



УКРАЇНА

(19) UA (11) 18209 (13) U
(51) МПК (2006)
B23K 31/02МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЗВАРЮВАННЯ

1

(21) а200506854

(22) 11.07.2005

(24) 15.11.2006

(46) 15.11.2006, Бюл. № 11, 2006 р.

(72) Щетинін Сергій Вікторович

(73) ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ(57) Спосіб електромагнітного зварювання, при
якому з'єднання крайок здійснюють за рахунок
виникнення електромагнітних сил тяжіння внаслідок
пропущення по розташованих під гострим ку-
том крайках постійного струму однакового напрям-
ку і прикладання механічного тиску, який відріз-

2

відрізняється тим, що у процесі пропущення
струму крайки пластично деформують із швидкіс-
тю, величину якої вибирають залежно від товщини
металу, зварювального струму і механічного тиску
відповідно до виразу:

$$V = (9 - 10) \cdot 10^7 \frac{\delta}{IP}, \text{ м/с,}$$

де δ - товщина металу, мм,I - зварювальний струм, що протікає по крайках,
А,

P - механічний тиск, МПа.

Корисна модель відноситься до області зварювання і може бути використана при зварюванні стикових з'єднань, штрипс, виготовленні труб для нафто- і газопровідних магістралей, у нафтохімічному і важкому машинобудуванні.

Електромагнітне зварювання засноване на створенні зварного з'єднання за рахунок виникнення міжатомних сил зв'язків при зближенні атомів на міжатомну відстань за допомогою електромагнітного поля. При пропущенні по зварювальним крайкам постійного струму однакового напрямку створюється електромагнітне поле, під дією якого виникають електромагнітні сили притягнення, які забезпечують зближення атомів на міжатомну відстань. Однак для зближення атомів на міжатомну відстань і забезпечення міцного зварного з'єднання необхідно підвищувати струм, що обмежено потужністю джерела живлення і нагрівом струмоведучих кабелів. Тому необхідно поліпшувати якість зварних з'єднань за рахунок підвищення електромагнітного поля при постійній величині струму.

Всі існуючі способи створення міцного зварного з'єднання засновані на збільшенні електромагнітного тиску за рахунок підвищення величини зварювального струму.

Відомий спосіб електромагнітного зварювання [1], при якому з'єднання крайок здійснюється за рахунок виникнення електромагнітних сил тяжіння

внаслідок пропущення по крайках постійного струму однакового напрямку величиною

$$I \geq 2 \cdot 10^{10} S \delta, \text{ А,}$$

де S - величина зазору між стикуємими
крайками не більш $4 \cdot 10^{-4}$ м;

l - довжина стикуємих крайок, м;

 δ - товщина металу, що зварюється, м.

Однак розташування стикуємих крайок паралельно в безпосередньому контакті по всій довжині значно зменшує електромагнітний тиск, унаслідок збільшення площі, підвищує величину струму, необхідного для створення міцного зварного з'єднання, енергоємність процесу і знижує якість зварювання.

Відомий узятий за прототип спосіб електромагнітного зварювання [2] при якому з'єднання крайок здійснюється за рахунок виникнення електромагнітних сил тяжіння внаслідок пропущення по крайках постійного струму однакового напрямку, а крайки, які стикують, розташовують на початку стику в щільному контакті під гострим кутом, величину якого вибирають залежно від величини зварювального струму відповідно до виразу:

$$\alpha = (2,5 - 3,0) \cdot 10^{-5} I, \text{ град,}$$

де I - величина зварювального струму, що протікає по крайках.

Однак для створення міцного зварного з'єднання необхідно використовувати постійний струм

(13) U

(11) 18209

(19) UA

великої величини, що підвищує енергоємність процесу.

В основу корисної моделі поставлена задача розробити спосіб електромагнітного зварювання, у якому за рахунок здійснення нових дій забезпечується зближення атомів стикуйомих поверхонь, збільшення електромагнітного тиску, зниження енергоємності процесу, підвищення продуктивності, механічних властивостей і якості зварних з'єднань.

