

**ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ И МАШИНОСТРОЕНИЯ****УДК 621.791***М. А. КАЛІН*, канд. техн. наук, доц., УПА, Харків;*А. О. ЕМДІН*, студент, УПА, Харків**СПОСІБ ЗВАРЮВАННЯ ЧАВУНУ**

Розроблений спосіб зварювання чавуну електричною дугою, який відрізняється тим, що дуга горить між вугільним електродом і виробом, а зварювальний дріт подають через отвір у вугільному електроді, який живиться струмом прямої полярності.

Ключові слова: дуга, чавун, зварювання, вугільний електрод, дріт.

Вступ. Розроблений спосіб відноситься до області зварювання, зокрема до способів холодного електродугового зварювання чавуну, і може бути використаний для виправлення дефектів чавунного литва і виготовлення зварних конструкцій з чавуну.

Відомі різні способи електродугового зварювання чавуну, наприклад сталевими електродами [1]. Проте при зварюванні сталевими електродами важко уникнути появи тріщин унаслідок утворення в шві і навколошовній зоні цементиту і мартенситу.

До способів, що забезпечують одержання в наплавленому металі низьковуглецевої сталі, можна також віднести механізоване зварювання короткими ділянками електродним дротом марок Св-08ГС або Св-08Г2С діаметром 0,8-1 мм у вуглекислому газі.

Сила зварювального струму становить 50...75 А, напруга дуги 18...21 В, швидкість зварювання 10...12 м/год [1].

Недоліки відомих способів холодного зварювання чавуну. При зварюванні чавуну низьковуглецевими електродами загального призначення і механізованому зварюванні сталевим дротом найбільш слабке місце звареного з'єднання - навколошовная зона в границі сплавлення. Крихкість цієї зони й наявність у ній тріщин нерідко приводять до відшаровування шва від основного металу.

Відомий спосіб холодного зварювання чавуну [2], при якому оброблення кромки виконують ступінчастого з максимальною шириною оброблення 0,5-0,7 товщини зварюваного металу і додатковим поглибленням усередині оброблення на 0,1-0,15 товщини зварюваного металу з подальшим наплавленням підготовчих шарів на всю поверхню оброблення паралельними валами, при цьому між підготовчими шарами залишають зазор, рівний 1,07-1,1 діаметру електроду, а після наплавлення валиків одержаний зазор заплавають.

Недоліком вказаного способу є необхідність застосування спеціальних електродів для наплавлення підготовчих шарів, а також практична неможливість витримати в процесі зварювання зазор між підготовчими шарами у вузькому діапазоні, заданому у формулі винаходу 1,07-1,1 діаметру електроду, що для електродів діаметром 3 мм складе всього 3,21-3,3 мм. Крім того, ступінчаста форма оброблення з додатковим поглибленням усередині оброблення вимагає спеціального устаткування і інструменту для її виконання, що не завжди можливо при зварюванні дефектів в реальних виробничих умовах.

Труднощі здійснення даного способу не дозволяють широко використовувати

його при ремонті устаткування і зварці дефектів чавунного литва.

Найбільш близьким по технічній суті до описуваного винаходу є спосіб зварювання чавуну [3], при якому в зону дуги, що горить між порошковим дротом і виробом подають вугільний електрод, який розташовують поряд з мундштуком для подачі порошкового дроту і разом з ним живлять струмом зворотної полярності. Вугільна дуга зворотної полярності забезпечує науглецювання металу шва за рахунок вуглецю, що переноситься дугою з вугільного електрода.

Недоліком вказаного способу зварювання є низька технологічність способу, що полягає в необхідності постійного контролю і подачі вугільного електрода в зварювальну дугу. Даний спосіб зварювання не може бути використаний при зварюванні мало вуглецевим зварювальним дротом через перехід вуглецю у наплавлений метал, що призводить до утворення мартенситних структур і тріщин в металі шва.

Технічна новизна і завдання нового способу зварювання чавуну. Завдання дослідження – підвищення якості зварного шва і зниження твердості наплавленого металу при холодному електродуговому зварюванні чавунного литва сталевим електродним дротом.

