

V. M. Kysil, Yu. I. Yevdokimenko, S. V. Buchakov

High velocity air-fuel spraying of heat and wear resistant coatings

Summary

Features of high velocity air-fuel spraying technology and deposition applying of heat and wear resistant coatings with high-alloy are considered.

The high velocity air-fuel spraying process by two-chamber torch "Grad-VM" is described, the structure and properties of coatings obtained from commercial powders of alloys based on iron, nickel, chromium, cobalt, hard-facing alloy based on tungsten carbide with nickel binder as well as intermetallic system Ni – Al are given.

It is shown that the quality of these coatings is not inferior to the coatings obtained by other gas-thermal methods.

УДК 536:669:621.762

Особливості формування наночастинок при електроіскровій обробці заліза

К. Г. Лопатько, кандидат технічних наук

Є. Г. Афтанділянц, доктор технічних наук

Я. В. Зауличний*, доктор фізико-математичних наук

М. В. Карпець*, доктор фізико-математичних наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ

* Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України, Київ

Наведено результати досліджень хімічного складу, структури та хімічного стану поверхні наночастинок, отриманих при електроіскровій обробці заліза. Показано, що при електроіскровій обробці заліза можливе отримання γ -заліза.

Формування наночастинок в умовах електроіскрової обробки відбувається при високих температурі, тиску та швидкості охолодження, що створює передумови для фіксації високотемпературних фаз і їх існування за нормальних умов. Відомо [1], що наночастинки металів, які отримані шляхом електроіскрової обробки речовин в рідині ефективно взаємодіють з навколишнім середовищем, що може бути використано.

Тому для встановлення можливості реалізації таких явищ дослідили хімічний склад, структуру та стан поверхні наночастинок, отриманих при електроіскровій обробці заліза в воді.

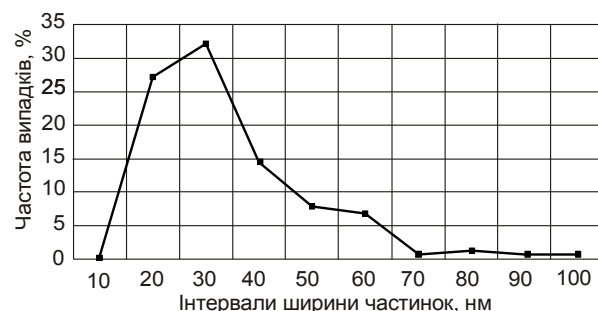
Наночастинки отримували шляхом електроіскрової обробки гранул заліза, які завантажували у розрядну камеру з електродами з того ж матеріалу, наливали воду, вмикали генератор розрядних імпульсів і отримували колоїдний розчин залізовмісних речовин у воді [2 – 4].

Хімічний склад гранул заліза (% мас. частка): 0,025 С, 0,25 Мп, 0,015 Р, 0,10 S, 0,08 Si, 0,10 Cu, решта – залізо.

Виділення твердих частинок з отриманих водних колоїдних розчинів відбувалось при сушінні крапель розчинів на поверхні алюмінієвої фольги. Розмір, форму та хімічний склад частинок визначали шляхом аналізу їх зображень у вторинних електронах, на скануючих електронних мікроскопах Jeol-6490LV і JEOL JSM6360. Фазовий склад нанопорошків та параметри кристалічних ґраток наночастинок досліджено методом рентгенівської дифракції. Рентгенографічні дослідження проводили в монохроматичному $Cu K_{\alpha}$ -випромінюванні на дифрактометрі ДРОН-УМ1. Хімічний стан поверхні наночастинок вивчався методом рентгенівської фотоелектронної спектроскопії (РФЕС) на спектрометрі ЕС-2401 на глибину від поверхні до 10 атомних шарів.



а



б

Рис. 1. Гістограми розподілу наночастинок за довжиною (а) та шириною (б).

