



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 130668

(13) C2

(51) МПК

B23K 9/08 (2006.01)

B23K 9/025 (2006.01)

B23K 9/09 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ  
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

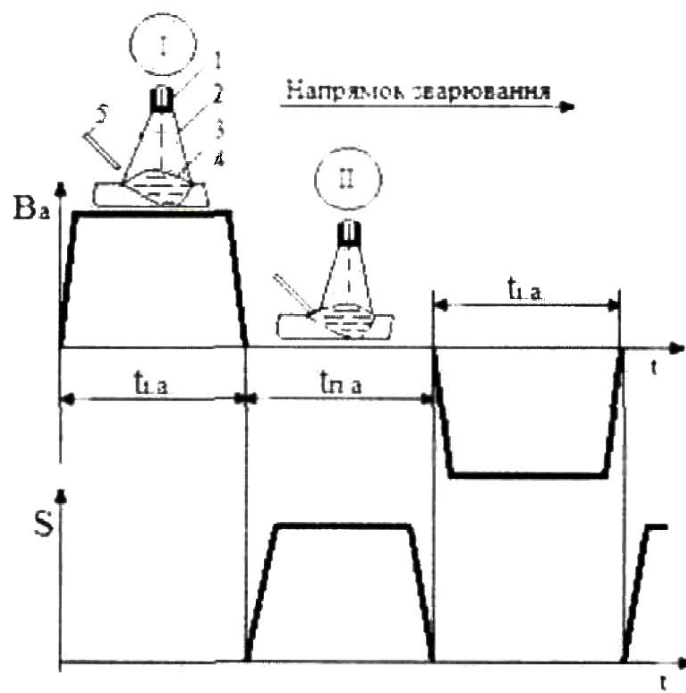
**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

|                                                                           |                             |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>(21)</b> Номер заявки:                                                 | <b>а 2024 01754</b>         | <b>(72)</b> Винахідник(и):                                      | <b>Сітніков Борис Валентинович (UA),<br/>Маршуба В'ячеслав Павлович (UA),<br/>Лузан Сергій Олексійович (UA)</b>                                                                                                                             |
| <b>(22)</b> Дата подання заявки:                                          | <b>08.04.2024</b>           | <b>(73)</b> Володілець (володільці):                            | <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ<br/>УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ<br/>ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ",<br/>вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002 (UA)</b>                                                                                                        |
| <b>(24)</b> Дата, з якої є чинними<br>права інтелектуальної<br>власності: | <b>09.04.2026</b>           | <b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги<br>експертизою: | <b>SU 1496944 A1, 30.07.1989<br/>UA 125267 C2, 09.02.2022<br/>UA 91472 U, 10.07.2014<br/>SU 872092 A1, 15.10.1981<br/>SU 546446 A1, 15.02.1977<br/>SU 721267 A1, 15.03.1980<br/>SU 561640 A1, 15.06.1977<br/>CN 113210811 A, 06.08.2021</b> |
| <b>(41)</b> Публікація відомостей<br>про заяву:                           | <b>13.11.2024, Бюл.№ 46</b> |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>(46)</b> Публікація відомостей<br>про державну<br>реєстрацію:          | <b>08.04.2026, Бюл.№ 14</b> |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                             |

**(54) СПОСІБ ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ****(57) Реферат:**

Винахід належить до дугового зварювання і може бути використаний для підвищення якості зварних з'єднань. Спосіб дугового зварювання неплавким електродом передбачає електромагнітне перемішування розплаву зварювальної ванни. З моменту закінчення імпульсів аксіального магнітного поля електрод переміщують у напрямку зварювання на відстань, що дорівнює добутку швидкості зварювання на час дії імпульсів. З завершенням пауз електрод повертають у вихідне положення. Технічним результатом винаходу є забезпечення якісного формування шва та підвищення стійкості металу проти утворення гарячих тріщин при збільшенні швидкості зварювання.

UA 130668 C2



Винахід належить до галузі дугового зварювання з електромагнітним перемішуванням розплаву ванни і може бути використаний при виготовленні зварних конструкцій зі сталі, кольорових металів і їх сплавів. Більшість дефектів литої структури зварних швів (пори, тріщини, хімічна неоднорідність та ін.) виникають на етапі кристалізації розплаву ванни.

5 Попередженню дефектів швів кристалізаційного походження сприяє, як правило, формування дрібнозернистої структури металу. Численними дослідженнями встановлено, що електромагнітне перемішування як метод управління кристалізацією зварних швів, подрібнення їх структури, підвищення стійкості проти утворення гарячих тріщин, попередження пористості і поліпшення корозійних властивостей має широкі можливості. Застосування і інших способів

10 перемішування на етапі кристалізації (механічна низькочастотна вібрація, ультразвукова обробка розплаву та ін.) надає подібний вплив на формування первинної структури металу шва. Однак з позиції техніки здійснення процесу перемішування електромагнітне перемішування має безсумнівні переваги. Головні з них - можливість безконтактного впливу на розплав і зручність керування процесом шляхом регулювання електричних параметрів пристроїв, що створюють

15 зовнішнє магнітне поле.

