

УДК 621.9.048.4

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СУЛЬФОЦЕМЕНТОВАНИХ ПОКРИТТІВ ПРИ ЕЛЕКТРОІСКРОВОМУ ЛЕГУВАННІ НА СТАЛЬНИХ ПОВЕРХНЯХ

Гапонова О.П., к.т.н.
(Сумський державний університет)

У зв'язку з постійним зростанням режимних параметрів роботи машин і механізмів, крім високих швидкостей і тисків, велика кількість деталей змушені працювати в умовах тертя, агресивних середовищах з високою корозійною та хімічною активністю, екстремальних температур (від високих до криогенних). Як відомо, гарантією довговічності роботи виробу є не тільки його матеріал і технологія виготовлення, що визначає властивості матеріалу, а й поверхня робочої частини деталі, а точніше – якість поверхні. Створення функціональних поверхневих шарів на робочих поверхнях деталей є економічно вигідним способом підвищення довговічності машин і механізмів.

Аналіз науково-технічної літератури свідчить про те, що в останні роки проводяться роботи по розробці технологій, що можна застосовувати для виробів, що працюють без зовнішнього змащування. Нові можливості в цьому напрямку відкриває метод електроіскрового легування [1]. Відомо, що насичення сіркою поверхонь тертя сприяє підвищенню зносостійкості, поліпшує припрацювання і протизадирні властивості. Традиційні способи сульфідуювання, засновані на методі хіміко-термічної обробки, мають недоліки, що стримують їх застосування у виробництві: нагрівання всієї деталі, а відповідно і структурні зміни металу; деформації і викривлення; тривалість процесу до трьох і більше годин; велика витрата електроенергії; негативний вплив на екологію та ін. Відомо, що процес цементації сталевих поверхонь забезпечує підвищення твердості та зносостійкості. В [2] запропонований спосіб цементації сталевих деталей електроерозійним легуванням. Отже, актуальним є розробка способу отримання двокомпонентного покриття, що містить вуглець та сірку, що забезпечує підвищення твердості та зносостійкості з одночасним зниженням схоплювання поверхонь, що необхідно для деталей пар тертя, які працюють без змащення, методом електроіскрового легування.

Метою роботи є дослідження особливостей формування структури та мікротвердості поверхневих шарів сталей 20 та 40 після сульфоцементации методом електроіскрового легування.

Для дослідження використовували зразки зі сталей 20 та 40 розміром 15x15x8 мм. З метою сульфоцементации на оброблювану поверхню наносили консистентну речовину у вигляді сірчаної мазі з вмістом сірки 33,3%. Після цього, не чекаючи її висихання, виконували ЕІЛ графітовим електродом марки ЕГ-4 на установці моделі «Елітрон – 52А». Легування здійснювалося на різних режимах, кожному з яких відповідає своя енергія розряду і продуктивність.

Шорсткість поверхні після обробки визначали на профілографі-профілометрі мод. 201 заводу «Калибр» шляхом зняття і обробки профілограм. Для дослідження топографії поверхні зразка після ЕІЛ використовували растровий електронний мікроскоп «РЭММ – 102». Металографічний та мікрорентгеноспектральний аналізи покриттів виконували за допомогою оптичного мікроскопа МІМ-7 та електронного мікроскопа JEOL JSM 7100f, відповідно, дюрOMETричні дослідження – приладу ПМТ-3.

В результаті аналізу топографії поверхневого шару після сульфоцементації методом ЕІЛ встановлений однотипний характер форми сформованих елементів мікронерівностей поверхні (рис. 1). Значне збільшення мікронерівностей на поверхні зразка спостерігається зі збільшенням енергії розряду до $W_p = 3,4$ Дж. Шорсткість поверхні при цьому становить $Ra = 2,5$ мкм.

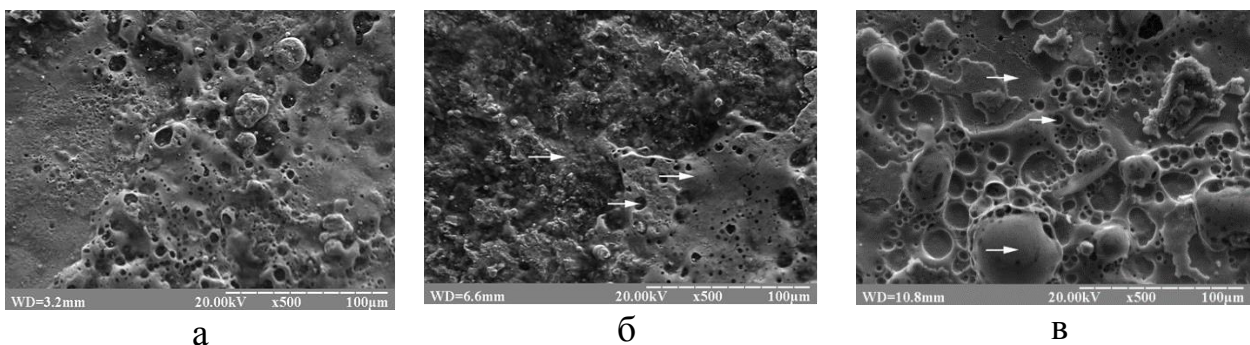


Рисунок 1 – Топографії ділянок поверхні сталі 20 після сульфоцементації:
а – $W_p = 0,13$ Дж; б – $W_p = 0,55$ Дж; в – $W_p = 3,4$ Дж

Металографічний і дюрOMETричний аналіз після сульфоцементації методом ЕІЛ показали, що оброблена поверхня складається із шарів: шару зниженої мікротвердості, зміцненого й основного металу. З ростом енергії розряду збільшується товщина, мікротвердість і суцільність покриття. Наявність в консистентній речовині сірки сприяє процесу сульфідуювання.

