

УДК 621.791.752.3

**СПОСІБ ХОЛОДНОГО ЗВАРЮВАННЯ ЧАВУНУ
З ОБЛИЦЮВАННЯМ КРОМОК РОЗРОБКИ**

©Калін М. А., Семикін І. В.

*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.

Семикін Ігор Володимирович: ORCID: 0000-0001-7910-2963; deadangel322@gmail.com; студент факультету Комп'ютерних і інтегрованих технологій у виробництві та освіті; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Метою розробки є підвищення технологічності і якості зварного шва і зниження твердості наплавленого металу при холодному зварюванні чавунного литва сталевими електродами. Це досягається тим, що заварку першого облицювального шару розробки проводять високолегованим електродом зі стрижнем із нержавіючої сталі і наступним механічним видаленням 0,5-0,6 висоти металу шва з подальшим почерговим виконанням зварювання сталевим електродом з основним видом покриття і наступним механічним видаленням 0,3-0,4 висоти металу шва до заповнення розробки і забезпечення посилення шва.

Дослідження проводили при холодному зварюванні сірого чавуну. Заварку першого облицювального шару розробки проводили високолегованим електродом з наступним механічним видаленням 0,5-0,6 висоти металу шва і подальшим почерговим виконанням зварювання сталевим електродом і наступним механічним видаленням 0,3-0,4 висоти наплавленого металу до заповнення розробки зварюваного металу і забезпечення посилення шва.

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.

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

Ключові слова: електрод; чавун; зварювання; твердість; шов.

Калин Н. А., Семикин И. В. «Способ холодной сварки чугуна с облицовкой кромок разделки».

Целью разработки является повышение технологичности и качества сварного шва и снижение твердости наплавленного металла при холодной сварке чугуна стальными электродами. Это достигается тем, что заварку первого облицовочного слоя разделки проводят высоколегированным электродом со стержнем из нержавеющей стали и последующим механическим удалением 0,5-0,6 высоты металла шва с последующим поочередным выполнением сварки стальным электродом с основным видом покрытия и

Технологія машинобудування

последующим механическим удалением 0,3 -0,4 высоты металла шва до заполнения разделки и обеспечения усиления шва.

Исследования проводились при холодной сварке серого чугуна. Заварку первого облицовочного слоя разделки проводили высоколегированным электродом с последующим механическим удалением 0,5-0,6 высоты металла шва и последующим поочередным выполнением сварки стальным электродом и последующим механическим удалением 0,3-0,4 высоты наплавленного металла до заполнению разделки свариваемого металла и обеспечения усиления шва.

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

Внедрение способа холодной сварки чугуна в промышленность даст значительный экономический эффект за счет использования не дефицитных и относительно дешевых стальных электродов при высоком качестве сварных соединений.

Ключевые слова: электрод; чугун; сварка; твердость; шов.

Kalin N., Semykin I. “Method of cold welding of cast iron with facing trim edges”.

The purpose of the development is to improve the processability and quality of the weld and reduce the hardness of the weld metal during cold welding of cast iron with steel electrodes. This is achieved by welding the first cladding layer with a high-alloyed electrode with a stainless steel rod and then mechanically removing 0.5-0.6 of the weld metal height followed by successive welding of the steel electrode with the main coating and subsequent mechanical removal of 0.3 -0.4 of the height of the weld metal before filling the stripping and ensuring reinforcement of the seam.

The investigations were carried out with cold welding of gray cast iron. Welding of the first cladding layer was carried out with a high-alloy electrode followed by a mechanical removal of 0.5-0.6 of the weld metal height and subsequent successive welding of the steel electrode and subsequent mechanical removal of 0.3-0.4 of the height of the weld metal before filling the development of the weld metal reinforcement of the seam.

As a result of investigations of welded joints of pores, cracks and other defects in the welds and the zone of thermal influence, it was not found. The hardness of the weld metal did not exceed 180-200 NW and allowed easy machining of welded joints with a conventional metal-cutting tool.

The introduction of the method of cold welding of cast iron into industry will give a significant economic effect by using not scarce and relatively cheap steel electrodes with high quality of welded joints.

Key words: electrode, cast iron, welding, hardness, seam.

1. Постановка проблеми

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

2. Аналіз останніх досліджень

В літературі відомо багато різних способів електродугового зварювання чавуну, наприклад сталевими електродами [1]. Але при зварюванні сталевими електродами дуже важко уникнути появи тріщин унаслідок утворення у шві і навколошовній зоні гартівних структур цементиту і мартенситу.

