

Спосіб, що пропонується є одним із способів пресового зварювання при якому джерелом нагрівання деталей, що зварюються, є зварювальна дуга, керована магнітним полем, і може бути використаний у таких галузях народного господарства як автомобілебудування, будівництво водонагрівальних котлів, промислове та цивільне будівництво, при спорудженні трубопроводів із застосуванням труб малого та середнього діаметру, для зварювання деталей з суцільним та розвиненим перерізом, а також для з'єднання деталей в тавр.

Відомий спосіб зварювання дугою, керованою магнітним полем, при якому, з метою підвищення якості отриманих зварних з'єднань, використовують сигнали звукової частоти, які генеруються при переміщенні зварювальної дуги по торцям деталей, що зварюються. В процесі руху дуги, характер, частота та сила звуку змінюється, сигнал розбіжності отриманих характеристик звуку з наперед відомими та заданими використовується як критерій регулювання силою зварювального струму, напругою дуги та величиною проміжку поміж зварюваними деталями. (НДП, "Schweibtechnik" № 6, 1980 р.).

Недоліком цього методу підвищення якості з'єднань є складність реалізації системи керування, низька можливість повтору системи з урахуванням акустичних властивостей приміщення, де функціонує система керування та властивостей вимірювальної апаратури, що використовується.

Також відомий спосіб управління процесом зварювання дугою, керованою магнітним полем з підрахунком енергії, яка використана на нагрівання деталей (ZIS - Mitteilungen № 10, 1982 г. стр. 1051 - 1055). Спосіб управління якістю полягає в наступному алгоритмі.

Оброблені та перетворені сигнали зварювального струму та напруги в процесі нагрівання деталей надходять до обчислювального пристрою, де вони накопичуються та розраховується електрична потужність, яка виділяється на кромках зварюваних деталей. Дискретність надходження перетворених сигналів складає 0,1 сек, тобто частота обчислення значень зварювального струму та напруги дуги складає 10Гц.

В процесі нагрівання виконується приведення електричної потужності, яка виділяється на кромках деталей, до теплової енергії нагрівання. Накопичений еквівалент енергії аналізується у ЕОМ та по мірі досягнення попередньо розрахованого значення, використовується як параметр керування процесом нагрівання. Система управління аналізує відповідність накопиченої енергії еталонному значенню. При відхиленні накопиченого значення від еталонного більш ніж на 10%, виконується відбракування отриманого з порушеннями технології з'єднання.

Недоліком цього способу підвищення якості зварних з'єднань є те, що в процесі нагрівання зварювальний струм та напруга дуги не є постійними, їх значення у значній мірі залежать від розташування та положення дуги відносно перерізу зварюваних деталей. Дослідним шляхом встановлено, що напруга дуги змінюється впродовж усього циклу зварювання. Ця зміна напруги впродовж циклу зварювання має характерну залежність.

У ході лабораторних досліджень встановлено, що на початковому етапі переміщення дуги по кромкам деталей (це стосується деталей з трубчатим перерізом), дуга переміщається з зовнішньої на внутрішню кромку. При цьому відхилення напруги дуги може сягати 20% від початкового значення, яке встановлюється в момент початку стабільного руху дуги по торцям виробів. Також встановлено, що якість отриманих з'єднань в значній мірі залежить від положення дуги в процесі нагрівання відносно кромки перерізу зварюваних деталей. Таким чином, при одному й тому ж значенні витраченої енергії на досягнення пластичного стану деталей якість отриманих з'єднань може мати значні розбіжності із прогнозованими значеннями.

За прототип винаходу, який заявляється, прийнято спосіб пресового зварювання з нагріванням дугою, керованою магнітним полем, при якому нагрівають зварювані деталі, при цьому визначають момент досягнення необхідної температури нагрівання на торцях деталей, потім збільшують зварювальний струм і виконують осадку (АС № 1692785, В23К9/08 від 23.12.1987 р. Автори: С. І. Кучук-Яценко, В. Ю. Ігнатенко та ін., надр. 23.11.1991 р. Бюл. № 43). Згідно цього способу, момент досягнення торцями деталей, що зварюються, пластичного стану визначають по величині напруги зварювальної дуги. Характер зміни напруги дуги у ході нагрівання деталей визначено дослідним шляхом (В. Д. Таран, Ю. Г. Гаген, - М.: Машинобудування, 1970 р., "Сварка магнитоуправляемой дугой").

