

УДК 621.791

**СПОСІБ ЗВАРЮВАННЯ ЧАВУНУ СТАЛЕВИМИ ЕЛЕКТРОДАМИ  
З ВИДАЛЕННЯМ ОБЛИЦЮВАЛЬНОГО МЕТАЛУ ШВА**©**Ізотова К. О.***Українська інженерно-педагогічна академія***Інформація про автора:**

**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.

Дослідження проводили при холодному зварюванні сірого чавуну сталевими зварювальними електродами на постійному струмі зворотної полярності.

Наплавку облицювального шару розробки проводили сталевими електродами при максимальній силі струму з наступним механічним видаленням 0,5-0,7 висоти наплавленого металу з подальшим почерговим виконанням зварювання розробки сталевими електродами і наступним механічним видаленням 0,3-0,5 висоти кожного шару наплавленого металу до заповнення розробки металом і забезпечення посилення шва висотою 2-3 мм.

В процесі зварювання контролювали температуру основного металу в навколошовній зоні, не допускаючи нагріву деталі вище 70 °С. Видалення металу шва проводили електричною шліфувальною машинкою.

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 навколошовної зони, що зменшує вірогідність утворення тріщин.

**Ключові слова:** електрод; чавун; зварювання; твердість; тріщини.

**Ізотова Е. А.** «Способ сварки чугуна стальными электродами с удалением облицовочного металла шва».

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

Исследование проводили при холодной сварке серого чугуна стальными сварочными электродами на постоянном токе обратной полярности.

Наплавку облицовочного слоя разделки проводили стальными электродами при максимальной силе тока со следующим механическим удалением 0,5-0,7 высоты наплавленного металла с дальнейшим поочередным выполнением сварки разделки стальными электродами и следующим механическим удалением 0,3-0,5 высоты каждого слоя наплавленного металла до заполнения разделки металлом и обеспечения усиления шва высотой 2-3 мм.

В процессе сварки контролировали температуру основного металла в околошовній зоне, не допуская нагрева детали выше 70 °С. Удаление металла шва проводили электрической шлифовальной машинкой.

В результате исследований сварных швов пор, трещин и других дефектов в сварных швах и зоне термического влияния не выявлено. Твердость металла шва не превышала 180-200 НВ и позволяла легко проводить механическую обработку сварных швов обычным металлорежущим инструментом.

Многослойное заполнение разделки приводит к отжигу сварного шва и снижению твердости металла шва и наволошовной зоны, который уменьшает вероятность образования трещин.

**Ключевые слова:** электрод; чугун; сварка; твердость; трещины.

**Izotova E.** “A method of welding iron steel electrodes facing removing weld metal”.

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

The study was carried out at the cold welding of cast iron steel welding electrodes at a constant current of reverse polarity.

Surfacing facing layer cutting steel wire electrodes with a maximum current of the following mechanical removal of weld metal height of 0.5-0.7 with a further alternate cutting steel welding electrodes, and the following mechanical removal of 0.3-0.5 height of each layer of weld metal to cutting the metal filling and provide strengthening seam 2-3 mm.

During welding, the base metal was controlled temperature okoloshovniy area, avoiding parts heating above 70 ° C. Removal of the weld metal wires, electric sander.

As a result of investigations since the welds, cracking and other defects in welds and heat-affected zone is not detected. The hardness of the weld metal does not exceed 180-200 HB and makes it easy to carry out machining of welds conventional metal-cutting tools.

Multilayer filling cutting leads to annealing of the weld and reduce the hardness of the weld metal and navkoloshovnoї zone, which reduces the likelihood of cracking.

**Key words:** electrode; cast iron; welding; hardness; fracture.

## **1. Постановка проблеми**

Способ відноситься до області зварювання, зокрема до способів холодного зварювання чавуну електродуговим методом, і може бути використаний для виправлення дефектів чавунного литва і виготовлення зварних конструкцій з чавуну.

## **2. Аналіз останніх досліджень**

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

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 валиками, 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 холодного зварювання сірого чавуну [3], при якому зварювання проводять сталевим електродом, при цьому по чергово виконують зварювання сталевими електродами з наступним механічним видаленням 0,3-0,5 висоти наплавленого металу до заповнення розробки і забезпечення посилення шва.

Недоліком вказаного способу зварювання є низька технологічність способу, що полягає в недостатньому проплавленні кореня шва і видалення вуглецю із металу першого шару і стабільності отримання якісного зневуглецювання чавуну на необхідну глибину після багатшарового наплавлення. Така технологія не може використовуватись при заварюванні тріщин на тонкостінних відливках типу блоку циліндрів з товщиною стінки 5-6 мм.

### **3. Експериментальна частина**

Завдання дослідження – підвищення якості зварного шва і зниження твердості наплавленого металу при холодному зварюванні чавунного литва сталевими електродами.

Це досягається тим, що наплавку першого облицювального шару розробки проводять сталевим електродом на максимальному струмі з наступним механічним видаленням 0,5-0,7 висоти наплавленого металу з подальшим по черговим виконанням зварювання сталевим електродом і наступним механічним видаленням 0,3-0,5 висоти наплавленого металу до заповнення розробки і забезпечення посилення шва.

Після наплавлення кожного шару проводять охолодження деталі до температури не більше 70 °С, перш ніж буде нанесений наступний.

Дослідження проводили при холодному зварюванні сірого чавуну марки СЧ21 завтовшки 25 мм сталевими зварювальними електродами марки УОНІІІ 13/55 на постійному струмі зворотної полярності. Діаметр електродів складав 3 і 4 мм.

