



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **102995** (13) **U**  
(51) МПК (2015.01)  
**B23K 9/04** (2006.01)  
**B23K 35/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2015 05714</b>	(72) Винахідник(и): <b>Лецинский Леонід Кимович (UA), Матвиенко Володимир Миколайович (UA), Мазур Владислав Олександрович (UA), Матвиенко Владислав Володимирович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>09.06.2015</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.11.2015</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.11.2015, Бюл.№ 22</b>	(73) Власник(и): <b>ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ", вул. Університетська, 7, м. Маріуполь, Донецька обл., 87500 (UA)</b>

## (54) СКЛАДЕНИЙ СТРИЧКОВИЙ ЕЛЕКТРОД ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ

### (57) Реферат:

Складений стрічковий електрод для наплавлення містить основну стрічку і додаткові стрічки, розташовані з боків симетрично щодо основної, з зазором і під кутом до неї. Профіль основної стрічки утворює ламану лінію з вершиною в бік вектора швидкості наплавлення, симетричну щодо осі складеного електрода і з максимальною стрілою вигину.

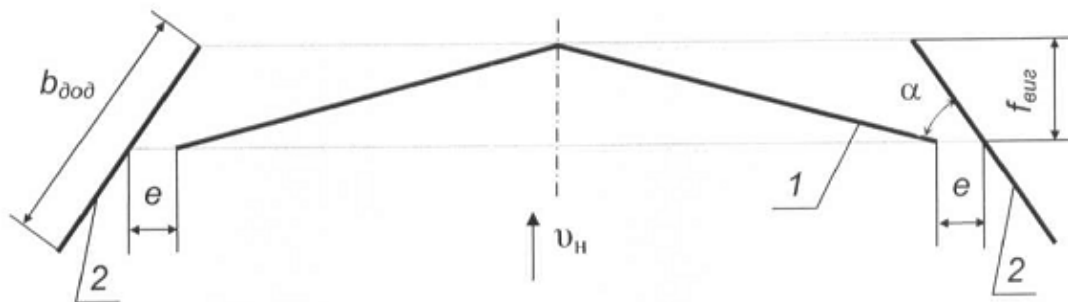


Fig. 1

UA 102995 U



Корисна модель належить до зварювального виробництва, а саме до конструкції складеного стрічкового електрода для наплавлення зносостійких і корозійностійких шарів на деталі обладнання при їх виготовленні і відновленні.

Відома конструкція електродної стрічки для наплавлення, профіль якої має багатократні вигини по перерізу і утворений трьома сполученими дугами - центральною і двома крайніми, при цьому радіус крайніх дуг в 2...10 разів менше радіуса центральної дуги і становить 1/6...1/16 ширини заготовки стрічки (А.С. СССР 1059771, МПК В23К 9/04).

Недоліком відомого є неможливість профілювання, якщо як матеріал стрічки використовується низьковуглецева сталь типу 08кп, 20кп товщиною більше 0,5...0,6 мм, тим більше з труднодеформованих сталей типу Х18Н10, Х19Н11МЗ.

Відомий розщеплений стрічковий електрод, який використовується для здійснення способу наплавлення, що містить основну стрічку, розташовану в площині, перпендикулярній напрямку наплавлення, і додаткові стрічки, розміщені по обидві сторони від основної під кутом 60...120° до площини основної стрічки. Додаткові стрічки подають в зону наплавлення зі швидкістю, відмінною від швидкості подачі основної стрічки. Використання даного електрода дозволяє регулювати масову швидкість подачі основної та додаткових стрічок як за рахунок різної ширини, так і товщини (А.С. СССР 1277499, МПК В23К 9/04).

Недолік відомого полягає в тому, що при ширині основної стрічки більше 45...50 мм спостерігається відставання фронту плавлення виробу в середині джерела нагрівання. За результатами проведених досліджень, зі збільшенням ширини основної стрічки це відставання зростає, що призводить до появи несплавлення і навіть пропусків наплавленого металу в середній частині валика.