Відомий спосіб дугового зварювання неплавким електродом з електромагнітним перемішуванням розплаву зварювальної ванни, при якому присадний матеріал подають у період пауз між різнополярними імпульсами аксіального магнітного поля з затримкою стосовно моменту закінчення імпульсу магнітного поля [1].

20 Спосіб здійснюється пристроєм, що містить соленоїд, який розміщують коаксіально електроду на елементі корпусу пальника, джерело живлення соленоїда, тиристорний інвертор, ключовий елемент, комутатор напрямлень, лічильний блок, джерело живлення елементів лічильного блока, формувач імпульсів та пристрій для подачі присадного матеріалу.

Недоліком цього способу є те, що при збільшенні швидкості зварювання вище 12...15 м/г відбувається огрубіння поверхні швів, посилення її рельєфності, утворення підрізів та зниження стійкості металу швів проти утворення гарячих тріщин, що знижує продуктивність процесу і обмежує застосування методу в промисловості.

25

Найбільш близьким за технічною суттю до способу зварювання, який описано, є спосіб дугового зварювання неплавким електродом з електромагнітним перемішуванням розплаву зварювальної ванни, за яким в період пауз між різнополярними імпульсами аксіального магнітного поля, дугу розвертають "кутом вперед" поперечним магнітним полем, а присадний матеріал подають в хвостову частину зварювальної ванни. [2].

30

Спосіб здійснюється комплектом спеціалізованого обладнання, що складається з пальника з багатополусною електромагнітною системою, джерела живлення пальника, тиристорного інвертора, ключового елемента, комутатора напрямлень, лічильного блока, джерела живлення елементів лічильного блока, формувача імпульсів, та пристрої для подачі присадного матеріалу.

35

Недоліком цього способу є те, що розворот дуги "кутом вперед" поперечним магнітним полем знижує її проплавлену здатність, що знижує продуктивність процесу і обмежує застосування методу в промисловості. Для компенсації зниження проплавленої здатності дуги зазвичай підвищують величину зварювального струму, що пов'язано з додатковою витратою електроенергії, збільшенням зони термічного впливу та зниженням стійкості металу швів проти утворення гарячих тріщин.

40

Задачею винаходу є підвищення продуктивності та стійкості металу швів проти утворення гарячих тріщин при зварюванні з електромагнітним перемішуванням розплаву зварювальної ванни.

45

Поставлена задача вирішується тим, що в пропонованому способі дугового зварювання з електромагнітним перемішуванням неплавким електродом з присадним матеріалом, що подається у період пауз між різнополярними імпульсами аксіального магнітного поля в хвостову частину зварювальної ванни, згідно із способом, який пропонується, з моменту закінчення часу дії імпульсів аксіального магнітного поля, електрод переміщують у напрямку зварювання на відстань, що дорівнює добутку швидкості зварювання на час дії імпульсів аксіального магнітного поля, а з завершенням пауз, електрод повертають у вихідне положення.

50

На кресленні приведена схема, яка характеризує спосіб, де  $B_a$  - індукція аксіального магнітного поля;  $S$  - величина переміщення електрода;  $T_{ia}$  - час дії імпульсів різнополярного аксіального магнітного поля;  $t_{п.а}$  - час пауз між різнополярними імпульсами аксіального магнітного поля;  $t$  - поточне значення часу;  $l$  - положення присадного матеріалу протягом часу дії імпульсів аксіального магнітного поля;  $l_1$  - положення присадного матеріалу протягом часу пауз між різнополярними імпульсами аксіального магнітного поля; 1 - електрод; 2 - дуга; 3 - зварювальна ванна; 4 - виріб; 5 - присадний матеріал.

