



УДК 621.762

TWO-LAYER NICKEL COATINGS FOR INCREASING CORROSION RESISTANCE

ДВОШАРОВІ НІКЕЛІВІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ

Kryukova E.A. / Крюкова О.А.

s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0001-8638-3580

Hryunko T.O. / Гринько Т.О.

*Kyiv National University of Technologies and Design,**Kyiv, Mala Shyianovska, 2, 01011**Київський національний університет технологій та дизайну,**Київ, Мала Шияновська, 2, 01011*

Анотація. В роботі розглядається процес нанесення двошарових захисних нікелевих покриттів для підвищення зносо- та корозійної стійкості. Встановлено, що розглянуті способи хімічного нікелювання не є універсальними для всіх умов експлуатації; двошарові покриття, які отримані методами хімічного нікелювання, можуть мати різноманітні властивості, які можна застосувати в багатьох галузях промисловості, зараз або в майбутньому. Показано, що поєднуючи різні нікелеві покриття, які доступні на ринку, можна забезпечити ще більшу гнучкість в застосуванні, в порівнянні з одношаровими покриттями.

Ключові слова: двошарові захисні покриття, корозія, хімічне нікелювання.

Вступ.

Для поверхневого захисту виробів та конструкцій, надання їм декоративного вигляду, а також певних функціональних властивостей сьогодні у промисловості широко застосовують гальванічні покриття хромом, нікелем, їх сплавами та багатошаровими композиціями цих металів. Деякі недоліки таких гальванічних покриттів, а саме: виникнення залишкових напружень розтягу у поверхневих шарах готових виробів, наводнювання основи, зниження їх циклічної міцності та твердості під час нагрівання, являється причиною недостатньої їх ефективності при умовах одночасної дії підвищених температур чи агресивних середовищ та динамічних навантажень.

Нікелеві покриття застосовують в промисловості для захисту від корозії деталей та виробів із сталі та кольорових металів, для підвищення зносостійкості металевих поверхонь, схильних до тертя. Гальванічні нікелеві покриття по відношенню до заліза будуть катодними і можуть забезпечувати захист тільки за умови відсутності в них пор. З цієї причини сталь покривають спочатку шаром міді (25-35 мкм), а вже потім нікелем (10-15 мкм). Найбільш широкого застосування знайшли сульфатно-хлоридні електроліти [1]. Електроліти з добавками похідних бутіндіолу мають властивість осаджувати дрібнозернисті, еластичні, рівні блискучі покриття. До основного недоліку покриття слід віднести малу корозійну стійкість, обумовлену включеннями сірки. Уникнути цього недоліку можна нанесенням двох-або тришарових покриттів. Підвищеною корозійною стійкістю володіють композиційні нікелеві покриття, що містять у своєму складі дрібнодисперсні діелектричні частинки -



каолін, карбіди та ін.

Хімічні нікелеві покриття в наш час стають все більш затребуваними і стає очевидним, що один тип цих покриттів (високофосфористі, середньофосфористі, низькофосфористі та композиційні нікелеві покриття та ін.), навіть при всьому бажанні не можуть володіти всіма фізико-механічними властивостями, які необхідні для конкретної області застосування. Саме двошарові покриття здатні забезпечити таку можливість.

Постановка завдання.

Двошарові нікелеві покриття зазвичай поєднують в собі два типи покриттів, які здатні покращити характеристики кожного окремого шару. Значна кількість варіантів таких покриттів вже знайшли застосування в металообробній промисловості [2]. Споживчі властивості, які можна покращити для використання в певних умовах, включають:

- покращену зносостійкість;
- підвищену корозійну стійкість;
- кращі змащувальні та антиадгезійні властивості;
- більший термін служби ванни для алюмінію;
- кращу відбивну здатність покриттів;
- чорніння покриттів.

З огляду на актуальність обраної тематики, було поставлено за мету зробити аналіз сучасних методів нанесення багатошарових захисних покриттів та порівняти споживчі характеристики утворених захисних плівок.

Результати дослідження.

Висока зносостійкість і твердість нікелевих покриттів широко використовуються в промисловості.