Найбільш близьким за своєю технічної суттю і результатами, що досягаються, є використовуваний для здійснення способу наплавлення складений стрічковий електрод, в якому основна стрічка розташована в площині, перпендикулярній напрямку наплавлення, а додаткові стрічки розміщені з боків симетрично щодо основної, з зазором і під кутом, при цьому мінімальна ширина основним стрічки залежить від максимальної ширини додаткових стрічок, кута повороту відносно основної стрічки, а також зазору між стрічками (позитивне рішення № 30327/3 А/14 від 26.12.2014 за заявкою № 2014 00286) - прототип.

Недолік прототипу полягає в тому, що зі збільшенням ширини додаткових стрічок і основної стрічки важко забезпечити достатнє тепловкладення уздовж поздовжньої осі зварювальної ванни і запобігти утворенню дефектів у зоні сплавлення. Це ускладнює досягнення рівномірного проплавлення по ширині ванни, у зв'язку з чим виникають несплавлення і шлакові включення в середній частині ванни.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалити складений стрічковий електрод для наплавлення, в якому за рахунок зміни конструкції покращиться тепломасоперенос в середині ванни, підвищиться надійність проплавлення, знизиться нерівномірність глибини проплавлення по ширині, зменшиться ймовірність появи несплавлення і шлакових включень.

Поставлена технічна задача вирішується тим, що в складеному стрічковому електроді для наплавлення, що містить основну стрічку і додаткові стрічки, розташовані з боків симетрично щодо основної стрічки, з зазором і під кутом до неї, згідно з корисною моделлю, профіль основної стрічки утворює ламану лінію з вершиною в бік вектора швидкості наплавлення, симетричну щодо осі складеного електрода і з максимальною стрілою вигину, визначеною за формулою:

$$f_{\text{виг}} = b_{\text{дод}} / 2 \cdot \sin \alpha,$$

де  $f_{\text{виг}}$  - максимальна стріла вигину основної стрічки (мм),

$b_{\text{дод}}$  - ширина додаткових стрічок (мм),

$\alpha$  - кут між додатковими стрічками і основною стрічкою (град).

При цьому зазор між краєм основної і серединою ширини додаткових стрічок і товщини стрічок визначені відповідно до співвідношення:

$$2 \cdot T \leq e < b_{\text{дод}} / 2 \cdot \cos \alpha + K \text{ (якщо } 0^\circ < \alpha < 90^\circ \text{),}$$

$$0 < e \leq 2 \cdot T \text{ (якщо } 90^\circ < \alpha < 180^\circ \text{),}$$

$$0,45 \cdot \delta_{\text{дод}} \leq \delta_{\text{осн}} \leq 0,85 \cdot \delta_{\text{дод}},$$

де  $e$  - зазор між краєм основної стрічки і серединою ширини додаткових стрічок (мм).

$T$  - граничне відхилення по ширині холоднокатаної різаної стрічки (мм);

$K$  - емпіричний коефіцієнт;

$\delta_{\text{осн}}$  і  $\delta_{\text{дод}}$  - товщина основної стрічки і додаткових стрічок (мм).

Зниження нерівномірності проплавлення та усунення дефектів в зоні сплавлення може бути досягнуто на основі проведення досліджень нагрівання і плавлення основного металу в процесі наплавлення. Встановлено, що при використанні складеного стрічкового електрода з основною

