

Винахід відноситься до галузі зварювального виробництва і може бути використаний для зниження зварювальних деформацій і напруг, поліпшення структури металу шва й околовшовної зони при виготовленні виробів з тонких (до 5 мм) листів в опалювальних і неопалювальних цехах.

Відомо спосіб зварювання аустенітної нержавіючої сталі, при якому метал перед зварюванням нагрівають протягом короткого терміну до 1200-1380°C та швидко охолоджують [див. Заявка Японії №54 - 83646, кл. 12В 102, (В23К31/00), заявл. 16.12.77, №52 - 152029, опубл. 3.07.79] - обраний за прототип.

Основним недоліком відомого способу є складність його реалізації і значні витрати енергії при нагріванні металу до високих температур.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення способу зварювання аустенітної нержавіючої сталі шляхом того, що під виконуваним звареним швом і зоною пластичних деформацій "2Вп" розташовують охолодну рідину з нагрівальними елементами, що приведе до зниження рівня залишкових, зварювальних напруг і деформацій металу, що зварюється, зведення до мінімуму структурних перетворень в металі шва та околовшовної зони, зниження імовірності утворення метастабільних структур і зв'язану з цим нестабільність розмірних характеристик виробу в часі.

Поставлена задача досягається тим, що в способі зварювання аустенітної нержавіючої сталі, при якому метал перед зварюванням нагрівають протягом короткого терміну і швидко охолоджують, відповідно до винаходу, під виконуваним звареним швом і зоною пластичних деформацій "2Вп", розташовують охолодну рідину з нагрівальними елементами, метал зони пластичних деформацій "2Вп" перед зварюванням нагрівають до температури 100°C киплячим теплопоглиначем (водою), а рідкий метал зварювальної ванни та зони "2Вп" в процесі зварювання охолоджують до температури теплопоглинача (100°C) зі швидкістю $W_{охл}=90-95$ град/сек., в інтервалі температур 500-600°C. Нагрівана-охолодна зона повинна бути розміром не менш "3Вп", теплопоглинач розташовують під виконуваним звареним швом і зоною пластичної деформації.

Нагрівання крайок металу, що з'єднуються, перед зварюванням до 100°C дозволяє робити зварювання при негативній температурі навколишнього повітря, усуваючи при цьому небажаний градієнт температур. Подальше охолодження зі швидкістю $W_{охл}=90-95$ град/сек. при 500-600°C перешкоджає появі тріщин, небажаних структур (карбідів, неметалічних включень, σ -фази), у критичному інтервалі температур 450-800°C, дозволяє знизити вміст метастабільного α -мартенситу, регулює появу δ -феррита в межах норми (до 5%), зменшує деформації, підвищує стабільність геометричних характеристик виробу в часі.

Запропонований спосіб дозволяє витримувати потрібний цикл зварювання. Виріб нагрівається і охолоджується з оптимальною швидкістю безпосередньо в процесі зварювання.

Сутність винаходу пояснюється ілюстративним матеріалом, де

на Фіг.1 - холодні тріщини (природне охолодження на повітрі),

на Фіг.2 - карбіди між зернами лінії сплави (природне охолодження на повітрі),

на Фіг.3 - структура шва й околовшовної зони при реалізації способу зварювання, з нагріванням-охолодженням,

на Фіг.4 - графік залишкових напруг у з'єднанні при природному охолодженні на повітрі,

на Фіг.5 - графік залишкових напруг у з'єднанні при зварюванні з нагріванням і штучним охолодженням.

Спосіб здійснюється наступним чином.

На коритоподібний ложемент-кондуктор з ребрами, укладають метал і фіксують допомогою притискачів, теплоелектронагрівальні елементи нагрівають воду в чарунках до кипіння. Активованій (киплячій) шар води, контактуючи з околовшовною зоною металу, що зварюють, нагріває метал до 100°C, а в процесі зварювання охолоджує околовшовну зону, активно поглинаючи паразитне тепло зварювання. Середня швидкість охолодження звареного з'єднання $W_{охл}=90-95$ град/сек. при 500-600°C.

