

Структура та властивості Cr-, Zr-, Ti-електроіскрових покриттів на залізі

Г. Г. Лобачова, кандидат технічних наук, доцент, lgg22@ukr.net

Є. В. Іващенко, кандидат технічних наук, доцент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Київ

Досліджено вплив проміжного шару заліза при електроіскровому легуванні перехідними металами (Zr, Ti, Cr), що сприяє формуванню на поверхні покриттів, збагачених фазами проникнення, що покращує властивості поверхні (підвищення мікротвердості до 7,5 ГПа та зносостійкості до 10,41 разів).

Ключові слова: електроіскрове легування, фізико-механічні властивості, залізо, зносостійкість покриттів, фази проникнення.

Відомо, що використанням в процесі електроіскрового легування (ЕІЛ) катоду і аноду з однакових матеріалів, завдяки подібності їхньої будови, значною мірою дозволяє підвищити ефективність формування покриття [1, 2].

Підвищення фізико-механічних властивостей сталевих виробів може бути досягнуто також нанесенням перехідних металів [3].

Поєднання цих процесів сприятиме формуванню суцільних легованих шарів з поліпшеними експлуатаційними характеристиками. Наявність у покритті прошарку з металу, ідентичного до основи сприятиме його адгезії.

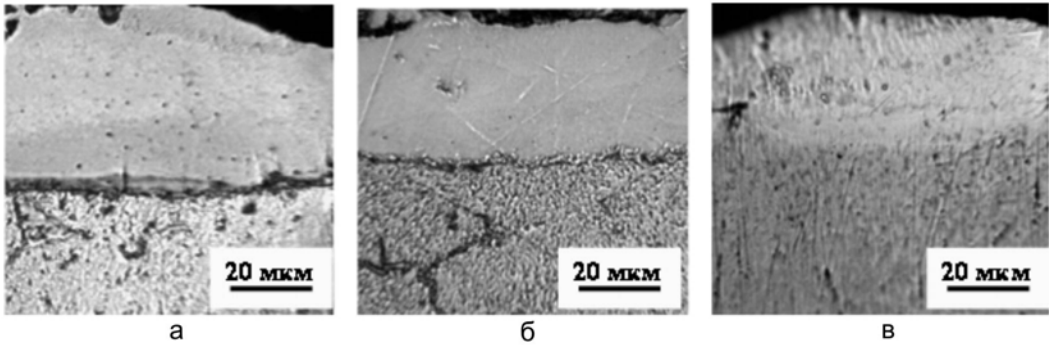
Виходячи з цього досліджено вплив проміжного легування залізним анодом на структуру та властивості хромового, титанового та цирконієвого покриттів на залізі.

Досліджування проведено на зразках армко-заліза анодами циліндричної форми діаметром 10 мм та висотою 5 мм, матеріал аноду – перехідні метали Cr (до 99,9 мас. %), Ti (до 99,9 мас. %), Zr (до 99,9 мас. %) та армко-залізо.

ЕІЛ здійснювали на установці «Елітрон-26А» ($I = 2$ А, $U = 60$ В, час нанесення покриття 180 с) за схемами Cr – Fe – Cr, Ti – Fe – Ti, Zr – Fe – Zr.

Мікроструктурним аналізом приповерхневих шарів заліза встановлено, що після ЕІЛ титаном та цирконієм, які утворюють із залізом розчини обмеженої розчинності, спостерігається чітка межа між легованим шаром і основою (рисунок). Після ЕІЛ хромом, що утворює з залізом розчини необмеженої розчинності, явної межі між покриттям та основою не спостерігається (рисунок).

Одержані покриття не мають видимих дефектів (тріщин, пор) незважаючи на тип твердого розчину перехідного металу з залізом. Отже, легування залізним анодом на другій стадії кожного з процесів після



Структури поверхневої зони заліза після ЕІЛ у різній послідовності: а – Zr – Fe – Zr; б – Ti – Fe – Ti; в – Cr – Fe – Cr.

попереднього нанесення Cr, Ti, або Zr призводить до “розбавлення” твердих розчинів, тобто до зменшення їх концентрації у покритті. Можна припустити, що в процесі надшвидкого охолодження зменшуються внутрішні напруження і, як наслідок, зменшується окрихчення легованих шарів.

Рентгеноструктурним аналізом виявлено, що Cr – Fe – Cr-покриття містить фази твердого розчину α -(Fe,Cr), γ -Fe та Fe_2O_3 ; Ti – Fe – Ti-покриття – α -Fe, Fe_2Ti , TiO_2 , Fe_2O_3 , TiN, α -Ti; Zr – Fe – Zr-покриття – α -Fe, γ -Fe, Zr, ZrN, ZrO_2 .

