

УДК 669. 793

ПІДВИЩЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ЕЛЕКТРОІСКРОВОЮ ОБРОБКОЮ ЕЛЕКТРОДАМИ З РІЗНИМ ВМІСТОМ ХРОМУ

О. Д. МАРТИНЕНКО, к.т.н., доцент;

А. К. АВТУХОВ, д.т.н., професор;

С. В. ЛИСЕНКО, ст. викладач;

С. Б. ДУМІНДЯК, магістрант

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

E-mail: martynenko_dm@ukr.net

У роботі розглянуто нанесення покриттів методом електроіскрової обробки електродами з різним вмістом хрому. Наведено графічні та математичні залежності визначення ерозії анода та додатку ваги катода при обробці деталей.

Ключові слова: електроіскрова обробка (ЕІО), поверхневий шар, ерозія аноду, додаток катода, зміцнення, відновлення.

Для підвищення зносостійкості деталей необхідно на поверхнях, що зношуються створювати зміцнені шари або покриття з високими фізико-механічними властивостями. Існуючі методи створення таких шарів або покриттів, що застосовуються як на стадії виготовлення, так і при ремонті, не позбавлені недоліків, що обмежують сферу застосування тієї чи іншої технології. Перспективним способом формування зміцнювальних покриттів на робочих поверхнях деталей машин, значною мірою позбавленим багатьох недоліків і тим, що отримав останнім часом широке поширення, є метод електроіскрової обробки (ЕІО).

Одним із шляхів підвищення зносостійкості електроіскрових покриттів (ЕІП) є створення в них нанокристалічних та аморфних структур. Отримання таких ЕІП можливе під час використання відповідних електродних матеріалів.

Вибір матеріалу електроду при ЕІО [1, 2] нерозривно пов'язаний з матеріалом відновлюваної деталі та експлуатаційними вимогами. При цьому істотно впливає хімічний склад анода, який визначає експлуатаційні показники (рівень фізико-механічних властивостей, зносостійкість, схильність до викришування, міцність зчеплення нанесеного шару з металом відновленої деталі).

Враховуючи це, в роботі розглянули взаємозв'язок сумарного додатку ваги катода - деталі ($\sum_{i=1}^n \Delta k_i$) – Сталь-45 від енергії імпульсу - Е обробки і матеріалу анода - електрода. В якості катода для досліджень було вибрано сплави на основі заліза з різним вмістом хрому (табл. 1)

Обробку проводили за двома режимами: $E_1=0,9\text{Дж}$; $E_2=3,4\text{Дж}$.

Встановлено, що зі збільшенням енергії імпульсів $E_1 \rightarrow E_2$ приріст катоду зростає для всіх досліджуваних матеріалів.

Таблиця 1. Спеціально виготовлені хромисті сплави, використані як анод при ЕІО

Номер сплаву	Вміст компонентів у сплаві, %	
	C	Cr
1	1,5	10,0
2	1,5	15,7
3	1,5	20,0
4	1,5	30,0

Для вивчення явища масопереносу та зв'язку між параметрами обробки були визначені залежності сумарної ерозії анода - $\sum_{j=1}^n \Delta a$ та приросту ваги катода - $-\sum_{j=1}^n \Delta k$ після ЕІО. Отримано графічні залежності наведено на рис. 1, 2.

