



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **79204** (13) **U**  
(51) МПК (2013.01)  
**B23K 26/00**  
**B23K 9/167** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2012 13001</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Шелягін Володимир Дмитрович (UA),</b> <b>Хаскін Владислав Юрійович (UA),</b> <b>Сіора Олександр Васильович (UA),</b> <b>Палагеша Андрій Миколайович (UA),</b> <b>Вайц Дмитро Володимирович (UA),</b> <b>Долянівська Ольга Валеріївна (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>15.11.2012</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.04.2013</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.04.2013, Бюл.№ 7</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ІМ. Є.О. ПАТОНА НАН УКРАЇНИ,</b> <b>вул. Боженка, 11, м. Київ, 03680 (UA)</b>

**(54) СПОСІБ ЛАЗЕРНО-ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАВКОГО ЕЛЕКТРОДА**

**(57) Реферат:**

Спосіб лазерно-дугового зварювання з використанням плавкого електрода сталей і алюмінієвих сплавів, в якому деталі зварюють при одночасній дії лазерного випромінювання і дуги в одну зварювальну ванну у газовому захисті. Струм зварювальної дуги модулюють імпульсами із частотою рівною або близькою до власної частоти коливань розплавленого об'єму зварювальної ванни.

**UA 79204 U**



Корисна модель належить до способів лазерно-дугового зварювання виробів зі сталей і алюмінієвих сплавів. Спосіб може бути використаний у різних галузях техніки для одержання високоміцних герметичних зварних з'єднань металевих матеріалів за допомогою сполучення лазерного випромінювання із дугою плавкого електрода.

Відомий спосіб дугового зварювання, згідно з яким виконують зварювання плавким електродом в середовищі захисних газів, що подаються імпульсами із частотою рівною або близькою до власної частоти коливань розплавленого об'єму зварювальної ванни [Патент України № 43424: Спосіб дугового зварювання плавким електродом в середовищі захисних газів. Автори: Патон Б.С., Лебедев В.К., Шейко П.П., Жерносеков А.М., Шевчук С.А.; В23К 9/167, В23К 9/173; 17.12.2001]. Синхронно з імпульсами такої подачі захисного газу через зварювальну дугу пропускають постійний струм, або однополярний імпульсний струм, накладений на базовий струм горіння дуги. Це дозволяє підвищити стабільність горіння дуги, збільшити її проплавляючу здатність, зменшити розміри крапель електродного металу.

Недоліками такого способу є неможливість забезпечення якісного формування швів на швидкостях, що перевищують швидкості звичайного дугового зварювання, а також зниження розбризкування металу при зварюванні низьколегованих сталей.

Для мінімізації ефекту розбризкування рідкого металу при зварюванні низьколегованих сталей може використовуватися наступний підхід [Шейко П.П. Уменьшение разбрызгивания металла при сварке плавящимся электродом в углекислом газе / П.П. Шейко, А.М. Жерносеков, С.А. Шевчук // Автомат, сварка, № 6, 2000. - С. 33-35]. Згідно з даним підходом при зварюванні електронними засобами створюють систематичні короткі замкнення, згідно із заданою програмою. При цьому діаметр краплі рідкого металу, що формується на кінці плавкого електрода, не перевищує 1,2-1,4 діаметра самого електрода. Це здійснюють за рахунок використання IGBT транзистора. В результаті досягається таке зменшення розбризкування металу, яке знижує його втрати до 50 %.

Недоліком такого способу зварювання дугою плавкого електрода вуглецевих сталей є невисока швидкість зварювання.

Найбільш близьким за технічною суттю (прототип) до описуваної корисної моделі є спосіб гібридного лазерно-дугового зварювання алюмінієвих сплавів, що включає зварювання в середовищі інертного газу при одночасному впливі лазерного променя і дуги в одну зварювальну ванну [Патент Российской Федерации № 2440221: Способ лазерно-дуговой сварки плавящимся электродом алюминия и алюминиевых сплавов. Авторы: Туричин Г.А., Цибульский И.А., ООО "Центр лазерных технологий"; В23К 9/23, В23К 26/14, В23К 26/32, В23К 28/02; 23.09.2010]. При зварюванні дуговий пальник розташовують перед лазерним променем по ходу його просування. Спрямовують зварювальний дріт в точку перетинання лазерного променя з поверхнею деталей, що зварюють. Лазерний промінь нахиляють на 10-20 градусів, а дуговий пальник - на 30-40 градусів у протилежні боки відносно нормалі до поверхні деталей, що зварюють. Технічним результатом є підвищення якості зварного з'єднання за рахунок корекції форми шва зварного з'єднання.

Недоліком описаного способу є те, що він орієнтований виключно на алюмінієві сплави (тобто не є універсальним), а також відсутність врахування такого важливого фактора підвищення глибини провару, як синхронізація переносу крапель електродного металу із частотою коливань розплавленого об'єму зварювальної ванни.

