

Корисна модель належить до способів зварювання дугою плавкого електрода (ДПЕ) алюмінієвих сплавів, який спрямований на підвищення продуктивності процесу за рахунок застосування катодного очищення зварюваних заготовок від оксидної плівки безпосередньо у процесі зварювання, а також збільшення глибини проплавлення за рахунок супутнього підігріву зони зварювання дугою неплавкого електрода. Корисна модель може бути застосована для зварювання конструкцій з алюмінієвих сплавів з деталей із товщиною зварюваних крайок 2...12 мм.

Відомий спосіб гібридного плазма-ДПЕ зварювання [Patent US 2015/0129560 A1: Plasma-MIG welding method and welding torch. Inventors: Yusuke Muramatsu, Katsuya Matsumoto, Jim Kitagawa, Keishi Setoda, B23K 10/02, B23K 9/29, HONDA MOTOR CO., LTD., Tokyo (JP), 14.05.2015]. Згідно з цим способом, пропонується метод плазма-ДПЕ зварювання і зварювальний пальник, які здатні зменшити розбризкування електродного металу, не покладаючись на контроль джерела живлення ДПЕ зварювання. У методі плазма-ДПЕ зварювання використовується пристрій для плазма-ДПЕ, який складається з секції плазмового пальника, яка включає плазмове сопло та плазмовий електрод, і секції пальника ДПЕ, який містить наконечник ДПЕ і зварювальний дріт. Секція плазмового пальника і факел ДПЕ зварювання розташовані так, щоб вони були повернені в різні боки на заданій відстані один від одного. Спосіб плазма-ДПЕ зварювання характеризується тим, що плазмове дуга створюється таким чином, щоб локально перекриватися з кінцевою частиною зварювального дроту, і в стані, в якому сприяє розплавленню зварювального дроту, зварювання ДПЕ виконується без короткого замикання між деталлю та кінцем зварювального дроту, який є плавким електродом.

Недоліком відомого способу є зменшення потужності зварювання ДПЕ через усунення короткого замикання між деталлю та кінцем зварювального дроту, який є плавким електродом, що призводить до зменшення глибини проплавлення при зварюванні.

Найбільш близьким за технічною суттю (найближчий аналог) до корисної моделі є спосіб ДПЕ-плазмового зварювання [Patent US 7,235,758 B2: MIG-plasma welding. Inventors: Georgiy Ignatchenko, Igor Dykhno, B23K 9/08, Plasma Laser Technologies Ltd., Yokneam (Israel), 26.06.2007]. Згідно з цим способом, використовують зварювальну систему, яка складається з комбінованого пальника, який включає в себе плавкий електрод і неплавкий електрод, розташовані так, що їхні відповідні осі утворюють гострий кут і так, що дуги, які ініціюються електродами, перетинають площину деталі, що зварюється, у визначеній точці зіткнення на відстані D, і магнітного механізму, з'єднаного з пальником і використовуюваного для контролю відстані D під час зварювання. Магнітний механізм може являти собою магнітний екран, встановлений між електродами, або окремих магнітний пристрій, наприклад постійний магніт або електромагніт.

В основу корисної моделі поставлена задача створення способу ДПЕ зварювання алюмінієвих сплавів із очищенням та підігрівом стисненою плазмовою / відкритою дугою неплавкого електрода зварюваних деталей із товщиною крайок 2...12 мм, який дозволяє підвищити продуктивність виготовлення алюмінієвих конструкцій за рахунок застосування катодного очищення зварюваних заготовок від оксидної плівки безпосередньо у процесі зварювання, а також збільшення глибини проплавлення за рахунок супутнього підігріву зони зварювання дугою неплавкого електрода.

