



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40170 (13) A

(51) 7 B23K25/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОЇ ЗВАРКИ ТІЛ ОБЕРТАННЯ

(21) 2000084856

(22) 15.08.2000

(24) 16.07.2001

(33) UA

(46) 16.07.2001, Бюл. № 6, 2001 р.

(72) Білоусов Юрій Васильович, Онуфрієв Едуард
Миколайович(73) Приазовський державний технічний універси-
тет, UA(57) 1. Спосіб електрошлакової зварки тіл обер-
тання шляхом подавання стрічкового електроду в
шлакову ванну зі зміщенням від zenіту по направ-
ленню обертання конструкції, який **відрізняється**
тим, що стрічковий електрод з попереднім **косом**
подають в постійну по глибині частину шлаковоїванни зі зміщенням від zenіту, яке визначається з
відношення:

$$C = \sqrt{2r\delta_{\text{ш}} - \delta_{\text{ш}}^2}, \text{ мм}$$

де C – величина зміщення, мм;

r – внутрішній радіус тіла обертання (конструк-
ції), мм; $\delta_{\text{ш}}$ - глибина шлакової ванни, мм,
та додатково встановлюють під зварювальну ван-
ну з можливістю її переміщення.2. Спосіб по п. 1, який **відрізняється** тим, що скіс
стрічкового електроду виконують під кутом, який
визначають з відношення:

$$\alpha = \arctg \frac{\delta_{\text{л}} \left(\sqrt{2(r + \delta_{\text{у}})(\delta_{\text{у}} + \delta_{\text{ш}}) - (\delta_{\text{у}} + \delta_{\text{ш}})^2} - \sqrt{2r\delta_{\text{ш}} - \delta_{\text{ш}}^2} \right)^2}{\delta_{\text{у}} \delta_{\text{з}} \cdot \frac{2\pi r}{360} \left(2 \left(\arctg \frac{\sqrt{2(r + \delta_{\text{у}})(\delta_{\text{у}} + \delta_{\text{ш}}) - (\delta_{\text{у}} + \delta_{\text{ш}})^2}}{r - \delta_{\text{ш}}} - \arctg \frac{\sqrt{2r\delta_{\text{ш}} - \delta_{\text{ш}}^2}}{r - \delta_{\text{ш}}} \right) \right)}, \text{ град,}$$

де α - кут скоса стрічкового електроду, град; $\delta_{\text{л}}$ - товщина стрічки, мм; $\delta_{\text{у}}$ - товщина конструкції (тіла обертання), мм; $\delta_{\text{з}}$ - товщина технологічного зазору, мм; $\delta_{\text{ш}}$ - глибина шлакової ванни, мм;

r - внутрішній радіус конструкції, мм.

Винахід відноситься до зварювального вироб-
ництва, а саме - до способів та пристроїв для еле-
ктрошлакової зварки (ЕШЗ).Є відомим спосіб ЕШЗ (див. патент Японії
№ 264586, B23K30/19), при якому використовую-
ються три електроди, що вступають в процес зва-
рки по черзі (на початковій ділянці шва), забезпе-
чує близьку до необхідної форму початкової ділян-
ки шва.У відомому способі необхідно використовувати
три токопідводи, значну глибину та об'єм шлакової
та металевої ванн, що знижує продуктивність про-
цесу зварки внаслідок малої кількості металу, вво-
димого до зварювальної ванни в одиницю часу
при великих витратах енергії.Крім того, є відомим спосіб ЕШЗ (див.: Зварка
у машинобудуванні / Ред. М.О. Ольшанський - М.:
Машинобудування, 1978. - Т. 1. - 504 с.), при яко-
му використовуються два електроди, що вступа-
ють у процес по черзі (на початковій ділянці шва
та при замкненні шва відповідно).У відомому способі необхідно використовувати
два токопідводи, велику глибину та об'єм метале-
вої і шлакової ванн, складну технологію з почерго-
вим включенням підняття зварювального апарату
та обертання конструкції (на початковій ділянці
шва та при замкненні шва), видаляти початкову
ділянку шва за час обертання конструкції, що зни-
жує продуктивність зварки та зменшує його собі-
вартість.Найбільш близьким технічним рішенням є спо-
сіб електрошлакового наплавлення (див.: Ас.
СРСР № 1561366, B23K25/00), при якому стрічко-
вий електрод (с.е.) зміщують на визначену від-
стань від zenіту убік обертання з метою одержаний
шлакової і металевої ванн малої глибини.Відношення зміщення від zenіту при ЕШН обу-
мовлено малими розмірами тіл обертання, які ви-
користовувались для ЕШН, а тому використання
цього відношення для ЕШН кільцевих стиків прак-
тично неможливо, оскільки це викликає завищення

значне зміщення (приблизно у чотири рази), отож, і втрату переваг пропонованого рішення.