Приклад конкретного виконання. На лист товщиною 1,7мм з аустенітної сталі 10Х13М18ДУ (ТУ 14-15-315-93) розміром 300-200мм наварюють валик у кондукторі, із твердим закріпленням крайок листа на відстані $L=45$ мм від осі шва, з нагріванням-охолодженням зворотного боку листа, і без нагрівання-охолодження. Відстань L установлюють розрахунковим шляхом для попередження деформації з площини (кутової деформації). Як охолоджувач використовують ванну з технічною водою, у якій розташовують теплоелектронагрівники (під звареним швом). Зварювання виконували відкритою дугою в середовищі Аг на режимі: сила зварювального струму $I_{св}=75$ А, $U_{д}=18$ В, $V_{св}=35$ м/ч. Залишкові напруги контролюють неруйнівним методом (по появі магнітної α -фази), приладом ФА-1М, ДСТ 11878-66.

Структуру шва й околовшовної зони вивчали на мікроскопі НЕОФОТ, зварені зразки травили електролітично, термічним методом і методом "АМ" ДСТ 6032-84.

При розгляді епюр залишкових напруг видно, що при зварюванні без охолодження (Фіг.4) залишкові розтягуючі напруги, ($\sigma_{ост} = 466$ МПа) перевищують межу текучості сталі ($\sigma_T = 450$ МПа) у 1,03 рази (прогин листа $f_{ост}=19,2$ мм), період релаксації 39 годин, при застосуванні нагрівання-охолодження (Фіг.5) залишкові розтягуючі напруги, ($\sigma_{ост} = 435$ МПа) не перевищують межу текучості сталі (прогин листа $f_{ост}=3,4$ мм), період релаксації 2 години.

Порівнюючи мікроструктури з'єднання видно, що при зварюванні без нагрівання-охолодження (Фіг.1) в околовшовній зоні з'являються холодні тріщини, виділення карбідів хрому (Фіг.2), між зернами, лініями сплавлення зварене з'єднання схильне до міжкристалічної корозії (МКК). Нагрівання - охолодження при зварюванні цілком виключає появу тріщин і небажаних структур під дією зварювального термодеторміаційного циклу (Фіг.3).

Відомо пристрій для зварювання аустенітної нержавіючої сталі [див. деклараційний пат. України №62164А В23К9/035 В23К9/038, опубл. 15.12.2003, бюл. №12] - обраний за прототип, який містить коритоподібний ложемент-кондуктор, виконаний з міді або нержавіючої сталі, розташований під листами, що зварюються, і розділений на центральну і бічні частини ребрами, що не торкаються дна. У центральній частині коритоподібного ложемент-кондуктора (розташованій під звареним швом) закладений пористий матеріал - окловата, бічні частини постачені трубками-аераторами для підведення стисненого газу до охолодної рідини. У процесі зварювання до

коритоподібного ложемент-кондуктора подають охолодну рідину, що просочує пористий матеріал (скловату) в центральній частині, забезпечуючи контакт зі звареним швом, а в бічні частини подають стиснений газ, що активується, і піднімається до зворотного боку листів, що зварюються.

Основним недоліком відомого пристрою є те, що при зварюванні в неопалюваних приміщеннях охолодна рідина (вода) кристалізується, і процес активації охолоджувача є неможливим. При цьому зварювання будь-якого металу при температурі нижче +5°C заборонено.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення пристрою для зварювання аустенітної нержавіючої сталі шляхом того, що як трубки-аератори для підведення стисненого газу в область охолодної рідини застосовано тепло-електронагрівальні елементи (ТЕНи). У процесі зварювання охолодну рідину (воду) теплоелектронагрівальні елементи доводять до кипіння (активують), киплячий шар контактує зі зворотним боком листів, що зварюються.

Поставлена задача досягається тим, що в пристрої для зварювання аустенітної нержавіючої сталі, що містить коритоподібний ложемент-кондуктор, виконаний з міді або нержавіючої сталі і розділений на центральну та бічні частини ребрами, що не торкаються дна, у центральній частині закладено пористий матеріал (скловату), а в бічних частинах розташовано трубки-аератори для підведення стисненого газу до охолодної рідини, відповідно до винаходу, як трубки-аератори застосовано теплоелектронагрівальні елементи (ТЕНи), розташовані під виконуваним звареним швом або зоною пластичної деформації металу, що зварюється. Перед процесом зварювання охолодну рідину (воду) теплоелектронагрівальні елементи доводять до кипіння (активують), киплячий шар контактує зі зворотним боком листів, що зварюються, і нагріває їх до 100°C. А в процесі зварювання метал звареного з'єднання охолоджується до температури киплячого теплопоглинача (100°C) зі швидкістю $W_{охл}=90-95$ град/сек в інтервалі температур 500-600°C.

