



УКРАЇНА

(19) UA (11) 58770 (13) U
(51) МПК
B23K 9/04 (2011.01)
B23K 9/08 (2011.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПЕРЕМІШУВАННЯ МЕТАЛУ ВАННИ ПРИ ДУГОВОМУ ЗВАРЮВАННІ ТА НАПЛАВЛЕННІ

1

2

(21) u201011471

(22) 27.09.2010

(24) 26.04.2011

(46) 26.04.2011, Бюл. № 8, 2011 р.

(72) РОЗМИШЛЯЄВ ОЛЕКСАНДР ДЕНИСОВИЧ,
МІРОНОВА МАРИНА ВОЛОДИМИРІВНА, КУЗЬ-
МЕНКО КОСТЯНТИН ГРИГОРОВИЧ, ВИДМИШ
ПАВЛО ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(73) ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для електромагнітного перемішуван-
ня металу ванни при дуговому зварюванні та на-
плавленні виробів електродним дротом з феромаг-
нітними властивостями, що містить основну
обмотку з числом витків W_1 , розташовану над ви-
льотом електродного дроту, який **відрізняється**
тим, що він додатково оснащений електромагніт-
ном, розташованим над зварювальною ванною, з

феромагнітним осердям з електротехнічної сталі і
додатковою обмоткою з числом витків W_2 , причому
основні і додаткові обмотки включені між собою
послідовно-зустрічно, а кількості витків цих обмо-
ток знаходяться в співвідношенні:

1) для виробів з феромагнітними властивостями:

$$W_1 = \frac{35,7 \cdot W_2 \left(1 - 0,7575 \cdot 10^{-2} \cdot a\right)}{5 + 10(d_3 - 1)},$$

2) для виробів без феромагнітних властивостей:

$$W_1 = \frac{16,57 \cdot W_2 \left(1 - 1,6 \cdot 10^{-2} \cdot a\right)}{2 + 6,5(d_3 - 1)},$$

де a - відстань від ближньої кромки осердя до осі
електрода (у горизонтальній площині), мм;

d_3 - діаметр електродного дроту, мм.

Корисна модель відноситься до зварювально-
го виробництва і може бути використана в маши-
нобудуванні для дугового зварювання плавким і
неплавким електродом, а також для наплавлення
плавким електродом під флюсом металевих кон-
струкцій.

Відома конструкція для створення подовжньо-
го магнітного поля (ПДМП) стосовно дугового на-
плавлення дротом під флюсом [1, С.101]. Пристрій
призначений для управління формуванням валика
і електромагнітного перемішування металу ванни.
При використанні цього пристрою для дугового
зварювання і наплавлення дротом з феромагніт-
ними властивостями (наприклад, дротом Св-08А,
Св-08Г2С, Св-10Г2 і тому подібне) під флюсом в
зоні під торцем електроду і зварювальної дуги по-
довжня компонента ПДМП значно збільшується.
Це приводить до більш значного, ніж при зварю-
ванні неплавким електродом, або плавким елек-
тродом з парамагнітними властивостями, зменшен-
ню глибини проплавлення металу при зварюванні.

Відома конструкція пристрою для електромаг-
нітного перемішування металу ванни при дуговому

зварюванні неплавким електродом [2, С. 18], при-
йнята за прототип. Цим пристроєм є циліндровий
соленоїд, що складається з осердя з отвором для
проходження електроду (наприклад, неплавкого
електроду з вольфраму) і розміщеною на цьому
осерді обмотки, по якій протікає струм від окремо-
го джерела. Пристрій розміщений співвісно з елек-
тродом. Недоліком цього пристрою є те, що
ПДМП, створене ним, впливає не тільки на рідкий
метал зварювальної ванни, але і на зварювальну
дугу. Від дії ПДМП на зварювальну дугу зменшу-
ється глибина проплавлення металу.

Для усунення цього недоліку доцільно додат-
ковий електромагніт, генеруючий ПДМП, розташу-
вати над поверхнею рідкого металу зварювальної
ванни, щоб це поле впливало тільки на рідкий ме-
тал зварювальної ванни і не впливало б на зварю-
вальну дугу; передня кромка електромагніту по-
винна бути віддалена від електроду (і
зварювальної дуги) на значну відстань.

Завданням, на вирішення якого направлена
запропонована корисна модель, є удосконалення
пристрою для створення ПДМП при дуговому зва-

(13) U

(11) 58770

(19) UA

рюванні і наплавленні шляхом введення нового конструктивного елементу і створення нового конструктивного взаємозв'язку, що забезпечує усунення ПДМП в зоні під торцем електроду і зварювальної дуги і дозволить зберегти глибину і площу зони проплавлення основного металу.