При виділенні з колоїдного розчину формуються агрегати наночастинок довжиною від 13 до 100 нм (рис. 1 а), шириною від 13 до 100 нм (рис. 1 б) і коефіцієнтом форми (відношення довжини до ширини) від 1,0 до 5,2. Середні значення довжини наночастинок складають 37,3 нм, ширини – 30,5 нм, коефіцієнта форми – 1,2.

Визначення хімічного складу наночастинок, виділених з колоїдного розчину, показало, що після електроіскрової обробки залізних гранул в нанопорошку існують оксиди Fe_2O_3 , FeO , SiO_2 , MnO , CuO , а також у чистому вигляді залізо, кремній, марганець, мідь. Проте рентгеноструктурний аналіз свідчить, що основна маса наночастинок являє собою суміш γ - і α -заліза, вміст яких, відповідно, 82 і 18 %, а параметри кристалічних ґраток – 0,3617 і 0,2869 нм відповідно.

Збільшені параметри кристалічних ґраток γ - і α -фаз, в порівнянні з довідковими даними [5], вказують на те, що кремній, марганець, мідь, кисень і водень найбільш вірогідно розчинені в залізі.

Отримання γ -заліза при кімнатній температурі та тиску 0,1 МПа, яке існує при температурах вище 911 °С, свідчить про те, що швидкість охолодження наночастинок при електроіскровій обробці залізних гранул у воді більше $10^3 - 10^4$ °С/с [6].

Фіксація γ -заліза та його існування при кімнатній температурі та тиску 0,1 МПа дає можливість по іншому впливати на процеси формування структури виливків і зливків при обробки розплавів наночастинками γ -заліза. Це пов'язано з тим, що при введенні в металевий розплав звичайних порошоків заліза відбувається переохолодження розплаву в місцях контакту з частинками порошку внаслідок витрат тепла на нагрівання частинок порошку та фазових $\alpha \rightarrow \gamma$, $\gamma \rightarrow \delta$, $\delta \rightarrow$ рідина перетворень в частинках. При застосуванні наночастинок γ -заліза для обробки

Нові технологічні процеси і матеріали

металевих розплавів їх взаємодія з розплавом відбувається в такій послідовності:

- переохолодження розплаву в місцях контакту з наночастинками до моменту, коли наночастинки прогріються до температури початку $\gamma \rightarrow \alpha$ перетворення;
- перегрів розплаву при досягненні температури початку $\gamma \rightarrow \alpha$ перетворення та протягом його реалізації, оскільки відомо [7], що при $\gamma \rightarrow \alpha$ перетворенні відбувається виділення тепла в кількості 2,63 кДж/моль, що складає 16 % від теплоти плавлення заліза;
- переохолодження розплаву після закінчення перетворення в наночастинках, яке пов'язане з витратами тепла на нагрівання частинок та фазовими $\alpha \rightarrow \gamma$, $\gamma \rightarrow \delta$, $\delta \rightarrow$ рідина перетвореннями в частинках.

Дослідження присутності інших елементів на поверхні наночастинок заліза методом рентгенівської фотоелектронної спектроскопії показало, що кисень дає найбільшу інтенсивність і на поверхні наночастинок заліза він знаходиться у зв'язаному стані (рис. 2 а). Форма O_{1s} -лінії відповідає приблизно однаково максимально зарядженим аніонам кисню. Симетричність O_{1s} -лінії на поверхні заліза вказує на те, що там знаходяться негативно заряджені іони, які мають меншу енергію зв'язку, ніж Fe_2O_3 , трохи менш заряджені аніони кисню, як у CO_2 , а також майже не заряджені аніони в O_2 . Це свідчить про те, що на поверхні частинок заліза залишились кисеньвміщуючі сорбати, які не змогли прореагувати з залізом, віддавши йому кисень.