Пристрій можна використовувати для зниження залишкових напруг і деформацій при виконанні стикових, нахлестних, кутових, електрозаклепувальних з'єднань, а також для приварення набору ребер жорсткості і інших конструктивних елементів до листа.

Істотною відмінністю винаходу є те, що нагрівання крайок металу перед зварюванням до 100°C дозволяє робити зварювання при негативній температурі навколишнього повітря, усуваючи при цьому небажаний градієнт температур. Подальше охолодження зі швидкістю $W_{охл}=90-95$ град/сек при 500-600°C попереджає появу тріщин небажаних структур (карбідів, неметалічних включень, σ – фази) у критичному інтервалі температур 450-800°C, 475-градусної крижкості, дозволяє знизити вміст метастабільного α – мартенситу, регулює вміст δ – феррита в межах норми (до 5%), зменшує деформації і напруги, підвищує стабільність геометричних характеристик виробу в часі.

Сутність винаходу пояснюється ілюстративним матеріалом, де на Фіг.6, 7 - зображено пристрій для зварювання аустенітної нержавіючої сталі.

Пристрій для зварювання нержавіючої аустенітної сталі містить коритоподібний ложемент-кондуктор 1 з ребрами 2, що не торкаються дна коритоподібного ложемент-кондуктора 1, чарунки 3 з пористим матеріалом (скловату), чарунки 4 з охолодною рідиною, теплоелектронагрівальні елементи 5 для активації (кип'ятіння) води і підведення киплячого шару до околошовної зони зварюваного металу, паровідводи 6 для виведення пари, що утворюється, у пристрої також застосовано притискачі 7 для надійної фіксації металу, що зварюється..

Пристрій працює наступним чином.

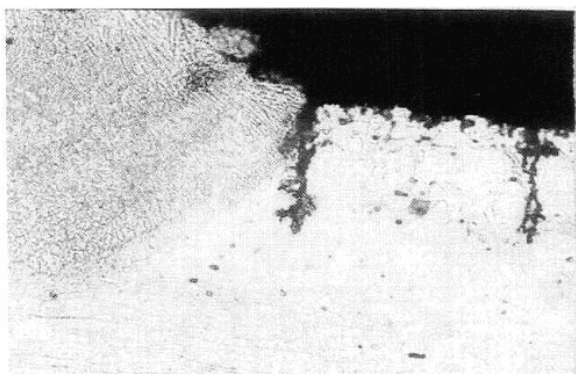
На коритоподібний ложемент-кондуктор 1 з ребрами 2, укладається метал і фіксується за допомогою притисків 7, теплоелектронагрівальні елементи 5 нагрівають воду в чарунках 4 до кип'ятіння. Активованій (киплячій) шар води, який виводиться за допомогою паровідводів 6, контактуючи з околошовною зоною металу, що зварюється, нагріває метал до 100°C, а в процесі зварювання охолоджує околошовну зону, активно поглинаючи паразитне тепло зварювання. Середня швидкість охолодження звареного з'єднання $W_{охл}=90-95$ град/сек при 500-600°C.

Пористий матеріал чарунок 3, просочений охолоджувачем, контактує з розплавленим металом шва, під впливом високої температури рідкого металу пористий матеріал чарунок 3 оплавляється, захищаючи зворотний бік етикетки шва склою від уловлення вологи в область шва.

