

УДК 544.6.018

ПЕРЕВАГИ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ
БЛИСКУЧОГО БАГАТОШАРОВОГО НІКЕЛЮВАННЯ

Кремлянець І. М., Кислова О. В.

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета. Дослідити застосування електролітів різного складу для проведення багатошарового нікелювання в кислому середовищі, порівняти особливості різних процесів нанесення та якість утворених блискучих покриттів.

Методика. Аналіз інформації щодо ефективності вже існуючої технології нікелювання в кислому середовищі з метою пошуку електроліту, що не потребує фільтрації та селективної очистки; модернізації технології нанесення багатошарового захисного та декоративного покриття в кислому середовищі; порівняння переваг та недоліків різних електролітів.

Результати. Обрано оптимальні умови нанесення багатошарового блискучого нікелевого покриття шляхом зменшення кількості допоміжного обладнання та застосування ефективних електролітів, прискорення процесу нікелювання в кислому середовищі. Перспективним є використання сульфаматного електроліту, який не потребує селективного очищення і фільтрації, та утворює якісні покриття з підвищеною корозійною стійкістю, в тому числі на деталях зі складним профілем, що не піддаються механічному поліруванню.

Наукова новизна. Запропоновано новий склад електроліту нікелювання в кислому середовищі, використання якого не потребує додаткових селективних та фільтрувальних комунікацій.

Практична значимість. Застосування сульфаматного електроліту є економічно вигідним, оскільки забезпечує утворення якісного блискучого покриття без використання додаткових селективних та фільтрувальних комунікацій.

Ключові слова: нікелювання, селективна очистка, фільтрація, сульфаматний електроліт, багатошарове нікелювання

Нікелювання застосовується для захисту виробів від корозії (в атмосферних умовах, в розчинах лугів, солей і слабких органічних кислот), підвищення зносостійкості деталей, а також у захисно-декоративних цілях. Нікелюванню піддаються переважно вироби зі сталі та сплавів на основі Cu, Zn і Al, рідше – вироби з Mg, Ti та їх сплави. Розроблено способи нанесення нікелю на неметалеві поверхні – кераміку, пластмаси, бакеліт, фарфор, скло та ін. [1].

Найбільш поширеними є електролітичне і хімічне нікелювання. Електролітичне нікелювання найчастіше проводиться в електролітах на основі сульфатів нікелю. Проте за відсутності спеціальних добавок утворюються матові покриття. Для надання їм блиску доводиться вдаватися до дорогої і трудомісткої операції полірування на спеціальних колах, де втрачається до 20% електроосаженого нікелю і стає неможливим здійснення процесу нанесення багатошарових покриттів (Ni-Cr) в автоматичних агрегатах [1].

Отримання блискучих нікелевих покриттів безпосередньо з ванн є нагальною проблемою. Електроліти для блискучого нікелювання, крім основних компонентів – сульфату нікелю, борної кислоти і хлоридів – повинні містити спеціальні добавки – блискоутворювачі. Вони докорінно змінюють процес електрокристалізації нікелю та утворюють блискучі покриття на блискучій та матовій поверхнях. Введені блискоутворювачі дають кращий ефект при збільшеній густини струму. Висока концентрація борної кислоти сприяє отриманню пластичних і добре зчеплених покриттів. Захисна здатність блискучих нікелевих покриттів і звичайних матових при рівній товщині однакова [2].

Постановка завдання

Дослідити застосування електролітів різного складу для проведення багат шарового нікелювання, порівняти особливості різних способів утворення та якість блискучих захисних покриттів.

Результати досліджень

Для захисно-декоративної обробки деталей широко використовують блискучі та дзеркально – нікелеві покриття, які одержують безпосередньо з електролітів з блискоутворюючими добавками. Для збільшення захисних властивостей і зниження товщини покриття порівняно з одношаровим блискучим нікелюванням розроблений електроліт двошарового нікелювання. Спочатку наноситься напівблискучий шар нікелю з електроліту без сульфурвмісних блискоутворюючих добавок, а потім шар блискучого нікелю. Якщо при одношаровому нікелюванні корозія через пори проникає до основного металу, то при двошаровому нікелюванні верхній шар є анодом щодо нижнього. Відбувається корозія верхнього шару, а нижній шар та основа не кородують [1].

Наступним кроком є тришарове нікелювання з трьох різних розчинів електролітів. Від двошарового покриття воно відрізняється тим, що між нижнім напівблискучим і верхнім блискучим шарами наноситься проміжний тонкий шар нікелю (1-2 мкм), що містить 0,15-0,2% сірки. Середній шар нікелю у контакті з агресивним середовищем набуває негативного потенціалу по відношенню як до верхнього, так і до нижнього шарів, значно сповільнюючи корозію обох. При цьому корозія через пори верхнього шару розповсюджується по проміжному, а верхній блискучий та нижній напівблискучий шари залишаються непошкодженими. При однаковій загальній товщині нікелевого шару тришарове покриття в 2-3 рази корозійно-стійкіше за двошарове і в 5 разів за одношарове. Під час нікелювання з анодів в електроліт нікелювання надходить велика кількість дуже шкідливих іонів (Cu, Co, Fe, Sn), які разом з нікелем осідають на металеву основу і знижують якість блискучих покриттів, а також погіршують пайку. У зв'язку з таким

явищем використовують селективну електролізну ванну, в якій створюються умови для осадження небажаних іонів [3]. В ході роботи аналізувалися результати нікелювання з застосуванням стандартного електроліту, склад якого наведений в табл. 1.