Встановлено, що через наявність фаз проникнення після обробки за схемою Zr – Fe – Zr мікротвердість зростає до 7,5 ГПа; при обробці Ti – Fe – Ti – до 7 ГПа, а при обробці Cr – Fe – Cr – до 6,3 ГПа.

Дослідження характеристик зносостійкості покриттів проводили гравіметричним методом за умов сухого тертя-ковзання площина по площині під навантаженням 4 кг протягом 10 годин (контр-тіло – сталь Р6М5). Найменше зношування порівняно з іншими показало покриття Cr – Fe – Cr. Для зразків, легованих за схемами Ti – Fe – Ti та Zr – Fe – Zr спостерігається інтенсивне зношування на початку випробувань, що відповідає часу припрацювання (до 300 хв). Це можна пов'язати утворенням під час тертя вторинних структур на контактуючих поверхнях, які здатні виконувати роль твердого мастила. Після пошарового ЕІЛ поверхнева зносостійкість заліза з покриттями у порівнянні з необробленим зразком зростає: у 10,41 рази для покриття Cr – Fe – Cr; у 4,92 рази для покриття Ti – Fe – Ti; у 5,71 рази для покриття Zr – Fe – Zr.

Таким чином показано, що нанесення проміжного шару заліза в процесі пошарового ЕІЛ перехідними металами (Zr, Ti, Cr) сприяє формуванню на поверхні заліза покриттів збагачених нітридними та оксидними фазами, що покращує властивості поверхні (підвищення мікротвердості та зносостійкості). Встановлено, що фази проникнення у покриттях, що утворилися в процесі пошарового ЕІЛ у послідовностях Cr – Fe – Cr, Ti – Fe – Ti, Zr – Fe – Zr, сприяють підвищенню мікротвердості приповерхневого шару заліза до 6,3 – 7,5 ГПа. Результати випробування покриттів за умов сухого тертя-ковзання “площина по площині” протягом 10 годин показали, що зростання зносостійкості покриттів відбувається у ряду Ti

– Fe – Ti → Zr – Fe – Zr → Cr – Fe – Cr, що відповідно, у 4,92 – 5,71 – 10,41 разів перевищує значення стійкості до зношування заліза без обробки.

Література

1. Гитлевич А.Е., Михайлов В.В., Парканский Н.Я., Ревуцкий В.М. Электроискровое легирование металлических поверхностей. – Кишинев : Штиинца, 1985. – 134 с.
2. Верхотуров А.Д., Подчерняева И.А., Прядко Л.Ф., Егоров Ф.Ф. Электродные материалы для электроискрового легирования. – М. : Наука, 1988. – 224 с.
3. Верхотуров А.Д., Верхотуров А.Д., Сычев В.С. О закономерностях формирования поверхности катода при электроискровом легировании металлических поверхностей переходными металлами // Электронная обработка материалов. – 1971. – № 4. – С. 21 – 27.

Reference

1. Gitlevich A.E., Mikhaylov V.V., Parkanskiy N.Ya., Revutskiy V.M. *Elektroiskrovoye legirovaniye metallicheskikh poverkhnostey* (Electrospark alloying of metal surfaces), Kishinev: Shtiintsa, 1985, 134 p. [in Russian].
2. Verkhoturov A.D., Podchernyayeva I.A., Pryadko L.F., Egorov F.F. *Elektroodnyye materialy dlya elektroiskrovogo legirovaniya* (Electrode materials for electrospark alloying), Moskva: Nauka, 1988, 224 p. [in Russian].
3. Verkhoturov A.D., Verkhoturov A.D., Sychev V.S., *Elektronnaya obrabotka materialov*, 1971, No 4, pp. 21 – 27 [in Russian].

Одержано 22.01.19

Г. Г. Лобачова, Е. В. Иващенко

Структура и свойства Cr-, Zr-, Ti- электроискровых покрытий на железе

Резюме

Исследовано влияние промежуточного слоя железа при электроискровом легировании переходными металлами (Zr, Ti, Cr), что способствует формированию на поверхности покрытий, обогащенных фазами проникновения, улучшает свойства поверхности (повышение микротвердости до 7,5 ГПа и износостойкости в 10,41 раз).

Ключевые слова: электроискровое легирования, физико-механические свойства, железо, износостойкость покрытий, фазы проникновения.

G. G. Lobachova. E. V. Ivashchenko

Structure and properties of Cr-, Zr-, Ti-electrospark coatings on iron

Summary

The effect of the intermediate layer of iron in electric-spark doping with transition metals (Zr, Ti, Cr) was investigated, which contributes to the formation of coatings enriched with penetration phases on the surface, which improves surface properties (microhardness up to 7.5 GPa and wear resistance 10.41 times).

Keywords: electrospark doping, physic-mechanical properties, iron, wear resistance of coatings, penetration phases.