Це досягається тим, що дуга горить між вугільним електродом і виробом, а зварювальний дріт подають через отвір у вугільному електроді, який живиться струмом прямої полярності.

При цьому вугільний електрод одночасно являється струмопідводом до зварювального дроту і речовиною, що утворює вуглекислий газ у дузі при зварюванні на прямій полярності.

Вуглекислий газ виконує захист зварювальної ванни від атмосферного повітря і служить додатковим окислювачем вуглецю, що надходить у зварювальну ванну із основного металу - чавуну.

Зварювання виконують шарами, до заповнення розробки на литві. Кожен з них охолоджують до температури не більше 70°C, перш ніж буде нанесений наступний. На рис. 1 зображена принципова схема виконання зварного з'єднання при використанні способу зварювання чавуну [4], де 1 – основний метал; 2 - вугільний електрод; 3 – мідний наконечник; 4- корпус пальника для зварювання; 5 – зварювальний дріт; 6 - дуга між вугільним електродом і основним металом; 7 – зварний шов; 8 – зварювальна дуга між дротом і основним металом на постійному струмі прямої полярності, 9 – джерело постійного струму.

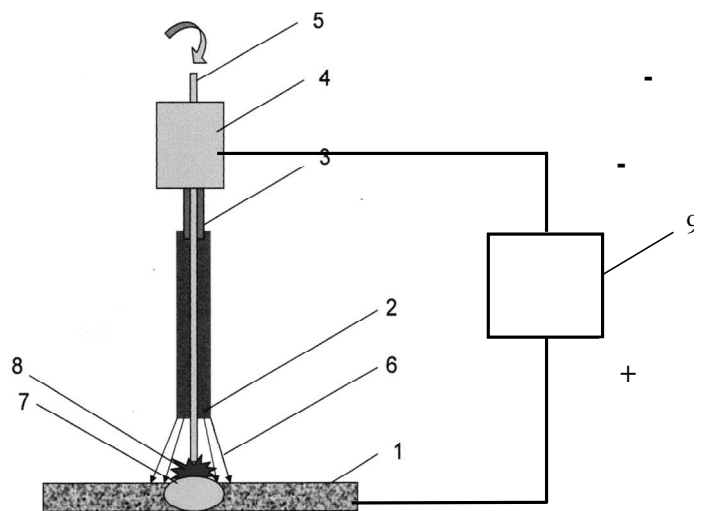


Рис.1 - Схема виконання способу зварювання чавуну

Приклад виконання способу. Приступаючи до підготовки під зварку різних дефектів на чавунних деталях і відливках, необхідно виявити кордони їх поширення (візуальний огляд через 4-х кратну лупу, гасова проба і тому подібне) і встановити форму оброблення. При появі тріщин слід зробити наскрізну засверловку їх кінців на відстані 5 мм від видимого кінця тріщини свердлом діаметром 5-6 мм.

Видалення дефектних ділянок проводиться механічними способами, а саме фрезеруванням, свердлуванням, вирубкою зубилом або абразивним каменем.

Поверхня деталі або відливки, прилегла до місця заварки на ширину 10-20 мм довкола нього зачищається абразивним каменем, або щіткою до металевого блиску.

Оброблення кромки тріщин, спаїв і тому подібних дефектів проводиться шляхом зняття фасок уздовж краю. Якщо для заварки доступна лише одна сторона деталі, а також при товщині стінки до 15 мм, робиться оброблення кромки із загальним кутом розкриття 60-70°. У місцях, доступних заварці і при товщині стінки деталі понад 15 мм, проводиться двостороннє Х - подібне оброблення з тим же кутом розкриття.

Усадкові, газові і земляні раковини обробляються до здорового металу до тих пір, поки не буде досягнута можливість виконання заварки вибраним діаметром дроту. При цьому найкращою формою оброблення подібних дефектів вважається напівсфера.

Наскрізні отвори, недоливи, відбиті частини чавунних деталей можуть бути відновлені за допомогою чавунних або сталевих вставок. Для зменшення напруги, що виникає при заварці, рекомендується дати попередній вигин, а їх краям надати округлу форму.

