

УДК621. 723

В.Д. Кузнецов, П.В. ПоповичНаціональний технічний університет України “КПІ”, Україна, Київ
Тел. 8(044) 406-82-42; E-mail: v.kuznetsov@kpi.ua**НАПЛАВЛЕННЯ ВИСОКОХРОМИСТОГО ЧАВУНУ З ПІДГРІВОМ
МАГНІТОКЕРОВАНОЮ ДУГОЮ**

Показано, що відновлення композиціями високохромистого чавуну поверхонь деталей і конструкцій наплавленням з підігрівом теплом магнітокерованої дуги в процесі термоциклювання сприяє позитивним структурним змінам, дозволяє уникнути тріщин і підвищує зносостійкість.

Ключові слова: наплавлення, термоциклювання, високохромистий чавун, підігрів магнітокерованою дугою.

Вступ. Значний обсяг деталей машин і конструкцій в машинобудуванні відновлюється наплавленням. Вибір хімічного складу наплавленого матеріалу визначається умовами роботи поверхні деталей машин і конструкцій. При абразивному, гідро- та газоабразивному зношуваннях рекомендовано наплавлення матеріалу на основі високохромистого чавуну [1].

При відновленні наплавленням такої композиції основною проблемою є виникнення холодних тріщин. Кардинальним заходом їх уникнення є попередній підігрів, що уповільнює швидкість охолодження деталей і приводить до формування більш пластичних структур [2]. Але цей захід потребує додаткових матеріальних, енергетичних і трудових витрат.

Уповільнене охолодження і формування більш пластичних структур розпаду переохолодженого аустениту в умовах термічного циклу наплавлення здійснюється термоциклюванням [3]. В роботі [4] термоциклювання здійснювали пульсаціями дуги імпульсами струму від 132 А до 300 А, що супроводжувалось нерівномірним формуванням валику. В роботі [5] виконували зварювання дугою періодичної дії з чергуванням періодів імпульсу і паузи. Переміщення пальника виконувалось тільки в період імпульсу, що суттєво знижувало продуктивність процесу.

На кафедрі інженерії поверхні НТУУ “КПІ” розроблені способи наплавлення при яких термоциклювання здійснюється незалежно від параметрів основної дуги, що не порушує формування якісного валика. [6,7]

Мета роботи – дослідити вплив термоциклювання магнітокерованою дугою на структуру та зносостійкість поверхневого шару при наплавленні високохромистого чавуну.

Основний зміст і результати роботи. Для зміни термічного циклу охолодження в процесі наплавлення розроблена конструкція (рис 1), яка вміщує неплавку вугільну пластину 4 та електромагніт постійного струму. Неплавка вугільна пластина 4 підключена до незалежного джерела живлення 3. Переміщення дуги на вугільній пластині здійснюється за допомогою П-подібного електромагніту 7, полюса якого розташовані між неплавною пластиною на відстані L1 від основної дуги. Основна дуга 6 підключена до незалежного джерела живлення 5.

Відстань між полюсами електромагніту (L_2) та між полюсом і пластиною (L_3) підбирають з врахуванням отримання повноцінного формування наплавленого валика.

При взаємодії осьової складової струму дуги та поперечної складової магнітного поля за правилом лівої руки відбувається відхилення дуги по осі валика в напрямку процесу наплавлення.

В залежності від зміни полярності струму живлення електромагнітів відбувається зміна напрямку магнітного потоку і дуга переміщується по неплавкій пластині в ту чи іншу сторону декілька циклів залежно від часу реверсування (tr), тим самим вносячи додаткове тепло та уповільнюючи швидкість охолодження без втручання в основний процес наплавлення.

Наплавлення виконували на сталь 3 порошковим дротом ПП-АН 170 типу 80X20P3T ТУ 14-4-800-77 діаметром 2.5 мм, призначеного для відновлення наплавленням деталей, що працюють в умовах абразивного, газо- та гідроабразивного зношування з помірними ударними навантаженнями. Режими наплавлення: струм основної дуги $I_{d1}=360-380$ А; напруга основної дуги $U_{d1}=36-38$ В; швидкість наплавлення $V_n=18$ м/год.

