

Формування багат шарових електроіскрових покриттів на залізі у вуглецевовмісних середовищах

К. М. Храновська, кандидат технічних наук

Є. В. Іващенко*, кандидат технічних наук

Г. Г. Лобачова*

Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, Київ

*Національний технічний університет України "КПІ", Київ

Розглянуто особливості формування одно- та тришарових електроіскрових покриттів на залізі у вуглецевовмісних середовищах. Досліджено фазовий склад та характеристики фізико-механічних властивостей поверхневих шарів заліза після нанесення покриттів.

Однією з важливих проблем сучасного машинобудування є забезпечення відповідності властивостей нових матеріалів умовам їх експлуатації. У більшості випадків допустимі умови роботи та ресурс нової техніки визначаються станом поверхні матеріалу. У зв'язку з цим вдосконалення та розробка методів формування захисних покриттів на поверхні конструкційних матеріалів є актуальною задачею.

Серед сучасних та найбільш доступних технологій захисту поверхонь деталей шляхом легування слід виділити метод електроіскрового легування (ЕІЛ). Сформовані цим методом багат шарові електроіскрові покриття активно застосовують для зміцнення та реновації різального та штампового інструменту. Зокрема, такі багат шарові композиції сприяють підвищенню жаростійкості та триботехнічних характеристик покриттів, покращенню тепловідводу [1].

Аналіз наукової періодики, присвяченій методу ЕІЛ, свідчить про фактичну відсутність робіт щодо впливу середовища обробки (міжелектродного середовища) на характеристики покриттів. Хоча цей параметр має суттєве значення [2 – 4].

Мета роботи полягала у дослідженні характеристик поверхневих шарів заліза після формування багат шарових електроіскрових покриттів у вуглецевовмісних середовищах.

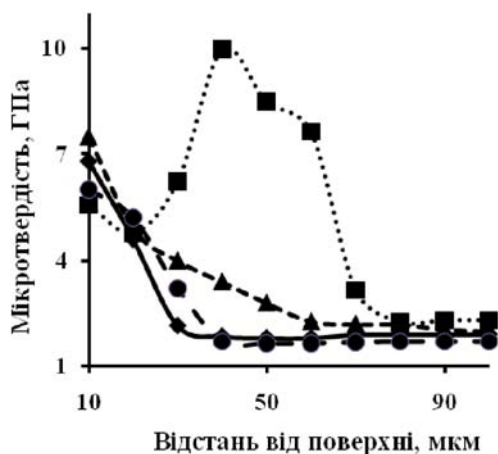
Об'єктом дослідження були зразки заліза циліндричної форми (чистотою 99,9 % Fe) діаметром та висотою 10 мм. Після виготовлення проводили їх стабілізаційне відпалювання у вакуумі при температурі 1000 °С протягом чотирьох годин.

Процес ЕІЛ здійснювали на стандартній промисловій установці «ЕЛІТРОН – 22» при наступних параметрах: робочий струм – 5 А, напруга – 50 В, енергія одиничного імпульсу 1 Дж, а тривалість його 200 мкс. В якості анодів було використано перехідні метали (титан, цирконій) та графіт. Формування одношарових покриттів було проведено титановими (цирконієвими) анодами на повітрі та у вуглецевовмісному середовищі (пропан-бутан, газ). Тришарові покриття наносили у послідовності Zr – C – Zr (Ti – C – Ti) у пропан-бутані. При нанесенні покриттів питомий час легування

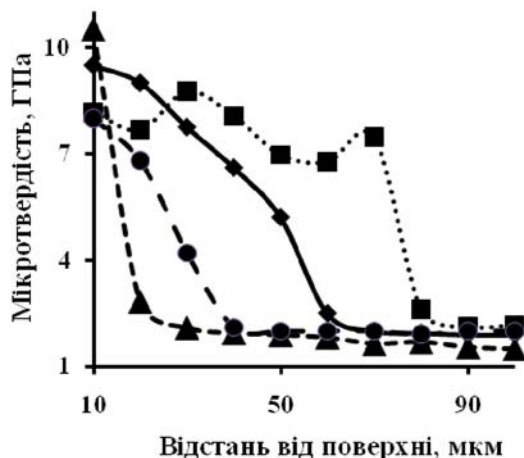
становив 1 хв/см^2 поверхні. Для проведення ЕІЛ у рідкому та газоподібному вуглецевмісних середовищах було застосовано спеціальні контейнер та камеру [5].