Поставлена задача створення способу ДПЕ зварювання алюмінієвих сплавів із очищенням та підігрівом стисненою плазмовою/відкритою дугою неплавкого електрода зварюваних деталей вирішується тим, що у способі зварювання дугою плавкого електрода алюмінієвих сплавів із очищенням та підігрівом стисненою плазмовою/відкритою дугою неплавкого електрода, згідно з яким використовують зварювальну систему, що включає комбінований пальник, який містить плавкий електрод і неплавкий електрод, розташовані так, що їхні відповідні осі утворюють гострий кут і так, що дуги, які ініціюють електроди, перетинають площину виробу, що зварюють, у визначених точках зіткнення на відстані D одна від одної, і магнітного механізму, з'єднаного з пальником, згідно з корисною моделлю, вибирають відстань D, що виключає безпосередню взаємодію дуг плавкого і неплавкого електродів, дугу неплавкого електрода розташовують спереду по ходу зварювання, яка під дією магнітного поля виконує поперечні напрямку зварювання коливання із амплітудою 0...10 мм і частотою 10...1000 Гц і забезпечує попереднє очищення поверхні алюмінієвого сплаву від оксидної плівки на його поверхні та водночас здійснює супутній підігрів цієї поверхні; дугу плавкого електрода розташовують позаду по ходу зварювання, яка під дією магнітного поля виконує позаддовжні напрямку зварювання коливання із амплітудою 0...10 мм і частотою 10...100 Гц і забезпечує безпосереднє зварювання виробу.

З обох боків частини комбінованого пальника, яка містить неплавкий електрод, розташовують полюси постійного електромагніту так, щоб електромагнітне поле різнополярного струму дуги неплавкого електрода з частотою 10...1000 Гц притягувало і відштовхувало електричну дугу із аналогічною частотою, при цьому сила струму прямої полярності становить 3...30 А, а зворотної полярності - 5...50 А.

В зоні мундштука плавкого електрода спереду і позаду розташовують полюси перемінного електромагніту так, щоб при їх послідовному переключенні забезпечити позаддовжні напрямку зварювання коливання дуги плавкого електрода із амплітудою 0...10 мм і частотою 10...100 Гц, при

цьому струм дуги плавкого електрода є уніполярним, має частоту 300...3000 Гц і становить 50...500 А.

Вплив дуг неплавкого і плавкого електродів на виріб, що зварюють, здійснюють у захисті інертного газу Аг, інертного газу Не або їх суміші при витратах від 5 до 100 л/хв.

Застосовують дугу неплавкого електрода, яка може бути як відкритою, так і стисненою у разі плазмового процесу.

Суть корисної моделі пояснюють креслення на фіг. 1, 2.

На фіг. 1 наведено схему комбінованого пальника, у якому плазмотрон (або дуговий пальник з неплавким електродом) 1 і пальник ДПЕ 2 об'єднані у спільному корпусі 3. Осі плазмотрона (або дугового пальника з неплавким електродом) 1 і пальника ДПЕ 2 утворюють гострий кут так, що дуги, які ініціюють їх електроди, перетинають площину виробу 4, що зварюється, у певних точках на відстані D одна від одної. Першим по ходу зварювання розташований плазмотрон (або дуговий пальник з неплавким електродом) 1, а спільний корпус 3 через штуцер 5 заповнюється захисним газом (аргоном). Плазмотрон (або дуговий пальник з неплавким електродом) 1 і пальник ДПЕ 2 охоплюються одним розрізним кільцевим електромагнітом - відповідно, позиції 6 і 7 на фіг. 2. Полюси цих електромагнітів спрямовані так, щоб електрична дуга знаходилася безпосередньо між ними. Це зроблено для зменшення сили зовнішньої (розсіяної навколо) частини магнітного поля. Електромагніт 6 забезпечує постійне магнітне поле, оскільки плазмотрон (або дуговий пальник з неплавким електродом) 1 генерує електричну дугу із різнополярними імпульсами частотою 10...1000 Гц. Електромагніт 7 забезпечує змінне магнітне поле, оскільки плазмотрон (або дуговий пальник з неплавким електродом) 1 генерує уніполярну електричну дугу.