Зі збільшенням енергії розряду з 0,13 до 3,4 Дж при ЕІЛ сталі 20 кількість сірки на поверхні покриття зменшується, однак за рахунок інтенсифікування дифузійних процесів при проходженні електроіскрового розряду товщина сульфідованого шару збільшується. Сірка накопичується в поверхні металу на глибині до 30 мкм, її концентрація на цій відстані становить близько 0,4%.

При сульфоцементації сталі 40 будова покриття не змінюється. У зв'язку з проходженням гартівних процесів, а також в результаті підвищеного вмісту вуглецю в поверхневому шарі мікротвердість отриманих шарів на сталі 40 збільшується: при $W_p = 0,13$ Дж $H_{\mu} = 7074$ МПа, а при $W_p = 0,52$ Дж $H_{\mu} = 13065$ МПа. Суцільність шару зниженої мікротвердості при $W_p = 0,13$ Дж становить близько 70%, а при $W_p = 0,52$ Дж прагне до 100%.

Результати мікрорентгеноспектрального аналізу зразків зі сталі 40 свідчать про те, що при сульфоцементації методом ЕІЛ поверхневі шари на глибині 10-40 мкм, залежно від енергетичних параметрів процесу, насичені сіркою. Ця зона – шар зниженої мікротвердості, так само, як і на сталі 20, характеризується зниженою мікротвердістю. Під цим шаром формується зміцнений шар, він

характеризується підвищеним вмістом вуглецю і високою мікротвердістю. Товщина зміцненого шару так само залежить від енергетичних параметрів ЕІЛ і становить 15-40 мкм.

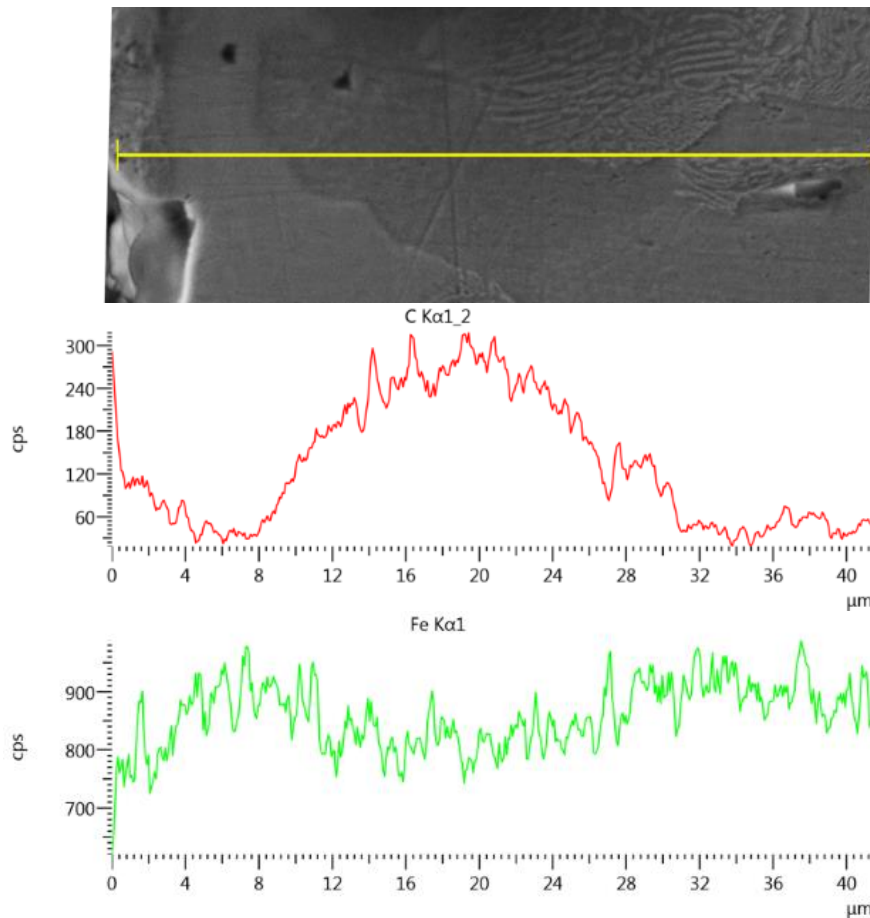


Рисунок 2 – Розподіл вуглецю і заліза в поверхневому шарі після сульфоцементації сталі 40 методом ЕІЛ при $W_p = 0,52$ Дж

Висновки. В роботі запропонований новий, енергоефективний та екологічно безпечний спосіб сульфоцементації, здійснюваний методом електроіскрового легування, що забезпечує локальність впливу, відсутність жолоблень та деформацій, збільшення мікротвердості, зносостійкості, запобігання захопленню контактуючих поверхонь при терті й ін. Досліджені шорсткість і топографії поверхневих сульфоцементованих покриттів залежно від режиму легування, проведені металографічний, мікрорентгеноспектральний та дюрOMETричний аналізи шарів, що свідчать про дифузію вуглецю та сірки в поверхневий шар матеріалу основи.

Список літератури:

1. Екологічна безпека експлуатації компресорного і насосного обладнання : монографія / В. А. Марцинковський, В. Б. Тарельник, Б. Антошевський та ін. / за ред. О. В. Родіонова. Суми : СумДУ, 2018. 282 с.
2. Спосіб цементации стальных деталей электроэрозионным легированием: пат. 2337796 Российская Федерация: МПК В 23Н 9/00 заявл. 05.10.2006; опубл. 10.04. 2008, Бюл. № 31. 3 с.