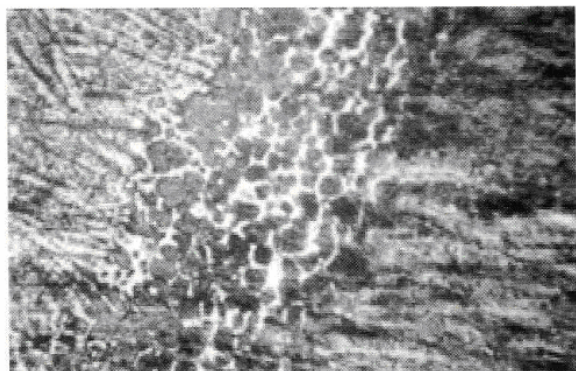
Проведені експерименти показують, що на стадії оплавлення пористого матеріалу температурою рідкого металу звареного шва, відсутнє явище влучення охолодної рідини до металу, а подальший контакт пористого матеріалу (скловати), просоченого охолодною рідиною, зі звареним швом відбувається через захисний шар розплавленого скла.

Чарунки 3 з пористим матеріалом, які розташовані по боках пристрою, перешкоджають стіканню охолодної рідини (води) на підлогу.

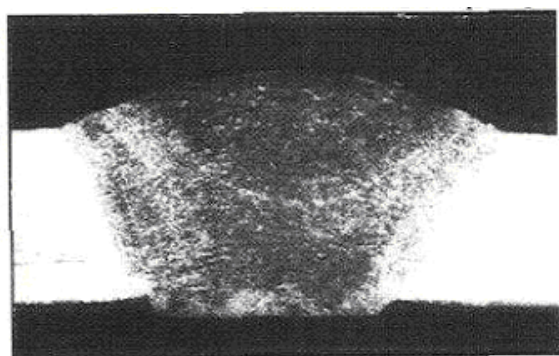
Для найбільшої ефективності необхідно, щоб щільність пористого матеріалу була 0,159-0,318 г/см³.



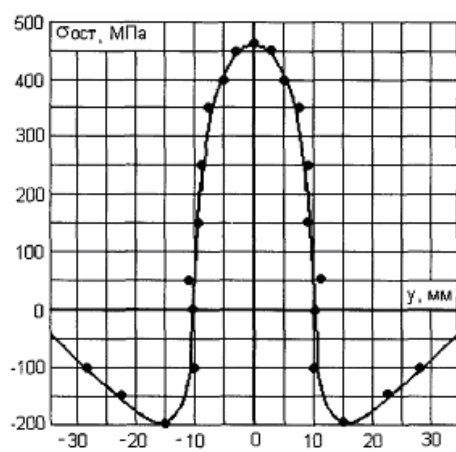
Фиг. 1



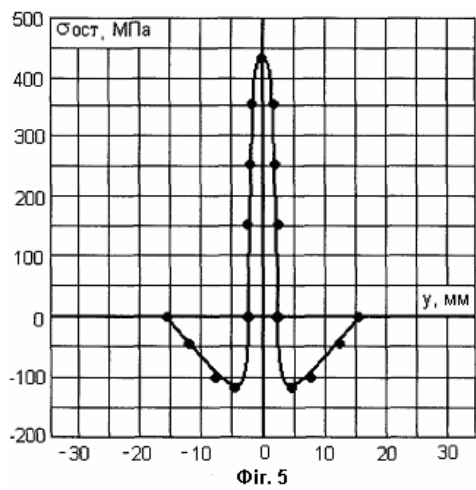
Фиг. 2



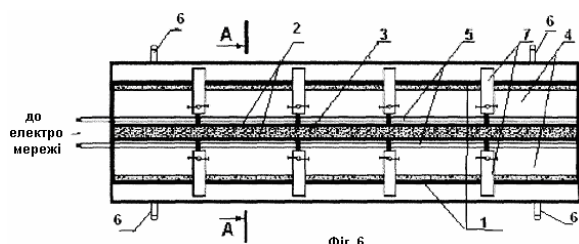
Фиг. 3



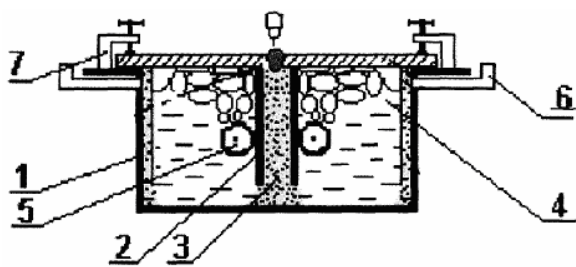
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7