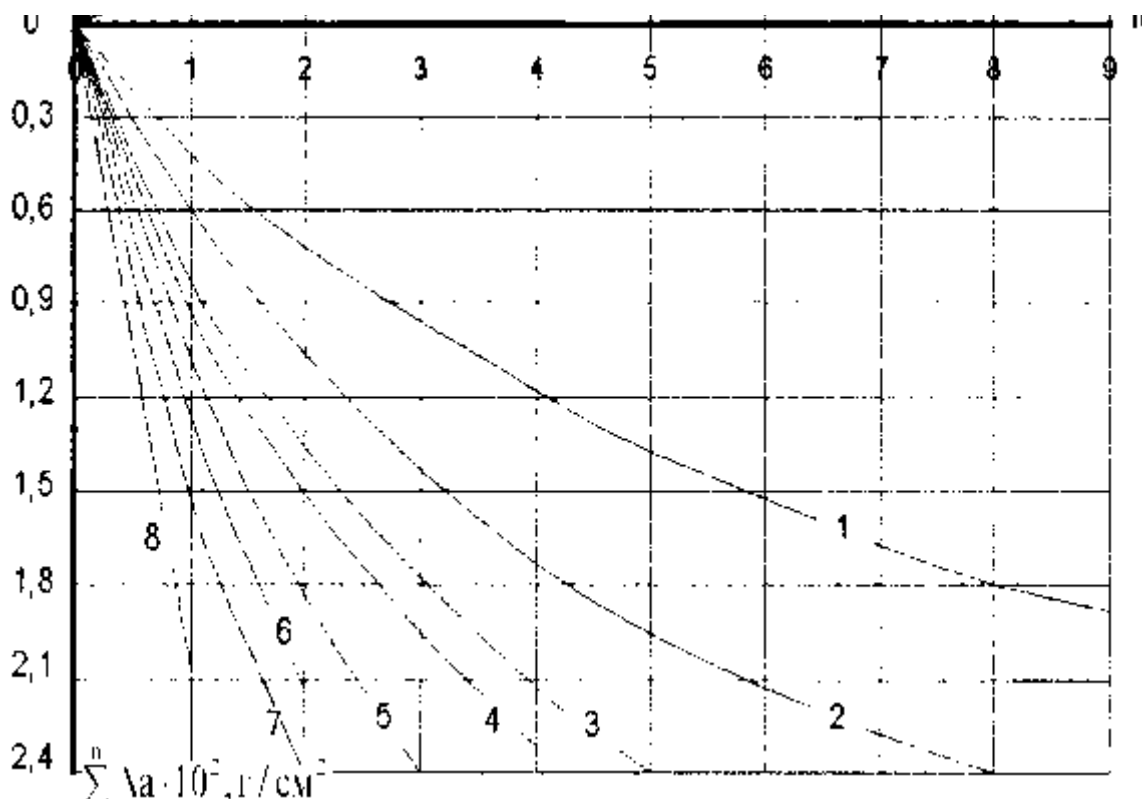


Рисунок 1. Залежність сумарної ерозії аноду - $\sum_{j=1}^n \Delta a$ при ЕІО від кількості проходів електродом з різним вмістом хрому: криві - 1, 3, 5, 7 - при $E=0,9$ Дж; 2, 4, 6, 8 - при $E = 3,4$ Дж; зразок 4 - криві 1, 2 (30% Cr); зразок 3- криві 3, 4 (20% Cr); зразок 2 - криві 5, 6 (15,7% Cr); зразок 1 - криві 7, 8 (10% Cr)

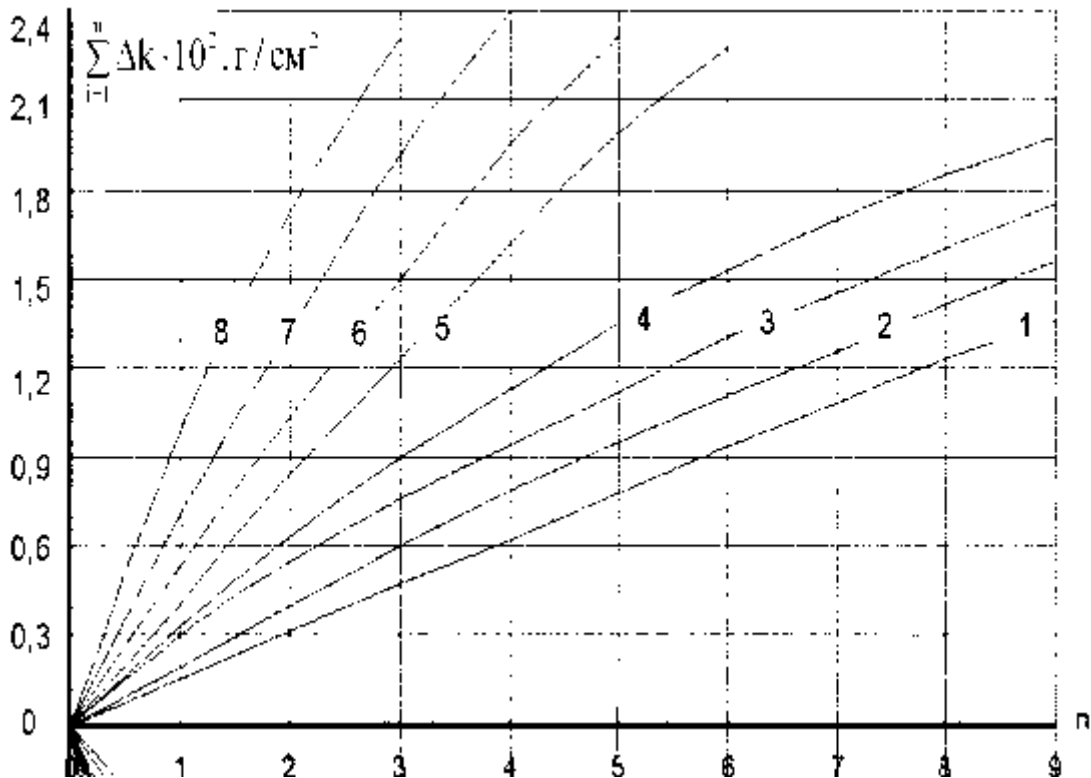


Рисунок 2. Залежність додатку катоду - $\sum_{j=1}^n \Delta k$ при ЕІО від кількості

