

Нузбаев К.П., Ченцова Е.В.

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени  
Гагарина Ю.А.»

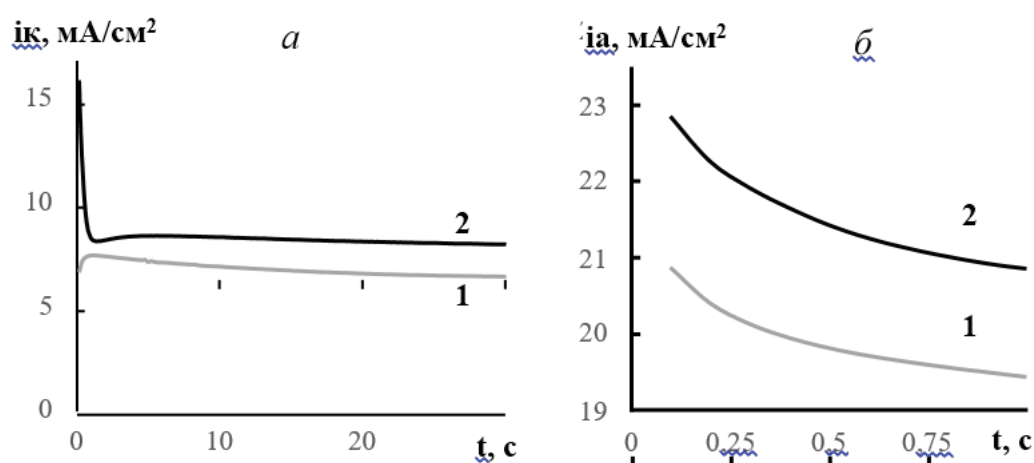
## **ВЛИЯНИЕ ИОНОВ КОБАЛЬТА НА СООСАЖДЕНИЕ ЦИНКА И НИКЕЛЯ**

Разработка новых материалов, в частности, гальванических сплавов со свойствами, превосходящими монопокрытия, представляет возрастающий технологический интерес. Тонкие гальванические сплавы перспективны для промышленности, особенно в области компьютерных технологий и электроники, а также как декоративные и защитные покрытия. Согласно литературным данным [1–3], сплавы цинка с более благородными металлами, в основном с представителями группы железа (Ni, Co и Fe), характеризуются повышенной коррозионной стойкостью по сравнению с цинком для защиты черных металлов. Кроме того, гальванические сплавы Zn-Co, Zn-Ni исследовались на их каталитическую активность. В ряде работ установлено, что сплавы цинка с металлами группы железа формируются, в основном, по аномальному типу соосаждения по определению Бреннера [1–3]. Однозначного объяснения это явление не получило. Сплавы цинк-никель существуют в различных фазах. Их структура и морфология определяют физико-химические свойства сплавов, в частности коррозионную стойкость осадка. Работы по исследованию тройных сплавов малочисленны по сравнению с бинарными сплавами [1]. К перспективным направлениям регулирования состава и микроструктуры гальванических покрытий относят применение нестационарных режимов электролиза [4]. Методы получения электролитических слоев наложением на гальваническую ванну прямоугольных потенциостатических импульсов позволяют практически мгновенно реализовать на электроде условия для осаждения металла или сплава необходимого состава. Целью данной работы являлось исследование влияние ионов кобальта в растворе на соосаждение цинка и никеля в слабокислом сульфатно-глицинатном растворе. Методика эксперимента приведена в работе [5].

Формирование покрытий проводили в потенциостатическом реверсивном режиме электролиза при варьировании величины анодного потенциала  $E_a$  (-400; -600 мВ) и длительности катодного потенциала  $t_k$  (20...60 с).

Согласно форме хроноамперограмм (рисунок 1) и предыдущим работам [5] осаждение покрытий протекает с диффузионными ограничениями с предшествующей химической стадией процесса разряда частиц на электроде. В присутствии ионов кобальта в растворе возрастает величина как катодного, так и анодного тока

(рисунок 1). Количественный анализ полученных образцов показал, что введение ионов кобальта в электролит также способствует повышению содержания никеля в гальваническом сплаве (рисунок 2 а). Кобальт включается в покрытие в небольшом количестве менее 1 % (рисунок 2 а). При длительных импульсах катодного потенциала отмечается снижение величины выхода по току образцов, полученных в растворе осаждения тройного сплава (рисунок 2 б). Таким образом, повышение содержания никеля в осадке может быть следствием как каталитического действия соосаждающегося кобальта, так и перемешивания приэлектродного слоя раствора выделяющимся водородом.