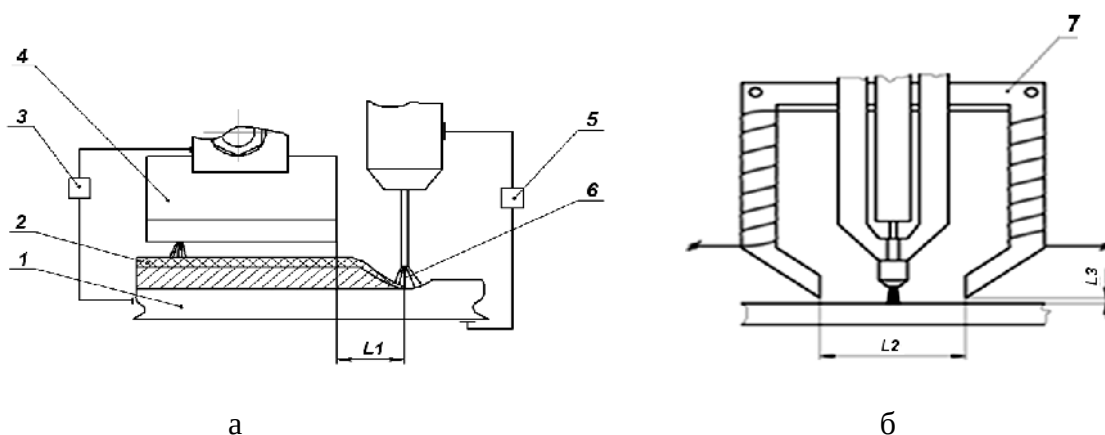


Рис. 1. Конструкція пристрою для переміщення дуги (а) і схема розташування електромагніту (б): 1-основний метал (пластина для наплавлення); 2-наплавлений валик; 3-джерело живлення допоміжної дуги; 4-неплавка вугільна пластина; 5- джерело живлення основної дуги; 6-основна дуга; 7-електромагніт постійного струму

Термічний цикл охолодження записували за допомогою термопари [8], електро-рушійну силу якої фіксували на комп'ютер за допомогою чотирьох каналного аналого-цифрового перетворювача (ЦАП) марки WAD-AIK-BUS(USB).

Було проведено серію експериментів для звичайних умов наплавлення та в умовах термоциклювання магнітокерованою дугою.

На рис 2.приведені графіки термічних циклів для звичайних умов охолодження та в умовах термоциклювання при різних струмах магнітокерованої дуги.

Дані рис.2 свідчать про наявність температурних піків на кривих охолодження в умовах обробки валиків теплом магнітокерованої дуги.

Такий характер змін супроводжується зменшенням швидкості охолодження в інтервалі температур 550°C .

