



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43424 (13) C2

(51) 7 B23K9/167, B23K9/173

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ПЛАВКИМ ЕЛЕКТРОДОМ В СЕРЕДОВИЩІ ЗАХИСНИХ ГАЗІВ

(21) 98021030

(22) 26 02 1998

(24) 17 12 2001

(46) 17 12 2001, Бюл. № 11, 2001 р

(72) Патон Борис Євгенович, Лебедев Володимир Костянтинович, Шейко Павло Петрович, Жерносеков Анатолій Максимович, Шевчук Сергій Анатолійович

(73) ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ІМ. Є. О. ПАТОНА НАН УКРАЇНИ

(56) RU 2008153, C1, 28 02 94

US 4711986, 08 12 87

(57) 1 Спосіб дугового зварювання плавким електродом в середовищі захисних газів, при якому декілька одноатомних, багатоатомних газів або їх сумішей подають в зону горіння дуги імпульсами, який відрізняється тим, що частоту чергування імпульсів подачі різних газів або їх сумішей виби-

рають рівною або близькою до власної частоти коливань розплавленого об'єму зварювальної ванни

2 Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що при подачі в зону горіння дуги багатоатомних газів імпульсами, наприклад CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, через дугу синхронно з ними пропускають постійний струм, а при подачі в зону горіння дуги одноатомних газів імпульсами, наприклад Ar, He, Ne, сумішей одноатомних газів з багатоатомними, наприклад Ar+CO<sub>2</sub>, або одноатомних з одноатомними, наприклад Ar+He, через дугу синхронно з ними пропускають однополярний імпульсний струм, накладений на базовий струм горіння дуги

3 Спосіб за пп. 1 і 2, який відрізняється тим, що співвідношення теплопровідності газів або сумішей газів, які подають в зону горіння дуги, при температурі стовпа дуги знаходиться в межах 2,5-30

Вінахід відноситься до області технології дугового зварювання плавким електродом в середовищі захисних газів і може бути використаний у різноманітних галузях промисловості

Відомі способи дугового зварювання плавким електродом, при яких в якості захисного середовища використовують одноатомні, двоатомні гази, або їх суміші. При цьому вказані гази або суміші газів подають в зону горіння дуги безперервно. Застосування одноатомних газів дає можливість отримувати стабільні, просторово стійкі зварювальні дуги. Проте з технологічної точки зору застосування їх обмежено. Наприклад, при зварюванні низьколегованих сталей, шви, зварені у чистому аргоні, зазнають пороутворення. Двоатомні гази дешеві у виробництві і дають досить гарний захист металу зварювальної ванни. Але перенос електродного металу при використанні їх ускладнений, значні витрати на розбризкування металу і очищення зварних з'єднань від набризканих приварених крапель.

Широке застосування в останні роки у зварювальному виробництві газових сумішей зумовлено такими їх перевагами, як зменшення розбризкування електродного металу, поліпшення зовнішнього вигляду зварного з'єднання, підвищення механічних властивостей зварних конструкцій,

зменшення виділень зварювальних аерозолів. Але, незважаючи на це, як і раніше залишаються не вирішеними питання зварювання малих товщин, забезпечення у зоні дуги однорідності газових сумішей, а також велика собівартість змішувачів і деяких дефіцитних газів. Не вдається досягти управління глибиною і формою провару по усій довжині шва, а також збільшити механічні показники зварних з'єднань, особливо в тяжких кліматичних умовах і при знакоперемінних навантаженнях.

Найбільш близьким до заявляемого способу зварювання є спосіб зварювання по авторському свідоцтву В 23 К 9/16 N 1816596 А1 від 23 05 93. Зварювання виконується імпульсною дугою в середовищі захисних газів з використанням плавкого або неплавкого електроду.

В процесі зварювання у зону дуги синхронно з імпульсами струму та напруги по черзі подають різні захисні гази та їх суміші, чи один газ, чи суміш одного складу з різною швидкістю, що забезпечує накладання на дугу додаткових імпульсів струму і напруги. Зміна газового середовища здійснюється з частотою, кратною частоті основних імпульсів струму, але не менше, чим у 2 рази меншої частоти імпульсів струму.

При зміні газового середовища почерговою подачкою різних газів між імпульсами подачі газів

подають суміш цих газів, а співвідношення компонентів у суміші змінюють від 0 до 100 % кількості газу, який подається у кожному наступному імпульсі. При цьому тривалість подачі суміші обмежують періодом змінення струму.