55

60

Спосіб здійснюють таким чином (кресл.). При подачі імпульсу аксіального магнітного поля розплав зварювальної ванни під впливом електромагнітних сил переміщується з головної частини в хвостову уздовж однієї з бічних її поверхонь. Коли тепловий вплив потоків гарячого розплаву поширюється на хвостову частину ванни і кристалізація припиняється практично по всій міжфазній поверхні, дія імпульсу аксіального магнітного поля завершується. Подачу присадного матеріалу під час дії імпульсів аксіального магнітного поля не здійснюють (кресл., положення I). З моменту закінчення часу дії імпульсів аксіального магнітного поля електрод переміщують у напрямку зварювання на відстань  $S$ , що дорівнює добутку швидкості зварювання  $V_{зв}$  на час  $t_{i.a}$  дії імпульсів різнополярного аксіального магнітного поля  $S = V_{зв} \cdot t_{i.a}$ , а присадний матеріал подають в хвостову частину зварювальної ванни (кресл., положення: II). Після закінчення часу пауз, електрод повертають у вихідне положення і подачу присадного матеріалу припиняють. Переміщення електрода у напрямку зварювання на відстань  $S$ , та подання присадного матеріалу в хвостову частину зварювальної ванни у час пауз між різнополярними імпульсами аксіального магнітного поля, скорочує час кристалізації розплаву в хвостовій частині зварювальної ванни, що сприяє подрібненню структури метала шва і підвищенню його стійкості проти утворення гарячих тріщин. Після закінчення часу паузи електрод повертають у вихідне положення, подача присадного матеріалу в хвостову частину зварювальної ванни припиняється, полярність аксіального магнітного поля змінюється. При накладенні імпульсу аксіального магнітного поля іншої полярності розвивається дзеркально подібний потік розплаву зварювальної ванни по іншу сторону її поздовжньої осі. Реверсування імпульсів аксіального магнітного поля в процесі зварювання сприяє симетричному формуванню зварного шва.

Дослідження проводилися при автоматичному зварюванні стикових швів неплавким електродом в аргоні зразків зі сталі 08X18H10T товщиною 3 мм з присадним дротом Св-06X19H9T діаметром 1,2 мм. В ході експериментів змінювалися такі параметри; швидкість зварювання  $V_{зв}$ ; струм зварювання  $I_{зв}$ ; швидкість подачі присадного дроту  $V_n$ ; індукція аксіального магнітного поля  $B_a$ ; час дії імпульсів різнополярного аксіального магнітного поля  $t_{i.a}$ ; час пауз між різнополярними імпульсами аксіального магнітного поля  $t_{п.а}$ . Формування швів оцінювалося візуально, а їх розміри визначали на макрошліфах наплавлених валиків. Стійкість швів проти утворення гарячих тріщин вивчали на зразках типу "риб'ячий скелет" товщиною 3 мм. Зварювання здійснювали з боку кромки з меншою жорсткістю. Оцінку ефективності впливу параметрів режиму зварювання на стійкість швів проти утворення гарячих тріщин проводили за коефіцієнтом утворення тріщини  $K_{тр}$ , який визначали як відношення довжини тріщини до довжини шва. Металографічний аналіз зразків-свідків показав, що в досліджуваному інтервалі швидкостей зварювання  $V_{зв} \in [16...44]$  м/г запропонований спосіб забезпечує подрібнену однорідну структуру металу швів, що свідчать про прискорену кристалізацію зварювальної ванни, огрубіння поверхні швів, посилення її рельєфності і утворення підрізів не відбувається. Випробування показали, що такі шви мають підвищену стійкість проти утворення і розвитку гарячих тріщин, що підтверджується скороченням їх протяжності. Так в разі зварювання за запропонованим способом коефіцієнт утворення тріщини  $K_{тр}$ , що зменшується таким чином: при  $V_{зв}=16$  м/г від 16 до 4 %; при  $V_{зв}=30$  м/г від 25 до 6 %; при  $V_{зв}=44$  м/г від 30 до 9 %.

Таким чином, спосіб дугового зварювання з електромагнітним перемішуванням неплавким електродом з присадним матеріалом, що подається у період пауз між різнополярними імпульсами аксіального магнітного поля в хвостову частину зварювальної ванни, при якому з моменту закінчення часу дії імпульсів аксіального магнітного поля, електрод переміщують у напрямку зварювання на відстань, що дорівнює добутку швидкості зварювання на час дії імпульсів аксіального магнітного поля, а з завершенням пауз електрод повертають у вихідне положення, що дозволяє при збільшенні швидкості зварювання забезпечити якісне формування та підвищити стійкість металу швів проти утворення гарячих тріщин.

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ:

1. Авторское свидетельство СССР № 1496944 B23K 9/08 30.07.89.
2. Патент на винахід № 125267 B23K 9/08 10.02.2022.

#### ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

Спосіб дугового зварювання з електромагнітним перемішуванням неплавким електродом з присадним матеріалом, що подається у період пауз між різнополярними імпульсами аксіального магнітного поля в хвостову частину зварювальної ванни, який **відрізняється** тим, що, з моменту закінчення часу дії імпульсів аксіального магнітного поля, електрод переміщують у напрямку зварювання на відстань, що дорівнює добутку швидкості зварювання на час дії

імпульсів аксіального магнітного поля, а із завершенням пауз електрод повертають у вихідне положення.

