

СКЛАД ДЛЯ ОТРИМАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ НІКЕЛЮ З ДОБАВКАМИ НАНОРОЗМІРНИХ НІТРИДІВ

Запропоновано склад та технологію отримання композиційних електролітичних покриттів на основі нікелю з добавками нанодисперсних порошків нітридів бору або нітридів титану і силіцію.

Composition and technology of composite electrolytic coatings production on the basis of nickel with additive nanodisperse powder of boron nitride, titanium nitride and silicium are proposed.

Ключові слова: покриття, композиційні, нанорозмірні нітриди, нікель, добавки.

З метою вдосконалення гальванічних покриттів на основі нікелю підвищенням їх експлуатаційних характеристик при збереженні основних переваг електролітичних нікелевих покриттів, а саме: магнітних властивостей, високої адгезії та розсіючої здатності електроліту нікелювання, можливості отримання покриттів на деталях складної конфігурації тощо, розроблено технологію отримання композиційних електролітичних покриттів (КЕП) на основі нікелю, що містять добавки нанопорошку нітриду бору та суміші нанопорошків на основі нітридів титану і силіцію.

Відомі склади КЕП на основі нікелю з добавкою мікропорошків на основі карбідів, боридів, оксидів, нітридів [1] Недоліком таких КЕП є технологічна складність підтримання рівномірного розподілу дисперсних частинок під час електролізу в об'ємі електроліту. Поверхневий шар КЕП з добавкою мікропорошків, розміром до 50 мкм, нерівномірний, внаслідок недостатнього зарощування грубої дисперсної фази, що потребує додаткової фінішної обробки покриттів (рис. 1, 2).

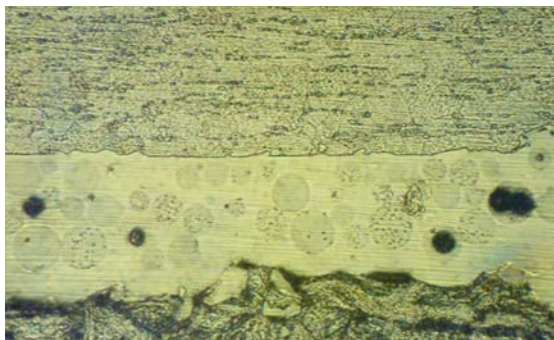


Рис. 1. КЕП на основі нікелю з добавкою карбїду вольфраму плакованого кобальтом

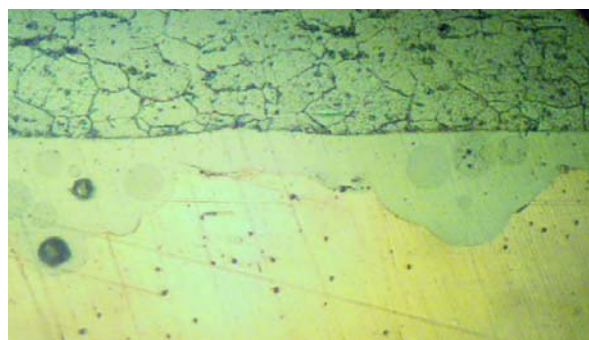


Рис. 2. КЕП на основі нікелю з добавкою карбїду вольфраму

Найбільш близьким до складу КЕП, що заявляється, є склад для отримання КЕП на основі групи заліза, який містить ультрадисперсний вуглецевий конденсат [2] Основним недоліком вже існуючих КЕП є забезпечення високої зносостійкості тільки при температурах до 300-400°C, що пояснюється невисокою термостійкістю включень вуглецевого конденсату, який виконує функцію мастила.

Авторами поставлена задача отримання зносостійких КЕП на основі нікелю за рахунок введення нанопорошку нітриду бору та суміші нанопорошків нітридів титану і нітриду силіцію.

Поставлена мета досягнута тим, що склад для отримання композиційних електролітичних покриттів на основі нікелю, отриманий з сульфатного електроліту нікелювання, відрізнявся тим, що вміщував нанодисперсний порошок нітридів бору, або нітридів титану і силіцію при наступному співвідношенні компонентів, г/л: сульфат нікелю – 140200 г/л, хлорид нікелю – 30– 40 г/л, сульфат натрію 4050 г/л, сульфат магнію – 50– 60 г/л, нанопорошок BN – 10 г/л або суміш нанопорошків $TiN+Si_3N_4+Y_2O_3$ 10 г/л.

