



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 53060

(13) A

(51) 7 B23K33/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ  
ВЛАСНИКА  
ПАТЕНТУ

(54) СПОСІБ ЗМЕНШЕННЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ДЕФОРМАЦІЙ ТА НАПРУГ

1

2

(21) 2002021512

(22) 25 02 2002

(24) 15 01 2003

(46) 15 01 2003, Бюл. № 1, 2003 р.

(72) Гедрович Анатолій Іванович, Гальцов Ігор  
Олександрович, Друзь Олег Миколайович(73) СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ(57) Спосіб зменшення зварювальних деформацій  
та напруг, при якому у виробі, за зварювальною  
ванною, створюють градієнт температур по попе-  
речному перерізу зварного з'єднання в напрямку,

нормальному від осі шва, шляхом охолодження  
шва в процесі зварювання до повного охолоджен-  
ня виробу в поперечному перерізі, а крайки виробу  
перед зварюванням закріплюють по границях зони  
пластичних деформацій, який відрізняється тим,  
що охолодження ділянки зони впливу виконують у  
межах від лінії сплавлення шва з основним мета-  
лом до притискачів, які встановлюються на відста-  
ні L від шва, яка визначається необхідністю усу-  
нення деформації з'єднання з площини (кутової  
деформації)

Винахід відноситься до зварювального вироб-  
ництва, а саме до способів усунення зварюваль-  
них напруг і деформацій і може бути використаний  
в різних галузях машинобудування при зварюван-  
ні

Відомо спосіб зменшення зварювальних де-  
формацій, при якому у виробі після зварювання  
створюють градієнт температур шляхом глибокого  
охолодження шва й біляшовної зони з одночасним  
нагріванням сусідніх з біляшовною зоною ділянок,  
(див. А.С. СРСР №1489560, МПК B23K528/00,  
опубл. 05.05.75р. Бюл. №17)

Недоліком цього способу є складність його ре-  
алізації і необхідність додаткових витрат енергії  
для нагрівання прилягаючих до охолоджуваної  
зони ділянок і глибокого охолодження шва

Найбільш близьким до запропонованого вина-  
ходу є спосіб зменшення зварювальних деформа-  
цій і напруг, переважно при зварюванні елементів  
малих товщин, при якому у виробі, позаду зварю-  
вальної ванни, створюють градієнт температур по  
поперечному перерізі звареного з'єднання в на-  
прямку нормальному від осі шва, шляхом охоло-  
дження шва в процесі зварювання до повного охо-  
дження виробу в поперечному перерізі, а крайки  
виробу перед зварюванням закріплюють по грани-  
цях зони пластичних деформацій (див. А.С. СРСР  
№1729720A1, МПК B23K28/02, опубл. 30.04.92р.  
Бюл. №16) - обраний за прототип

Недоліком відомого способу є те, що для його  
здійснення потрібно охолодження зварного шва,

великої потужності в процесі зварювання до пов-  
ного охолодження виробу з одночасним закріп-  
ленням листів по границях зони пластичних дефо-  
рмацій, що приводить до високих швидкостей  
охолодження металу шва, утворенню небажаних  
гартівних структур, появи крихкого руйнування і  
кутових деформацій (деформацій із площини)

В основу винаходу поставлено задачу удоско-  
налення способу зменшення зварювальних дефо-  
рмацій і напруг, що виникають після зварювання,  
шляхом охолодження ділянки зони термічного  
впливу в межах від лінії сплавлення шва з основ-  
ним металом до притискачів, що приведе до зни-  
ження пластичної деформації в зоні термічного  
впливу, зменшення появи гартівних структур і кри-  
хкого руйнування

Поставлена задача досягається тим, що в  
спосіб зменшення зварювальних деформацій і  
напруг, при якому у виробі, позаду зварювальної  
ванни, створюють градієнт температур по попе-  
речному перерізі звареного з'єднання в напрямку  
нормальному від осі шва шляхом охолодження  
шва в процесі зварювання до повного охолоджен-  
ня виробу в поперечному перерізі, а крайки виробу  
перед зварюванням закріплюють по границях зони  
пластичних деформацій, відповідно до винаходу, у  
виробі охолодження зони термічного впливу по  
обох сторонах від шва здійснюють з обмеженням  
ширини ділянки охолодження в межах від лінії  
сплавлення шва з основним металом (температу-  
ра < Tпл) до притискачів, що перед зварюванням

(13) A

(11) 53060

(19) UA

встановлюють на відстані  $L$  від шва. Відстань  $L$  визначається необхідністю усунення деформації з'єднання з площини (кутової деформації).

Сутність винаходу пояснюється кресленням, де на фіг 1 зображений пристрій для реалізації способу зменшення зварювальних деформацій і напруг, на фіг 2 - цей же пристрій вид зверху, на фіг 3, 4 - епюри залишкових напруг (Фіг 3 зварювання без охолодження, Фіг 4 - зварювання з охолодженням).

