

На деталях замка образуется покрытие толщиной 8 мкм через 0,33 ч обработки. Вибрационное механохимическое цинковое покрытие отличается от гальванического отсутствием столбчатой хрупкой структуры. Предлагаемый процесс нанесения цинкового покрытия не приводит к наводороживанию и отслоению покрытия по сравнению с гальваническим.

Выводы: В результате совершенствования раствора для химической обработки и механохимического цин-

кования изделий из углеродистых сталей повышена производительность вибрационной обработки. В данном растворе после 20-25 мин на поверхности изделий из углеродистых сталей формируется многослойная цинковое покрытие толщиной 6-8 мкм, которое представлено цинковыми зёрнами с размерами 2-3 мкм округлой формы с высокой прочностью и коррозионными свойствами.

Литература

1. Иванов В.В. Вибрационные механохимические методы нанесения покрытий: монография / В.В. Иванов. – Ростов-на-Дону: Издательский Центр ДГТУ, 2007. – 140 с.
2. Николаенко А.П. Технологические возможности вибрационной обработки деталей на станках с U-образной формой контейнера [текст] / А.П. Николаенко, И.В. Волков, Ю.Ю. Дегтярева, М.А. Калмыков // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенко: збірник наук. пр. – Харків. – Вип. 42. – 2006. – С. 167 – 173.
3. Розчин для хімічної обробки і механохімічного цинкування виробів з вуглецевих сталей: [текст]: пат. 59593 Україна: МПК С25D 3/22 / Л.О.Журавльова, Л.М.Лубенська, П.В.Колодяжний // Заявник та патентовласник: СНУ ім. В.Даля; заявл. 22.10.2011, опубл. 25.05.2011, бюл. №10.

Технологія електролітичного осадження металів в електролітах наднизької концентрації компонентів, що дозволяє розширити робочий діапазон кислотності розчинів

Ключові слова: електролітичне осадження металів, наднизька концентрація розчинів, діапазон кислотності

Технология электролитического осаждения металлов в электролитах сверхнизкой концентрации компонентов, позволяющая расширить рабочий диапазон кислотности растворов

Ключевые слова: электролитическое осаждение металлов, сверхнизкая концентрация растворов, диапазон кислотности

Technology electrolytic precipitation of metals in electrolytes of superlow concentration components, allowing increase the operating range to acidity solution

Key words: electrolytic precipitation of metals, superlow concentration of solutions, range of acidity

УДК 621.357

ЕЛЕКТРООСАДЖЕННЯ МЕТАЛІВ В ЕЛЕКТРОЛІТАХ НАДНИЗЬКОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ ОСНОВНОГО КОМПОНЕНТА

Б. В. Намаконов

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: namakonov@ukr.net

А. Ю. Логунов

Асистент

*Кафедра "Технічна експлуатація автомобілів"

Автомобільно-дорожній інститут державного

вищого навчального закладу "Донецький

національний технічний університет"

вул. Кірова, буд. 51а, кв. 307, м. Горлівка, Україна,

84646

Контактний тел.: 066-586-33-30

E-mail: sms_ka@tut.by

1. Постановка проблеми

Електролітичне осадження металів є досить відомою технологією зміцнення та відновлення тертових поверхонь деталей машин та механізмів. До її переваг варто віднести можливість одержання зносостійких покриттів із заздалегідь заданою товщиною при невисокій вартості. Необхідна зносостійкість, структура, мікротвердість покриттів, що визначає їхню надійність та довговічність у різних умовах експлуатації, забезпечується відповідним вибором сполуки електроліту та режимом електролізу.

При цьому всі вимоги електроліту – склад і кислотність, температура і щільність струму є взаємозалежними у відношенні їх впливу на властивості покриттів. Зміна хоча б одного параметру за допустимі рамки його значень відтворюється на якості покриттів, викликаючи появу різноманітних дефектів: шорсткостей та наростів, різноманітних пор та воронкоподібних заглиблень, тріщин, відшаровувань, дендритів та ін. При дотриманні належних вимог електролізу брак може бути зведений до мінімуму.

В зв'язку з цим актуальною практичною задачею є можливість розширення граничного діапазону електролізу, що значно підвищує стабільність процесу та спрощує експлуатацію гальванічної ванни.