Запропонований склад відрізнявся тим, що суміш нанопорошків $TiN+Si_3N_4+Y_2O_3$ має наступне співвідношення компонентів: нітрид титану – 40 % з розмірами частинок до 0,01 мкм;

нітрид титану 30 % з розмірами частинок до 1 мкм;

нітрид силіцію 25 % з розмірами частинок до 1 мкм;

оксиду ітрію 5 % з розмірами частинок до 1 мкм.

КЕП на основі нікелю з добавкою нанопорошків отримано з сульфатних електролітів нікелювання вказаних складів при наступних режимах електролізу: катодна густина струму 0,1– 0,2 kA/m^2 , температура електроліту 2030° С. При цьому вихід за струмом 98 %.

Розроблені КЕП з добавками нанопорошків, на відміну від аналогів, отримані з електролітів, в яких рівномірно розподілені включення нітридів (рис. 3, 4). Поверхневий шар КЕП з добавками нанопорошків рівномірний та однорідний, що не потребує фінішної обробки.

Таблиця 1

Назва параметра	Одиниці вимірювання	КЕП на основі нікелю з добавкою мікропорошків на основі нітриду силіцію Si_3N_4 [1]	КЕП на основі нікелю з добавкою мікропорошків на основі нітриду бору BN [1]	КЕП на основі нікелю з добавкою вуглецевого конденсату [2]	Електролітичний нікель матовий	КЕП на основі нікелю з добавкою нанопорошку BN [3]	КЕП на основі нікелю з добавкою суміші нанопорошків нітриду титану та силіцію [3]
Склад електроліту	г/л	Сульфат нікелю 300 Хлорид нікелю 60 Борна кислота 30 Мікропорошок 10	Сульфат нікелю 300 Хлорид нікелю 60 Борна кислота 30 Мікропорошок 10	Хлорид нікелю 300 Борна кислота 30 Бор аморфний 10–30 Вуглецевий конденсат 60	Сульфат нікелю 140–200 Хлорид нікелю 140–200 Хлорид нікелю 30–40 Борна кислота 25–30 Сульфат натрію 40–50 Сульфат магнію 50–60	Сульфат нікелю 140–200 Хлорид нікелю 30–40 Борна кислота 25–30 Сульфат натрію 40–50 Сульфат магнію 50–60, суміш нанопорошків 10	Сульфат нікелю 140–200 Хлорид нікелю 30–40 Борна кислота 25–30 Сульфат натрію 40–50 Сульфат магнію 50–60, суміш нанопорошків 10
Режими електролізу:							
Катодна густина струму	кА/м ²	0,5	0,5	5–10	0,1–0,2	0,1–0,2	0,1–0,2
Термін осадження	год	–	–	3	–	–	–
Температура електролізу	°С	40–60	40–60	40–60	20–30	20–30	20–30
Вихід за струмом	%	–	–	–	98	98	98
Властивості:							
Мікротвердість	МПа	5510	4530	–	3200–3500	4550–5550	5550–6500
Лінійний знос (P=0,6 МПа, масло И-20)	Мкм/км	–	–	10–18	70–80	9–10	8–12

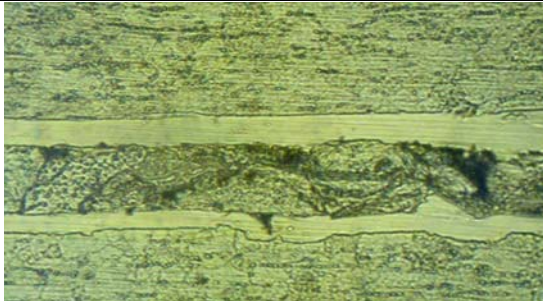
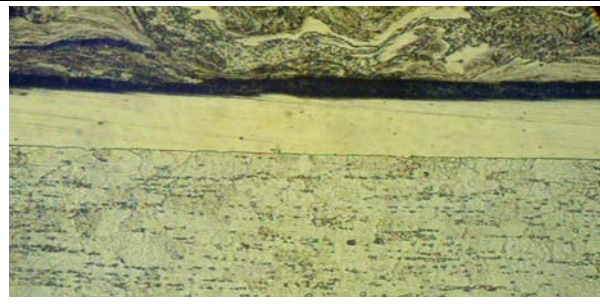
Рис. 3. КЕП на основі нікелю з добавкою суміші нанопорошків $TiN+Si_3N_4+Y_2O_3$ 