Поставлена задача зважується за рахунок того, що при електромагнітному зварюванні, при якому з'єднання крайок здійснюється за рахунок виникнення електромагнітних сил тяжіння внаслідок пропущення по розташованим під гострим кутом крайках постійного струму однакового напрямку і прикладання механічного тиску, відповідно до винаходу, у процесі пропущення струму крайки пластично деформують із швидкістю, величину якої вибирають залежно від товщини металу, зварювального струму і механічного тиску відповідно до виразу:

$$V = (9 - 10) \cdot 10^7 \frac{\delta}{IP}, \text{ м/с,}$$

де δ - товщина металу, мм;

I - зварювальний струм, що протікає по крайках, А.

P - механічний тиск, МПа.

Пластична деформація крайок у процесі пропущення струму із швидкістю у заявленому співвідношенні з товщиною металу, зварювальним струмом і механічним тиском забезпечує виникнення нового ефекту різкого зростання електромагнітного поля зварювального струму, електромагнітного тиску, зниження енергоємності процесу та підвищення механічних властивостей зварних з'єднань. Пластична деформація крайок з підвищеною швидкістю приводить до індукції струму, величина якого прямо пропорційна швидкості аналогічно зростання струму індукції при зростанні швидкості зміни магнітного потоку. Індукція електромагнітного поля різко зростає відповідно принципу суперпозиції, згідно якому магнітне поле, яке створюється кількома струмами, рівняється сумі магнітних полів, створених кожним струмом роздільно. Внаслідок зростання індукції струму зростає електромагнітне поле і в квадратичній залежності від індукції електромагнітний тиск, який забезпечує зближення атомів на міжатомну відстань і виникнення міжатомних сил зв'язку, природа яких електромагнітна. Під дією електромагнітного тиску стикуйомі крайки з'єднуються і забезпечується зниження зварювального струму та підвищення механічних властивостей зварних з'єднань. Крім того, пластична деформація збільшує площу контакту стикуйомих поверхонь і міжатомні сили зв'язку, що забезпечує підвищення механічних властивостей зварних з'єднань. Спочатку атоми поверхонь зближуються на міжатомну відстань в місті виступів, що зменшує площу контакту і посилює електромагнітний тиск. Потім внаслідок зближення атомів на міжатомну відстань зростає пінець ефект і електромагнітна індукція, величина якої прямо пропорційна величині струму і навпаки про-

порційна відстані між атомами. В квадратичній залежності зростає електромагнітний тиск, який в співкупі з механічним тиском забезпечує пластичну деформацію і зближення атомів на міжатомну відстань в місті впадин. Ефект індукції струму у процесі пластичної деформації в електромагнітному полі і значного зростання поля дозволяє значно знизити величину зварювального струму, знизити енергоємність процесу і підвищити механічні властивості зварних з'єднань.

Пропонований винахід заснований на ефективному способі впливу на якість зварних з'єднань за рахунок регулювання електромагнітних сил і електромагнітного тиску зварювального струму шляхом пластичної деформації крайок із підвищеною швидкістю. Отже, даний спосіб виявляє свої особливості - збільшення електромагнітних сил і електромагнітного тиску тяжіння тільки за певних дій, а саме, за рахунок пластичної деформації крайок із швидкістю у залежності від товщини металу, зварювального струму і механічного тиску

$$V = (9 - 10) \cdot 10^7 \frac{\delta}{IP}, \text{ м/с. Виходить, ці умови є істо-}$$

тними. А пластична деформація крайок із швидкістю у заявленій закономірності від товщини металу, зварювального струму і механічного тиску забезпечує підвищення електромагнітного тиску, зниження енергоємності процесу, підвищення продуктивності, механічних властивостей і якості зварних з'єднань.

