



УКРАЇНА

(19) UA (11) 93288 (13) C2
(51) МПК (2011.01)
B23K 13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ ТОНКОСТІННИХ ДЕТАЛЕЙ

1

(21) а200905554

(22) 01.06.2009

(24) 25.01.2011

(46) 25.01.2011, Бюл.№ 2, 2011 р.

(72) ШАБЛІЙ ОЛЕГ МИКОЛАЙОВИЧ, ПУЛЬКА ЧЕСЛАВ ВІКТОРОВИЧ, БАЗАР МАР'ЯН СТЕПАНОВИЧ

(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

(56) UA 68940 A; 15.08.2004

UA 58943 A; 15.08.2003

SU 1540984 A1; 07.02.1990

RU 2065345 C1; 20.08.1996

RU 2354516 C2; 10.07.2008

GB 827240; 03.02.1960

CA 2053764 A1; 23.04.1992

FR 2908676 A; 23.05.2008

(57) Пристрій для наплавлення тонкостінних деталей, який містить індуктор, виконаний з двох кільцевих витків, з'єднаних між собою в протифазі по струму і магнітному потоку і розташованих паралельно наплавлювальній поверхні диска, один

2

виток якого встановлений під наплавлювальною поверхнею диска з діаметром його витка, меншим за діаметр диска, а другий виток встановлений над наплавлювальною поверхнею диска, діаметр витка якого більший за діаметр диска, а радіус поперечного перерізу нижнього витка більший за радіус поперечного перерізу верхнього витка, дві притискні плити - нижню нерухому і верхню вертикально рухому відносно індуктора, тепловий і електромагнітний екрани, які розташовані на торці диска з внутрішньої сторони верхнього витка індуктора у вертикальній площині в проміжку між торцем диска і верхнім витком індуктора, при цьому тепловий екран з внутрішньої сторони виконаний по формі зовнішньої поверхні торця диска, і екрани жорстко з'єднані між собою з можливістю вертикального переміщення відносно диска і кільцевих витків індуктора, який **відрізняється** тим, що пристрій оснащений додатковим і змінним по радіусу диска тепловим екраном, встановленим нерухомо під нижньою поверхнею диска з протилежної сторони зони наплавлення.

Винахід відноситься до зварювання і призначений для наплавлення плоских тонкостінних деталей струмами високої частоти, переважно фасонних дисків, ножів гичкорізів, які мають зубчасту форму, з шириною наплавлення більшою за висоту зуба.

Відомий пристрій для наплавлення тонких сталевих дисків, який містить індуктор, виконаний з двох кільцевих витків, з'єднаних між собою в протифазі по струму і магнітному потоку, і розташованих паралельно наплавлювальній поверхні диска, один виток якого встановлений під наплавлювальною поверхнею диска з діаметром його витка меншим за діаметр диска, а другий виток встановлений над наплавлювальною поверхнею диска, діаметр витка якого більший за діаметр диска, а радіус поперечного перерізу нижнього витка більший за радіус поперечного перерізу верхнього витка, дві притискні плити - нижню нерухому і верхню вертикально рухому відносно індуктора, тепловий і електромагнітний екрани, які розташовані на торці диска з внутрішньої сторони верхнього витка індуктора у вертикальній площині в проміжку

між торцем диска і верхнім витком індуктора, при цьому тепловий екран з внутрішньої сторони виконаний по формі зовнішньої поверхні торця диска і екрани жорстко з'єднані між собою з можливістю вертикального переміщення відносно диска і кільцевих витків індуктора (див. деклараційний патент України № 68940А, Бюл. №8, 16.08.2004 р. автори Шаблій О.М., Пулька Ч.В., Письменний О.С.).

Недоліком даного пристрою є значні затрати електроенергії, для здійснення наплавлення в залежності від геометричних розмірів диска і наплавленого валика за рахунок теплових втрат конвекцією від нижньої поверхні диска, з протилежної сторони зони наплавлення. Крім того досягати значної величини економії електроенергії за допомогою екрану який встановлюється на торці диска, дуже складно, оскільки поверхня торця диска дуже мала в порівнянні з нижньою поверхнею диска з сторони протилежній зоні наплавлення (товщина диска складає 2..6 мм).

