

НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТІВ ЕЛЕКТРОДАМИ З РІЗНИМ ВМІСТОМ ХРОМУ ПРИ ЕЛЕКТРОІСКРОВОЇ ОБРОБЦІ

Думіндяк С.Б., Бажанов Д.Г., Кальченко М.С., здобувачі ВО.

Науковий керівник - к.т.н., доцент Мартиненко О.Д.

(ДБТУ, м. Харків, Україна)

The paper examines the influence of processing parameters and the content of the alloying component chromium on the cathode weight gain during electrospark machining. Curves of the metal mass transfer from the anode to the cathode as a function of the chromium content in the electrode, the number of passes through the electrode, and the pulse energy during EIO coating are plotted.

Існуючі методи утворення зносостійких покриттів, що застосовуються як на стадії виготовлення, так і при ремонті, не позбавлені недоліків, що обмежують сферу застосування тієї чи іншої технології відновлення. Для підвищення зносостійкості поверхонь деталей необхідно створювати зміцнені шари або покриття з високими фізико-механічними властивостями. Проведений аналіз показав, що перспективним способом формування зміцнювальних покриттів на робочих поверхнях деталей є метод електроіскрової обробки (ЕІО).

Одним із шляхів, що суттєво збільшує імовірність безвідмовної роботи системи [1], підвищує зносостійкість електроіскрових покриттів (ЕІП) є створення в них нанокристалічних структур. Отримання таких ЕІП можливо за використання відповідних електродних матеріалів, особливо на основі хрому.

Вибір матеріалу електроду при ЕІО, як на стадії виготовлення, так і при ремонті, [2 - 5] обумовлюється експлуатаційними вимогами до поверхні матеріала відновлюваної деталі. При цьому на експлуатаційні показники деталі істотно впливає хімічний склад анода, який визначає показники (рівень фізико-механічних властивостей, зносостійкість, схильність до викришування, міцність зчеплення поверхневого шару з металом відновленої деталі).

Враховуючи вимоги до деталей, в дослідженнях розглянули взаємозв'язок сумарного додатку ваги катода – деталь вал зі Сталі-45, в залежності від енергії імпульсу при ЕІО і матеріалу анода - електроду. В якості аноду для досліджень обрано сплави на основі заліза з різним вмістом хрому (табл. 1) [5 - 7].

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

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

В дослідженнях за основні чинники були обрані такі критерії: концентрація вуглецю - (С) і хрому - (Cr) в електроді; енергія імпульсу - E_u ;

число проходів електродом - n . Для розрахунку математичної моделі був прийнятий план експерименту 2^4 (1/2 репліки). Як параметр оптимізації прийнятий додаток ваги катода $\sum \Delta k$ (Y), г/см² (рис. 1).

Зі збільшенням E_u обробки при фіксованому вмісті вуглецю (1,5%), отримали залежність додатку ваги катода від концентрації хрому в лектроді та кількістю проходів – n при ЕІО (рис. 1).