Функціонування пропонованого пристрою відбувається наступним чином. На обмотку електромагніту 6 подається постійний струм. На обмотку електромагніту 7, за необхідності, подається змінний струм частотою 10...100 Гц. Після включення дуги різнополярного струму неплавкого електрода плазмотрона (або дугового пальника з неплавким електродом) 1, ця дуга починає відхилятися і притягуватися відносно полюсів магніту із частотою, що дорівнює частоті її власного струму. Амплітуда відхилень регулюється силою магнітного поля $B=0...8$ мТл в межах $A=0...10$ мм. Після включення дуги постійного струму пальника ДПЕ 2 у разі вимкненого електромагніту 7 відбувається звичайне ДПЕ зварювання, а у разі включення електромагніту 7 - відбувається ДПЕ зварювання із скануванням дуги вздовж напрямку зварювання залежно від сили магнітного поля $B=0...8$ мТл в межах $A=0...10$ мм. Відстань між осями плазмотрона (або дугового пальника з неплавким електродом) 1 і пальника ДПЕ 2 вибирається в межах 20...80 мм так, щоб мінімізувати або повністю виключити вплив магнітного поля електромагніту 6 на дугу пальника ДПЕ 2 і магнітного поля електромагніту 7 на дугу плазмотрона (або дугового пальника з неплавким електродом) 1.

Поперечні напрямку зварювання коливання дуги плазмотрона (або дугового пальника з неплавким електродом) 1 сприяють розширенню зони очищення від окисної плівки крайок виробу 4 з алюмінієвого сплаву, що зварюють. Спільний корпус 3, заповнений аргонем, захищає очищену зону від утворення нової окисної плівки. Дуга плавкого електрода пальника ДПЕ 2 здійснює зварювання стика виробу 4 за один або більше проходів. За умови включення електромагніту 7 і здійснення поздовжніх коливань дуги плавкого електрода пальника ДПЕ 2 глибина проплавлення може бути збільшена або може бути збільшена кількість розплавленого металу, що заповнює розробку зварюваних крайок виробу 4. Останнє зменшує необхідну кількість проходів для зварювання стика. Наприклад, зварювання крайок товщиною 10...12 мм можна здійснити за один прохід, а не за два (як у варіанті зварювання за способом - найближчим аналогом).

Для перевірки ефективності запропонованого способу виконували зварювання зразків алюмінієвого сплаву 5083 розміром 400×100×6 мм (див. таблицю). Порівнювали комбіноване ДПЕ-плазма зварювання за способом - найближчим аналогом і за пропонованим способом. В обох випадках у комбінованому пальнику попереду розташовували плазмовий пальник, який здійснював очищення зварюваних крайок від окисної плавки у режимі генерації різнополярних імпульсів із частотою 300 Гц (сила струму прямої полярності 30 А, зворотної - 50 А). Позаду, на відстані D=60 мм, встановлювали ДПЕ-пальник, який здійснював зварювання очищених крайок без розробки уніполярним струмом частотою 3000 Гц (зварювальний струм 260 А із підставкою постійного струму 100 А, напруга на дузі порядку 24 В). Швидкість зварювання становила 600 мм/хв.

Спочатку було виконано порівняння плазмового очищення поверхні зразка сплаву 5083 від окисної плівки. У разі очищення за способом - найближчим аналогом і за пропонованим способом без сканування, ширина доріжок очищення була приблизно однаковою і становила 6...8 мм (фіг. 3а). У разі очищення за пропонованим способом із скануванням, ширина доріжок очищення становила 12...16 мм (фіг. 3б).

Після цього за пропонованим способом було виконано плазмове очищення поверхні зразка сплаву 5083 від окисної плівки із поперечним скануванням плазмової дуги, а також виконано наплавочний шов ДПЕ-дугою із попереднім очищенням плазмовою дугою із скануванням обох дуг (фіг. 4). Такий експеримент показав, що ширина зони плазмового очищення є більшою за ширину шва ДПЕ зварювання із повздовжнім скануванням дуги.