В основу винаходу поставлено завдання підвищення економії електроенергії при наплавленні тонких сталевих дисків зубчастої форми з шири-

(13) C2

(11) 93288

(19) UA

ною наплавлення більшою за висоту зуба, за рахунок зменшення теплових втрат в оточуюче середовище від поверхні деталі з урахуванням зміни радіуса диска, ширини зони наплавлення, матеріалів теплового і електромагнітного екранів і їх товщини, шляхом виконання пристрою для наплавлення тонкостінних деталей, який містить індуктор виконаний з двох кільцевих витків, з'єднаних між собою в протифазі по струму і магнітному потоку і розташованих паралельно наплавлювальній поверхні диска, один виток якого встановлений під наплавлювальною поверхнею диска з діаметром його витка, меншим за діаметр диска, а другий виток встановлений над наплавлювальною поверхнею диска, діаметр витка якого більший за діаметр диска, а радіус поперечного перерізу нижнього витка більший за радіус поперечного перерізу верхнього витка, дві притискні плити - нижню нерухому і верхню вертикально рухомию відносно індуктора, тепловий і електромагнітний екрани, які розташовані на торці диска з внутрішньої сторони верхнього витка індуктора у вертикальній площині в проміжку між торцем диска і верхнім витком індуктора, при цьому тепловий екран з внутрішньої сторони виконаний по формі зовнішньої поверхні торця диска, і екрани жорстко з'єднані між собою з можливістю вертикального переміщення відносно диска і кільцевих витків індуктора, причому пристрій оснащений додатковим і змінним по радіусу диска тепловим екраном, встановленим нерухомо під нижньою поверхнею диска з протилежної сторони зони наплавлення.

На фіг. 1 зображений загальний вигляд пристрою, на фіг. 2 вид А на фіг. 1.

Пристрій для енергоощадного наплавлення тонкостінних деталей складається з індуктора, який виконаний з двох кільцевих витків верхнього 1 і нижнього 2, з'єднаних між собою в протифазі по струму і магнітному потоку. Верхній виток 1 розташований над наплавлювальною поверхнею диска 3, а нижній виток 2 розташований під наплавлювальною поверхнею диска 3, при цьому діаметр витка 1 більший за діаметр диска 3, а діаметр витка 2 менший за діаметр диска 3 і радіус поперечного перерізу верхнього витка 1 відповідно менший за радіус поперечного перерізу нижнього витка 2, і розташовані витки 1 і 2 паралельно наплавлювальній поверхні диска 3.

Для ізоляції тепловідводу від торця і нижньої поверхні диска 3 з протилежної сторони зони наплавлення встановлений відповідно вертикально рухомий тепловий екран 4 і горизонтально нерухомий додатковий екран 5. Тепловий екран 4 з внутрішньої сторони виконаний по формі зовнішньої поверхні торця диска 3 і знаходиться безпосередньо в контакт з ним при наплавленні, а додатковий тепловий екран 5 може мати змінний радіус і коливатися в межах від r_2 до 0 (від торця диска до його центра, див фіг.1) в залежності від розмірів диска і ширини зони наплавлення. Для зменшення подачі потужності на наплавлювальну поверхню диска 3 від верхнього витка 1 розміщений на торці диска також електромагнітний екран 6. Тепловий 4 і електромагнітний 6 екрани жорстко з'єднані між собою з можливістю їх вертикального

переміщення відносно диска 3 і витків індуктора, які закріплюються в нижній нерухомій притискній плиті 7 за допомогою болтів 8. Екрани 4 і 6 розташовані в проміжку у внутрішній частині між верхнім кільцевим витком 1 індуктора і торцем диска 3. Для зменшення деформації диска при наплавленні передбачені верхня вертикально рухома притискна плита 9 і пневмоциліндр 10. При наплавленні використовується порошкоподібний твердий сплав 11.

Тепловий екран 4, який розташований на торці диска з внутрішньої сторони виготовлений по конфігурації зовнішнього торця диска 3, а тепловий додатковий екран 5 який розташований нерухомо під нижньою поверхнею диска з протилежної сторони зони наплавлення дозволяють реалізувати теплове екранування, тобто значно зменшити потік (втрати) тепла через торець диска 3, і нижню поверхню в оточуюче середовище, або зовсім припинити, що значно впливає на рівномірність розподілу потужності і температури в зоні наплавлення.

Електромагнітний екран 6, який розташований з внутрішньої частини верхнього витка 1 індуктора дозволяє регулювати (зменшення або збільшення) потужності електромагнітного поля з частковим його закриванням простору між верхнім витком 1 індуктора і поверхнею деталі, і тим самим рівномірно забезпечити потужність по ширині зони наплавлення, яка може змінюватися в діапазоні 10...50 мм. Електромагнітний екран 6 виконаний з червоної міді, а тепловий екран 4 і 5 - з азбесту або пермалоїду. За допомогою спільного вертикального переміщення електромагнітного 6 і теплового екрану 4, а також нерухомого додаткового теплового екрану 5 здійснюється регулювання потужності по ширині зони наплавлення.