При пластичній деформації: крайок із швидкістю величиною менше $9 \cdot 10^7 \frac{\delta}{IP}$ електромагнітне поле та електромагнітний тиск тяжіння посилюються недостатньо, тому для створення якісного зварного з'єднання необхідно використовувати великий струм, що підвищує енергоємність процесу електромагнітного зварювання.

При пластичній деформації крайок із швидкістю величиною більше $10 \cdot 10^7 \frac{\delta}{IP}$ електромагнітне поле та електромагнітний тиск тяжіння зростають настільки, що на поверхні стикуйомих крайок виникає ґрат, який необхідно зачищати. Це підвищує трудоемність і собівартість процесу зварювання.

Спосіб електромагнітного зварювання здійснюється в такий спосіб. Роблять підготовку стикуйомих крайок і розташовують крайки під гострим кутом. До зібраного металу здійснюють струмопідвід і пропускають по розташованим під гострим кутом крайках постійний струм однакового напрямку. При пропущенні струму прикладають механічний тиск і крайки пластично деформують із швидкістю у залежності

$$V = (9 - 10) \cdot 10^7 \frac{\delta}{IP}, \text{ м/с,}$$

Приклад. Вироблялося електромагнітне зварювання металу із сталі Ст.3 1x100x1000мм шляхом розміщення крайок під гострим кутом, пропущення постійного струму однакового напрямку, додатка механічного тиску і пластичної деформації зі швидкістю різної величини. Як джерело живлення використовували випрямляч ВМГ-5000. Струмопідвід здійснювався до двох пластин. Результа-

ти проведених досліджень впливу величини швидкості пластичної деформації крайок на енергоємність процесу, продуктивність, механічні властиво-

сті і якість зварних з'єднань представлені в таблиці.

Спосіб	Тимчасовий опір, МПа	Відносне подовження, %	Ударна в'язкість кДж/м ²	Продуктивність, с	Потужність, кВт
Відомий Пат54853А	480	30	140	60,0	250,0
Пропонований					
Величина швидкості пластичної деформації					
$V=8,0 \cdot 10^7 \frac{\delta}{lP}$ (53 м/с)	490	31	150	30,0	200
$V=11 \cdot 10^7 \frac{\delta}{lP}$ (73 м/с)	500	32	160	30,0	200
$V=9,0 \cdot 10^7 \frac{\delta}{lP}$ (59 м/с)	520	33	170	30,0	200
$V=10 \cdot 10^7 \frac{\delta}{lP}$ (67 м/с)	520	33	170	30,0	200

Іспити механічних властивостей виробляли згідно ДОСТ 6996-94.

У результаті проведених досліджень установлено, що пластична деформація крайок із швидкістю, величину якої вибирають в залежності від товщини металу, зварювального струму і механічного тиску $V = (9 - 10) \cdot 10^7 \frac{\delta}{lP}$, м/с, є оптимальним. Використання пропонованого способу в порівнянні з існуючими забезпечує наступні переваги:

- зростання електромагнітного поля зварювального струму внаслідок пластичної деформації і індукції струму;
- підвищення індукції внаслідок принципу суперпозиції й у квадратичній залежності електромагнітного тиску притягнення, під дією якого забезпечується зближення атомів на міжатомну відстань;
- якісне формування і поліпшення механічних властивостей зварних з'єднань;

- зниження витрати електроенергії й енергоємності процесу за рахунок зниження величини струму;

- підвищення продуктивності за рахунок збільшення швидкості процесу електромагнітного зварювання.

Упровадження пропонованого способу при зварюванні штрипсів у процесі виготовлення труб малого діаметра дозволяє забезпечити якісне формування зварних швів, зниження енергоємності процесу і собівартості, зменшення кількості відбракованих труб і збільшення виходу придатного.

Література

1. Пат.1706814 РФ, МКИ В 23 К 31/02. Способ сварки/В.И. Щетинина, С.В. Щетинин.
2. Пат.54853А, Україна, МКИ В 23 К 31/02. Спосіб електромагнітного зварювання / С.В. Щетинін.