Крім того, на початку процесу наплавлення нанесення перших порцій рідкого металу та наведення шлакової ванни здійснюється на тверду основу виробу, а деталі під зварку збирають із наскрізним зазором. В цих умовах перші порції металу при ЕШЗ повинні розташовуватися на спеціальному пристрою (підкладці) і, подальше, після кристалізації слугувати основою для накладення наступних порцій рідкого металу.

У підсумку пропоноване технічне рішення повинно значно відрізнятись від прототипу як по геометричних параметрах місцезнаходження металеві та шлакової ванн, так і по конструктивному оформленню ванн та початкової ділянки шва.

В основу винаходу покладена задача створити спосіб ЕШЗ тіл обертання, в якому за рахунок нових умов здійснення дій, забезпечується більш повне проходження окислювально-відновних реакцій у металевій і шлаковій ваннах та більш сприятлива схема кристалізації литої структури шва, що до-

зволить покращити якість зварного шва, підвищити продуктивність процесу та розширити номенклатуру оброблюваних деталей.

Для рішення встановленої задачі в способі ЕШЗ тіл обертання з подаванням стрічкового електроду до шлакової ванни зі зміщенням від zenіту по направленню обертання конструкції, відповідно до винаходу, стрічковий електрод з попереднім скосом подають у постійну по глибині частину шлакової ванни зі зміщенням від zenіту, яке визначається із відношення:

$$C = \sqrt{2r\delta_{\text{ш}} - \delta_{\text{ш}}^2}, \text{ мм}$$

де C - зміщення електроду від zenіту, мм;

r - внутрішній радіус конструкції, мм,

$\delta_{\text{ш}}$ - глибина шлакової ванни, мм

та додатково встановлюють під зварювальну ванну підкладку з можливістю її переміщення.

При цьому скіс стрічкового електроду виконують під кутом, який визначається із відношення:

$$\alpha = \arctg \frac{\delta_{\text{л}} \left(\sqrt{2(r + \delta_{\text{у}})(\delta_{\text{у}} + \delta_{\text{ш}}) - (\delta_{\text{у}} + \delta_{\text{ш}})^2} - \sqrt{2r\delta_{\text{ш}} - \delta_{\text{ш}}^2} \right)^2}{\delta_{\text{у}} \delta_{\text{з}} \cdot \frac{2\pi}{360} \cdot 2 \left(\arctg \frac{\sqrt{2(r + \delta_{\text{у}})(\delta_{\text{у}} + \delta_{\text{ш}}) - (\delta_{\text{у}} + \delta_{\text{ш}})^2}}{r - \delta_{\text{ш}}} - \arctg \frac{\sqrt{2r\delta_{\text{ш}} - \delta_{\text{ш}}^2}}{r - \delta_{\text{ш}}} \right)}, \text{ град.}$$

де α - кут скоса с.е., град;

$\delta_{\text{л}}$ - товщина с.е., мм;

$\delta_{\text{у}}$ - товщина конструкції тіла обертання, мм;

$\delta_{\text{з}}$ - товщина технологічного зазору, мм;

$\delta_{\text{ш}}$ - глибина шлакової ванни, мм;

r - внутрішній радіус конструкції, мм.

Встановлено, що змінення розміру C в більшій бік від встановленого відношення ускладнює отримання надійного зварного з'єднання в області замикання стику шва.

Зміщення від zenіту на меншу величину приводить до порушення стабільності процесу ЕШЗ, який у підсумку перейде у дуговий процес із-за малої глибини шлакової ванни. Тому глибина шлакової ванни не повинна бути менш як 6 мм.

При використанні с.е. малої товщини для ЕШЗ є можливість здійснення процесу зварки при глибині шлакової ванни 6-12 мм, на відміну від традиційного варіанту ЕШЗ дрововим електродом, де глибина шлакової ванни 20-40 мм.

Підвищення глибини шлакової ванни більш ніж на 12 мм може привести до несплавлення, тому що підвищення глибини приводить до росту міжелектродного проміжку, а отже, зниженню густоти току, який тече через шлак.

Спосіб пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 - схема пропонованого способу ЕШЗ; фіг. 2 - ескіз початку процесу ЕШЗ; фіг. 3 - ескіз розташування с.е. в початковий момент часу; фіг. 4 - ескіз розташування с.е. в момент утворення початкової ділянки шва; фіг. 5 - ескіз розташування с.е. та початкової ділянки шва при замкненні ніби традиційним способом.