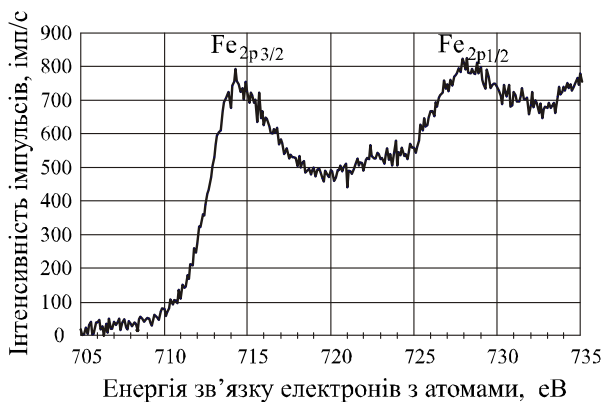
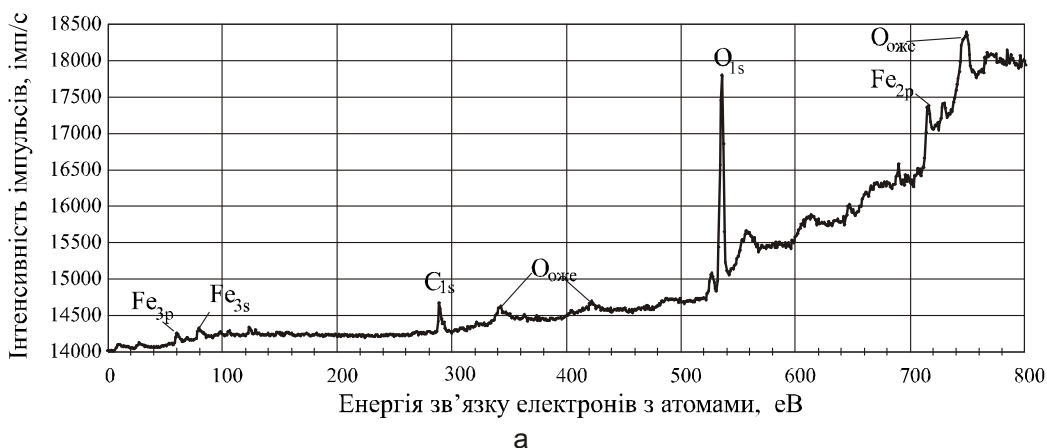


Рис. 2. РФЕС спектри поверхні наночастинок заліза. а – загальний спектр, б – лінія Fe_{2p} фотоелектронного спектру.

Аналіз форми та положення Fe_{2p} лінії (рис. 2 б), яка визначає енергію зв'язку $Fe_{2p_{3/2}}$ електронів з катіоном заліза, показує що ці електрони у зарядженому катіоні

заліза сильніше зв'язані з ним, ніж в атомі металу. Збільшення енергії зв'язку $Fe_{2p_{3/2}}$ електронів характеризує зростаючий ступінь окислення поверхні або переносу електронів від заліза до кисню. Пік $Fe_{2p_{3/2}}$ лінії відповідає енергії зв'язку, яка більша, ніж у Fe_2O_3 , і вказує на те, що заряд катіонів заліза поверхневої плівки наночастинок не менший, ніж в Fe_2O_3 .

Поведені дослідження свідчать, що на поверхні частинок принаймні γ -заліза утворилася щільна і міцна пасивуюча плівка, яка не допускає кисеньвміщуючі сорбати до атомів заліза в об'ємі, тобто в середині частинки.

Результати досліджень показують, що в умовах електроіскрової обробки гранул заліза у воді отримуються пасивовані наночастинки γ - і α -заліза, які захищені від подальшого окислення. Це дає можливість зберігати наночастинки на повітрі без застосування додаткових спеціальних засобів захисту від окислення, наприклад в інертних середовищах. Застосування наночастинок γ -заліза для обробки рідких металів і сплавів може дати цікаві наукові та практичні результати тому, що при цьому буде реалізовуватися інший механізм впливу наночастинок на розплав порівняно з відомою дією звичайного залізного порошку.