проходів електродом з різним вмістом хрому: криві - 1, 3, 5, 7 - при $E=0,9$ Дж; 2, 4, 6, 8 - при $E = 3,4$ Дж; зразок 4 - криві 1, 2 (30% Cr); зразок 3- криві 3, 4 (20% Cr); зразок 2 - криві 5, 6 (15,7% Cr); зразок 1 - криві 7, 8 (10% Cr)

Зі збільшенням енергії імпульсу обробки при фіксованому значенні вмісту вуглецю, що дорівнює 1,5%, отримали (див. рис. 2), що приріст ваги катода істотно зростає, проте більшою мірою для матеріалів зі зниженою концентрацією хрому. У цьому випадку дослідженнями підтверджується, що масоперенесення металу з анода на катод визначається матеріалом анода, числом проходів електрода і енергією імпульсу.

Як основні чинники в дослідженнях були обрані такі фактори: концентрація вуглецю - (X_1) і хрому - (X_2) у металі анода; енергія імпульсу, E - (X_3); число проходів електрода, n - (X_4). Для розрахунку математичної моделі був прийнятий план експерименту 2^4 (1/2 репліки). Як параметр оптимізації прийнятий приріст ваги катода $\sum \Delta k$ (Y), г/см².

Виходячи з результатів досліджень було отримано рівняння (1), що відображає залежність сумарного приросту ваги катода $\sum \Delta k$ (Y), г/см² від концентрації основних та легуючих елементів анода та параметрів обробки з коефіцієнтом кореляції $R \geq 0,9$.

$$\sum \Delta k = 1,11 \frac{\sqrt{C \times E_u}}{Cr^2} \times n - 0,02 \frac{E_u \times \sqrt{C}}{Cr} \times n^2 \quad (1)$$

де - C , Cr - відповідно вміст вуглецю і хрому в матеріалі електроду, мас.%;

E_u - енергія імпульсу обробки, Дж;

n – кількість проходів електродом під час обробки.

Як показали дослідження (див. рис. 1 і рис. 2), використання як електродів матеріалів із вмістом вуглецю 1,5-2,5% і хрому 10,0-30,0% не доцільно вибирати число проходів електрода більше 2-3х. За такого обмеження забезпечується достатній приріст катода. Чим вище концентрація вуглецю та хрому, тим раніше проявляється ефект "граничного шару".

Висновки.

1. Дослідженнями встановлено, що зі збільшенням енергії імпульсу від $E=0,9$ Дж до $E=3,4$ Дж приріст ваги катода зростає в 2,0-2,4 рази.

2. Підтверджено доцільність застосування як матеріалу анода високолегованих сплавів, особливо з підвищеним вмістом хрому. Однак у цих сплавах концентрація вуглецю не повинна бути надто високою.

3. Максимальний приріст додатку ваги катода досягається при впливі кожного фактору окремо: енергія імпульсу $E = 3,4$ Дж; число проходів $n = 6$; концентрація хрому – 10%.

Список використаних джерел

1. Мартыненко А.Д., Скобло Т.С., Сидашенко А.И. Исследование влияния химического состава анода на величину и качество слоя, восстановленного электроискровым методом. // Сб. науч. тр.: Повышение надежности восстанавливаемых деталей машин: - Х.: ХГТУСХ, 1997. – С.75-81.

2. Исследования распределения химических элементов в слое после электроискровой обработки (ЭИО) [Текст]: сборник научных трудов / А. Д. Мартыненко // Повышение надежности восстанавливаемых деталей машин: сборник науч. тр. - Харьков : ХГТУСХ, 1997. - С. 140-145. - Библиогр.: с. 145. - ISBN 5-7987-0176-X

3. Вплив параметрів на формування нарощувального шару та сійкість анода при електроіскровій обробці [Текст] / О. Д. Мартиненко, А. В. Хар'яков, С. В. Лисенко, Д. О. Мартиненко, Т. С. Скобло // Вісник Харків. нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва ім. П. Василенка. - Харків : ФОП Воронюк В. В., 2010. - Вип. 96 : Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонт. вир-ві. - С. 427-433.

4. Нанесение покрытий методом ЭИО электродами с различным составом [Текст] / Т.С. Скобло, А.И. Сидашенко, А.А. Науменко, А.Д. Мартыненко // Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве: труды IX Междунар. науч.-техн. конф., г. Харьков, 3-4 июня. 2004 г. – Х.: ХНПІК "ФЭД", 2004. - С. 170-176.

5. Вплив параметрів обробки та електродного матеріалу на якість та властивості відновленого шару методом електроіскрового нарощування [Текст] / О. Д. Мартиненко, Т. С. Скобло, О. І. Сідашенко, О. А. Науменко // Перспективы развития механизации, автоматизации и технического сервиса сельскохозяйственного производства: сборник тр. II науч.-практ. конф. - Полтава, 1997. - С. 32-35.