплавлення	Величина зсуву осі валику при індукції B_z за межами активної плями дуги, мм				
	$B_z=12\text{мТл}$	$B_z=15\text{мТл}$	$B_z=18\text{мТл}$	$B_z=20\text{мТл}$	$B_z=23\text{мТл}$
За прототипом	3,8	4,0	4,3	4,6	4,8
За пропонуваним способом	Не ефективно	1,0	1,3	1,5	Не ефективно

Результати показують, що за допомогою пропонованого способу вдалося істотно зменшити зсув осі напавленого валику. Значення зсуву осі валику при індукції більше 20мТл за межами активної плями дуги не відповідає допустимому зсуву осі валику при напавленні. Рівень індукції менше 15мТл недостатній для ефективного управління геометричними розмірами валику.

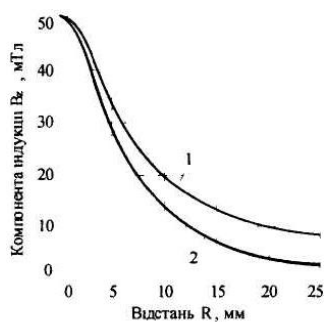
Таким чином, поліпшити формування і властивості напавленого валику, а також зменшити зсув його осі можна за допомогою постійного ПДМП, подовжня компонента індукції якого за межами активної плями дуги перебуває в окреслених межах.



Фіг.1



Фіг.2



Фіг.3