Мікротвердість протравлених шліфів визначали на мікротвердомірі ПМТ-3 під навантаженням 50 г. Рентгеноструктурний аналіз поверхні оброблених зразків проводили в камері РКД у кобальтовому K_{α} випромінюванні. Рентгенограми розшифровували за допомогою картотеки ASTM.

Аналізуючи наведені на рисунку криві мікротвердості можна відзначити, що при нанесенні одношарових покриттів титановим (рисунок а) чи цирконієвим (рисунок б) анодом найбільші значення мікротвердості на поверхні заліза отримуємо при легуванні у гасі. Це можна пояснити наступним чином. Відомо [6], що у гасі міститься більша кількість вуглецю (85 – 87,5 %), ніж у пропан-бутані та на повітрі. Внаслідок цього, в процесі наступного легування у приповерхневому шарі заліза утворюється більша кількість дисперсних карбідів титану (цирконію), ніж при легуванні у вказаних середовищах.



а



б

Мікротвердість поверхневої зони заліза після формування одно- та тришарових електроіскрових покриттів при легуванні титановим і вуглецевим (а) та цирконієвим і вуглецевим (б) анодами у різних середовищах. - - ■ - - тришарові покриття у пропан-бутані, —◆— одношарові покриття у пропан-бутані, —▲— одношарові покриття у гасі, —●— одношарові покриття на повітрі.

При нанесенні тришарових покриттів у середовищі пропан-бутану на кривій мікротвердості спостерігаються кілька максимумів (рисунок). При легуванні за схемою $\text{Fe} + (\text{Ti} - \text{C} - \text{Ti})$ спостерігаємо максимум мікротвердості 10 ГПа на глибині 40 мкм (рисунок а). При обробці за схемою $\text{Fe} + (\text{Zr} - \text{C} - \text{Zr})$ маємо два максимуми 8,75 ГПа на глибині 30 мкм та 7,45 ГПа на глибині 70 мкм (рисунок б). Поява цих максимумів може бути зумовлена нерівномірним розподілом дисперсних карбідів цирконію та титану у приповерхневому шарі заліза та наявністю певної кількості залишкового аустеніту, що підтверджується даними рентгенофазового аналізу (таблиця). На рентгенограмах спостерігаються лінії аустеніту, що свідчить про дифузію атомів вуглецю до α -твердого розчину заліза крізь прошарок цирконію. Можливим є утворення мартенситних структур зважаючи на протікання надшвидких процесів нагрівання та охолодження.

Аналізуючи рисунок, бачимо, що максимальну товщину легованого шару отримуємо при формуванні тришарових покриттів. Що стосується фазового складу

Фазовий склад поверхневої зони технічного заліза після електроіскрового легування

Матеріал електродів		Фазовий склад поверхневої зони заліза	
анод	катод	одношарове покриття	
		пропан-бутан	газ
Ti	Fe	Fe ₂ Ti, α-Ti, TiC	Fe ₂ Ti, α -Ti, Fe ₃ C, TiC
Zr		α -Zr, ZrO ₂ , ZrC	α -Zr, α -Fe, FeO, ZrC
		тришарове покриття	
Zr – C – Zr	Fe	ZrC, α -Zr, γ-Fe	–
Ti – C – Ti		TiC, α -Ti, γ-Fe	–

приповерхневих шарів заліза, то можна відзначити певні закономірності (таблиця). Так, кількість карбиду титану TiC при ЕІЛ у газі суттєво збільшується порівняно із обробкою у пропан-бутані; кількість карбиду цирконію ZrC збільшується при легуванні у газі та зменшується на повітрі, порівняно із обробкою у пропан-бутані. При формуванні тришарових покриттів, на рентгенограмах, з'являються рефлекси від γ -Fe. Зауважимо, що при формуванні тришарових покриттів вміст карбідів титану та цирконію значно більший, ніж у одношарових покриттях.