Початок процесу ЕШЗ, як правило, здійснюють на планках (карманах), де спершу збуджується дуговий процес. Для биштрішого переходу дугового

процесу в електрошлаковий на дно карману засипають металеву стружку або порошок.

Оскільки планки потім видаляються разом з неякісним металом шва, питанню про сплавлення металу шва та планки, де збуджується дуга, не надають значення. При зварюванні кільцевих швів початкова ділянка видаляється без зупинення обертання конструкції.

Пропонований спосіб реалізується за схемою, показаною на кресленні (див. фіг. 1), де 1 - тіло обертання; 2 - стрічковий електрод; 3 - формуючі кристалізатори; 4 - шлакова ванна; 5 - металева ванна; 6 - шов; 7 - початкова ділянка шва.

У пропонованому способі передбачена спеціальна конструкція підкладки, за допомогою якої формується початкова ділянка шва 6 (див. фіг. 1). Початок процесу організується таким чином, щоб електрошлакове плавлення починалося біля внутрішньої стінки тіла обертання 1 та розвивається далі по всій товщині при вмиканні обертання конструкції та одночасному змінінню ширини електроду 2 ($V_{\text{е}}$) та зазору ($V_{\text{з}}$) за визначеною програмою (див. фіг. 2, 3, 4).

Програма ув'язує швидкість обертання конструкції ($V_{\text{об}}$), швидкість подавання с.е. ($V_{\text{под}}$), змінення його ширини ($V_{\text{е}}$) та розмір підвищуючої ширини зазору ($V_{\text{з}}$), який заповнюється металом в міру висушення підкладки.

Підкладка виконується мідною, водоохолоджуваною. Особливість конструкції підкладки у тім, що зазор між підкладкою і стінками тіла обертання встановлюється з урахуванням розширення міді при підвищенні температури (коефіцієнт лінійного розширення міді $\alpha' = 16,4 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$). При цьому зазор не повинен перевищувати критичні величини, при яких можливе протікання рідкого металу та шкаку.

С.е. на початковій ділянці має скіс під заданим кутом, що дає можливість регулювати надходячу масу електродного металу за визначеним законом, поступово збільшуючи розмір назовні від внутрішньої стінки конструкції. В зв'язку з тим, що перехід від дугового процесу до електрошлакового короткочасовий (не більше 1-1,5 с), то відбувається на невеликому просторі ширини зазору, дефекти шва зведені до мінімуму.

У підсумку захід дає можливість мати потрібну геометрію шва, яка необхідна для якісного замкнення шва (див. фіг. 6), а додаткові витрати праці по видаленню дефектів та зачищенню поверхні зварного шва початкового періоду звести до мінімуму.

У звичайному варіанті замкнення після зупинки обертання конструкції (див. фіг. 5), вмикаючи механізм підіймання зварювального автомата зі швидкістю $v_{авт}$ (див. фіг. 5). Позицією 6 показана початкова ділянка шва. В кінці процесу конструкція має надмірне посилення шва, яке потрібно видаляти.

Пропонований спосіб передбачає зниження кількості електродного металу, який поступає у ванну, за рахунок зменшення ширини с.е., не зупиняючи обертання конструкції (див. фіг. 6).

Процес зварки починається замиканням с.е. на підкладку, кінець якої може мати невеликий карман для початку процесу плавлення металу. Одночасно вмикається механізм висунення підкладки, забезпечуючи потрібну форму початкової ділянки шва (поз. 6 фіг. 6), що виключає дуже трудомісткий та "незручний" процес видалення та вичищення початкової ділянки шва, який виконується за час обертання конструкції.

Поступово формується початкова ділянка шва (поз. 9 фіг. 6) з підвищенням ширини с.е. до заданої, тобто збільшується кількість поступаючого металу до того моменту, коли настає квазістаціонарний стан електрошлакового процесу.

У сталому режимі постійними зберігаються швидкість подавання с.е., швидкість зварки, зварювальний ток, напруга, об'єми шлакової та металевої ванн. Зварювальний автомат увесь процес ЕШЗ не переміщується, а конструкція обертається з постійною швидкістю.

Зварний шов формується за допомогою водоохолоджуваних повзунів з міді. Зовнішній повзун, сполучений із підкладкою, кріпиться на зварюва-

льний автомат. Внутрішній повзун кріпиться на спеціальному пристрої, який переміщується по внутрішній поверхні конструкції. Повзуни підпружинені для щільного прилягання до конструкції.