Для зменшення утворення метастабільних структур (цементит, мартенсит) в зоні сплаву і отримання якісного зварного з'єднання проплавлять зварюваний чавун слідуючи мінімально. Наплавлення виконують паралельними валиками з перекриттям кожного попереднього валика на 1/2-2/3 його ширину, в 2-3 шари. При наплавленні другого і третього шару зварювальний струм, у разі потреби, збільшують на 15-20 %.

Наплавлення сірого чавуну з пластинчастим графітом ведуть короткими валиками завдовжки 25-35 мм, шириною, що перевищує в 4-5 разів діаметр електроду. При наплавленні високоміцного чавуну з кулевидним графітом, а також ковкого чавуну довжина валиків може бути збільшена до 80-100 мм.

Переміщення електроду в процесі наплавлення проводять за схемою півмісяця з нахилом осі електроду у бік руху на 65-80°. Дугу при цьому направляють на раніше наплавлений метал.

При закінченні наплавлення кожного валика не слід різко обривати дугу, залишаючи тим самим відкритий кратер. Закінчення заварки проводять шляхом повторного (дво-трикратного) запалення дуги до повного заповнення кратера.

При остаточному заповненні оброблення не допускається виводити дугу на основний метал, що не має наплавленого шару.

При одношаровому наплавленні або заварці дефекту для повної гарантії механічної оброблюваності місця заварки рекомендується накладати на раніше наплавлений метал (не заходивши на основний) відпалюючі валики.

При заварці металу великої товщини, в цілях зменшення напруги в зварному з'єднанні, при остаточному заповненні оброблення рекомендується:

- наплавлений метал піддавати легкому проковуванню ударним інструментом, яке проводиться безпосередньо після накладення кожного валика, коли метал знаходиться в гарячому стані;

- застосовувати відомі технологічні прийоми заварки, такі як зварювання «гіркою», обратноступінчатим способом і тому подібне.

При заварці дефектів в тонкостінних фасонних відливаннях (блоки автомобільних циліндрів і тому подібне), виготовлених з фосфористих чавунів, не слід перегрівати основний метал більш ніж на 50-70°C, оскільки перегрів може

привести до утворення гарячих і холодних тріщин в ділянках, прилеглих до шва. Найкращі результати при зварці подібних виробів досягаються при прискореному заповненні оброблення дефекту з примусовим охолодженням місця зварки. Для виконання останнього рекомендується занурювати виріб у воду до рівня зварюваного дефекту.

Дослідження проводили при холодному зварюванні сірого чавуну марки СЧ21 завтовшки 25 мм сталевим зварювальним дротом марки Св08Г2С на постійному струмі прямої полярності. Діаметр дроту складав 1,6 мм. Сила струму при наплавленні складала 180-200А, напруга на дузі 26-28 В і швидкість подачі зварювального дроту 120-150 м/год. Швидкість зварювання 7-8 м/год.

Зварювання проводили без попереднього підігріву (рис. 2). В процесі зварювання контролювали температуру основного металу в навколошовній зоні, не допускаючи нагріву деталі вище 70° С. В результаті досліджень зварних швів пор, тріщин і інших дефектів в зварних швах і зоні термічного впливу не виявлено.

Твердість металу шва не перевищувала 230-250 НВ і дозволяла проводити механічну обробку зварних швів звичайним металоріжучим інструментом.



Рис. 2 - Приклади ремонтного зварювання чавунних деталей

В результаті металографічних досліджень и вимірювання твердості основного металу і зони термічного впливу (рис. 3) встановлено, що мікроструктура основного металу типова для сірого ферито-перлітного чавуну. По лінії сплавлення спостерігається смуга шириною 0,2 мм, що має структуру перліт + ледебурит + голки цементиту.

Твердість ≤ 65 HRC. Далі вглиб наплавленого металу - перліт + ділянки крупноглокового мартенситу + аустеніт + графіт відпалу. Твердість цієї зони ≤ 50 HRC.

Мікроструктура на ширину 2 мм від лінії сплавлення, являє собою суміш мартенситу з троститом різної дисперсності. Твердість 46-50HRC. Біля самого сплавлення – крупні зерна тростито-мартенситу і грубі голки мартенситу. Твердість 54HRC. Далі на ширину 2,5 мм структура характеризується наявністю феритних зерен, невеликої кількості перлітних зерен і включень третичного цементиту. Твердість 250-274 НВ.