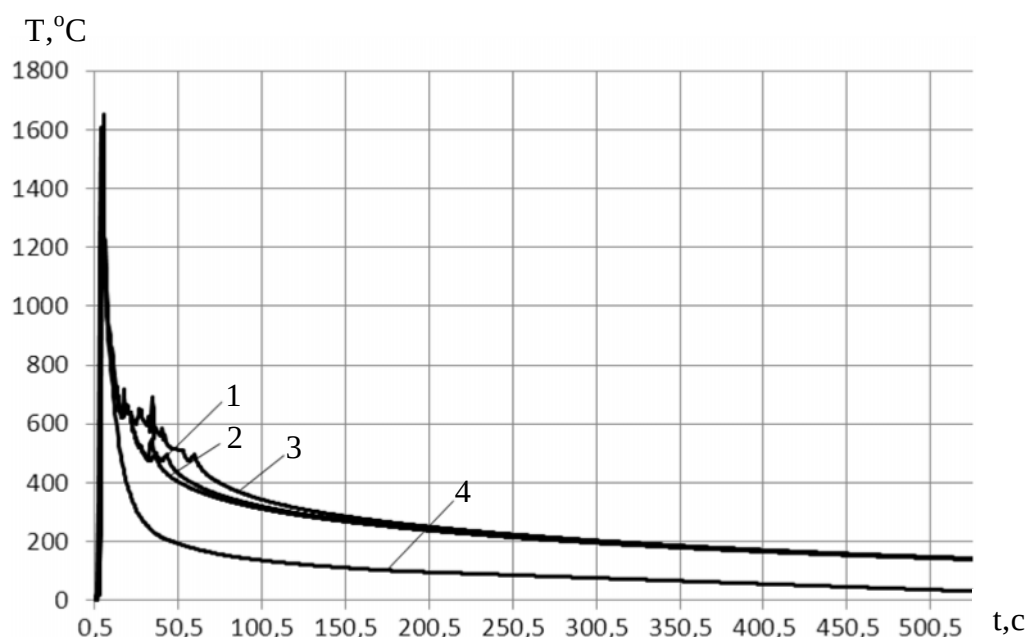


Рис. 2 Залежність зміни температури при напавленні від часу: 1- термоциклювання при струмі допоміжної дуги 70 А, час реверсування $tr=0.1$ с; 2 - термоциклювання при струмі допоміжної дуги 100 А час реверсування дуги $tr=0.7$ с; 3- термоциклювання при струмі допоміжної дуги 130 А, час реверсування $tr=0.4$ с; 4- звичайні умови охолодження

Так, для звичайних умов напавлення (рис.2, крива-4) швидкість охолодження складає $V_{ох1}=24,8^{\circ}\text{C}/\text{с}$, при термоциклюванні знижується від $V_{ох2}=12,7^{\circ}\text{C}/\text{с}$ до $V_{ох2}=5,15^{\circ}\text{C}/\text{с}$ (рис.2, криві 1-3).

Зниження швидкості охолодження при температурах розпаду аустеніту в умовах термоциклювання майже у 5 разів приводить до структурних змін. Так, структура високохромистого чавуну в звичайних умовах напавлення (рис.3а) характеризується направленістю роста складових (карбідних, карбоборидних включень, продуктів розпаду аустеніту, залишкового аустеніту). При цьому, за результатами металографічного аналізу у лінії сплавлення виявляються тріщини, що є характерним для звичайних умов напавлення (рис.3б).

В умовах термоциклювання формується більш дезорієнтована структура з меншими за розмірами карбідних та карбоборидних складових (рис.3 в,г), що також підтверджується даними кількісного металографічного аналізу. Так, відсотковий вміст карбідів при напавленні в звичайних умовах складає: 0,55% розміром 1-4,1 мкм; при напавленні з термоциклюванням при струмі 100 А - 0,57% розміром 1-3,9 мкм та при напавленні з термоциклюванням при струмі 130 А - 0,42% розміром 1-2,95 мкм.

Експериментальне визначення спрацьовування виконували на установці для тертя ЛКИ- 3. Залежності інтенсивності спрацьовування від шляху тертя наведені на рис.4. За даними досліджень встановлено, що інтенсивність спрацьовування It при напавленні в звичайних умовах (крива 1) майже у 2 рази більша в порівнянні з напавленням із термоциклюванням (крива 2).

Це пояснюється збільшенням кількості та дезорієнтацією більш дрібних за розмірами карбідної та карбоборидної фаз при напавленні з термоциклюванням теплом магнітокерованої дуги.