При змінненні газового середовища по черговою подачею сумішей двох газів вміст кожного газу змінюють від 0 до 100 % і навпаки за період наступного імпульсу.

Описаний вище винахід дозволяє підвищити стабільність горіння дуги, збільшити її проплавляючу здатність, зменшити розміри крапель електродного металу. В той же час не завжди вдається забезпечити якісне формування швів, в особливості на форсованих режимах, управління проваром, а також досягти зниження розбризкування при зварюванні низьколегованих сталей.

Основною метою даного винаходу є удосконалення існуючого способу зварювання шляхом електродом в середовищі захисних газів шляхом вибору оптимальної частоти подачі імпульсів газів та синхронної зміни роду зварювального струму, а також вибору комбінації захисних газів з різними тепловими і електричними властивостями, що дозволяє покращити якість зварних з'єднань, зменшити кількість і різновидність дефектів в них, зменшити розбризкування електродного металу і забризкування зварних конструкцій, підвищити їх механічні властивості, поліпшити товарний вигляд з'єднань, а також зменшити вартість зварювальних робіт.

Поставлена мета досягається тим, що в запропонованому способі дугового зварювання плавким електродом в середовищі захисних газів, при якому декілька одноатомних, багатоатомних газів чи їх сумішей подають в зону горіння дуги імпульсами, частоту чередування яких вибирають рівною або близькою власній частоті коливань розплавленого об'єму ванни. Синхронно з цими імпульсами газів змінюють протікаючий через дугу струм. При цьому, при подачі багатоатомних газів, наприклад,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$  та ін., через дугу пропускають постійний струм, а при подачі одноатомних газів, наприклад,  $\text{Ar}$ ,  $\text{He}$ ,  $\text{Ne}$  та ін., сумішей одноатомних з багатоатомними газами, наприклад,  $\text{Ar}+\text{CO}_2$ , або одноатомних з одноатомними, наприклад,  $\text{Ar}+\text{He}$ , через дугу пропускають імпульсний струм, накладений на базовий струм горіння дуги. Крім того, комбінації роду і складу подаваних по черзі в зону горіння зварювальної дуги газів або сумішей газів вибирають так, щоб відношення їх теплопровідностей при температурі стовба дуги знаходились в границях 2,5 - 30.

При такому здійсненні процесу зварювання періодично виникаюча переміна захисного газового середовища викликає періодичну зміну тепло- і електропровідності плазми дуги з частотами, близькими до власних частот коливань розплавленого об'єму зварювальної ванни, що разом з синхронною модуляцією при цьому зварювального струму сприяє виникненню резонансних явищ в усьому об'ємі розплаву зварювальної ванни. При цьому в усьому об'ємі металу зварювальної ванни виникають інтенсивні коливання, амплітуда яких різко збільшується. За рахунок енергії вказаних резонансних коливань і пульсуючого тиску дуги відбувається інтенсивний рух всього розплавленого

металу зварювальної ванни, перемішування його, подрібнення кристалів, виведення з металу шва різних дефектів. Досягається активний вплив на процеси кристалізації, зменшення часу перегріву розплаву і теплоукладання в зону термічного впливу. Інтенсифікація масо- і теплообміну у ванні знижує градієнт температур у напрямку кристалізації і сприяє виникненню дрібнозернистої структурної складової. У таблиці 1 приведено змінення глибини провару і твердості (по Віккерсу) металу шва в залежності від частоти чередування захисних газів  $\text{Ar}-\text{CO}_2$ . Виконували наплавки на пластини із сталі 09Г2 проволокою діаметром 1,2 мм при  $I_{\text{зв}} = 220 \text{ А}$ ,  $U_{\text{д}} = 27 \text{ В}$ . Власну частоту коливань зварювальної ванни розраховували, використовуючи модель натягнутої мембрани. Для вказаних умов зварювання вона становить 1 85 Гц. Глибину провару основного металу (Н) визначали як середнє арифметичне замірив на поперечних і продольних шліфах. Твердість дана як середнє арифметичне із п'яти вимірів. Як видно з приведених у таблиці 1 даних, при наближенні або рівності частоти чередування імпульсів захисних газів до власної частоти коливань металу зварювальної ванни, досягаються максимальні значення глибини провару і твердості металу шва, які в першу чергу визначають якість зварних з'єднань.