Спосіб зварювання, який обрано за прототип здійснився наступним чином. За основу способу прийнято принцип теплового розширення матеріалу деталей, при якому відбувається зменшення дугового проміжку. Дослідним шляхом визначають на одному проміжку поміж зварюваними деталями мінімальне значення напруги дуги, яке відповідає початку плавлення торців деталей. Під час досягнення, по мірі нагрівання, мінімальної напруги дуги, яка відповідає досягненню пластичного стану торців, збільшують зварювальний струм (форсування) та виконують осадку (стиснення зварюваних деталей).

Недоліком даного способу зварювання є низька стійкість процесу переміщення дуги, що особливо важливо на кінцевій стадії протікання процесу перед осадженням деталей для отримання якісних з'єднань. Окрім того, на характер руху дуги, а відповідно й на стійкість нагрівання, значно впливає стан торців деталей (присутність нерівностей перерізу, іржі, мастил та ін.). Необхідно відзначити також той факт, що спосіб має обмеження використання по товщині стінки при зварюванні деталей трубчатого перерізу. Ця величина обмежена значенням в 5мм внаслідок теплового розширення зварюваних деталей та виникнення короткого замикання, в процесі зварювання, дугового проміжку краплями розплавленого металу.

В основу винаходу покладена задача підвищення якості зварних з'єднань шляхом вдосконалення способу пресового зварювання з нагріванням дугою, керованою магнітним полем, з використанням управління переміщенням зварюваних деталей в процесі нагрівання і контролювання величини проміжку поміж їх торцями, що забезпечує постійність величини зварювальної напруги в процесі зварювання, і тим самим підвищується стійкість переміщення дуги по кромкам деталей, дозволяє підтримувати величину дугового проміжку поміж торцями зварюваних виробів, і тим самим виключити вплив стану їх кромок, а також короткі замикання поміж торцями при їх тепловому розширенні в процесі нагрівання, забезпечити тим самим можливість зварювання трубчатих деталей з товщиною стінки більш ніж 5мм. Суть винаходу в тому, що спосіб пресового зварювання з нагріванням дугою, керованою магнітним полем, при якому нагрівають зварювані деталі, при цьому визначають момент досягнення необхідної температури нагрівання на торцях зварюваних деталей, потім збільшують зварювальний струм і виконують осадження, згідно винаходу в процесі нагрівання деталей задають еталонну величину напруги на зварювальній дузі між торцями деталей, які зварюються, відповідну оптимальному проміжку, вимірюють напругу в процесі зварювання і, в випадку непогодження напруги на зварювальній дузі і еталонної величини напруги, по величині та знаку непогодження здійснюють переміщення однієї з деталей, які зварюються для збереження оптимального дугового проміжку, а момент досягнення необхідної температури нагрівання на торцях деталей визначають по досягненню заданої величини переміщення однієї з зварюваних деталей відносно іншої.

Встановлено, що на початку процесу нагрівання напруга дуги підвищується по мірі збільшення швидкості переміщення дуги. Через деякий час, напруга дуги починає зменшуватися і зменшується до початку плавлення торців зварюваних виробів. Характер змінювання напруги дуги є ідентичним для різноманітних матеріалів і визначається часткою теплової енергії, яка витрачається на нагрівання виробів, що зварюються. Характер зміни напруги в процесі нагрівання залежить від фізичних та структурних властивостей деталей (площа перерізу, коефіцієнт теплового розширення та ін.).

Для реалізації запропонованого способу було виготовлено прилад, блок-схема якого наведена на фіг.

На фіг. позначено:

1, 2 - зварювані деталі; 3 - пересувний пристрій затиску; 4 - непересувний пристрій затиску; 5 - блок вимірювання напруги дуги; 6 - підсилювач потужності блоку керування; 7 - блок визначення напрямку переміщення; 8 - зварювальна дуга; 9 - магнітна система зварювальної машини; 10 - блок датчика переміщення.