Наступним кроком було порівняння формування швів, виконаних за способом - найближчим аналогом (фіг. 5а) і за пропонованим способом (фіг. 5б). Таке порівняння показало, що через високу швидкість зварювання при формуванні шва за способом - найближчим аналогом з обох боків валика підсилення утворюються підрізи. При формуванні шва за пропонованим способом цей дефект усувається через позовжнє сканування ДПЕ-дуги.

Спроби зварювання зразків зі сплаву 5083 товщиною 10 мм із Y-подібною розробкою крайок показали, що у разі застосування способу - найближчого аналога із швидкістю зварювання 500 мм/хв для задовільного формування шва знадобилося виконувати два проходи. У разі застосування пропонованого способу для задовільного формування шва із тим же зварювальним струмом знадобився один прохід зі швидкістю 350 мм/хв.

Таким чином, запропонований спосіб ДПЕ зварювання алюмінієвих сплавів із очищенням та підігрівом стисненою (плазмовою)/відкритою дугою неплавкого електрода дозволяє збільшити продуктивність на - 30 % порівняно з існуючим способом - найближчим аналогом. Крім цього, запропонований спосіб зварювання дозволяє покращити формування швів і усунути дефекти типу підрізів, що можуть виникати при застосуванні способу - найближчого аналога.

Таблиця

Параметри режимів очищення відкритою дугою неплавкого електрода і ДПЕ зварювання встик пластин алюмінієвого сплаву 5083 розміром 400×100×6 мм

Очищення відкритою дугою неплавкого електрода				ДПЕ зварювання			Швидкість зварювання, мм/хв
Струм прямої полярності, А	Струм зворотної полярності, А	Частота імпульсів струму, Гц	Напруга на дузі, В	Зварювальний струм зворотної полярності, А	Швидкість подачі дроту (01,2 мм), мм/хв	Напруга на дузі, В	
30	50	300	20	260	12	24	600