Крім того, чередуюча подача захисних газів з різною теплопровідністю дозволяє активно і цілеспрямовано керувати розмірами і формою зварювальної дуги, її енергетичними характеристиками, ступенем впливу на метал електроду і зварювальної ванни. При цьому синхронно змінюється вид зварювального струму, оптимальний для переносу в кожному із газів. Усе це разом призводить до змінення величин і напрямку сил, діючих на краплю, зменшуючи як розмір крапель, що переносяться через дугу, так і час знаходження їх у зоні великих температур. Це приводить до зменшення перегріву їх, а значить і вигорання легуючих елементів на стадії краплі та одержання дрібнокрапельного переносу з невеликим розбризкуванням.

Описані вище фізичні явища і технологічні особливості, що виникають при виконанні процесу зварювання по заявленому способу, формують технічні переваги його перед відомими способами зварювання в середовищі захисних газів.

Основними із них є управління процесами формування зварювальних швів, а також регулювання глибини провару зварних з'єднань. Завдяки цьому можливо одержувати шви з добрим зовнішнім виглядом та рівномірною лускатістю, забезпечити гарантований провар корневих швів, а також зварювати тонколистовий метал (фіг. 1,2). На фіг. 1 зображено зовнішній вигляд металу швів при частоті чередування імпульсів подачі газів ( $\text{Ar}-\text{CO}_2$ ) а)-1,4 Гц, б)-1,8 Гц, в)-2,8 Гц. На фіг. 2 на прикладах макрошліфів по вздовжнього розрізу швів зображено вплив на глибину провару частот чередування імпульсів подачі захисних газів а)-1,4 Гц, б)-1,8 Гц при однакових значеннях зварювального струму і швидкості зварювання. Підвищуються механічні властивості металу швів, особливо при зварюванні низьколегованих сталей при низьких температурах, шляхом отримання дрібнозернистої структурної складової - голчастого фериту (більше

50 %) У таблиці 2, на прикладі зварювання стикового з'єднання у два проходи із низьколегової сталі 09Г2С товщиною 8 мм, приведено порівняння технологічних показників запропонованого способу зварювання з традиційними - зварюванням у CO<sub>2</sub>, імпульсно-дуговим зварюванням у суміші Ar+CO<sub>2</sub>. Досягається економія в 2,5-3,0 рази дорогих захисних газів, покращення якості металу шва, зменшується на 30 % розбризкування металу

Крім того, експериментальні перевірки показали, що при виборі роду захисних газів або їх сумішей з співвідношенням їх теплопровідності в границях 2,5 - 30 теплове і світлове випромінювання зменшується у 2,0 - 2,5 рази в порівнянні із зварюванням в Ar і сумішах газів на основі Ar. Це призводить до поліпшення умов праці та зменшує зношення деталей зварювальних пальників

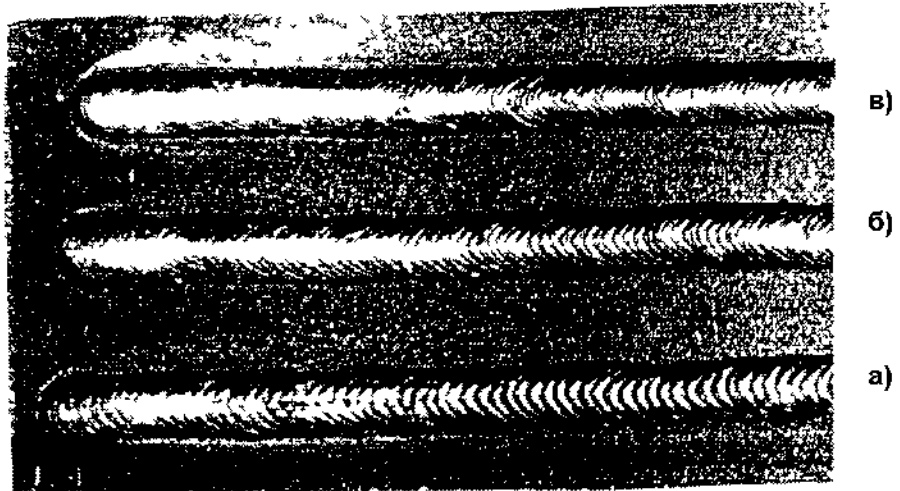
Таблиця 1

Частота чередування захисних газів f, Гц	1,4	1,8	2,8	3,6	5,0
Глибина провару H, мм	4,9	5,6	5,2	5,1	4,6
Твердість металу шва, кН/мм <sup>2</sup>	1950	2260	2120	2100	2010