Пристрій працює наступним чином. Спочатку засипають стійкий проти спрацювання порошкоподібний сплав 11 на поверхню диска 3, яка підлягає наплавленню, на відповідну товщину і ширину за допомогою окремого пристрою, який на фіг. не показаний. Потім за допомогою спеціального механізму, який теж не показаний на фіг. подають його на нижню плиту 7 на якій встановлений додатковий тепловий екран 5. Попередньо кільцеві витки індуктора 1 і 2 і електромагнітний екран 6, а також теплові екрани 4 і 5 відрегульовані на відповідну ширину зони наплавлення, яка може змінюватися для прикладу від 10...50 мм. Після цього, за допомогою пневмоприводу 10, опускають верхню притискну плиту 9. При подачі струмів високої частоти (СВЧ) на індуктор, (установка СВЧ на фіг. не показана) здійснюється одночасне наплавлення диска 3 по всій його робочій поверхні. Після наплавлення відбувається вертикальне переміщення верхньої притискної плити 9 вгору і диск 3 за допомогою спеціального механізму, подається в тару для наступного оброблення, наприклад заточування. І так цикл роботи пристрою повторюється.

Економію теплової енергії можна досягти шляхом екранування поверхневих конвективних втрат тепла біля нижньої поверхні диска, яка не підлягає наплавленню, і торця диска. Тепловий екран при цьому повинен бути виконаний із прозорого для

електромагнітних хвиль матеріалу (наприклад азбестошиферу). Тоді енергія теплового потоку, яка втрачається через нижню поверхню диска, з протилежної сторони зони наплавлення буде рівна:

$$\Delta_{\text{H}} = 2 \cdot \pi \int_{r_2}^{r_1} K_T \cdot \alpha \cdot T \cdot r \, dr \, dt$$

у випадку відсутності теплового екрану $K_T=1$. А коли тепловий екран виконаний із азбестошиферу товщиною d_T , то K_T визначається за формулою

$$K_T = \frac{\lambda}{d_T \cdot \alpha}$$

де λ - коефіцієнт теплопровідності теплового екрану;

d_T - товщина теплового екрану;

τ - час наплавлення;

α - коефіцієнт тепловіддачі в оточуюче середовище;

r_1 і r_2 - відповідно зовнішній радіус диска і внутрішній радіус нижнього додаткового теплового екрану;

T - температура диска;

r - біжучий радіус;

t - біжучий час.

Тоді економія теплової енергії при екрануванні нижньої поверхні і торця диска буде:

$$\Delta_{\text{Him}} = 2 \cdot \pi \int_{r_2}^{r_1} \int_0^{\tau} (1-K_T) \cdot \alpha \cdot T \cdot r \, dr + S_2 \int_0^{\tau} (1-K_T) \cdot \alpha \cdot T r_1 \, dt$$

З метою підтвердження економії електроенергії з використанням двох теплових екранів були проведені експериментальні дослідження.

Дослідження проводились на дисках: матеріал диска сталь Ст. 3; діаметр диска $d = 210$ мм; ширина зони наплавлення - 20 мм; товщина основного і наплавленого металу складає відповідно 3 мм і 1 мм; наплавлювальний матеріал - порошкоподібний твердий сплав ПГ-С1 (сормайт).

Тип генератора, час наплавлення і схеми наплавлення, наведені в таблиці, а розрахунок економії електроенергії представлений нижче.

Експерименти проводили для двох нагрівальних систем: без екранування тепловими і електромагнітними полями і порівнювали їх з результатами комбінованого екранування тепловими та електромагнітними полями.

Таблиця – Нагрівальні системи і параметри наплавлення

Нагрівальні системи	Параметри наплавлення					Тип генератора	Характер зміни питомої потужності на індукторі $W \cdot 10^{-9} \text{ Вт/м}^3$
	Напруга на контурі, кВ	Анодна напруга, кВ	Струм сітки лампи, А	Струм анода лампи, А	Час наплавлення, с		
без екранування теплових і електромагнітних полів 	Змінні					ВЧІ - 63/0,44	
	вхідні чисельник (t=0 с)	вихідні знаменник (t=32с)					
з екрануванням теплових і електромагнітних полів 	Змінні					ВЧІ - 63/0,44	
	вхідні чисельник (t=0 с)	вихідні знаменник (t=22 с)					
1 - індуктор; 2 - твердий сплав; 3 - деталь; 4, 5 - відповідно тепловий і електромагнітний екрани							

Приклад розрахунку економії електроенергії за двома нагрівальними системами.

1. Затрати електроенергії на одну деталь в нагрівальній системі без екранування теплових та електромагнітних полів.

а) $8,0 \cdot 1,1 \cdot \frac{32}{3600} = 0,0782$ кВт год - затрати електроенергії на початку нагрівання деталі;

б) $9,5 \cdot 6 \cdot \frac{32}{3600} = 0,0506$ кВт год - затрати електроенергії в кінці здійснення наплавлення.

Різниця складає $0,506 - 0,0782 = 0,428$ кВт год - затрати електроенергії на одну деталь для здійснення процесу наплавлення за 32с.