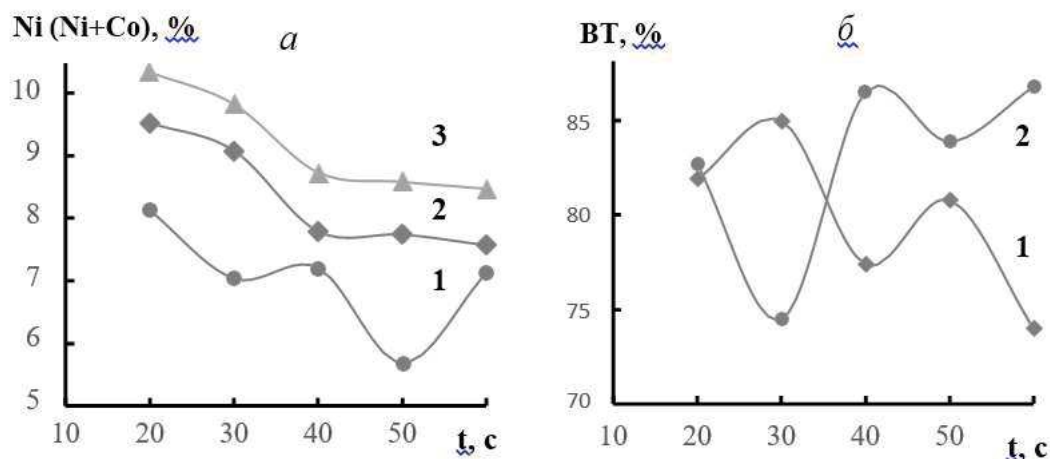
**Рисунок 1 – Хроноамперограммы 1 цикла осаждения покрытия Zn-Ni (1) и Zn-Ni-Co (2) на стали при режиме поляризации электрода  $E_k = -1200$  мВ  $\tau_k = 30$  с (а),  $E_a = -600$  мВ  $\tau_a = 1$  с (б)**

При увеличении длительности импульса катодного потенциала отмечается тенденция к снижению содержания никеля в образцах покрытий (рисунок 2 а) и повышению выхода по току сплава цинк-никель (рисунок 2 б). Аналогичное влияние состав раствора и длительность катодного импульса поляризации оказывает на соотношение металлов в образцах при их осаждении наложением анодного импульса  $E_a = -400$  мВ. В этом режиме осаждения выход по току двойных и тройных сплавов повышается с увеличением длительности катодного потенциала.

При повышении анодного импульса потенциала поляризации в покрытиях на 1...2 % увеличивается содержание никеля возможно в связи с более интенсивным селективным подрастворением цинка из осадка.

Отмечается некоторое снижение выхода по току образцов. Согласно микроструктурным исследованиям на поверхности образцов, полученных наложением коротких импульсов катодного

потенциала, присутствуют микроуглубления. Увеличение анодного импульса поляризации, длительности катодного импульса благоприятно влияют на равномерность гальванических покрытий. Включение кобальта в осадок способствует снижению размера зерен образцов.



**Рисунок 2 – Влияние длительности импульса катодного потенциала при режиме поляризации электрода  $E_k = -1200$  мВ тк,  $E_a = -600$  мВ тк = 1 с на содержание никеля (а) и выход по току (б) осадка Zn-Ni (1), Zn-Ni-Co (2), суммарное содержание Ni+Co (3) в осадке Zn-Ni-Co (а)**

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Fashu, S. Recent work on electrochemical deposition of Zn-Ni(-X) alloys for corrosion protection of steel / S. Fashu, R. Khan // *Anti-Corrosion Methods and Materials*. 2019. V. 66. N 1. P. 45-60.

2. Effect of Fe and Co co-deposited separately with Zn-Ni by electrodeposition on ASTM A624 steel / R.P. Oliveira, D.C. Bertagnolli, L. da Silva and etc. // *Applied Surface Science*. 2017. V. 420. P. 53-62.

3. Abou-Krisha M.M. Influence of  $Ni^{2+}$  concentration and deposition potential on the characterization of thin electrodeposited Zn-Ni-Co coatings / M.M. Abou-Krisha // *Materials Chemistry and Physics*. 2011. V. 125. N 3. P. 621-627.

4. Киреев, С.Ю. Интенсификация процессов электроосаждения металлов с использованием различных режимов импульсного электролиза / С.Ю. Киреев // *Перспективные материалы*. 2016. № 11. С.15.

5. Chentsova E.V. Kinetics of electrodeposition of zinc-nickel alloy from sulfate-glycinate electrolyte / E.V. Chentsova, S.Yu. Pochkina, N.D. Solovyova, M.I. Lopukhova // *ChemChemTech*. 2019. V. 62. N 4. P. 128-134.