Усунути вказаний недолік можливо, виходячи з таких міркувань. При дуговому зварюванні і наплавленні система тіл (з феромагнітних матеріалів): електродний дріт - виріб - феромагнітний середник, розміщений над рідким металом зварювальної ванни створюють замкнутий магнітний ланцюг. Якщо включити основну обмотку, розміщену над вильотом електродним дротом зустрічно по відношенню до підключення додаткової обмотки, яка генерує ПДМП (від одного і того ж джерела живлення), то в зоні зварювальної дуги подовжня компонента ПДМП буде значно ослаблена (аж до нульових значень), і це дозволить зберегти глибину і площу зони проплавлення основного металу.

Запропонована конструкція представлена на фіг.1, яка складається з наступних елементів: 1 - осердя, 2 - обмотка додаткова; 3 - ізолятори; 4 - рідкий метал зварювальної ванни; 5 - виріб (основний метал); 6 - електродний дріт; 7 - струмопідвідний мундштук зварювального автомата; 8 - обмотка основна; 9 - зварювальна дуга.

Осердя (1) виконане з пластин з електротехнічної сталі. Обмотка додаткова (2) виконана з мідних або алюмінієвих проводів, або шин. Між обмоткою (2) і осердям (1) є ізолятор (3). Обмотка (2) з осердям (1) закріплюється (елементи кріплення не показані) над рідким металом зварювальної ванни (4) на висоті H над пластиною-виробом (5). Розміри осердя повинні співвідноситись з розмірами зварювальної ванни (її довжиною і шириною, на фіг.1: перерізом $b \times h$).

Відстань від ближньої до зварювального дроту (6) кромки осердя (1) до цього дроту складає величину a . Основна обмотка (8) виготовлена з ізольованого мідного або алюмінієвого приводу, або шини, розміщена на мундштуку (7) на висоті H від поверхні пластини основного металу (5). Між обмоткою (8) і мундштуком (7) є ізолятор (3).

Відстань H від нижньої кромки осердя (1) і нижніх витків обмотки (8) до виробу (5) складає 25...40 мм, щоб при зварюванні (наплавленні) під флюсом не порушувався захист зони зварювання цим флюсом. З'єднання витків додаткової обмотки (2) і основної обмотки (8) повинне бути послідовно-зустрічним і живлення цих обмоток здійснюється від одного і того ж джерела. При такому з'єднанні обмоток, як наголошувалося, усуватиметься (ліквідується) магнітне поле в зоні зварювальної дуги (під торцем зварювального дроту). Відстань a для підвищення ефективності роботи пристрою повинна бути мінімальною, і цей мінімум встановлюється з конструктивних можливостей, з урахуванням особливостей конструкції зварювального (наплавлювального) автомата. Відстань a повинна бути не менше 10...15 мм, щоб випромінюванням зварювальної дуги не нагрівалася додаткова обмотка (2).

Пристрій працює таким чином. Перед здійсненням процесу дугового зварювання (наплавлення) під флюсом пристрій кріпиться до зварювального автомата (на фіг.1 елементи кріплення не показані) так, щоб відстань від нижньої кромки осердя (1) і нижніх витків обмотки (8) до виробу (5) складало величину $H=25...40$ мм, а відстань a - величину достатню для ефективного перемішування рідкого металу зварювальної ванни (4) ($a=15...30$ мм). Після цього подають напругу від окремого джерела змінного струму необхідної частоти f (наприклад, промислової частоти $f=50$ Гц) до обмоток (2) і (8), витки яких сполучені послідовно-зустрічно. Додаткова обмотка (2) створює подовжню компоненту індукції B_z ПДМП, яка взаємодіє із струмом, що розтікається в рідкому металі цієї ванни, індукує реверсивний рух рідкого металу цієї ванни (перемішування), що приводить до подрібнення структурних складових металу шва (валика), підвищує його механічні (службові) властивості. Величина індукції B_z у поверхні виробу (5), зміряна до процесу зварювання (наплавлення) повинна складати порядку 20...60 мТл. Величина цієї індукції пропорційна величині ампер-витків обмотки (2), тобто $B_z \sim I \cdot W_2$, де W_2 - число витків додаткової обмотки (2), I - величина струму в обмотці (2), A . При включенні однієї обмотки (2) створюється магнітне поле, подовжня компонента B_z якого розподілена у поверхні виробу (5) уздовж осі OX так, як показано на фіг.2. Характерно, що за межами осердя (1) у поверхні виробу (5) індукція B_z зменшується практично за лінійною залежністю. Якщо включати окремо основну обмотку (8) з числом витків W_1 , то індукція B_z у поверхні виробу розподілена так, як показано на фіг.3. Характерно, що індукція B_z ПДМП зменшується щодо осі $O'Z'$ зварювального електроду також майже лінійно. Якщо включити одночасно обмотки (2) і (8), сполучені послідовно-зустрічно, то подовжні компоненти B_z ПДМП, створені намагнічувальними силами обмоток, відповідно з числом витків W_2 і W_1 , будуть в просторі від точки O' у напрямі осі OX відніматися. Результуюча подовжня компонента індукції B_z буде розподілена так, як показано на фіг.4. Характерно, що в зоні під торцем електроду і зварювальної дуги в цьому випадку індукція B_z ПДМП значно зменшується і при певних співвідношеннях числа витків W_1 і W_2 обмоток може бути зменшена до нульових значень.