Пристрій для реалізації способу містить 1 - виріб, 2 - зварювальний пальник, що рухається, 3 - охолоджувач, 4 - притискачі, 5 - зварний шов.

Спосіб здійснюється в такий спосіб. Перед зварюванням крайки, що зварюються, закріплюються на відстані  $L$  від шва. Оптимальне розташування притисків визначається розмірами охолоджувача 3 і необхідністю усунення кутових деформацій. Для зменшення залишкових деформацій і напруг усувають зону пластичних деформацій укорочення, розташовану за межами лінії оплавлення. Усунення зони пластичних деформацій по поперечному перерізі укорочення досягається охолодженням зони термічного впливу на ділянці в межах від лінії сплавлення (Тпл) до притисків 4, охолоджувачем 3 за зварювальним пальником 2, що рухається, і зварювальною ванною. У не охолоджуваному шві за зварювальною ванною розвиваються пластичні деформації подовження до температури появи міцностних властивостей в основному металі (для маловуглецевих сталей  $500^{\circ}\text{C}$ ). При повному остиганні шва залишкові напруги в ньому досягають величини границі текучості основного металу. Після зняття притисків при великій жорсткості з'єднання в звареному шві будуть зафіксовані залишкові напруги близькі до межі текучості основного металу. Стискаючи напруги в основному металі будуть визначатися співвідношенням

$$\sigma_{\text{ОН}} = (\sigma_{\text{T}} * F_{\text{шва}}) / (F - F_{\text{шва}}), \text{ де}$$

$\sigma_{\text{ОН}}$  - стискаючі напруги в основному металі,

$\sigma_{\text{T}}$  - межа текучості основного металу,

$F_{\text{шва}}$  - площа поперечного переріза шва,

$F$  - площа поперечного переріза зварного з'єднання.

Щоб забезпечити повне охолодження зони пластичної деформації в процесі зварювання потужність плоского джерела охолодження залежить від потужності лінійного джерела нагрівання, а тепловідвід повинен відбуватися з такою же швидкістю, з якою тепло вводиться.

Ділянка зони термічного впливу в процесі охолодження не збільшує свою довжину, а метал шва прагне скоротити свою довжину по мірі остигання, та у шві формуються напруги, що розтягують.

Відмінність винаходу від відомих полягає в тім,

що здійснюється охолодження зони пластичних деформацій за винятком шва в процесі зварювання, до повного охолодження виробу в поперечному перерізі, при цьому крайки виробу перед зварюванням закріплюються на відстані  $L$  мм від шва, а потужність джерела охолодження вибирають в залежності від потужності зварного джерела тепла і кількості тепла, що надходить у виріб. Жоден з відомих способів не має вищевказаних властивостей, тому що не створює градієнт температури по поперечному перерізі звареного з'єднання в процесі зварювання шляхом охолодження ділянки зони термічного впливу, не усуває процесу пластичної деформації укорочення в «активній» зоні, а також не передбачає закріплення крайок, що зварюються, на відстані  $L$  мм від шва перед зварюванням і охолодженням для попередження кутової деформації.

Приклад виконання. Лист товщиною 3 мм із маловуглецевої сталі ВСт 3 (ГОСТ 380-71) розміром  $800 \times 1200$  мм зварювали на стенді з притисненням крайок, що з'єднуються, на відстані  $L = 45$  мм від осі шва з охолодженням і без, у вільному стані. Відстань  $L$  встановлювалась розрахунковим шляхом для попередження деформації з площини (кутової деформації). Як охолоджувач використовували ванну з технічною водою, розташовану по обидві боки від лінії зварювання. Зварювання виконували відкритою дугою в середовищі  $\text{CO}_2$  на режимі сила зварювального струму  $I_{\text{св}} = 120 \text{ A}$ ,  $U_{\text{д}} = 20 \text{ В}$ ,  $V_{\text{св}} = 16 \text{ м/г}$ . Залишкові напруги контролювали неруйнуючим методом, приладом ИОН - 4М.

При розгляді епюр залишкових напруг видно, що при зварюванні у вільному стані (фіг 3) залишкові напруги, що розтягують, рівні межі текучості розподілені в зоні  $2B_{\text{п}}$  - у зоні пластичних деформацій, що визначається температурою нагрівання  $\approx 100 + 1500^{\circ}\text{C}$ , що викликає втрату стійкості в розташованих поруч ділянках під дією стискаючих напруг. Деформація тішу (будиночок) від кутової деформації складала 14 мм (кут повороту  $\beta = 0,208$  радіан).

При зварюванні із закріпленням і охолодженням кутова деформація відсутня, а розтягуючі напруги дорівнюють межі текучості, сконцентровані тільки вздовж шва. Величина стискаючих напруг на поряд розташованих ділянках знаходиться в межах погрішності приладу (фіг 3).

Економічний ефект від використання винаходу в порівнянні з використанням прототипу, одержують за рахунок підвищення якості звареного з'єднання, зниження пластичної деформації в зоні термічного впливу, деформацій із площини, а також попередження появи гартівних структур і крихкого руйнування в металі шва.

53060