стрічкою, розташованою в площині, перпендикулярній вектору швидкості наплавлення, короткочасний вплив дуги, що переміщається по ширині основної стрічки, супроводжується нерівномірним розплавленням основного металу. Внаслідок малої глибини проплавлення, відхилення від її середніх значень співмірні з абсолютною величиною, що підвищує ймовірність появи несплавлення. Дослідження з використанням математичного моделювання процесу нагрівання виробу, що наплавляється та утворення зварювальної ванни, показали, що в зоні розташування основної стрічки фронт плавлення відстає від його положення на краях ванни. Більшою мірою це проявляється, якщо ширина основної стрічки перевищує 50...55 мм. Тому при розробці конструкції складеного стрічкового електрода для наплавлення необхідно змінити форму основної стрічки, збільшивши тепломасоперенос в середині (щодо поздовжньої осі) зварювальної ванни, що дозволить усунути відставання фронту плавлення. Зміну форми доцільно здійснити шляхом вигину основної стрічки в бік вектора швидкості наплавлення так, щоб вісь вигину розташовувалася на осі симетрії складеного електрода. Зміною стріли вигину визначається частка тепла і розплавленого електродного металу, що вводиться в середину ванни. На ефективність проплавлення основного металу в процесі наплавлення складеним стрічковим електродом впливає зосередженість теплового потоку і надходження в ванну крапель металу основної та додаткових стрічок, що розплавляються, що пов'язане з їх взаємним розташуванням, що залежить від кута  $\alpha$  між стрічками. Така залежність підтверджується результатами досліджень при наплавленні складеним стрічковим електродом (сталь Св-08кп) з основною стрічкою 60×0,5 мм і бічними стрічками 25×0,7 мм. Зі збільшенням кута  $\alpha$  між стрічками з 30 до 90° глибина проплавлення на краях зростає від 2,2...2,4 до 3,4...3,8 мм. Разом з тим, для рівномірного проплавлення основного металу потрібно забезпечити вирівнювання середини і країв джерела по фронту нагріву. Для всіх розглянутих значень кута  $0^\circ < \alpha < 180^\circ$  (фіг. 1 і 2) ця умова дотримується, якщо в залежності від ширини додаткових стрічок стрілу вигину основної стрічки визначають з виразу:  $f_{\text{виг}} = b_{\text{дод}}/2 \cdot \sin \alpha$ . При цьому можливість вигину основної стрічки в пристрої наплавочного апарату залежить від товщини стрічки. Лабораторні дослідження та промислова експлуатація пристроїв для подачі складених електродів зі стрічками з низьковуглецевої сталі (Св-08кп, Св-20кп) і хромонікелевої нержавіючої сталі (Св-Х18Н10, Св-Х25Н13) показали, що вигин основної стрічки для отримання профілю у вигляді ламаної лінії з вершиною в бік вектора швидкості наплавлення можна надійно здійснити, якщо товщина стрічки не перевищує 0,55...0,60 мм. У той же час, недостатня жорсткість стрічки товщиною менше 0,40 мм призводить до порушення подачі. Таким чином, доцільно використовувати основну стрічку товщиною 0,40...0,60 мм. Додаткові стрічки більшої товщини і меншої ширини (у порівнянні з основною стрічкою) забезпечують надійну подачу, дозволяють поліпшити формування валика, що наплавляється, а також зони перекриття суміжного валика. За результатами проведених випробувань товщину додаткових стрічок і основної стрічки доцільно вибирати із співвідношення  $0,45 \cdot \delta_{\text{дод}} \leq \delta_{\text{осн}} \leq 0,85 \cdot \delta_{\text{дод}}$ .

Коли кут  $\alpha$  між додатковими і основною стрічкою менше 90° (фіг. 1), проплавлення основного металу на краях ванни викликано дією "випереджуючих" основну стрічку ділянок бокових стрічок, яке доповнює дію основної стрічки. Це дозволяє забезпечити надійне проплавлення крайових ділянок при збільшеному зазорі між краєм основної стрічки і серединою ширини додаткових стрічок. При виборі величини зазору для кутів, що змінюються в межах  $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ , доцільно використовувати співвідношення:  $2 \cdot T \leq e < b_{\text{дод}}/2 \cdot \cos \alpha + K$  (емпіричний коефіцієнт  $K=5$  мм). На відміну від цього, для кутів в межах  $90^\circ < \alpha < 180^\circ$  (фіг. 2), зазор доцільно зменшити і вибирати зі співвідношення:  $0 < e \leq 2 \cdot T$ , де  $T$  - граничне відхилення по ширині холоднокатаної різаної стрічки. Відповідно до стандарту СТП 227-158-2003 на стрічку сталеву наплавочну різану, відхилення  $T = +2$  мм.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 представлено поперечний переріз складеного стрічкового електрода за умови  $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ , а на фіг. 2 - поперечний переріз складеного стрічкового електрода за умови  $90^\circ < \alpha < 180^\circ$ . Складовою стрічковий електрод містить основну стрічку У, профіль якої утворює ламану лінію з вершиною в бік вектора швидкості наплавлення, симетричну щодо осі складеного електрода, і додаткові стрічки 2, розташовані з боків симетрично щодо основної стрічки, з зазором  $e$  і під кутом  $\alpha$  до неї.