В умовах лабораторії Приазовського державного технічного університету було виготовлено запропонований пристрій. Пристрій містив осердя (1), виготовлене з листів електротехнічної сталі завтовшки 0,5 мм, зібраних в пакет, переріз якого складав $b \times h=20 \times 30$ мм. Додаткова обмотка виконана двохшарово з мідного ізольованого дроту діаметром 2,0 мм, мала число витків $W_2=70$. Обмотка (2) ізольована від осердя (1) шаром ізолятора (3) і нижній її край співпадав з нижнім торцем осердя (1). Відстань від нижнього торця осердя (1) до поверхні виробу (5), складала величину $H=25$ мм.

У лабораторних умовах при виконанні експериментів була можливість змінювати відстань a в межах $a=17...40$ мм.

Основна обмотка (8) мала число витків $W_1=50$ (в процесі експериментів була можливість змінювати число витків W_1). Обмотка (8) виконана з мідного ізолюваного дроту діаметром 2,0 мм, розміщувалася на поверхні струмопідвідного мундштука (7) зварювального автомата АДС-1002 через шар ізоляції (3) на відстані від нижнього торця мундштука (7) до виробу (5) $H=25$ мм. Обмотки (2) і (8) живили від зварювального трансформатора типу ТДМ-402. Величина струму в обмотках складала $I=50$ А.

Відстань від торця електроду (6) до поверхні виробу (5) складала величину $\Delta=5$ мм. Індукцію B_z вимірювали у поверхні виробу (5) від т.0 у напрямі осі ОХ через кожних 5 мм мілітесламетром типу Ф-4356 з датчиком Холу, що мав вимірювальну базу 1×1 мм.

В експериментах використовували зварювальні дроти марок Св-08А і Св-10ГА діаметром 3, 4 і 5 мм, що характеризувалися феромагнітними властивостями, у якості основного металу використовували пластини завтовшки 16 мм із сталей 09Г2С (феромагнетик) і 12Х18Н10Т (парамагнітна сталь).

У серії експериментів, коли використовувалися електродні дроти і основний метал з феромагнітних матеріалів, отримана формула (1), що показує співвідношення між кількістю витків W_1 і W_2 обмоток (2) і (8), при якому досягається в зоні під торцем зварювального електроду індукція B_z рівна нулю (або близька до нульового значення).

У серії експериментів, коли використовувалися вказані дроти (феромагнетики), але у якості основного металу використовувалася парамагнітна (немагнітна) сталь 12Х18Н10Т, отримана формула (2), що показує співвідношення між кількістю витків W_1 і W_2 цих обмоток, при яких досягається у вказаній зоні значення індукції B_z , близьке до нульового значення. Дослідження виконані при значеннях параметрів: $H=25$ мм; $W_2=70$ мм; струм в ос-

новній обмотці $I=50$ А. Параметр a змінювали в межах $a=20 \dots 40$ мм з кроком через 10 мм. Застосовували зварювальний дріт Св-08ГА діаметром $d_3=4$ мм.

Результати досліджень, при яких змінювали співвідношення витків W_1 і W_2 , коли воно було близьким до отриманого по формулах (1) і (2), підтверджують достовірність результатів, що отримуються по цих формулах. Дані досліджень приведені в таблиці.

В умовах вказаної лабораторії проведені випробування цього пристрою при дуговому наплавленні. При випробуваннях використовували наступні матеріали і устаткування:

- зварювальний автомат типу АДС-1002;
- зварювальний випрямляч типу ВДУ-1202;
- зварювальний електродний дріт Св-08ГА діаметром 4 мм;
- флюс марки АН-348А;
- пластини завтовшки 16 мм із сталі 09Г2С і 12Х18Н10Т;

- трансформатор ТДМ-402 для живлення обмоток пристрою. Струм в пристрої складав $I=50$ А.