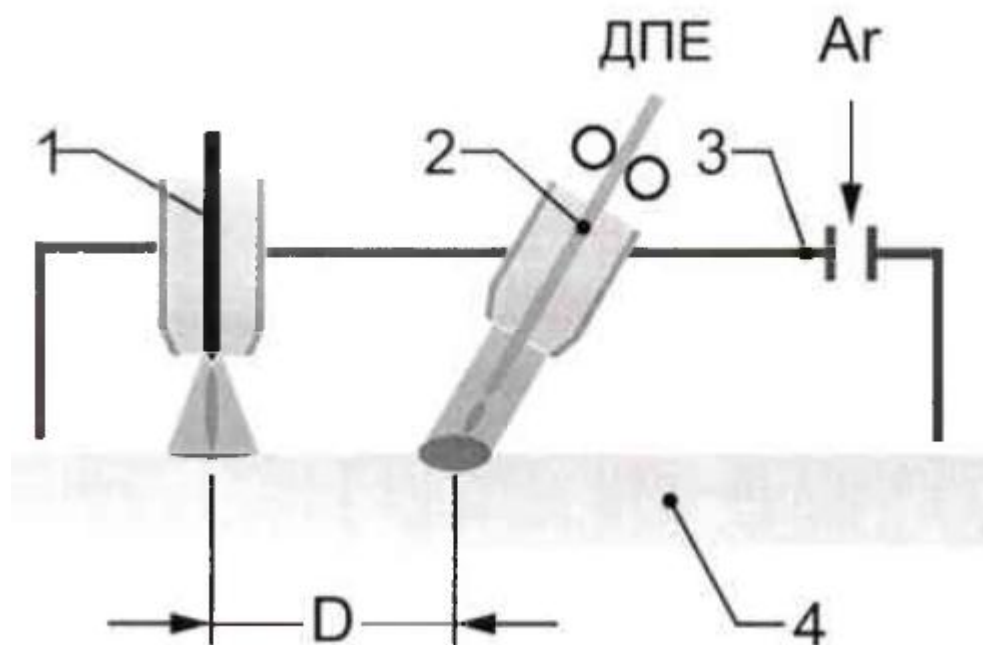


Fig. 1

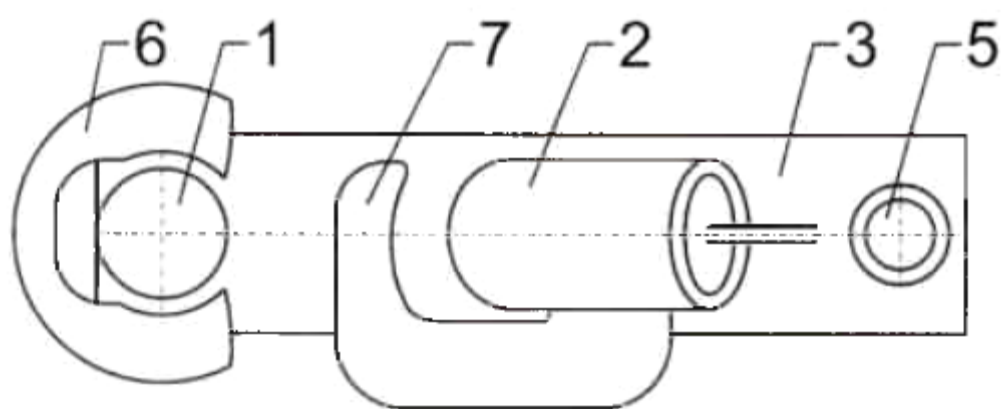


Fig. 2

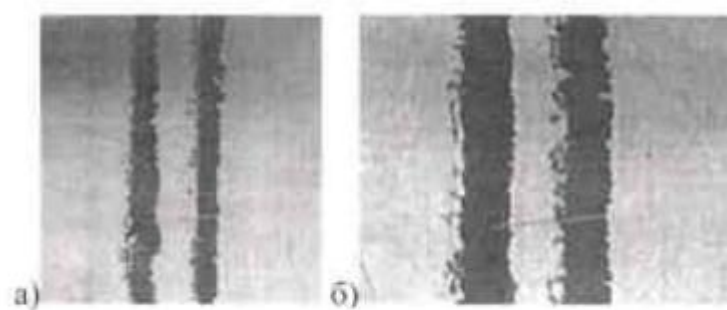


Fig. 3

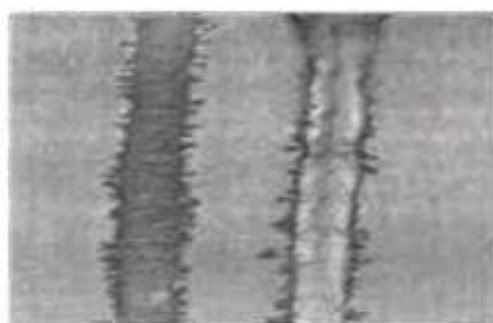


Fig. 4

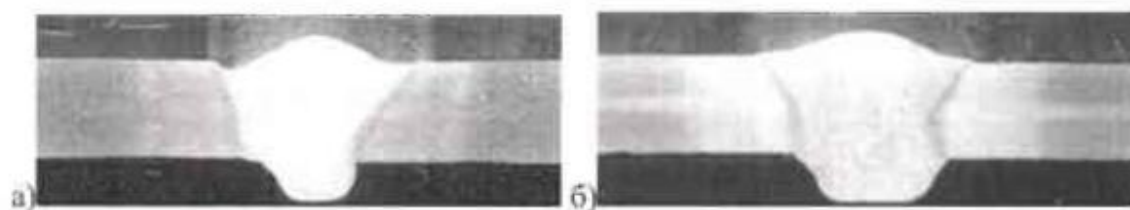


Fig. 5