Беручи до уваги дані, що стосуються мікротвердості, товщини та фазового складу приповерхневих шарів, можна дати наступні рекомендації відносно технологічного застосування розглянутих схем легування. Одношарові покриття можуть бути нанесені на деталі, які експлуатуються в агресивних середовищах або на ті, які не потребують фінішної обробки. Тришарові покриття доцільно наносити на деталі, які повинні припрацьовуватись.

Висновки Формування електроіскрових покриттів на залізі у вуглецевмісних середовищах супроводжується утворенням дисперсних карбідів, залишкового аустеніту, що призводить до підвищення мікротвердості приповерхневого шару зразків, та, як наслідок, сприяє збільшенню терміну експлуатації виробів.

Література

1. Мулин Ю.И., Верхотуров А.Д. Электроискровое легирование рабочих поверхностей инструментов и деталей машин электродными материалами, полученными из минерального сырья. – Владивосток : Дальнаука, 1999. – 254 с.
2. Миронов В.М., Мазанко В.Ф., Герцрикен Д.С. Массоперенос и фазообразование в металлах при импульсных воздействиях. – Самара: Самарский университет, 2001. – 232 с.
3. Мазанко В.Ф., Храновская Е.Н., Иващенко Е.В. // МиНТ. – 2006. – 28. – С. 263 – 267.
4. Ярков Д.В., Мулин Ю.И. Исследования Института материаловедения в области создания материалов и покрытий. – Владивосток : Дальнаука, 2001. – 303 с.
5. Патент на корисну модель № 23145 Україна, МПК⁶ В23Н 9/00. Спосіб поверхневої обробки деталей / В. Ф. Мазанко, К. М. Храновська, О. Є. Погорелов. – Бюл. Промислова власність. – 2007. – № 6. – С. 15.
6. Белоконева О.П. // Наука и жизнь. – 2004. – 11. – С. 7 – 11.

Одержано 21.12.10

Е. Н. Храновская, Е. В. Иващенко, Г. Г. Лобачова

Формирование многослойных электроискровых покрытий на железе в углеродосодержащих средах

Резюме

Рассмотрены особенности формирования одно- и трехслойных электроискровых покрытий на железе в углеродосодержащих средах. Исследован фазовый состав и характеристики физико-механических свойств поверхностных слоев железа после нанесения покрытий.

E. N. Khranovskaia, E. V. Ivashchenko, G. G. Lobachova

Formation of multi layer electrospark coatings on iron in the carbonaceous mediums

Summary

Features of formation of mono- and three-layer electrospark coatings on an iron in the carbonaceous mediums are considered. Phase composition and characteristics of physical-mechanical properties of surface layer of iron after coating are investigated.

УДК 539.219.3

Борування конструкторських сталей з використанням насичуючих паст

М. А. Погрібний, кандидат технічних наук, професор
С. А. Князєв

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
Харків

Наведено результати дослідження можливості безконтейнерного борування сталей 40Х та 15Х11МФ з використанням паст. Проведено вибір насичуючих сумішей для виготовлення паст, порівняння властивостей зміцнених шарів та ідентифікацію їх структури. Показано можливість реалізації простого та ефективного захисту від окиснення насичуючої зони без використання захисної обмазки.

Сучасні реалії науково-технічного розвитку диктують умови щодо економічності та спрощення технологій зміцнення матеріалів. Це в повній мірі стосується хіміко-термічної обробки (ХТО). Тому головною метою даної роботи було дослідження можливості спрощення процесу борування та зменшення витрат матеріалів, необхідних для цього виду ХТО при забезпеченні високої якості зміцнених поверхонь. Вирішення поставленої задачі досягалось застосуванням насичуючих паст замість засипки у контейнер насичуючої суміші; використанням відносно простого обладнання; зменшенням тривалості борування; простим способом захисту області реакції та насичення від окиснення, достатньо легким звільненням зразків – деталей від залишків