В основу корисної моделі поставлена задача створення такого способу лазерно-дугового зварювання з використанням плавкого електрода сталей і алюмінієвих сплавів, при якому будуть досягнуті висока якість формування зварних з'єднань, швидкості процесу рівні та вищі за характерні для лазерного зварювання швидкості, а також максимально можлива глибина провару.

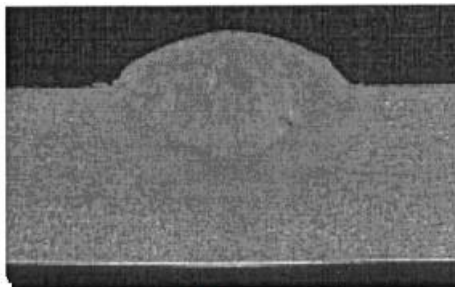
Поставлена задача створення способу лазерно-дугового зварювання з використанням плавкого електрода вирішується за рахунок одночасного спрямування сфокусованого лазерного випромінювання і дуги плавкого електрода в одну зварювальну ванну. При цьому струм зварювальної дуги модулюють імпульсами із частотою рівною або близькою до власної частоти коливань розплавленого об'єму зварювальної ванни. Лазерне випромінювання може бути постійним або імпульсним. В останньому випадку частота імпульсів лазерного випромінювання повинна бути кратною власній частоті коливань розплавленого об'єму зварювальної ванни. Додатково, з метою усунення можливості формування внутрішніх пор через різке закриття парогозового каналу зварювальної ванни його підтримують постійно розкритим за рахунок застосування певного зсуву фаз модульованого лазерного випромінювання і зварювального струму електричної дуги. Крім цього, для покращення формування верхнього валика підсилення

шву підбирають певне співвідношення рівня енергій, які вводяться в процесі зварювання лазерною та дуговою складовими.

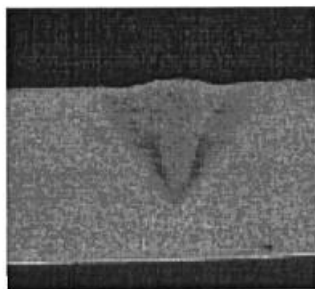
- Приклад результату застосування запропонованого способу лазерно-дугового зварювання наведено на кресленні. Показано структуру дугового (фіг.1), лазерного (фіг.2) і лазерно-дугового (фіг.3) проварів, виконаних у сталі 09Г2С товщиною 6 мм. Провар, показаний на кресленні, а, виконували дугою плавкого електрода із постійним зварювальним струмом  $I=200$  А при напрузі  $U=19$  В і швидкості  $V=30$  м/год. Провар, показаний на кресленні, б, виконували неперервним випромінюванням  $\text{CO}_2$ -лазера із потужністю  $P = 2,5$  кВт, заглибленням фокусу  $\Delta F = -2$  мм і швидкістю  $V=42$  м/год. Провар, показаний на кресленні, в, виконували лазерно-дуговим способом із тими ж режимами, що й лазерний провар. Режим для дуги плавкого електрода підбирали за критерієм досягнення наскрізного провару. Було підібрано таку частоту імпульсної модуляції дуги плавкого електрода, при якій середнє значення зварювального струму становило  $I=90$  А при напрузі  $U=26$  В і швидкості  $V=42$  м/год. Як видно з цих прикладів, імпульсна модуляція зварювального струму дуги плавкого електрода із частотою рівною або близькою до власної частоти коливач розплавленого об'єму зварювальної ванни дозволяє отримувати значно більшу глибину провару у сполученні із необхідною якістю формування шву.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб лазерно-дугового зварювання з використанням плавкого електрода сталей і алюмінієвих сплавів, згідно з яким, деталі зварюють при одночасній дії лазерного випромінювання і дуги в одну зварювальну ванну у газовому захисті, який **відрізняється** тим, що струм зварювальної дуги модулюють імпульсами із частотою рівною або близькою до власної частоти коливач розплавленого об'єму зварювальної ванни.
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що застосовують імпульсне лазерне випромінювання із частотою кратною власній частоті коливач розплавленого об'єму зварювальної ванни.
3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що застосовується модуляція лазерного випромінювання і зварювального струму електричної дуги із таким зсувом фаз, який дозволяє лишати постійно розкритим парогазовий канал зварювальної ванни і усуває можливість його різкого закриття із формуванням внутрішніх пор.
4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що для покращення формування верхнього валика підсилення шву проводять підбір співвідношення рівня енергій, які вводяться в процесі зварювання лазерною та дуговою складовими.



Фіг.1



Фіг.2

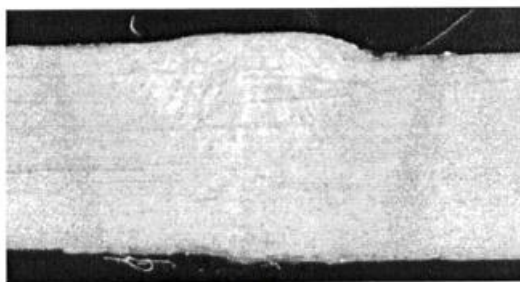


Fig.3

---

Комп'ютерна верстка І. Мироненко

---

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

---

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