

УДК 621.791

**НОВИЙ СПОСІБ ХОЛОДНОГО ЗВАРЮВАННЯ ЧАВУНУ**

©Калін М. А., Ізотова К. О.

*Українська інженерно-педагогічна академія***Інформація про авторів:**

**Калін Микола Андрійович:** ORCID: 0000-0002-4068-2718; svargof@gmail.com; кандидат технічних наук; доцент кафедри інтегрованих технологій в машинобудуванні та зварювального виробництва; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

**Ізотова Катерина Олександрівна:** ORCID: 0000-0002-6585-6681; ant-izotov@yandex.ru; кандидат технічних наук; доцент кафедри інтегрованих технологій в машинобудуванні та зварювального виробництва; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Метою роботи є підвищення якості металу шва при електродуговому зварюванні 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.

Дослідження проводили при холодному зварюванні сірого чавуну сталевим зварювальним дротом на постійному струмі 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.

Структура металу шва троосто-сорбіт і дрібні включення ферита. Біля поверхні – структура типова для литої маловуглецевої сталі.

**Ключові слова:** дуга; чавун; зварювання; вугільний електрод; дріт.

**Калин Н. А., Изотова Е. О.** «Новый способ холодной сварки чугуна».

Целью работы является повышения качества металла шва при электродуговой сварке чугуна.

Разработанный способ сварки чугуна электрической дугой, который отличается тем, что дуга горит между угольным электродом и изделием, а сварочную проволоку подают через отверстие в угольном электроде, который питается током прямой полярности.

Исследование проводили при холодной сварке серого чугуна стальной сварочной проволокой на постоянном токе прямой полярности. При этом угольный электрод одновременно является токоподводом к сварочной проволоке и веществом, которое образует углекислый газ в дуге при сварке на прямой полярности.

Структура металла шва троосто-сорбит и мелкие включения ферита. Возле поверхности – структура типичная для литой малоуглеродистой стали.

**Ключевые слова:** дуга; чугун; сварка; угольный электрод; проволока.

**Kalin N., Izotova C.** “Improvement electrode for cold welding of cast iron”.

The aim is to improve the quality of the weld metal during arc welding cast iron.

The developed method of iron welding arc, characterized in that the arc between a carbon electrode and the workpiece and the welding wire is fed through a hole in the carbon electrode, which is powered by direct current polarity.

The study was carried out at the cold welding of cast iron steel welding wire DC straight polarity. This carbon electrode is also the current supply to the welding wire and a substance that constitutes the carbon dioxide in the arc when welding with straight polarity.

The structure of the weld metal Troost-sorbitol and small inclusions Ferit. Near the surface - structure typical cast mild steel.

**Keywords:** arch; iron; welding; carbon electrode; wire.

### **1. Постановка проблеми**

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].

### **2. Аналіз останніх досліджень**

При зварюванні чавуну низьковуглецевими електродами загального призначення і механізованому зварюванні сталевим дротом найбільш слабке місце звареного з'єднання - навколошовна 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 товщину 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 заплавляють.

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 заварці 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.

### **3. Експериментальна частина**

Завдання дослідження – підвищення якості зварного шва і зниження твердості наплавленого металу при холодному електродуговому зварюванні чавунного литва сталевим електродним дротом.

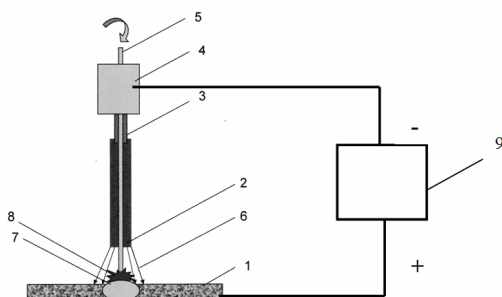
Це досягається тим, що дуга горить між вугільним електродом і виробом, а зварювальний дріт подають через отвір у вугільному електроді, який живиться струмом прямої полярності.

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 °С, перш ніж буде нанесений наступний.

На рисунку 1 зображена принципова схема виконання зварного з'єднання при використанні способу зварювання чавуну [4]: 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

#### 4. Результати досліджень

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 180-200 А, 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 (див. рисунок 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 металорізальним інструментом.