Література

1. Лопатько К.Г., Афтандіянц Є.Г., Зауличний Я.В. Структура та властивості наночастинок, отриманих електроіскровою обробкою міді та срібла // *Металознавство та обробка металів*. – 2009. – № 3. – С. 57 – 62.
2. Патент на корисну модель 38458 Україна, МПК⁶ B22F 9/08. Спосіб отримання ультрадисперсного порошку / К.Г. Лопатько, Є.Г. Афтандіянц, А.А. Щерба // *Бюл. "Промислова власність"*. – 2009. – № 1. – С. 15.
3. Патент на корисну модель 38461 Україна, МПК⁶ B22F 9/08. Пристрій для отримання колоїдних розчинів ультрадисперсних порошоків металів / К.Г. Лопатько, Є.Г. Афтандіянц, А.А. Щерба // *Бюл. "Промислова власність"*. – 2009. – № 1. – С. 16.
4. Патент на корисну модель 38459 Україна, МПК⁶ B01J 13/00. Маточний колоїдний розчин металів / К.Г. Лопатько, Є.Г. Афтандіянц, С.М. Каленська // *Бюл. "Промислова власність"*. – 2009. – № 1. – С. 15.
5. Миркин Л.И. Рентгеноструктурный контроль машиностроительных материалов. – М.: Машиностроение, 1979. – С. 134.
6. Курдюмов Г.В., Утевский Л.М., Энтин Р.И. Превращение аустенита при охлаждении (мартенситное, перлитное, промежуточное) и отпуск закаленной стали // *Металловедение и термическая обработка стали: Справ. Т 2*. – М.: Металлургия, 1983. – С. 111 – 178.
7. *Химическая энциклопедия. Т. 2*. – М.: Сов. энциклопедия, 1990. – С. 671.

Одержано 31.03.10

К. Г. Лопатько, Є. Г. Афтандіянц, Я. В. Зауличний, М. В. Карпец

Особенности формирования наночастиц при электроискровой обработке железа

Резюме

В статье приводятся результаты исследования химического состава, структуры и состояния поверхности наночастиц, полученных при электроискровой обработке железа. Показано, что электроискровой обработкой железа возможно получение гамма-железа, которое существует при нормальных условиях.

K.G . Lopatko, Ye. G. Aftandilyants, Ya. V. Zaulichnyi, M. V. Karpets

Features nanoparticles formation at electrical discharge treatment of iron

Summary

The research results of chemical composition, structure and surface state of nanoparticles produced by electrical discharge treatment of iron are presented. It is shown that obtaining the gamma iron which exists at normal conditions is possible by electrical discharge treatment.

УДК 621.762

Влив технологічних режимів виготовлення матеріалів на основі залізного порошку на їх магнітні властивості

А. В. Мініцький, кандидат технічних наук

Національний технічний університет України «КПІ», Київ

Показано перспективність використання технології теплового пресування для виготовлення магнітно-м'яких матеріалів на основі залізного порошку легованого оловом. Встановлено, що плакування залізного порошку оловом і використання теплового пресування дозволяє відійти від традиційної технології отримання магнітно-м'яких матеріалів – подвійного пресування та спікання, при збереженні, або навіть підвищенні щільності зразків та їх магнітних характеристик.

Відомо, що однією із перспективних сфер використання технології порошкової металургії є виробництво магнітних матеріалів на основі залізного порошку для виготовлення цілого ряду магнітно-м'яких виробів загального застосування: різного типу магнітопроводів, статорів і роторів електродвигунів малої потужності, сердечників тощо. [1].

Магнітні властивості магнітно-м'яких матеріалів суттєво залежать від режимів пресування, спікання і високотемпературних відпалів, у процесі яких формується кінцева структура порошкового матеріалу. Наявність залишкових пор погіршує магнітні властивості виробів, знижуючи магнітну індукцію і проникність та збільшуючи коерцитивну силу і питомі магнітні втрати [2]. Тому при виборі технологічної схеми виготовлення зразків необхідно враховувати особливості кожної операції. Зазвичай, для виготовлення порошкових магнітно-м'яких матеріалів на основі залізного порошку, використовують технологію подвійного пресування з проміжним відпалюванням, та спіканням при температурах 1000 – 1300 °С в захисному середовищі. Така технологія забезпечує отримання матеріалу з високою щільністю, та відповідно, з високими магнітними властивостями.