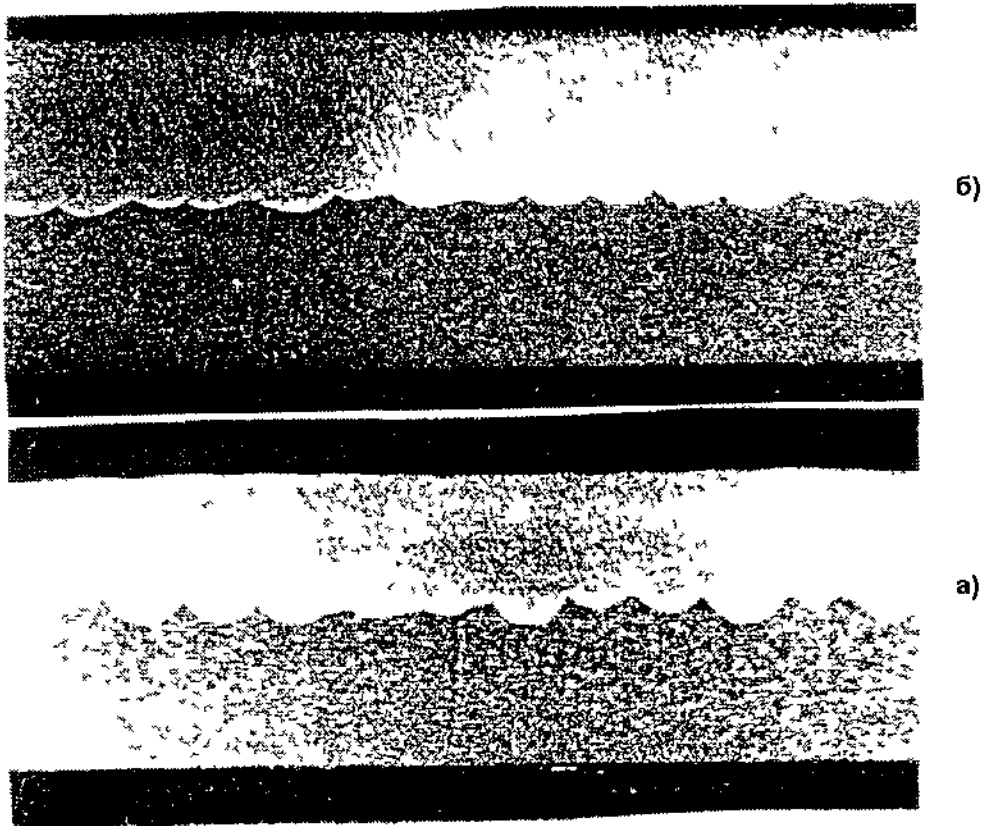
Розрахункова частота власних коливань зварювальної ванни - 1,85 Гц

Таблиця 2

Вид зварювального струму	Застосоване обладнання	Струм зварювання, А	Напруга на дузі, В	Мікроструктура металу шва	Твердість металу шва, кН/мм <sup>2</sup>	Захисний газ
Постійний	Джерело живлення ВДУ-506	200-220	28	пластинчатий ферит+ полігональний ферит	1760	CO <sub>2</sub> -100%
Імпульсний	Імпульсне джерело живлення t <sub>і</sub> =3,9 мс, F=138 Гц	220	32	пластинчатий ферит + зменшення полігонального фериту	1900	Суміш 80%Ar+ 20% CO <sub>2</sub>
Постійний/імпульсний, які чередуються	Спеціалізоване джерело живлення, пристрій чередування імпульсів газів, f=1,8 Гц	220	32	пластинчатий ферит + зменшення полігонального фериту + 60% голчастого фериту	2200	Чередування газів Ar=27% CO <sub>2</sub> =73% по об'єму, частота чередування f=1,8 Гц



Фиг. 1



Фиг. 2

---

Тираж 50 экз  
Відкрите акціонерне товариство «Патент»  
Україна 88000 м Ужгород вул Гагаріна 101  
(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03

---