2. Аналіз досліджень і публікацій

Проведений аналіз у даній галузі показує, що застосовані в цей час електроліти мають підвищений вміст солі металу [1, 2]. Рекомендовані сполуки електролітів мають середній діапазон концентрації основного компоненту порядку 150-300 г/л. Відомо, що з підвищенням у розчині концентрації солі металу знижує значення рН, при якому починається утворення нерозчинних гідратів [3]. Останні при електролізі включаються в покриття, знижують його якість, міцність зчеплення з підложкою і навіть повністю розбудовують процес. Для запобігання цього явища необхідно збільшувати кислотність, а це призводить до значного зниження продуктивності й подорожчання процесу. Підтримка кислотності розчину у вузькому діапазоні, велика кількість усіляких добавок, наявних у відомих електролітах, утрудняє експлуатацію гальванічної ванни, значно ускладнюють і здорожують процес електролітичного осадження покриттів.

3. Мета і постановка задачі

Метою роботи є розширення робочого діапазону кислотності розчинів електролітів, шляхом застосування електролітів простої сполуки із зниженням концентрації основного компоненту. А також дослідити можливість підвищення зносостійкості отриманих покриттів за рахунок включення в їхню структуру фосфору.

4. Вирішення задачі

Найбільш ефективне рішення даного завдання може бути досягнуто завдяки використанню однокомпонентних електролітів, у яких концентрація основного компоненту (солі металу) приймається в межах від 1 до 50 г/л. Зниження концентрації солі металу підвищує його рН гідратоутворення (рНГД), за рахунок чого можна одержувати якісні покриття при меншій кислотності електроліту.

Для перевірки даної гіпотези було виконано ряд комплексних експериментів. Дослідження проводили в нікелевих електролітах у гальванічній лабораторії Автомобільно-дорожнього інституту ДВНЗ ДонНТУ м. Горлівки. Як джерело постійного струму використовувався випрямляч ВР-24. Контроль значень рН виконувалось рН-метром ЛМП-60. Клас точності вимірювальних приладів не нижче 0,5.

Зразки для випробувань виготовлялися зі сталі 45 у вигляді циліндричних стрижнів площиною 0,5 дм². Підготовка поверхні металевих полягала в механічній обробці, знежиренні в лужному розчині, промиванні та анодному травленні в 30% розчині сірчаної кислоти. Торцеві поверхні зразків при електролізі екранувалися текстіловими шайбами.

Для приготування електролітів використовувалася дистильована вода, у якій по черзі розчинялися складові компоненти. Сполуки досліджуваних нікелевих електролітів, режими електролізу та результати експериментів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Сполуки досліджуваних нікелевих електролітів і режими електролізу

Сполука електроліту і режими електролізу	Сполука випробуваного електроліту			
	№1	№2	№3	№4
Хлорид нікелю (NiCl ₂ ·6H ₂ O), г/л	10	25	50	60
Гіпофосфіт натрію (NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O), г/л	1	1	1	1
Борна кислота (H ₃ BO ₃), г/л	30	30	30	30
Діапазон кислотності, рН	2,0 – 6,2	2,0 – 6,0	2,0 – 5,9	2,1 – 5,4
Температура, °С	20	20	20	20
Щільність катодного струму, А/дм ²	0,5 – 3,0	0,5 – 2,5	0,5 – 2,5	0,5 – 2,0
Швидкість осадження покриттів, мкм/год	36	48	57	55

Проведені дослідження показують, що збільшення концентрації солі металу призводить до звуження робочого діапазону кислотності розчину, у якому можли-

ве осадження якісних покриттів. Так для електролітів з концентрацією солі металу 10 – 50 г/л якісні нікелеві покриття осаджуються при кислотності розчину $pH = 2,0 - 6,0$. Подальше збільшення концентрації солі металу поступово звужує робочий діапазон кислотності, у межах якого можливе одержання якісних покриттів (див. табл.1).

Для оптимізації режимів електролізу використовувалася математичний пакет Mathcad 11 Enterprise Edition. Було проведено планування експерименту та математично встановлено, що оптимальна кислотність для досліджуваних електролітів становить $pH = 3,0 - 4,5$, а щільність струму повинна бути в межах 1,85 – 2,3 А/дм². Також експериментально перевірено, що при даних режимах роботи гальванічної ванни спостерігається висока стабільність процесу електролізу.

З метою підвищення зносостійкості покриттів в електроліт додатково вводили гіпофосфіт натрію [4]. Випробування покриттів на зносостійкість проводили на машині тертя СМЦ-1 по спеціально розробленій експрес методиці, що дозволяє скоротити час проведення порівняльних випробувань (рис.1).