Спосіб здійснювався наступним чином.

На початку, деталі 1, 2 встановлюють в стик у пристроях затиску 3, 4 зварювальної машини. В момент, коли на пристрої затиску подано зварювальний струм блок вимірювання напруги дуги 5 генерує сигнал розбіжності для подальшої його обробки у пристрої управління переміщенням пересувним пристроєм затиску зварювальної машини. Управління переміщенням виконується завдяки взаємодії блоку

підсилювача потужності 6 та блоку визначення напрямку та швидкості переміщення 7. Напрямок переміщення на початковій фазі процесу визначається наступним чином. Якщо на момент подачі зварювального струму має місце стан короткого замикання, пересувний пристрій затиску зварювальної машини переміщається у напрямку розведення зварюваних деталей до фіксації стану стабільного горіння дуги 8, при цьому, переміщення виконується до моменту, аж поки напруга дуги не стане дорівнювати еталонному, заздалегідь встановленому значенню у блоці вимірювання напруги дуги. У випадку, якщо на момент подачі зварювального струму має місце стан холостого ходу відбувається контрольоване переміщення у напрямку зведення зварювальних деталей до короткого замикання. Швидкість переміщення пересувного пристрою затиску зварювальної машини визначається величиною значення сигналу розбіжності напруги дуги та еталонного значення. Таким способом управління початковою фазою протікання процесу нагрівання досягається 100% збудження дуги та стійкість початкової фази нагрівання.

Після збудження, зварювальна дуга починає пересуватись по кромкам зварюваних деталей під впливом магніторушійної сили, яка створена магнітною системою 9 зварювальної машини. Через час, який дорівнює 1,0 - 2,5сек; переміщення дуги із фази розгону переходить до фази стійкого переміщення по кромках деталей.

На початку цієї фази блоком датчика переміщення 10 вимірюється величина переміщення пересувного пристрою затиску відносно початкового положення (стан короткого замикання перед збудженням дуги). Отримання значення зберігається у блоці датчика переміщення.

По мірі нагрівання торців зварюваних деталей, блоком вимірювання напруги дуги вимірюється напруга дуги та підтримується постійною в діапазоні з відхиленням 1 - 5% від еталонного значення. Параметри та характеристики застосованої елементної бази блоку підсилювача потужності та пристрою управління швидкістю і напрямком переміщення дозволяють відпрацьовувати збурення тривалістю менш ніж 0,2 секунди, що сприяє стійкому переміщенню дуги по торцям зварюваних деталей.

Згідно рішення наведеному у прототипі, під час нагрівання виробів, внаслідок теплового розширення дуговий проміжок зменшується. В технічному рішенні, що пропонується, за рахунок безперервного контрольованого переміщення пересувного пристрою затиску зварювальної машини згідно величини та знаку сигналу розбіжності він підтримується постійним, що особливо важливо на кінцевій стадії процесу нагрівання, коли в момент досягнення необхідної температури на торцях зварюваних деталей внаслідок теплового розширення, особливо при зварюванні трубчатих виробів з товщиною стінки більш ніж 5мм, починається замикання дугового проміжку.

В момент, який визначається величиною теплового розширення зварюваних деталей, а, відповідно, відносного переміщення пересувного пристрою затиску зварювальної машини, яке визначається блоком датчика переміщення, по значенню величини переміщення відбувається підвищення зварювального струму та програмне керування напругою дуги, яке супроводжується інтенсивним викидом рідкого металу з проміжку поміж зварюваними деталями, що призводить до різкого збільшення дугового проміжку, в момент, коли спільне укорочення деталей досягне 0,5 - 4,5мм (в залежності від розмірів деталей та матеріалу з якого вони виготовлені), яке також контролюється блоком датчика переміщення, виконують осадку деталей і через час, який дорівнює 0,1 - 0,3сек, виконується відключення зварювального струму.

Приклад здійснення способу.

Зварювані деталі, у даному випадку труби  $\varnothing 42\text{мм}$  з товщиною стінки 4мм із Сталі 20, встановлювали в пристроях затиску зварювальної машини встик.