де 8,0 - напруга генератора (в кВ)

1,1 - струм анодної лампи генератора (в А)

див. в табл.

Потужність в початковий момент часу складає

$P = 8 \cdot 1,1 = 8,8$ кВт

час нагрівання $t = 32$ с

1 год = 3600 с

2. Затрати електроенергії на одну деталь в нагрівальній системі з екрануванням теплових та

електромагнітних полів, яка складається з індуктора, теплового та електромагнітного екранів (ІТЕЕ).

Обчислення виконуємо аналогічно, як для першого випадку.

$$\text{а) } 8,3 \cdot 1,1 \cdot \frac{22}{3600} = 0,056 \text{ кВт год.};$$

$$\text{б) } 10,1 \cdot 3,1 \cdot \frac{22}{3600} = 0,191 \text{ кВт год.}$$

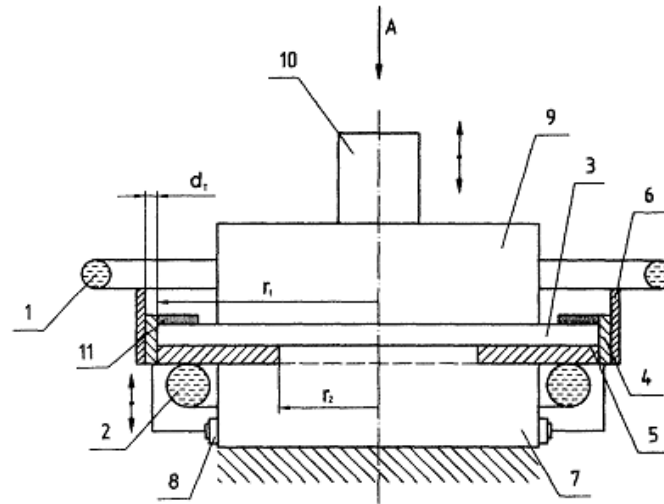
Різниця $0,191 - 0,056 = 0,135$ кВт год
тоді $0,428 - 100\%$
 $0,135 - x$.

Економія електроенергії складає:

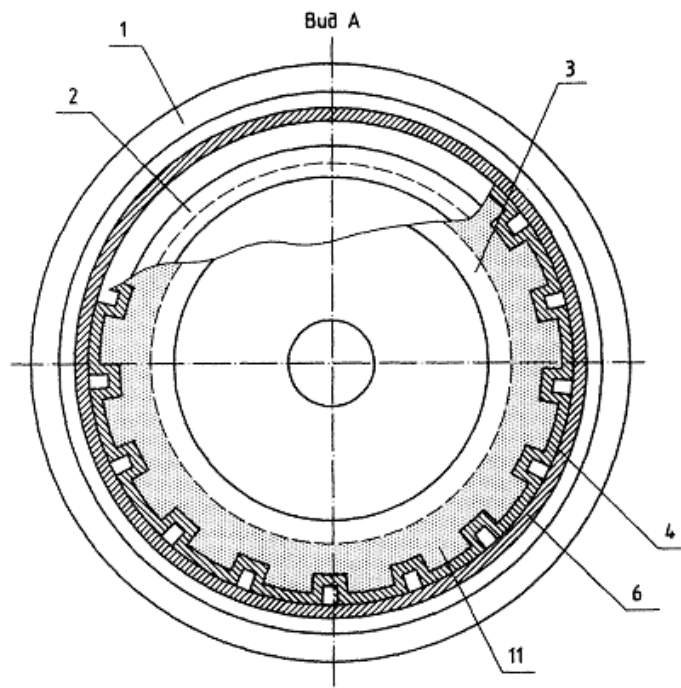
$$x = \frac{0,135 \cdot 100}{0,428} = 31,54 \cong 32\% \text{ - яка отримана}$$

нагрівальною системою ІТЕЕ в порівнянні з нагрівальною системою без екранування теплових та електромагнітних полів, тобто затрати електроенергії зменшуються на один виріб $0,428 - 0,135 = 0,293$ кВт год.

Результати досліджень наплавленого металу порошкоподібним твердим сплавом ПГ-С1 на основний метал сталь Ст. 3 за допомогою нагрівальної системи (ІТЕЕ) показують, що стабільність товщини шару наплавленого металу підвищується на 12,0 %, досягається економія електроенергії до 32 %, скорочується час наплавлення з 32 до 22 с, а також усувається перегрівання торця диска і наплавленого металу за рахунок керованого тепловиділення в зоні наплавлення, пов'язаного із зменшенням теплових втрат в оточуюче середовище в порівнянні з нагрівальною системою без комбінованого екранування тепловими та електромагнітними полями, завдяки введенням в конструкцію пристрою додаткового і змінного по радіусу диска теплового екрану розташованого в нижній поверхні диска, з протилежної сторони зони наплавлення.



Фиг. 1



Фіг. 2