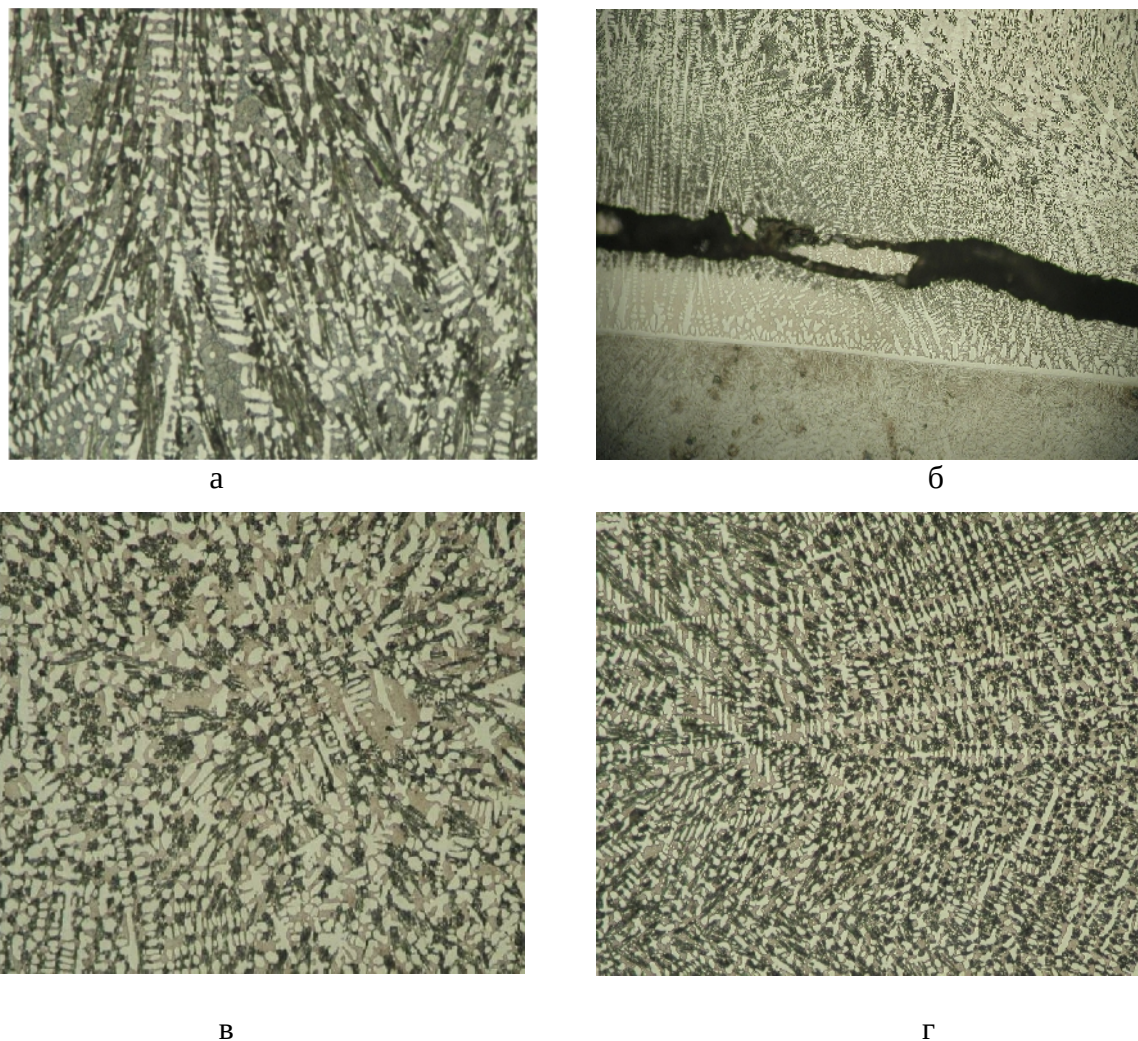


Рис.3. Структура наплавленого валика а - (х 400) звичайні умови наплавлення; б - (х 400) наплавленням з термоциклюванням при струмі 100 А; в- наплавленням з термоциклюванням при струмі 130 А