Рис. 4. КЕП на основі нікелю з добавкою нанопорошку BN

Введення в металеву матрицю КЕП вказаних складів вигідно відрізняють їх від відомих, так як наявність нанорозмірних нітридних включень не тільки підвищує мікротвердість КЕП (для КЕП з добавкою нанопорошку BN до Н 4550– 5550 МПа, для КЕП з добавкою суміші нанопорошків $TiN+Si_3N_4+Y_2O_3$ до Н 5550– 6500 МПа), а й забезпечує високу зносостійкість покриттів як в умовах змащування, так і при терті без мастила при температурах до $800^{\circ}C$ (лінійний знос при навантаженні $P=0,6$ МПа в умовах змащування, для КЕП з добавкою нанопорошку BN, становить 9– 10 мкм/км, для КЕП з добавкою суміші нанопорошків $TiN+Si_3N_4+Y_2O_3$ 712 мкм/км). На відміну від відомих, розроблені склади КЕП забезпечують високу зносостійкість покриттів без подальшої термічної обробки, при цьому застосовано більш стабільний сульфатний електроліт, порівняно з хлоридним (табл. 1).

КЕП на основі нікелю з добавкою нанорозмірного нітриду бору зберігають самозмащувальні властивості, якими характеризуються КЕП з добавками мікропорошкового нітриду бору. Проведені дослідження свідчать про те, що при збільшенні шляху тертя для зразків з КЕП, в які входить нанопорошок нітриду бору, лінійний знос практично не збільшується, табл. 2. КЕП на основі нікелю з добавкою суміші нанопорошків нітриду титану та нітриду силіцію на стадії припрацювання мають менший лінійний знос, ніж КЕП з добавкою нітриду бору, але очевидним є відсутність самозмащення та більш інтенсивний знос при збільшенні шляху тертя (табл. 2).

Таблиця 2

Назва покриття	Лінійний знос ($P=0,6$ МПа, масло И– 20, залежно від шляху тертя), мкм/км			
	0,05 км	0,1 км	0,15 км	0,2 км
КЕП з добавкою BN	9	10	10	10
КЕП з добавкою $TiN+Si_3N_4+Y_2O_3$	7	9	11	12

Таким чином, розроблено склад для отримання композиційних електролітичних покриттів на основі нікелю, отриманий з сульфатного електроліту нікелювання, який відрізняється тим, що склад вміщує нанодисперсний порошок нітридів бору, або нітридів титану і силіцію при наступному співвідношенні компонентів, г/л: сульфат нікелю – 140200 г/л, хлорид нікелю – 3040 г/л, сульфат натрію 4050 г/л, сульфат магнію – 5060 г/л, нанопорошок BN – 10 г/л або суміш нанопорошків $TiN+Si_3N_4+Y_2O_3$ 10 г/л. Отримані покриття характеризуються вищими експлуатаційними характеристиками, ніж відомі аналоги.

Література

1. Сайфуллин Р.С. Композиционные покрытия и материалы / Сайфуллин Р.С. – М.: Химия, 1977. – 272 с.
2. Пат. UA 12832 C25D 15/00. Склад для отримання композиційних електролітичних покриттів на основі металів групи заліза / Гуслиєнко Ю.О., Лучко А.В., Саввакін Г.І., Бурда М.Й.; заявник і патентовласник Інститут проблем матеріалознавства І.М. Францевича АН України, UA. – № 94321989, 30.06.93; заявл. 05.06.90; опубл. 28.02.97, Бюл. № 1.
3. Пат. UA 29705 U МПК (2006) C25D 15/00. Склад для отримання композиційних електролітичних покриттів на основі нікелю з добавками нанорозмірних нітридів / Покришко Г.А., Дробот О.С., Підгайчук С.Я., Яворська Н.М., Сатринська Л.Л.; заявник і патентовласник Хмельницький національний університет, UA. – № u200710329; заявл. 17.09.2007; опубл. 25.01.2008.

Надійшла 15.1.2011 р.