Таблиця 1

Склад стандартного електроліту нікелювання

Найменування	Хім. формула	Концентр. г/л	pH	Температура, °C	Густина струму, А/дм ²	Швидкість осадження, мкм/хв
Сульфат нікелю	NiSO ₄	230-320	3-5	50-60	2-7	0,4-1,4
Хлорид нікелю	NiCl ₂ ·6H ₂ O	30-60				
Борна кислота	H ₃ BO ₃	30-40				
Сахарин	C ₇ H ₅ NO ₃ S	0,3-2,0				
Водний розчин 1,4-бутиндіолу	C ₄ H ₆ O ₂	0,027-0,1				

pH розчину доводять до значення 5,0-5,5. Після цього в електроліт вводять перманганат калію (2 г/л) або 30% розчин перекису водню (2 мл/л). Розчин перемішують протягом 30 хвилин, додають 3 г/л активованого вугілля, обробленого сульфатною кислотою, і перемішують електроліт стисненим повітрям. Розчин відстоюється 6-12 годин, фільтрується у робочу ванну. Для блискучого нікелювання процес селективної очистки і фільтрації є обов'язковим. Проте нікелювання у сульфатних електролітах супроводжується великою кількістю неякісних виробів [1].

Досліджено сульфурвмісний електроліт, що містить сульфамат та хлорид нікелю, борну кислоту, натрій лаурілсульфат (табл. 2).

Таблиця 2

Склад сульфаматного електроліту нікелювання

Найменування	Хімічна формула	Концентрація г/л	pH	Температура, °C	Густина струму А/дм ²	Швидкість осадження мкм/хв
Сульфамат нікелю	(NH ₂ SO ₃) ₂ Ni·4H ₂ O	300-400	3,6-4,2	50-60	5-12	0,65-1,60
Хлорид нікелю	NiCl ₂ ·6H ₂ O	12-15				
Борна кислота	H ₃ BO ₃	25-40				
Натрій лаурілсульфат	C ₁₂ H ₂₅ SO ₄ Na	0,1-1,0				

В результаті досліджень встановлено, що при використанні сульфаматного електроліту без проведення селективної очистки і фільтрації викривлення якості

осадження і погіршення пайки не відбулося. Для покращення якості покриттів і прискорення процесу ванни оснащуються автоматичними пристроями для безперервного перемішування [4]. При проведенні електролітичного нікелювання особливу увагу приділяють підготовці поверхні виробів перед нанесенням покриття. За необхідності у зношених деталей відновлюють їх первинну геометричну конфігурацію. Механічною обробкою видаляють також пошкоджений поверхневий шар. Перед нанесенням захисно-декоративного покриття поверхні полірують, оскільки це покриття дуже тонке і щонайменші нерівності будуть згодом помітні. Утворені осади блискучого нікелю мають здатність значною мірою згладжувати дрібні нерівності на деталях, що залишаються після механічної обробки. Тому навіть деталі з-під різця з нанесеним на них шаром блискучого нікелю мають гарний декоративний вигляд. Блискуче нікелювання скорочує витрату нікелю [2].

Деталі очищають і знежирюють в мийних розчинах або органічними розчинниками (уайт-спирит, ацетон і ін.). Поверхні, що не підлягають покриттю, захищають від роз'їдаючої дії електроліту. Для цієї мети застосовують різні ковпаки, футляри, втулки і чохла з ебоніту, текстоліту і вініпласту, а також наносять пензликом декілька шарів суміші лаку з нітроемаллю в співвідношенні 1:2. Деталі кріплять на підвісках, які забезпечують хороший електричний контакт, правильне положення деталі щодо анода і сприяють виділенню водню з катода.

Закріплені на підвісці деталі ретельно знежирюють. Зазвичай це робиться електрохімічним методом в гарячому лужному розчині, де деталі є катодом. Прості деталі можна знежирювати протиранням їх віденським вапном (сумішшю оксидів кальцію і магнію). Після знежирення деталі промивають в гарячій, а потім в холодній воді. Деталь достатньо чиста, коли вода рівномірно розтікається по її поверхні [2, 3].

Безпосередньо перед нанесенням покриття проводять анодну обробку (декапірування) деталей, оскільки навіть найчистіша деталь, стикаючись з повітрям, покривається якнайтоншою окисною плівкою, що перешкоджає міцному зчепленню покриття з деталлю. Зазвичай плівку видаляють анодною обробкою. Наприклад, при хромуванні підвіска опускається у ванну для хромування. Спочатку деталі підключаються до аноду, а потім до катода. Застосування ванн для блискучого нікелювання значно скорочує число виробничих операцій і набагато спрощує завдання автоматизації оздоблювальних операцій [2].