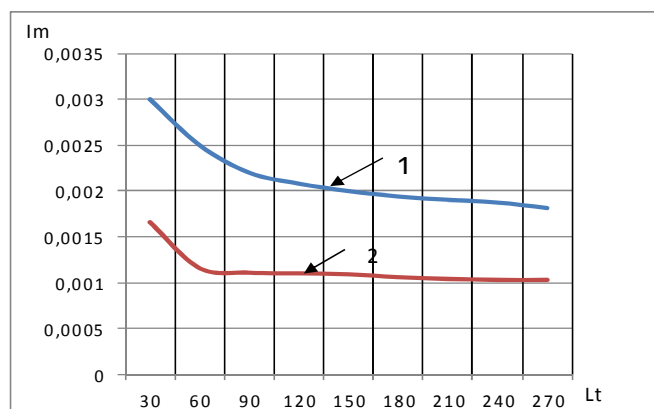


Рис.4. Залежність інтенсивності спрацювання від шляху тертя: 1-наплавлення в звичайних умовах; 2 - наплавлення з термоциклюванням при струмі 130А

Висновки

Запропоновано новий спосіб термоциклювання металу наплавленого валику теплом магнітокерованої дуги, який забезпечує уповільнений термічний цикл охолодження, що супроводжується уникненням тріщин та формуванням структур з підвищеною зносостійкістю.

Список літератури:

1. Інженерія поверхні / К.А. Ющенко, Ю.С. Борисов, В.Д. Кузнецов и др. – К: Наукова думка, 2007. – 553 с.
2. Рябцев И.А. Наплавка деталей машин и механизмов / И.А. Рябцев. – К: Еко-технологія, 2004. – 160 с.
3. Коровайченко Ю.М. Підвищення якості наплавки та зварних з'єднань термоциклічною обробкою / Ю.М. Коровайченко. – К: МАУП, 1999. – 240 с.
4. Вагнер Ф.А. Термоциклирование при сварке вольфрамовым электродом / Ф.А. Вагнер // Сварочное производство. – 1980. – N 2. – С. 4 – 6.
5. Особенности тепловых процессов при сварке с термоциклированием / Д.А. Дудко, А.М. Савицкий, М.М. Савицкий и др. // Автоматическая сварка. – 1998. – N 4. – С. 8 – 12.
6. Спосіб наплавлення виробів із важкозварювальних сталей: пат. № 64348 Україна, МПК (2011) B23K 9/18 / Кузнецов В.Д., Пащенко В.М., Попович П.В. – 10.11.2011. – Бюл. №21.
7. Спосіб наплавлення деталей із важкозварювальних сталей: пат. № 64347 Україна, МПК (2011) B23K 9/16 / Кузнецов В.Д., Пащенко В.М., Попович П.В. – 10.11.2011. – Бюл. №21.
8. Рижов Р.М. Магнітне керування якістю зварних з'єднань / Р.М. Рижов, В.Д. Кузнецов. – К: Екотехнологія, 2010. – 288 с.

Надійшла до редколегії 08.02.2012.

В.Д. Кузнецов, П.В. Попович
НАПЛАВКА ВЫСОКОХРОМИСТОГО
ЧУГУНА С ПОДОГРЕВОМ
МАГНИТОУПРАВЛЯЕМОЙ ДУГОЙ

Показано, что восстановление композициями высокохромистого чугуна поверхностей деталей и конструкций наплавкой с подогревом теплом магнитоуправляемой дуги в процессе термоциклирования способствует позитивным структурным изменениям, позволяет избежать трещин и повышает износостойкость.

Ключевые слова: наплавка, термоциклирование, высокохромистый чугун, подогрев магнитоуправляемой дугой.

V.D. Kuznetsov, P.V. Popovich
HARD-FACING HIGH CHROMIUM
CAST-IRON WITH HEATING MAGNETIC
CONTROLLED ARC

It is shown that industrial components restoration by the compositions of high-chromium cast-iron with heating by magnetic controlled arc in the process of hard-facing gives positive structural changes and allows to avoid cracks and promotes wearproofness.

Keywords: hard-facing, thermo cycling, high-chromium cast-iron, heating by magnetic controlled arc.