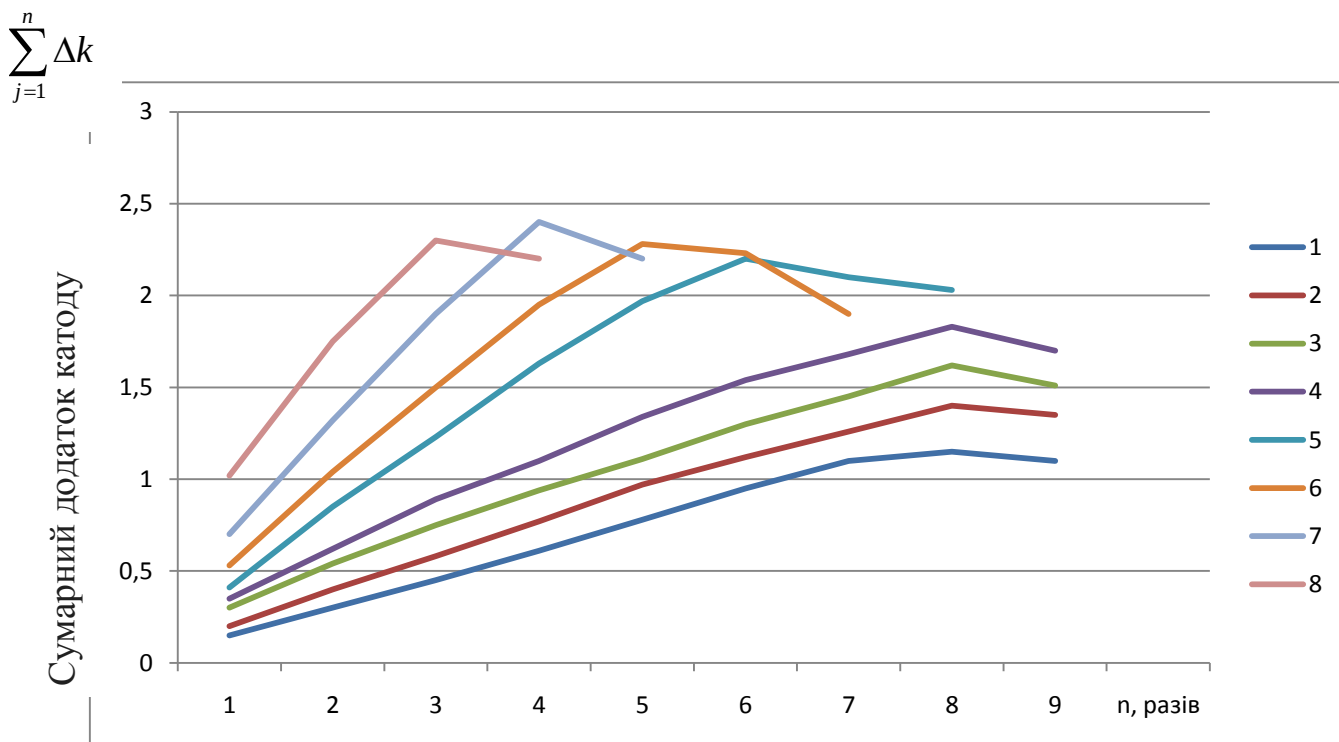


Рисунок 1 - Залежність додатку ваги катода - $\sum_{j=1}^n \Delta k$ при ЕІО від кількості проходів електродами з різним вмістом хрому: криві - 1, 3, 5, 7 – при енергії імпульсу $E_1=0,9$ Дж; 2, 4, 6, 8 - при $E_2 = 3,4$ Дж; зразок 4 - криві 1, 2 (30% Cr); зразок 3- криві 3, 4 (20% Cr); зразок 2 - криві 5, 6 (15,7% Cr); зразок 1 - криві 7, 8 (10% Cr)

Сплави на основі хрому відрізняються вмістом (у широких межах), такий набір матеріалів обраний для того, щоб оцінити роль карбідоутворення, можливість формування різних зміцнювальних фаз при нанесенні покриттів.

Зі збільшенням енергії імпульсу електроіскрової обробки від 0,9 до 3,4Дж приріст ваги катода в залежності від оброблюваного матеріалу зростає в 2,0-2,4рази.

За результатами досліджень було отримано рівняння (1) [4, 6, 7], що відображає залежність сумарного додатку ваги катода $\sum \Delta k$ (Y), г/см² від основних чинників при ЕІО.

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

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.

Висновок.

Дослідженнями підтверджується, що масоперенесення металу з анода на катод при електроіскровому способі нанесення покриттів визначається матеріалом анода, числом проходів електрода і енергією імпульсу.

Список використаних джерел:

1. Вплив кореляції між елементами на імовірність безвідмовної роботи системи [Текст] / С. Б. Думіндяк, В. І. Іванов, О. Д. Мартиненко // Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті : матеріали XX Міжнар. форуму молоді, 4-5 квіт. 2024 р. - Харків : ДБТУ, 2024. - С. 48.

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 стійкість анода при електроіскровій обробці /О.Д. Мартиненко, А.В. Хар'яков, С.В. Лисенко, Д.О. Мартиненко, Т.С. Скобло// Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х.: 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 МНТК., г. Харьков, 3-4 июня. 2004 г. – Х.: ХНПК "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: СбТ. II НПК. - Полтава, 1997. - С. 32-35.

6. 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.

7. Підвищення фізико-механічних властивостей деталей електроіскровою обробкою електродами з різним вмістом хрому [Текст] / О.Д. Мартиненко, А.К. Автухов, О.В. Лисенко, С.Б. Думіндяк // Крамаровські читання : зб. тез доп. XII Міжнар. наук.-техн. конф. з нагоди 118-ї річниці від дня народж. д-ра техн. наук, проф., віцепрезидента УАСГН Крамарова В.С. (1906-1987), м. Київ, 20-21 лют. 2025р. - Київ, 2025. - С. 347-350.