Висновки

Багатошарове нікелювання характеризується підвищеною корозійною стійкістю. При однаковій загальній товщині нікелевого шару тришарове покриття в 2-3 рази корозійно-стійкіше за двошарове і в 5 разів за одношарове. Так, у випадку тришарового покриття корозія через пори верхнього шару розповсюджується по проміжному шару, а верхній блискучий та нижній напівблискучий шари залишаються непошкодженими. Перспективним є застосування сульфаматного електроліту, який не потребує селективного очищення і фільтрації та утворює якісні покриття, в тому числі на деталях зі складним профілем, що не піддаються механічному поліруванню. Його можна використовувати на підприємствах приладобудування та електронної техніки.

Список використаних джерел

1. Сайт «Справочник химика»: Химия и химическая технология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://chem21.info/1695605>
2. Синдеев Ю. Г. Гальванические покрытия. – Ростов – на – Дону: Феникс, 2000. – 251 с.
3. Гамбург Ю. Д. Гальванические покрытия. Справочник по применению. – М.: Техносфера. 2006. – 216 с.
4. Сайт «Freepatent». Патент «Электролит никелирования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/2293803>

References

1. Sayt «Spravochnik khimika»: *Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [Site «Chemist Handbook»: Chemistry and Chemical Technology]. Retrieved from: chem21.info/1695605 [in Russian].
2. Sindeyev, Yu.G. (2000). *Gal'vanicheskiye pokrytiya* [Electroplated coatings]. Rostov-na-Donu: Fenics [in Russian].
3. Gamburg, Yu.D. (2006). *Gal'vanicheskiye pokrytiya. Spravochnik po primeneniyu* [Electroplated coatings. Handbook of application]. Moscow: Technosphaera [in Russian].
4. Sayt «Freepatent»: *Patent «Elektrolit nikelirovaniya»* [Site «Freepatent»: Patent «Nickel plating»]. Retrieved from: <http://www.freepatent.ru/patents/2293803> [in Russian].

Kremlianets Ihor
nikin.2121@gmail.com
Kyiv National University of
Technologies and Design

Kislova Olga
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0223-1860>
kievkislova@gmail.com
Kyiv National University of
Technologies and Design

Преимущества и технологические особенности процесса блестящего многослойного никелирования***Кремлянец И. Н., Кислова О. В.****Киевский национальный университет технологий и дизайна*

Цель. Исследовать применение кислых электролитов различного состава для проведения многослойного никелирования, сравнить технологические особенности процессов нанесения и качество блестящих многослойных покрытий.

Методика. Анализ информации об эффективности существующей технологии никелирования в кислой среде, по выбору электролита, который не требует фильтрации и дополнительной селективной очистки; по модернизации технологии нанесения многослойного защитного и декоративного покрытия; о преимуществах и недостатках различных электролитов никелирования.

Результаты. Подобраны оптимальные условия нанесения многослойного блестящего никелевого покрытия путем уменьшения количества вспомогательного оборудования, с применением эффективных электролитов, ускорения процесса никелирования в кислой среде. Перспективным является использование сульфаматного электролита, не требующего селективной очистки и фильтрации, который образует качественные покрытия с повышенной коррозионной стойкостью, в том числе на деталях со сложным профилем, которые не подвергаются механической полировке.

Научная новизна. Предложен новый состав электролита никелирования в кислой среде, использование которого не требует дополнительных селективных и фильтровальных коммуникаций.

Практическая значимость. Применение сульфаматного электролита является экономически выгодным, поскольку обеспечивает образование качественного блестящего покрытия без использования дополнительных селективных и фильтровальных коммуникаций.

Ключевые слова: никелирование, селективная очистка, фильтрация, сульфаматный электролит, многослойное никелирование

Advantages and technological features of the process of bright multilayer nickel plating***Kremlyanets I. N., Kyslova O. V.****Kiev National University of Technology and Design*

Purpose. Investigate the use of various compositions acidic electrolytes for multilayer nickel plating, compare the technological features of the application processes and the quality of bright multilayer coatings.

Methodology. Search and information analysis on the effectiveness of the existing nickel plating technology in an acidic environment, by choosing an electrolyte that does not require filtration and additional selective purification; to modernize the technology of applying a multilayer protective and decorative coating; about the advantages and disadvantages of various nickel electrolytes.

Findings. The optimal conditions for applying a multilayer bright nickel coating by reducing the amount of auxiliary equipment, using effective electrolytes and accelerating the nickel coating process in an acidic environment are selected. It is promising to use a sulfamate electrolyte that does not require selective cleaning and filtration, which forms high-quality coatings with increased corrosion resistance, including on parts with a complex profile that are not subjected to mechanical polishing.

Originality. *A new composition of nickel electrolyte in an acidic medium is proposed, the use of which does not require additional selective and filtering communications.*

Practical value. *The use of sulfamate electrolyte is economically advantageous, since it provides the formation of a high-quality shiny coating without the use of additional selective and filter communications.*

Keywords: *nickel plating, selective purification, filtration, sulfamate electrolyte, multilayer nickel plating*