Після подачі зварювального струму пересувний пристрій затиску пересувався назад до утворення проміжку поміж зварюваними деталями, при якому напруга зварювальної дуги дорівнювала 24В. Дуга під дією магніторушійної сили, створеної магнітною системою зварювальної машини, починала рухатись по торцям зварюваних труб. Для стабілізації переміщення дуги на початковій стадії процесу нагрівання пересувний пристрій затиску зварювальної машини пересувався згідно значення напруги зварювальної дуги.

Положення пересувного пристрою затиску в момент стабілізації переміщення дуги по кромкам деталей фіксувалось блоком датчика переміщення і являло собою основу для вимірювання відносного

переміщення пересувного пристрою затиску в процесі нагрівання. При досягненні в процесі нагрівання величини відносного переміщення 0,8мм внаслідок теплового розширення деталей, блоком управління швидкістю та напрямком переміщення генерувалась команда на підвищення зварювального струму та напруги дуги. Виміряне в цей момент блоком датчика переміщення положення пересувного пристрою затиску було основою для визначення моменту початку осадки. Під час дії підвищеного струму, коли спільне укорочення внаслідок інтенсивного викиду розплавленого металу із зони проміжку поміж деталями досягало 2,5 мм, генерувалась команда на виконання осадки. Через 0,3сек відбувалось виключення зварювального струму.

Цим закінчувався процес зварювання. Схема керування контролювала автоматичне розтискування деталей та відкриття пристроїв затиску. Величина спільного укорочення деталей після осадки складала 6мм. Стискування деталей (осадка) відбувалось із швидкістю не менш ніж 150мм/сек із зусиллям 25000Н. Загальний час зварювання склав 10сек.

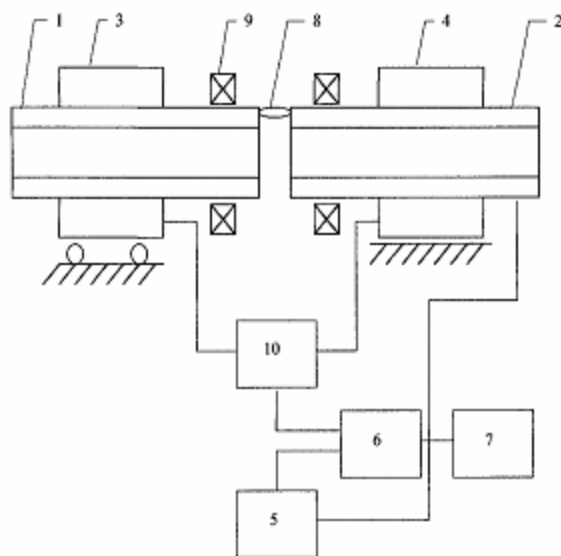
Випробування зварених деталей відбувалось за існуючими нормами та правилами.

Аналіз зварених труб виконаних із застосуванням прототипу та запропонованого способу засвідчив, що якість з'єднань виконаних запропонованим способом вища у порівнянні з прототипом.

Підвищення якості зварених з'єднань досягнуто більш точним визначенням моменту досягнення кромками зварюваних деталей пластичного стану, більш стійким процесом нагрівання та більшою стійкістю процесу переміщення дуги, особливо на кінцевій стадії нагрівання, перед підвищенням зварювального струму.

Запропонований спосіб має наступні в порівнянні з прототипом переваги:

1. Висока стабільність процесу нагрівання на початковій стадії;
2. Стабільне рівномірне нагрівання кромки виробів по всій площі перерізу;
3. Висока точність визначення моменту досягнення кромками пластичного стану;
4. Стабільне переміщення дуги;
5. Висока точність визначення моменту початку осадки;
6. Низькі вимоги до підготовки торців зварюваних деталей (допускається наявність іржі, мастил, бруду та нерівності перерізу);
7. Більш широкий діапазон зварюваних виробів, за рахунок можливості зварювання деталей із збільшеною площею перерізу (товщина стінки зварюваних трубчастих деталей може сягати 10мм).



Фіг.