

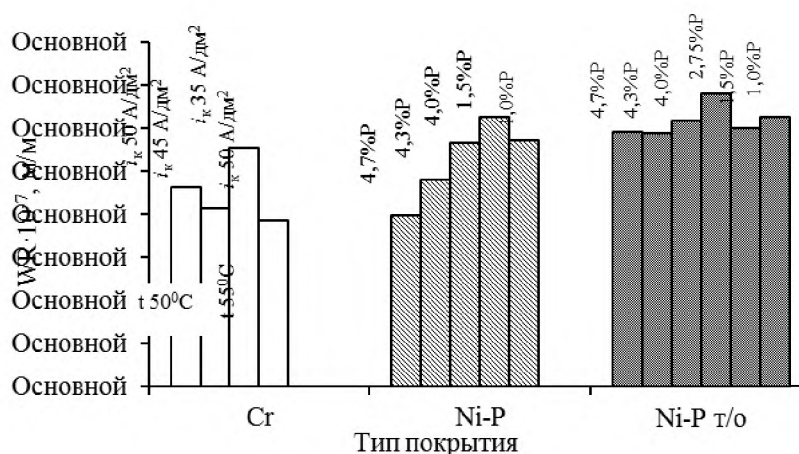


Рисунок 2 - Износостойкость сплава никель-фосфор (1–4,7 мас.% Р) до и после термообработки при 400°С в воздушной атмосфере в сравнении с хромовыми покрытиями

Как видно из сравнительной диаграммы (рисунок 2) покрытия сплавом никеля с фосфором не уступают по износостойкости хромовым покрытиям, а порой даже превышают износостойкость хрома, осаждённого в указанных выше условиях.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках проектной части государственного задания

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамаев В.И., Кудрявцев В.Н. Никелирование: учебное пособие/ Под. ред. В.Н. Кудрявцева. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2014. 192с.
2. И. Р. Асланян, Л. Ш. Шустер. Изнашивание электролитических NiP покрытий при трении скольжении. Электронный научный журнал "Труды ВИАМ": http://viam-works.ru/ru/articles?art_id=789.

УДК 66.087.4

А.М. Гайдукова, В.А. Бродский, В.А. Колесников
(РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва)

ВЛИЯНИЕ ПАВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ МЕДИ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ В ПРИСУТСТВИИ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАТЕЛЯ

Одной из ключевых проблем промышленных предприятий является загрязнение окружающей среды токсичными отходами. В особенности это относится к сточным водам. Сточные воды в гальванотехнике – это не только промывные воды, но и отработанные

концентрированные растворы. Сбросы отработанных растворов по объему составляют 0,2 - 0,3 % от общего количества сточных вод, а по общему содержанию сбрасываемых загрязнений достигают 70 %.

Залповый характер таких сбросов нарушает режим работы очистных сооружений, приводит к безвозвратным потерям ценных материалов [1]. Их содержание в воде строго регламентируется нормативными документами. Так для меди ПДК составляет 0,001 мг/л.

Такой концентрации при очистке сточных вод очень сложно достичь. Особенно при очистке стоков химического меднения, так как в этих растворах медь связана в прочные комплексы с различными лигандами.

В работе рассматривается возможность электрофлотационного извлечения труднорастворимых соединений меди в присутствии комплексообразователя (тарtrat-ион) при различном мольном соотношении $\text{Cu} : \text{L} = 1 : 1, 2 : 1, 1 : 2$. Было исследовано влияние добавок различной природы на эффективность электрофлотационного процесса извлечения соединений меди.

Исследования проводили в водных растворах CuSO_4 в присутствии $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ при комнатной температуре (20 ± 2 °C). Эффективность процесса извлечения ионов Cu^{2+} из раствора оценивали по степени извлечения α (%). Степень извлечения рассчитывали как отношение разности исходной ($c_{\text{исх}}$, мг/л) и конечной ($c_{\text{кон}}$, мг/л) концентрации ионов меди в растворе к исходной концентрации ионов меди:

$$\alpha = [(c_{\text{исх}} - c_{\text{кон}}) / c_{\text{исх}}] \cdot 100\%,$$

Массовую концентрацию меди определяли колориметрическим методом с диэтилдитиокарбаматом натрия.