Так описано спосіб холодного зварювання чавуну [2], при якому оброблення кромки виконують ступінчастого із додатковим поглибленням усередині оброблення та з подальшим наплавленням підготовчих шарів на всю поверхню оброблення паралельними валиками, при цьому між підготовчими шарами залишають зазор, а після наплавлення валиків одержаний зазор заплавляють.

Недоліком вказаного способу є практична неможливість витримати в процесі зварювання зазор між підготовчими шарами у вузькому діапазоні. Крім того, ступінчата 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 є спосіб холодного зварювання сірого чавуну [3], при якому зварювання проводять сталевим електродом, при цьому почергово 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 проплавленню кореня шва і видалення вуглецю із металу першого шару і низька якість зневуглицювання чавуну на необхідну глибину після багат шарового наплавлення.

3. Експериментальна частина

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

Це досягається тим, що заварку першого облицювального шару розробки проводять високолегованим електродом зі стрижнем із нержавіючої сталі і наступним механічним видаленням 0,5-0,6 висоти металу шва з подальшим почерговим виконанням зварювання сталевим електродом з основним видом покриття і наступним механічним видаленням 0,3-0,4 висоти металу шва до заповнення розробки і забезпечення посилення шва.

Кожен з швів охолоджують до температури не більше 70°C, перш ніж буде нанесений наступний.

Дослідження проводили при холодному зварюванні сірого чавуну марки СЧ21 завтовшки 25 мм високолегованими електродами марки ЦЛ-11 зі стрижнем із нержавіючої сталі і сталевими електродами марки УОНІІ-13/55 з основним видом покриття на постійному струмі зворотної полярності. Діаметр електродів складав 3 і 4 мм. Сила струму для електродів ЦЛ-11 діаметром 3 мм при наплавленні першого облицювального шару

Технологія машинобудування

складала 100-110 А, а для виконання подальшого зварювання використовували електроди УОНІІ-13/55 діаметром 4 мм. Сила струму складала 160-180 А.

Зварку першого облицювального шару розробки проводили високолегованим електродом марки ЦЛ-11 зі стрижнем із нержавіючої сталі з наступним механічним видаленням 0,5-0,6 висоти металу шва і подальшим почерговим виконанням зварювання сталевим електродом з основним видом покриття марки УОНІІ -13/55 і наступним механічним видаленням 0,3-0,4 висоти наплавленого металу до заповнення розробки зварюваного металу товщиною 25 мм і забезпечення посилення шва 2-3 мм. (рис. 1).

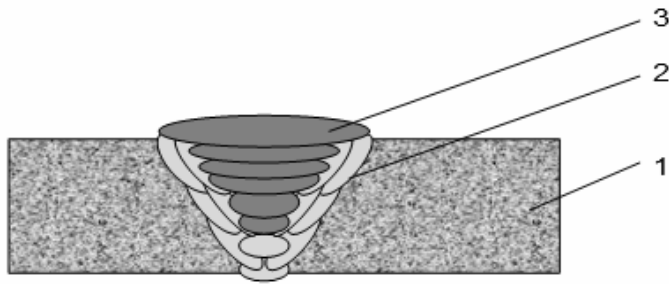


Рис. 1 – Схема виконання способу зварювання чавуну:
1 – основний метал чавун; 2 – облицювальний шар виконаний високолегованими електродами; 3 – заповнення розробки сталевими електродами

досліджень і вимірювання твердості основного металу і зони термічного впливу (рис. 2) 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 НRс. Далі вглиб наплавленого металу – перліт + ділянки крупногोलкового мартенситу + аустеніт + графіт відпалу. Твердість цієї зони ≤ 50 НRс.

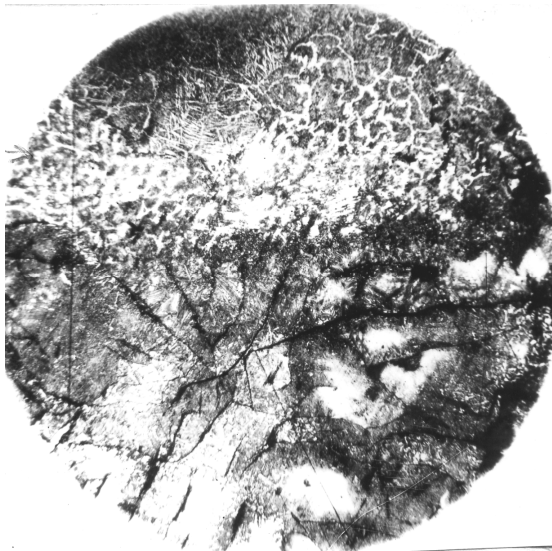


Рис. 2 – Мікроструктура зварного шва в зоні сплавлення (x 350)

Висоту видаленого шару металу шва контролювали штангенциркулем, заміряючи висоту наплавленого металу після кожного зварювання і після видалення його частини. Глибина видалення першого шару була 0,5-0,6, а наступних в межах 0,3-0,4 висоти наплавленого металу кожного шва.