Багатошарове нікелювання використовується для підвищення корозійної стійкості нікелевих покриттів у порівнянні з таким же одношаровими покриттями. На практиці це досягається послідовним осадженням шарів нікелю з різних електролітів, що відрізняються фізико-хімічними властивостями покриття. До багатошарових нікелевих покриттів відносяться: бі-нікель, три-нікель, сил-нікель [2, 3].

Стійкість гальванічних покриттів бі-нікель у 1,5-3,0 рази є вищою за одношарові покриття. Їх рекомендовано застосовувати замість блискучих і одношарових матових нікелевих покриттів. Для досягнення вищої корозійної стійкості перший підшар нікелю (матовий або напівблискучий), що складає не менше $1/2$ - $2/3$ від загальної товщини покриття, осаджений зі стандартного електроліту і практично не містить сірки. Другий шар нікелю отримують при осадженні з електроліту блискучого нікелювання; сірка, яка входить до органічних блескоутворювачів, входить і до складу нікелевого покриття, при чому електродний потенціал другого блискучого шару зміщується на 60-80 мВ у сторону електронегативних значень по відношенню до першого шару. Саме тому, блискучий шар нікелю в гальванічній парі стає анодом та захищає перший шар від корозії [3].

Тришарове електролітичне нікелювання має найвищу корозійну стійкість. В цьому методі після осадження першого підшару нікелю з того самого



електроліту, що і при двошаровому нікелюванні, осідає проміжний або середній шар нікелю з електроліту, що містить спеціальну сірковмісну добавку, що забезпечує додатковий вміст великої кількості сірки (0,15-0,20%) у складі проміжного підшару нікелю [4]. На заключній стадії наноситься третій верхній шар з електроліту для отримання блискучих покриттів. При цьому проміжний шар, який має найбільш електронегативний потенціал, захищає шари нікелю, які з ним контактують, від корозії.

Перевага двошарових нікелевих покриттів полягає в тому, що вони можуть мати декілька з наведених вище властивостей, в той самий час як одношарове покриття - тільки одну. Нижче представлені приклади існуючих двошарових покриттів.

1. Верхній шар представляє собою високофосфористе хімічне нікелеве покриття, а нижній шар - низькофосфористе нікелеве покриття. Таке покриття використовують коли від покриття потрібна зносостійкість та висока твердість. Як правило, рекомендується використовувати низькофосфористе хімічне нікелеве покриття. Однак як самостійне одношарове покриття воно буде мати невисоку корозійну стійкість. Але якщо спочатку нанести підшар високофосфористого покриття, то утворене двошарове покриття здатне забезпечити високу зносостійкість і корозійний захист.

2. Верхній шар являє собою композиційне хімічне нікелеве покриття, а нижній - високофосфористе хімічне нікелеве покриття. Такого типу покриття використовують у сфері застосування де потрібна висока корозійна стійкість, а також хороші мастильні та антиадгезійні властивості. Одношарове високофосфористе покриття не здатне цього забезпечити. Однак верхній шар композиційного покриття може надати покриттю або лише більш низький коефіцієнт тертя або кращу зносостійкість. Але оскільки композиційні покриття як правило дуже пористі, внаслідок чого мають низьку корозійну стійкість. Саме завдяки поєднанню високофосфористого покриття в якості підшару та композиційного покриття в якості верхнього шару можна одержати властивості обох складів в одному покритті.

3. Верхній шар представляє собою блискуче середньофосфористе нікелеве покриття, а нижній шар - високофосфористе хімічне покриття. Для деяких областей застосування вкрай важливим є зовнішній вигляд покриття. Тому доволі часто практикується заміна блискучого гальванічного хімічного нікелевого покриття на інші покриття з середнім вмістом фосфору. Середнефосфористі сполуки забезпечують якість покриття, що підходить для переважної більшості областей застосування, але вони не здатні забезпечити додаткову корозійну стійкість, яка необхідна в деяких умовах експлуатації. Нанесення першого блискучого середнефосфористого шару на високофосфористих шарах хімічного нікелевого покриття допомагає отримати блискуче покриття з високою корозійною стійкістю.