Был исследован процесс электрофлотационного извлечения соединений меди в зависимости от pH среды (таблица 1).

Установлено, что для растворов с мольным соотношением $\text{Cu} : \text{L} = 2 : 1$ и $1 : 2$ в диапазоне pH 9 – 11 степень извлечения соединений меди выше, чем для растворов с нейтральным и слабо-щелочным значением pH. Однако, максимально-возможное значение степени извлечения меди не превышает 24 % ($\text{Cu} : \text{L} = 2 : 1$, pH = 11). Можно предположить, что при pH более 9 извлекается не только комплексное соединение меди, но и гидроксид меди.

Отмечено, что для раствора с мольным соотношением $\text{Cu} : \text{L} = 1 : 1$ степень извлечения соединений меди практически не изменяется во всем диапазоне pH и не превышает 10 %.

Таблица 1 – Зависимость степени извлечения меди от pH раствора в отсутствии тартрат-ионов и для тартратных систем при различном соотношении Cu : L

pH	Раствор CuSO ₄		Соотношение					
			2 : 1		1 : 1		1 : 2	
	<i>C</i> _{ост} , мг/л	$\alpha_{ЭФ}$, %	<i>C</i> _{ост} , мг/л	$\alpha_{ЭФ}$, %	<i>C</i> _{ост} , мг/л	$\alpha_{ЭФ}$, %	<i>C</i> _{ост} , мг/л	$\alpha_{ЭФ}$, %
6	1,3	42	40	20	46	8	46,5	7
7	0,4	96	44	12	47	6	47,5	5
8	0,3	98	46,5	7	49	2	49	2
9	0,2	97	41,5	17	49	1	41	18
10	0,17	96	42,5	15	48	4	45	10
11	0,3	95	38	24	45	10	40	20
<i>i_v</i> = 0,4 А/л; τ = 10 мин; <i>c</i> ₀ (Cu ²⁺) = 50 мг/л								

С целью повышения эффективности процесса электрофлотационного извлечения соединений меди в исследуемый раствор вводили ПАВ различной природы. Экспериментальные данные представлены в таблицах 2 – 4, для исследуемых мольных соотношений М : L.

Важно отметить, что в интервале pH 7 – 9 раствора с мольным соотношением Cu : L = 1 : 1 при добавлении катионного ПАВ степень извлечения малорастворимых соединений меди значительно возрастает (α = 98 %, pH = 9). Введение анионного и неионогенного ПАВ не влияет на эффективность электрофлотационного процесса извлечения меди, степень извлечения не превышает 10 % в исследуемом интервале pH (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние ПАВ на эффективность электрофлотационного извлечения малорастворимых соединений меди из тартратных систем при соотношении Cu : L = 1 : 1

pH	Степень извлечения меди $\alpha_{ЭФ}$, %			
	без добавок	СептаПАВ (к)	ПЭО (н)	NaDDS (а)
6	8	2	5	9
7	6	93	6	1
8	2	95	8	4
9	1	98	10	2
10	4	17	10	10
11	10	6	2	5
<i>i_v</i> = 0,4 А/л; τ = 10 мин; <i>c</i> ₀ (Cu ²⁺) = 50 мг/л				

Для растворов, содержащих тартрат-ион в избытке (Cu : L = 1 : 2), введение ПАВ различной природы не влияет на эффективность процесса в интервале pH 6 – 8. В щелочных растворах (pH 9 - 11) происходит снижение степени извлечения (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние ПАВ на эффективность электрофлотационного извлечения малорастворимых соединений меди из тартратных систем при соотношении $\text{Cu} : \text{L} = 1 : 2$

pH	Степень извлечения меди $\alpha_{\text{эф}}, \%$			
	без добавок	СептаПАВ (к)	ПЭО (н)	NaDDS (а)
6	7	0,5	3	4
7	5	4	2	17
8	2	8	1	1
9	18	4	6	2
10	10	3	15	3
11	20	2	7	4
$i_v = 0,4 \text{ А/л}; \tau = 10 \text{ мин}; c_0(\text{Cu}^{2+}) = 50 \text{ мг/л}$				