Зварювання проводили без попереднього підігріву. 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.

В результаті металографічних

Мікроструктура на ширині 2 мм від лінії сплавлення (рис. 3), являє собою суміш мартенситу з троститом різної дисперсності. Твердість 46-50НRс. Біля самого сплавлення – крупні зерна тростито-мартенситу і грубі голки мартенситу. Твердість 54НRс. Далі на ширину 2,5 мм структура характеризується наявністю феритних зерен, невеликої кількості перлітних зерен і включень третичного цементиту. Твердість 250-274 НВ. Верхній шар – основа феритна. Незначні включення перліту і третичного цементиту. Твердість 170-206 НВ.

Висоту видаленого шару металу шва контролювали штангенциркулем, заміряючи висоту наплавленого металу після кожного

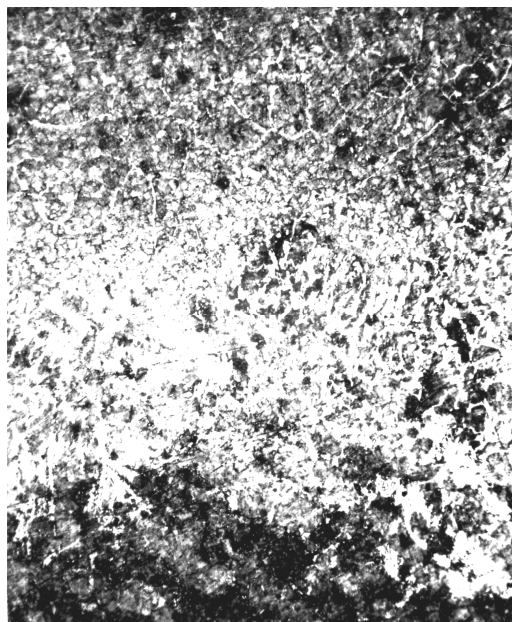


Рис. 3 – Мікроструктура зони сплавлення (x450)

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.

Здійснення способу холодного зварювання чавуну дозволяє видалити з першого шару металу шва надмірну кількість вуглецю у складі 0,5-0,6 висоти зварного шва, що видалиться. З наступних швів також видалиться 0,3-0,4 висоти високовуглецевого шва, що приводить до підвищення якості зварного шва і зниження твердості наплавленого металу без

застосування дорогих спеціальних електродів і складних технологічних прийомів.

Висновки

1. Використання високолегованих електродів сприяє додатковому розчиненню і видаленню вуглецю з металу шва.
2. Використання сталевих електродів з основним видом покриття для заповнення розробки покращує пластичність металу шва.
3. Багат шарове заповнення розробки приводить до відпалу зварного шва і зниженню твердості металу шва і навколо шовної зони.
4. Впровадження способу зварювання чавуну в промисловість дасть значний економічний ефект за рахунок використання недефіцитних і відносно дешевих сталевих електродів при високій якості зварних з'єднань.

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, кл. В 23 к 33/00. Способ холодной сварки серого чугуна / Г. В. Фомичев ; Каменский комбинат искусственного волокна ; Заявл. 03.06.74 ; Опубл. 15.10.76, Бюл. № 38.
3. Пат. 25428 Україна, МПК (2006), В23К 33/00. Спосіб холодного зварювання чавуну / М. А. Калін ; Укр. інж.-пед. акад. - № у 2007 03161 ; Заявл. 26.03.2007 ; Опубл. 10.08.2007, Бюл. № 12. - 4 с. : рис.

References

1. Ivanov, B, Zhuravitskii, Iu & Levchenkov, V 1977 *Svarka i rezka chuguna*, Mashinostroyeniye, Moskva.
2. Fomichev, G 1974, *Sposob kholodnoi svarki serogo chuguna*, USSR Patent 531694.
3. Kalin, M 2007, *Sposib kholodnoho zvariuvannia chavunu*, UA Patent 25428.

Стаття надійшла до редакції 25 вересня 2017 р.