4. Верхній шар складається з середньо- або високофосфористого нікелевого покриття, а нижній – з лужного хімічного нікелевого покриття. Строк експлуатації більшості кислотних складів для хімічного нікелювання може бути скорочений при нанесенні покриттів на алюмінієві підложки в



порівнянні з використанням сталевих підложок. Розробки останніх років продемонстрували, що використання саме лужного електроліту хімічного нікелювання для процесу зтягування перед хімічним нікелюванням в кислотному електроліті здатне подовжити термін служби ванни, та покращити адгезію в деяких випадках. При цьому також скорочуються витрати на нанесення покриття.

5. Верхній шар представляє собою матове низькофосфористе хімічне нікелеве покриття, а нижній - високофосфористе нікелеве покриття. Дослідження останніх років показали, що нанесення деяких низькофосфористих покриттів на високофосфористі шари дозволяє отримати високоякісну чорнену поверхню. Шляхом нанесення низькофосфористого хімічного нікелевого покриття, яке може легко окиснюватися, на корозійностійке високофосфористе хімічне нікелеве покриття можна одержати блискуче або матове чорніння, що придатне для безлічі областей застосування [4].

Висновки.

Підводячи підсумок, можна зробити висновок, що двошарові покриття, які отримані методами хімічного нікелювання, можуть мати різноманітні властивості, які можна застосувати в багатьох галузях, зараз або в майбутньому. Поєднуючи різні нікелеві покриття, які доступні на ринку, можна забезпечити ще більшу гнучкість в застосуванні, в порівнянні з одношаровими покриттями.

Література:

1. Кондращенко О.В. Корозія і захист матеріалів та конструкцій // Харків: ХНАМГ, 2005. – 124 с.
2. Кунтій О.І. Гальванотехніка // Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2004. – 236 с.
3. Fumitaka S. Nickel electroplating bath using malic acid as a substitute agent for boric acid / S.Fumitaka, K.Keisuke, N.Yuzuru, K.Koichi, S.Yuichi // Metal Finish.–2007. – Vol. 105, № 12. – P. 34-38.
4. Tripathy B. Effect of organic extractants on the electro-crystallization of nickel from aqueous sulphate solution / B.Tripathy, P.Singh, D.Muir, S.Das // Journal of Applied Electrochemistry.–2001.–V.34.– P. 301-308.

References.

1. Kondrashchenko O.V. Koroziya i zakhyst materialiv ta konstruktsiy // Kharkiv: KHNAMH, 2005. – 124 s.
2. Kuntiy O.I. Hal'vanotekhnika // Navchal'nyy posibnyk. L'viv: Vydavnytstvo L'vivs'koyi politekhniky, 2004. – 236 s.
3. Fumitaka S. Nickel electroplating bath using malic acid as a substitute agent for boric acid / S.Fumitaka, K.Keisuke, N.Yuzuru, K.Koichi, S.Yuichi // Metal Finish.–2007. – Vol. 105, № 12. – P. 34-38.
4. Tripathy B. Effect of organic extractants on the electro-crystallization of nickel from aqueous sulphate solution / B.Tripathy, P.Singh, D.Muir, S.Das // Journal of Applied Electrochemistry.–2001.–V.34.– P. 301-308.



Abstract. Purpose. Describe the methods of applying two-layer protective nickel coatings. Investigate the influence of the method of application and conditions of the process on the quality of the formed coatings.

Methodology. Comparative analysis of modern literature data on the technological features of the nickel plating process and the protective properties of the formed sediments.

Findings. It is established that the considered methods of chemical nickel plating are not universal for all operating conditions; two-layer coatings, which are obtained by chemical nickel plating, can have a variety of properties that can be applied in many industries, now or in the future.

Originality. Combining the various nickel coatings that are available on market, can be achieved greater application flexibility even than single ball coatings.

Practical value. Modern methods of applying two-layer protective nickel coatings to increase wear and corrosion resistance have been investigated.

Key words: two-layer protective coatings, corrosion, chemical nickel plating.

Стаття відправлена: 19.04.2023 р.

© Крюкова О.А.