При використанні с.е. малої товщини зазор між кромками можливо зменшити, що приводить до зменшення перегріву деталей за рахунок малого об'єму металевої та шлакової ванн, а також у результаті збільшення швидкості зварки.

Використання ЕШЗ стрічковим електродом дозволяє знизити витрати зварювальних матеріалів, енергії, збільшити продуктивність, зменшити погонну енергію, об'єм і глибину металевої та шлакової ванн.

При зварюванні цим способом можливо використання як спеціальних флюсів для ЕШЗ типу АН-8, АН-8М, АН-22, так і звичайним флюсів для дугової зварки - АН-348А, АН-60, ОФ-10 та ін.

Цей спосіб було реалізовано в умовах дослідного виробництва. Використовували наступне обладнання: модернізований апарат А-1416, роликостанд, джерело живлення ВСЖ-1602, поворотна колона типу ПК-3.

Модернізація А-1416 полягає в заміні механізму подавання дроту на механізм подавання стрічки та відповідно встановленої касети для с.е., а також в встановленні механізму висунення підкладки та назовнішнього повзуна.

Зварка здійснювалась на жорсткій характеристиці джерела живлення. Робоча напруга $U=30-34$ В.

Допустимі межі ширини с.е. розраховують залежно від внутрішнього радіусу конструкції, її товщини та глибини шлакової ванни.

Оптимальна ширина с.е. – 50-300 мм.

Наприклад, для зварки ковша з діаметром шва 3600 мм використовували с.е. шириною 170 мм, глибину шлакової ванни - 8 мм, величину зміщення від zenіту – 168,4 мм, величину скося стрічки – 12 град. 40 хв.

В таблиці наведені режими зварки для тіл обертання великих діаметрів.

Таким чином, пропаний спосіб ЕШЗ дозволяє підвищити продуктивність процесу зварки, знизити витрати енергії та матеріалів; малий об'єм шлакової та металевої ванн зменшує нагрів кристалізаторів і конструкції до мінімуму; подавання с.е. здійснюється від приводу стандартного зварювального автомата.

Таблиця

Параметри режиму ЕШЗ тіл обертання великих діаметрів

Внутрішній радіус тіла обертання, r , мм	Ширина с.е., Be , мм	Товщина констр., δ_k , мм	Глибина шлак. ванни, $\delta_{ш}$, мм	Зварювальний ток, I , А	Напруга на шлаковій ванні, U , В	Швидкість зварки, $v_{зв}$, м/г
1000	135	22	6	1360-1400	29-31	14,9
1200	144	24	7	1400-1440	30-32	13,1
1400	160	26	8	1420-1460	31-33	12,2
1600	185	28	9	1480-1520	31-33	11,8
1800	196	30	10	1540-1580	30-34	11,6
2000	223	32	10	1500-1000	30-34	11,0

