

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 621.357.7

Роль экологически безопасной органической добавки в гальваническом производстве на примере процесса никелирования

М.А. Варыдина

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Аннотация. Гальваническое производство негативно влияет на окружающую среду из-за использования токсичных и опасных химических реагентов, которые выделяются при производстве. Электроосаждение из электролитов-коллоидов позволяет увеличивать скорость нанесения покрытия, а никелевые осадки имеют повышенные физико-механические характеристики [1]. Цель исследования — изучение влияния экологически безопасной органической добавки на характеристики никелевых покрытий. Объектом исследования явился оптимизированный состав электролита для получения качественного никелевого покрытия с улучшенными характеристиками. Установлено, что с увеличением концентрации экологически безопасной органической добавки (ЭБОД), внутреннее напряжение снижается, а микротвердость возрастает. Это благоприятно влияет на состояние покрытия, износостойкость и коррозионную стойкость.

Ключевые слова: электролит-коллоид, электроосаждение, рассеивающая способность, экологически безопасная органическая добавка, микротвердость

The role of an environmentally safe organic additive in electroplating industry on the example of nickel plating process

Margarita A. Varydina

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Abstract. In terms of environmental friendliness, electroplating has a negative impact on the environment due to the use of toxic and hazardous chemicals that are released during production. Electrodeposition from colloidal electrolytes makes it possible to increase the rate of coating deposition, and nickel deposits have increased physical properties, mechanical characteristics. The work objective is to study the effect of an environmentally friendly organic additive on the characteristics of nickel coatings. The object of the study is the optimized composition of the electrolyte to obtain a high-quality nickel coating with improved characteristics, established, that with an increase in the concentration of an environmentally friendly organic additive, the internal stress decreases, and the microhardness increases. This favorably affects the condition of the coating, wear resistance, corrosion resistance.

Keywords: electrolyte-colloid, electrodeposition, dissipation capacity, environmentally friendly organic additive, microhardness

Введение. Гальваническое производство является одним из наиболее опасных источников загрязнения окружающей среды. Поэтому в настоящее время развитие гальванотехники направлено на разработку экологически безопасных и экономически целесообразных технологий. Наиболее перспективным решением этой проблемы является использование низкоконцентрированных электролитов-коллоидов. Электроосаждение из электролитов-коллоидов позволяет увеличивать скорость нанесения покрытия, а никелевые осадки имеют улучшенные физико-механические характеристики [2], что позволяет рекомендовать их взамен экологически опасных электролитов хромирования.

Целью настоящей работы является оптимизация состава электролита и режимов электролиза для получения качественного никелевого покрытия с повышенной микротвердостью и пониженными значениями внутреннего напряжения.

Основная часть. Оптимизацию состава электролита проводили методом математического планирования эксперимента. Были реализованы две матрицы планирования с двумя экологически безопасными органическими

добавками (ЭБОД), в которых варьировались концентрации компонентов, режимы осаждения, pH и температура электролитов (таблица 1).

Таблица 1

Матрица планирования эксперимента

Показатель	Фактор	Условия осаждения		Единица измерения
		ЭБОД 1	ЭБОД 2	
X ₁	добавка	ЭБОД 1	ЭБОД 2	г/л
X ₂	t	20	60	°С
X ₃	NiCl ₂ ·6H ₂ O	100	300	г/л
X ₄	NiSO ₄ ·7H ₂ O	10	30	г/л
X ₅	NH ₄ Cl	10	40	г/л
X ₆	pH	1	4	–
X ₇	j	1	3	А/дм ²

В качестве параметров оптимизации выбирали внешний вид покрытия и его микротвердость. В результате был получен холодный электролит для электроосаждения блестящего никеля с повышенными значениями микротвердости (рис. 1).

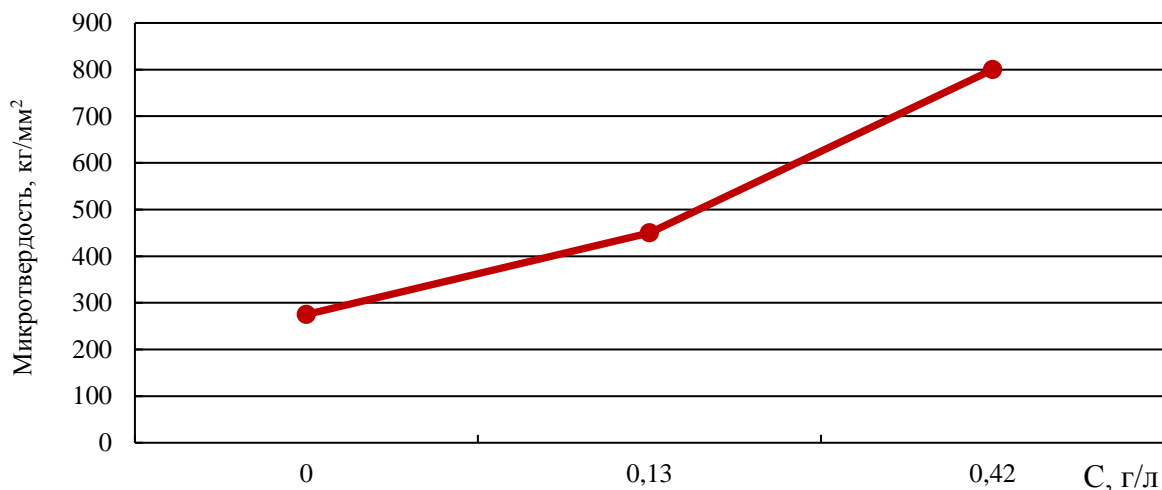


Рис. 1. Зависимость микротвердости покрытий от концентрации ЭБОД в электролите оптимального состава

Уравнения линейной регрессии, адекватно описывающие исследуемый процесс запишем ниже.