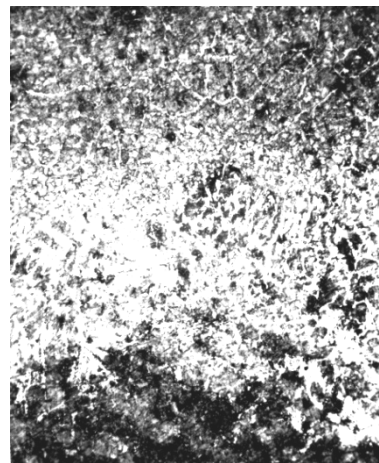


Рис. 3 - Мікроструктура зони сплавлення (x450)

Верхній шар – основа феритна. Незначні включення перліту і третичного цементиту. Твердість 170-206 НВ.

Висновки. В результаті досліджень зварних швів пор, тріщин і інших дефектів в зварних швах і зоні термічного впливу не виявлено. Твердість металу шва не перевищувала 180-200 НВ і дозволяла легко проводити механічну обробку зварних швів звичайним металоріжучим інструментом Багатошарове заповнення розробки приводить до відпалу зварного шва і зниженню твердості металу шва і навколо

шовної зони, що зменшує вірогідність утворення тріщин.

Впровадження способу зварювання чавуну в промисловість дасть значний економічний ефект за рахунок використання недефіцитних і відносно дешевих сталевих дрітків і відсутності захисних газів, при високій якості зварних з'єднань.

Список літератури: 1. Иванов Б. Г, Журавицкий Ю.И., Левченко В. И. Сварка и резка чугуна. М., «Машиностроение», 1977. стр. 56-65. 2. Авторское свидетельство СССР №531694, кл. В23К33/00, 1976 (аналог). 3. Авторское свидетельство СССР №523770, кл. В23К9/00, 1976 (прототип). 4. Патент України на корисну модель №71145, кл. МПК⁷ В23К 33/00, 2012.

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК 621.791

Спосіб зварювання чавуну/ М. А. Калін, А. О. Емдін // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2013. - № 26 (999). – С.3 -7. – Бібліогр.: 4 назв. Розробтан спосіб сварки чугуна електрической дугой, отличающийся тем, что дуга горит между угольным электродом и изделием, а сварочная проволока подается через отверстие в угольном электроде, который питается током прямой полярности.

Ключевые слова: дуга, чугун, сварка, угольный электрод, проволока.

A method of welding cast iron electric arc featuring the arc Burns between carbon electrode and the workpiece and electrode wire is fed through a hole in the charcoal electrode that is fed by a current straight polarity.

Keywords: arc, pig iron, welding, carbon electrode wire.

УДК 621.791.76:539.4.25

С. Н. ПОПОВ, д-р филос. наук, проф., ЗНТУ, Запоріжжє

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ НА ПРОЧНОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ

В статье оптимизирован алгоритм получения адекватного количественного математического описания многофакторной технологической системы при рельефной сварке разнородных материалов. Представлено математическое описание новой технологии рельефной сварки титана со сталью, которая обеспечивает достаточно высокую работоспособность (прочность и пластичность) сварных соединений и полное отсутствие несплошностей в сварных точках.

Ключевые слова: физико-механические свойства, точечная рельефная сварка, оптимизация, деформация, интерметаллидная фаза, поверхность отклика.

Введение. Важной проблемой в машиностроении является задача получения прочных сварных соединений при сварке разнородных материалов, в особенности титана со сталями. Главной мерой это связано с наличием интерметаллидов в сплаве титана с железом, что значительно повышает прочность соединения, но резко снижает его пластичность [1-6], что затрудняет применение сварки плавлением. Высокую работоспособность и характеристики сварного соединения обеспечивает технология рельефной сварки. Однако отсутствие системных данных о механизме комплексного влияния различных факторов на физико-механические свойства сварного соединения приводит к необходимости оптимизации алгоритма получения адекватного математического описания многофакторной технологической системы рельефной сварки титана со сталью.

© С. Н. ПОПОВ, 2013