Сила струму для електродів діаметром 3 мм при наплавленні першого облицювального шару була максимальна і складала 130-140 А, а для електродів діаметром 4 мм – 180-200 А.

При подальшому заварюванні розробки сила струму складала для електродів діаметром 3 мм-90-110 А, а для електродів діаметром 4 мм-140-160 .

Наплавку облицювального шару розробки проводили сталевими електродами при максимальній силі струму з наступним механічним видаленням 0,5-0,7 висоти наплавленого металу з подальшим по черговим виконанням зварювання розробки сталевими електродами і наступним механічним видаленням 0,3-0,5 висоти кожного шару наплавленого металу до заповнення розробки зварюваного металу і забезпечення посилення шва висотою 2-3 мм.

Зварювання проводили без попереднього підігріву. Перший шов зварювали електродами діаметром 3 мм., а наступні електродами діаметром 4 мм. В процесі зварювання контролювали температуру основного металу в навколошовній зоні, не допускаючи нагріву деталі вище 70°С. Видалення металу шва проводили електричною шліфувальною машинкою із застосуванням абразивного каменю завтовшки 6 мм.

Висоту видаленого шару наплавленого металу контролювали штангенциркулем, заміряючи висоту наплавленого металу після кожного зварювання і після видалення його частини. Глибина видалення першого шару була 0,5-0,7, а наступних в межах 0,3-0,5 висоти наплавленого металу кожного шва.

### **4. Результати досліджень**

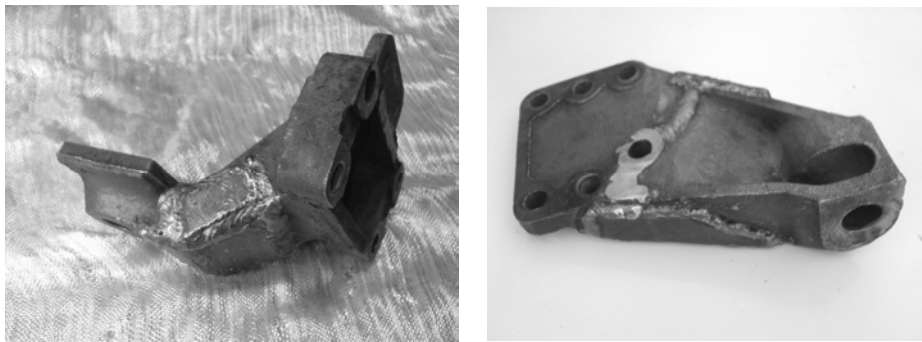
В результаті досліджень зварних швів пор, тріщин і інших дефектів в зварних швах і зоні термічного впливу не виявлено. Твердість металу шва не перевищувала 180-200 НВ і дозволяла легко проводити механічну обробку зварних швів звичайним металоріжучим інструментом.

## Технологія машинобудування

В результаті металографічних досліджень и вимірювання твердості основного металу і зони термічного впливу встановлено, що мікроструктура основного металу типова для сірого феритоперлітного 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 крупноголкового мартенситу + аустеніт + графіт відпалу. Твердість цієї зони  $\leq 50$  HRC.

Здійснення способу холодного зварювання чавуну дозволяє видалити з першого облицювального шару металу шва надмірну кількість вуглецю у складі 0,5-0,7 висоти зварного шва, що видалється. З наступних швів також видаляється 0,3-0,5 висоти високовуглецевого шва, що приводить до підвищення якості зварного шва і зниження твердості наплавленого металу без застосування дорогих спеціальних електродів і складних технологічних прийомів (див. рисунок 1).

Багатошарове заповнення розробки приводить до відпалу зварного шва і зниженню твердості металу шва і навколошовної зони, що зменшує вірогідність утворення тріщин.



**Рис. 1** – Приклади ремонтного зварювання чавунних деталей

Впровадження способу холодного зварювання чавуну (без підігріву деталей) в промисловість дасть значний економічний ефект за рахунок використання недефіцитних і відносно дешевих сталевих електродів при високій якості зварних з'єднань.

### Висновки

1. В результаті досліджень зварних швів пор, тріщин і інших дефектів в зварних швах і зоні термічного впливу не виявлено.

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

### Список використаних джерел:

1. Иванов Б. Г. Сварка и резка чугуна / Б. Г. Иванов, Ю. И. Журавицкий, В. И. Левченков. – М. : Машиностроение, 1977. – 208 с.
2. А. с. 531694 СССР, М. Кл<sup>2</sup> В23К33/00. Способ холодной сварки серого чугуна / Г. В. Фомичев. – № 2029572/27 ; заявл. 03.06.74 ; опубл. 12.10.76, Бюл. № 38. – 2 с.
3. Пат. 25428 UA, МПК В 23к 33/00. Спосіб холодного зварювання чавуну / М. А. Калін ; власник Укр. інж.-пед. акад. – № u200703161 ; заявл. 26.03.07 ; опубл. 10.08.07, Бюл. № 12. – 2 с.

### References

1. Ivanov, B, Zhuravitskiy, Yu & Levchenkov V 1977, *Svarka i rezka chuguna*, Mashinostroyeniye, Moskva.
2. Fomichev, G 1974, *Sposob kholodnoy svarki serogo chuguna*, USSR Patent 531694.
3. Kalin, M 2007, *Method of cold welding of cast iron*, UA Patent 25428.

Стаття надійшла до редакції 16 вересня 2016 р.