Параметр оптимизации — блеск покрытия:

$$y = 5,875 + 3x_1 - 0,75x_4 - 1,625x_5 - 0,875x_7.$$

Параметр оптимизации — микротвердость покрытия:

$$y = 627,82 - 72,415x_1 - 99,65x_4 - 49,13x_5 - 79,27x_7.$$

Далее проводили исследование внутреннего напряжения по методу гибкого катода. Для нанесения покрытия использовали стальные пластины (Ст3) размером 2×4,5 см. Перед электролизом пластины шлифовали для снятия оксидных слоев с помощью мелкой наждачной бумаги, обезжировали окисью магния и травили в соляной кислоте. С одной стороны пластины изолировали лаком PLASTIK-71, крепили вольфрамовую проволоку толщиной 10 мкм и высушивали на воздухе. После электролиза образцы опять высушивали и высчитывали внутреннее напряжение. Опыт проводили при pH=2, плотности тока — 2 А/дм² и различной толщине покрытия. Проводили не менее трех опытов в каждом эксперименте. Погрешность составила не более 5 %. В таблице 2 представлены усредненные значения внутреннего напряжения при различных концентрациях 5-гидроксиметилфурфурола (НМФ).

Таблица 2

Результаты эксперимента

Толщина δ , мкм	3	6	10	20
Среднее значение внутреннего напряжения P , МПа				
Без НМФ	20,38	29,53	33,86	44,58
С НМФ (0,5 г/л)	16,45	27,66	32,22	41,5
С НМФ (1,0 г/л)	15,17	25,99	30,88	40,13
С НМФ (1,5 г/л)	14,28	23,72	29,39	38,84

На рис. 2 изображена прямо пропорциональная зависимость между значениями внутреннего напряжения и концентрацией ЭБОД:

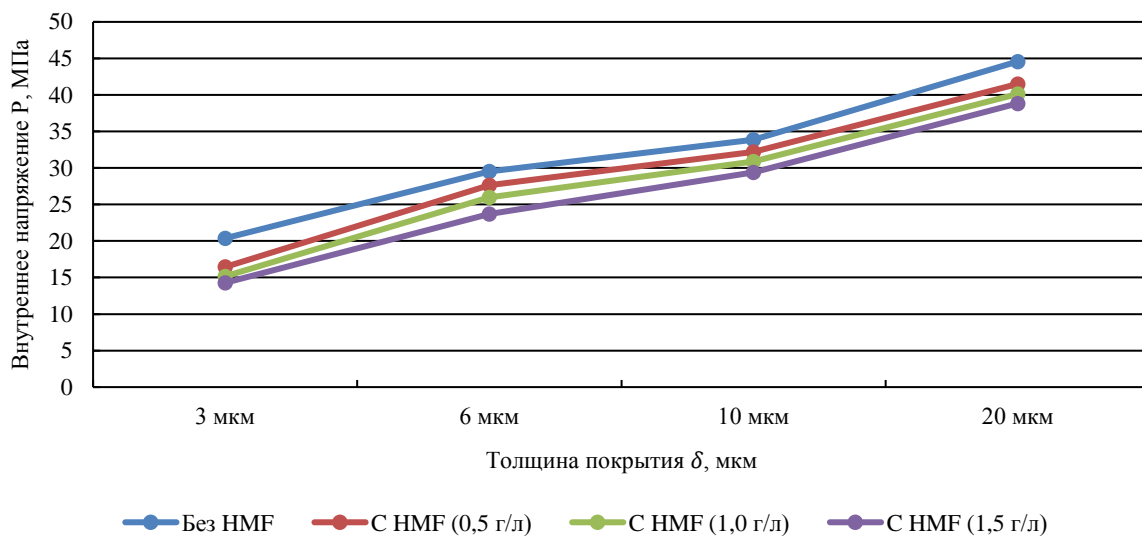


Рис. 2. Зависимость внутреннего напряжения от концентрации НМФ

Заключение. Проведена оптимизация состава электролита-коллоида для получения блестящих твердых коррозионноустойчивых беспористых никелевых покрытий. Исследование микротвердости и внутреннего напряжения полученных никелевых осадков показало сглаживающее влияние экологически безопасной органической добавки, являющейся продуктом переработки отходов растительного сырья, на структуру поверхности.

Список литературы

1. Degtyar LA, Zhukova IY, Mishurov VI. Precipitation of Composite Wear-Resistant Nickel Electrodeposits with Nanoparticles. *Materials Science Forum*. 2020;992:652–657. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.992.652>
2. Виноградов С.С., Кудрявцева В.Н. Экологически безопасное гальваническое производство. *Гальванотехника и обработка поверхности*. Прил. к журн. 2002; 351 с.

Об авторах:

Варьдина Маргарита Алексеевна, студент кафедры «Химические технологии нефтегазового комплекса» Донского государственного технического университета (344023, РФ, г. Ростов-на-Дону, ул. Страны Советов, 1), alekseevamargo7@gmail.com

About the Author:

Margarita A. Varydina, student of the Chemical Technologies of Oil and Gas Complex Department, Don State Technical University (1, Strany Sovetov str., Rostov-on-Don, 344023, RF), alekseevamargo7@gmail.com