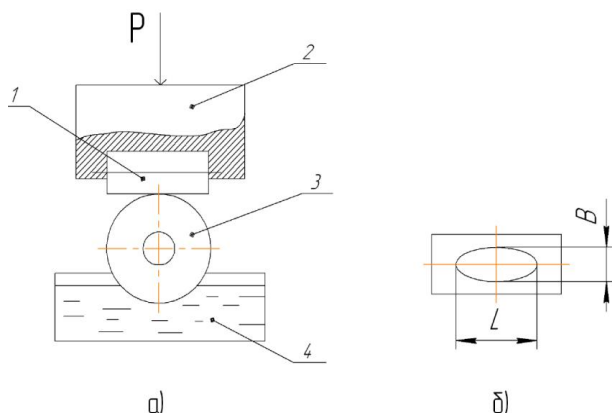


Рис. 1. Принципова схема випробувань на зносостійкість (а) і оцінка зношування (б): 1 – зразок для випробувань; 2 – затискний пристрій машини тертя; 3 – ролик машини тертя; 4 – ємність з оливою.

У якості зразків для випробувань використовувалася загартована сталь 45 до 55...60 HRC. Перед кожним випробуванням зразки шліфувалися до $Ra = 0,2 \mu m$. Далі на машині тертя протягом хвилини випробувався зразок непокритої загартованої сталі 45. Площа "лунки", що залишалася від обертового ролика вимірювали за допомогою оптичного приладу МБП-2. Потім на зразок в електроліті сполуки №2 (див. табл.1) при постійній кислотності $pH = 2,5$, але різній щільності струму наносили ряд покриттів та проводили випробування з фіксуванням розміру "лунки". По різниці площ "лунок" покритого та непокритого зразка розраховували відносну зносостійкість покриттів:

$$\Delta_3 = \frac{S - S_{\text{Покр}}}{S} \cdot 100\% \quad (1)$$

де Δ_3 – відносна зносостійкість покриттів, %; S – площа "лунки" до нанесення покриття на зразок, мм²;

$S_{\text{Покр}}$ – площа «лунки» після нанесення покриття на зразок, мм².

Площа «лунок» S обчислювалася згідно формули:

$$S = 3,14 \cdot L \cdot B \quad (2)$$

де L, B – відповідно довжина та ширина "лунок", мм.

Змащення третьової пари здійснювалося зануренням ролика машини тертя в машинну оливу на 2 – 3 мм, питомий тиск на зразок становило 7,5 МПа. Результати випробувань графічно представлені на рис.2.

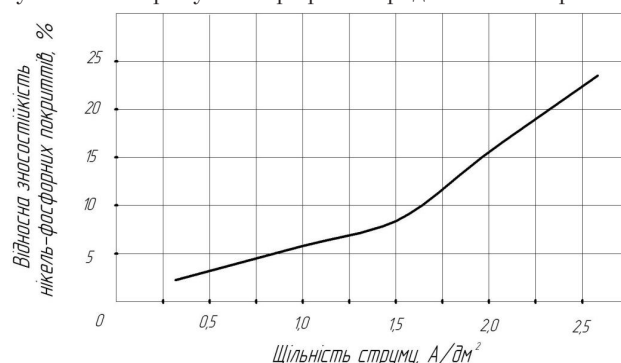


Рис. 2. Залежність відносної зносостійкості нікель-фосфорних покриттів від щільності струму, А/дм².

При аналізі графічної залежності варто відмітити, що зносостійкість нікель-фосфорних покриттів вище загартованої сталі 45, при цьому зі збільшенням щільності струму до 2,5 А/дм² різниця становить до 22%.

Висновки

Використання електролітів простої сполуки з низькою концентрацією основного компонента (солі металу) дозволяє підвищити поріг гідратоутворення (рНГД). Наднизької концентрації електроліти мають більш широкий припустимий діапазон кислотності розчину в якому можливе осадження якісних покриттів. Додавання гіпофосфіту натрію в сполуку електролітів та підвищення щільності струму під час електролізу дозволяє значно підвищити зносостійкість отриманих покриттів.

Література

- Беленький, М. А. Электроосаждение металлических покрытий [Текст] : учеб. / М. А. Беленький, А.Ф. Иванов. – М. : Металлургия, 1985. – 288 с.
- Шмучер, М. А. Гальванические покрытия в машиностроении [Текст] / М. А. Шмучер. – М.: Машиностроение, 1985. – 246 с.
- Митряков, А. В. Получение прочносцепляющихся электролитических железных покрытий [Текст] / А. В. Митряков. – Саратов: изд. Сарат. ун-та, 1985. – 181 с.
- Коняев Н. В. Восстановление и упрочнение деталей машин электролитическими железо-фосфорными покрытиями [Текст] : дис. ...канд. техн. наук / Н. В. Коняев. – Курск., 2002. – 195 с.