Параметри режиму наплавлення: струм наплавлення $I_n=480 \dots 520$ А, $U_d=30 \dots 32$ В, $V_n=27$ м/ч.

Випробування показали надійність всіх елементів пристрою. Застосування запропонованого пристрою дозволяє управляти розмірами зони проплавлення основного металу. Зокрема, при наплавленні без ПДМП глибина проплавлення складала $H_{np}=6,2$ мм, при дії ПДМП частотою 50 Гц, яке генерувалося звичайним соленоїдом, встановлений співвісний з електродом (по схемі, прийнятій в роботах [2]) - $H_{np}=2,8 \dots 3,2$ мм, а при наплавленні з дією ПДМП частотою 50 Гц з використанням запропонованого пристрою $H_{np}=6,0 \dots 6,2$ мм.

Таблиця

Результати досліджень

Матеріал основного металу (вироби)	Значення параметра a , мм	Число витків W_1		Значення індукції B_z у виробу під електродом, мТл	Глибина і площа проплавлення основного металу
		Розрахункове	Експериментальне		
09Г2С	20	60	50	6,42	Не зберігається
			55	3,2	Зберігається
			60	0	
			65	-3,1	Не зберігається
			75	-6,0	
	30	55	45	5,4	Не зберігається
			50	2,7	Зберігається
			55	0	
			60	-2,75	Не зберігається
			65	-5,5	
	40	50	40	5,1	Не зберігається
			45	2,6	Зберігається
			50	0	
			55	-2,5	Не зберігається
			60	-5,05	

Продовження таблиці

Результати досліджень

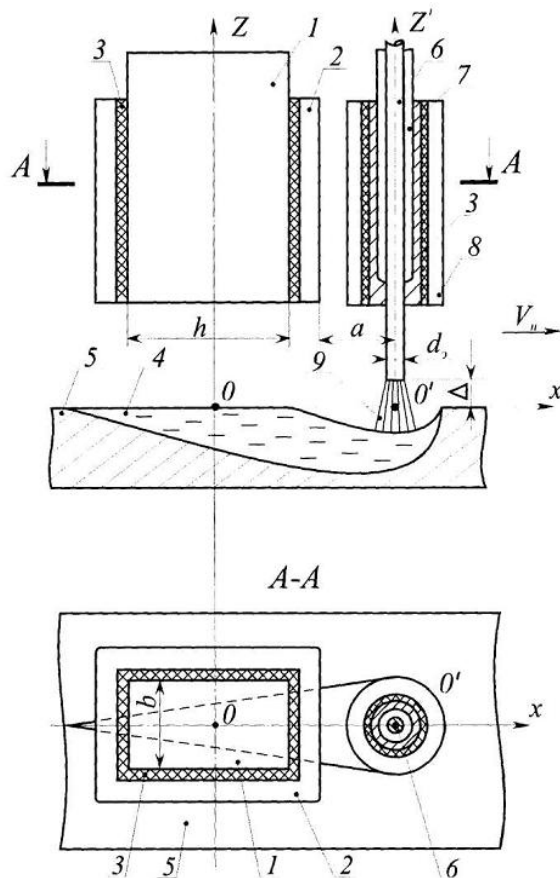
Матеріал основного металу (ви- роби)	Значення па- раметра a , мм	Число витків W_1		Значення індукції B_z у виробу під електродом, мТл	Глибина і площа проплавлення ос- новного металу
		Розрахункове	Експериментальне		
12X18H10T	20	37	27	4,2	Не зберігається
			32	2,1	Зберігається
			37	0	
			42	-2,15	Не зберігається
			47	-4,25	
	30	28	18	4,30	Не зберігається
			23	2,15	Зберігається
			28	0	
			33	-2,16	Не зберігається
			38	-4,30	
	40	19	9	4,4	Не зберігається
			14	2,2	Зберігається
			19	0	
			24	-2,15	Не зберігається
			29	-4,35	

Таким чином, пристрій виконував заплановані функції. При цьому також спостерігали поліпшення формування валика і подрібнення структурних складових наплавленого валика.

Джерела інформації:

1. Размышляев А.Д. Магнитное управление формированием швов при дуговой сварке / А.Д. Размышляев. - Мариуполь: ПГТУ, 2000. - 245 с.

2. Сварка с электромагнитным перемешиванием / В.П. Черныш, В.Д. Кузнецов, А.Н. Брисман и др. - Киев: Техника, 1983. - 127 с.



Фиг. 1