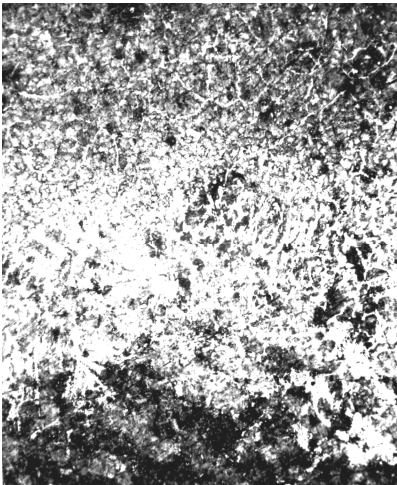
**Рис. 2** – Приклади ремонтного зварювання чавунних деталей

**Технологія машинобудування**

Здійснення способу зварювання чавуну, дозволяє видалити з шару металу шва надмірну кількість вуглецю, що приводить до підвищення якості зварного шва і зниження твердості наплавленого металу без застосування дорогих спеціальних електродів і складних технологічних прийомів.

В результаті металографічних досліджень и вимірювання твердості основного металу і зони термічного впливу (рисунок 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  $\leq 65$  HRC. Далі вглиб наплавленого металу – перліт + ділянки крупногolkового мартенситу + аустеніт + графіт відпалу. Твердість цієї зони  $\leq 50$  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 HB. Верхній шар – основа феритна. Незначні включення перліту і третичного цементиту. Твердість 170-206 HB.



**Рис. 3** – Мікроструктура зони сплавлення, х 450

**Висновки**

1. В результаті досліджень зварних швів пор, тріщин і інших дефектів в зварних швах і зоні термічного впливу не виявлено.
2. Багатошарове заповнення розробки приводить до відпалу зварного шва і зниженню твердості металу шва і навколо шовної зони.
3. Впровадження способу зварювання чавуну в промисловість дасть значний економічний ефект за рахунок використання відносно дешевих сталевих дротів і відсутності захисних газів.

**Список використаних джерел:**

1. Иванов Б. Г. Сварка и резка чугуна / Б. Г. Иванов, Ю. И. Журавицкий, В. И. Левченко. – М. : Машиностроение, 1977. –С. 56–65.
2. А. с. 531694 СССР, МКИ<sup>2</sup> В 23 К 33/00. Способ холодной сварки серого чугуна / Г. В. Фомичев ; Каменский комбинат искусственного чугуна. – № 2029572/27 ; заявл. 03.06.74 ; опубл. 15.10.76, Бюл. № 38. – 2 с.
3. А. с. 523770 СССР, МКИ<sup>2</sup> В 23 К 9/00. Способ сварки чугуна / П. М. Несвитт, В. Н. Радзиевский, Н. М. Сытник, В. Н. Лиханосов, Ю. Ф. Гарцунов, В. П. Шабаль ; Всесоюз. науч.-исслед. и конструктор.-технол. ин-т компрессорного машиностроения. – № 2084847/27 ; заявл. 17.12.74 ; опубл. 05.08.76, Бюл. № 29.
4. Пат. 71145 Україна, МПК<sup>7</sup> В 23 К 33/00. Спосіб зварювання чавуну / М. А. Калін, Є. С. Дерябкіна ; Укр. інж.-пед. акад. – № у 201113209 ; заявл. 09.11.2011 ; опубл. 10.07.2012, Бюл. № 13. – 3 с. : рис.

**References**

1. Ivanov, B, Zhuravitskiy, Yu & Levchenko, V 1977, *Svarka i rezka chuguna*, Mashinostroyeniye, Leningrad.
2. Fomichev, G 1976, *Sposob kholodnoy svarki serogo chuguna*, SU Patent 531694.
3. Nesvit, P, Radzievskiy, V, Sytnik, N, Likhanosov, V, Gartsunov, Yu & Shabal, V 1976, *Sposob svarki chuguna*, SU Patent 523770.
4. Kalin, M & Deryabkina, Ye 2012, *Sposib zvariuvannia chavunu*, UA Patent 71145.

Стаття надійшла до редакції 02 вересня 2015 р.