Застосування складеного стрічкового електрода здійснюється наступним чином. За допомогою приставки до зварювального апарату, конструкція якої забезпечує одночасну подачу трьох стрічок складеного електрода (на фіг. не показано), подаючі ролики деформують основну стрічку таким чином, що профіль основної стрічки 1 утворює ламану лінію з вершиною в бік вектора швидкості наплавлення, симетричну щодо осі складеного електрода. Подача додаткових стрічок 2 передбачає їх розташування з боків симетрично щодо основної стрічки 1 з зазором  $e$  і під кутом  $\alpha$  до неї. Завдяки цьому досягається задана геометрія складеного

стрічкового електрода і забезпечується надійне рівномірне проплавлення основного металу, відсутність дефектів в зоні сплавлення, необхідна якість формування наплавленого валика.

# ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5

1. Складений стрічковий електрод для наплавлення, що містить основну стрічку і додаткові стрічки, розташовані з боків симетрично щодо основної, з зазором і під кутом до неї, який **відрізняється** тим, що профіль основної стрічки утворює ламану лінію з вершиною в бік вектора швидкості наплавлення, симетричну щодо осі складеного електрода і з максимальною стрілою вигину, визначеною за формулою:

10

$$f_{\text{виг}} = b_{\text{дод}} / 2 \cdot \sin \alpha,$$

де  $f_{\text{виг}}$  - максимальна стріла вигину основної стрічки (мм),

$b_{\text{дод}}$  - ширина додаткових стрічок (мм),

$\alpha$  - кут між додатковими стрічками і основною стрічкою (град).

15

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що зазор між краєм основної і серединою ширини додаткових стрічок і товщини стрічок визначені відповідно до співвідношень:

$$2 \cdot T \leq e < b_{\text{дод}} / 2 \cdot \cos \alpha + K \text{ (якщо } 0^\circ < \alpha < 90^\circ),$$

$$0 < e \leq 2 \cdot T \text{ (якщо } 90^\circ < \alpha < 180^\circ),$$

$$0,45 \cdot \delta_{\text{дод}} \leq \delta_{\text{осн}} \leq 0,85 \cdot \delta_{\text{дод}},$$

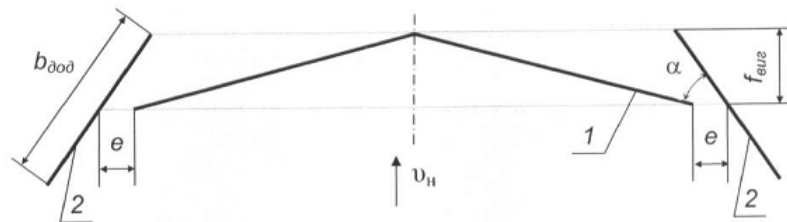
20

де  $e$  - зазор між краєм основної стрічки і серединою ширини додаткових стрічок (мм).

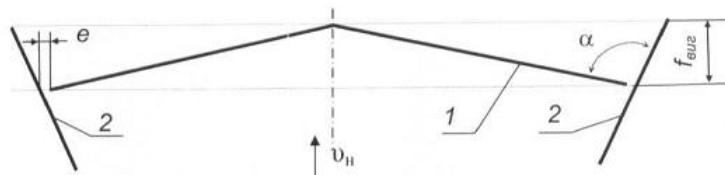
$T$  - граничне відхилення по ширині холоднокатаної різаної стрічки (мм);

$K$  - емпіричний коефіцієнт;

$\delta_{\text{осн}}$  і  $\delta_{\text{дод}}$  - товщина основної стрічки і додаткових стрічок (мм).



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601