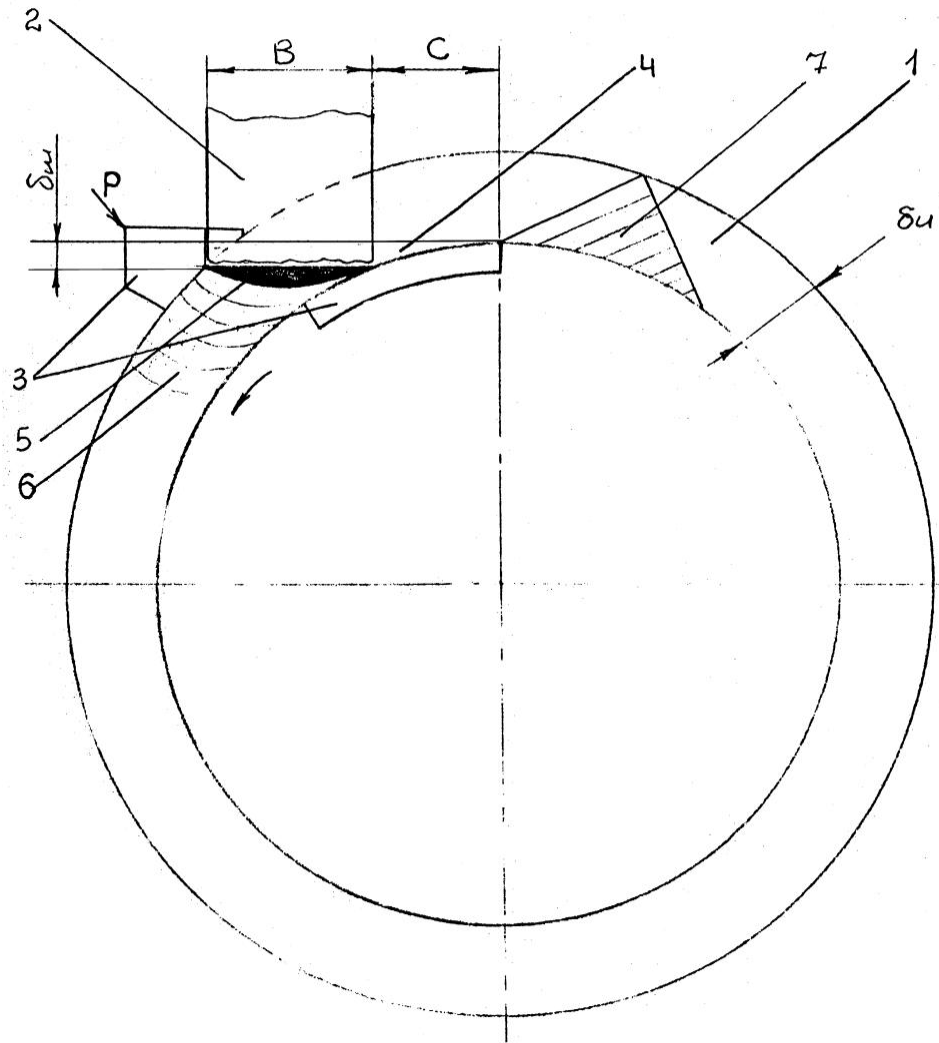


Fig. 1

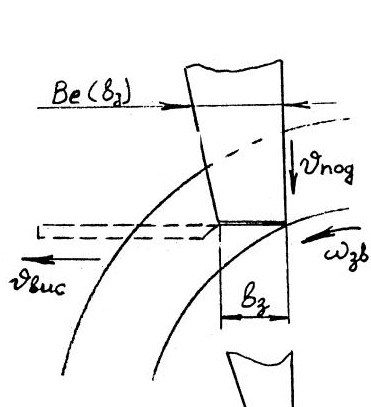


Fig. 2

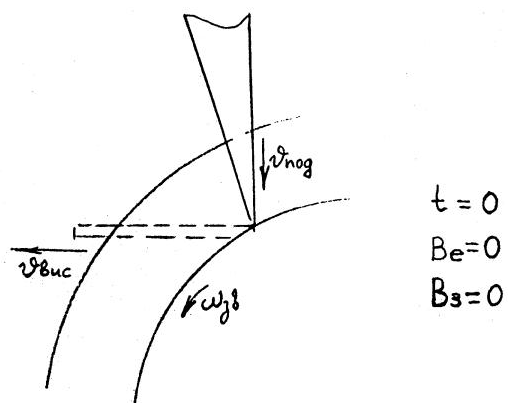


Fig. 3

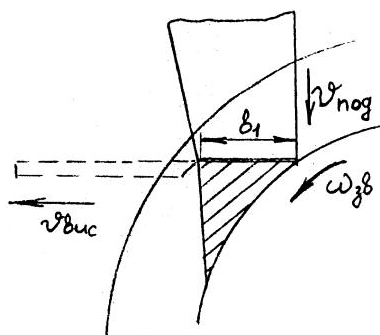


Fig. 4

$$t = t_1$$

$$b_e = b_1$$

$$b_3 = b_1$$

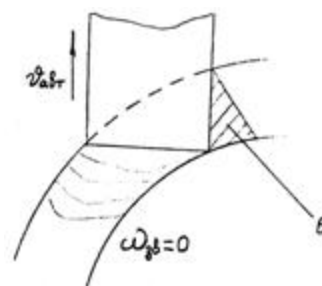


Fig. 5

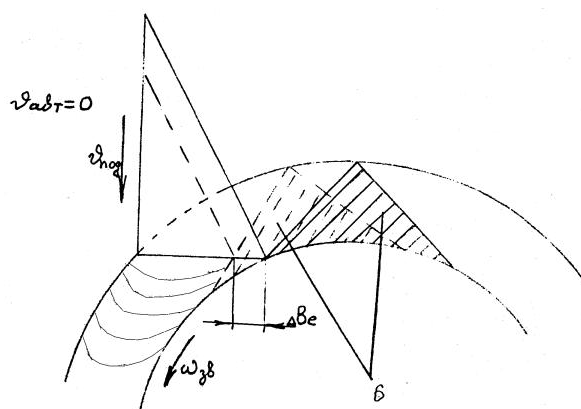


Fig. 6

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22