Можно предположить, что в сильно щелочной среде изменяется природа комплексного соединения; образуется соединение вида $[\text{CuTart}(\text{OH})_2]^{2-}$.

Для растворов, содержащих в избытке медь ($\text{Cu} : \text{L} = 2 : 1$), при добавлении катионного ПАВ степень извлечения значительно возрастает и достигает максимального значения 95% при pH 7 (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние ПАВ на эффективность электрофлотационного извлечения малорастворимых соединений меди из тартратных систем при соотношении $\text{Cu} : \text{L} = 2 : 1$

pH	Степень извлечения меди $\alpha_{\text{эф}}, \%$			
	без добавок	СептаПАВ (к)	ПЭО (н)	NaDDS (а)
6	20	76	7	27
7	12	95	9	5
8	7	56	10	3
9	17	56	10	19
10	15	20	3	1
11	24	17	3	5
$i_v = 0,4 \text{ А/л}; \tau = 10 \text{ мин}; c_0(\text{Cu}^{2+}) = 50 \text{ мг/л}$				

Таким образом, в работе показана возможность электрофлотационного извлечения малорастворимых соединений меди в присутствии тартрат-иона для мольных соотношений $\text{Cu} : \text{Tart} = 1 : 1$ и $2 : 1$. Показано влияние ПАВ (анионный – NaDDS, катионный – СептаПАВ, неионогенный - ПЭО) на эффективность электрофлотационного процесса извлечения соединений меди. Установлено, что введение в исследуемый раствор катионного ПАВ приводит к увеличению степени извлечения соединений меди до 98 % (для мольного соотношения $\text{Cu} : \text{Tart} = 1 : 1$) и до $\alpha = 95 \%$ (для мольного соотношения $\text{Cu} : \text{Tart} = 2 : 1$).

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках Соглашения о предоставлении субсидии № 14.577.21.0174 от 27 октября 2015 г., уникальный идентификатор соглашения RFMEFI57715X0174.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колесников В.А., Ильин В.И. Экология и ресурсосбережение в электрохимических производствах. Механические и физико-химические методы очистки промывных и сточных вод: Учеб. пособие [Текст] / В.А. Колесников, В.И. Ильин // РХТУ им. Д.И. Менделеева. – 2004. – 220 с.

УДК 544.653.1:666.792.32

В.С. Долматов, науч. сотр., канд. хим. наук;
С.В. Дрогобужская, доц., канд. хим. наук;
А.И. Новиков, асп.; О.А. Залкинд, ст. науч. сотр.;
Г.И. Кадырова, ст. науч. сотр., канд. хим. наук;
С.А. Кузнецов, проф., д-р хим. наук
(ИХТРЭМС КНЦ РАН, г. Апатиты)

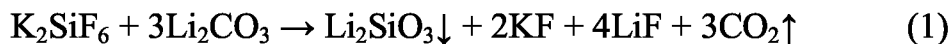
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ РЕНТГЕНОАМОРФНЫХ ПОРОШКОВ И ПОКРЫТИЙ КАРБИДА КРЕМНИЯ В РАСПЛАВЛЕННЫХ СОЛЯХ И ИХ ИДЕНТИФИКАЦИЯ

Получение карбида кремния из расплава солей было осуществлено с помощью электролиза и методом бестокового переноса.

Для электрохимического синтеза использовался солевой расплав NaCl-KCl-NaF(10 мас.%)–K₂SiF₆–Li₂CO₃. Методом циклической вольтамперометрии было изучено совместное электрохимическое поведение компонентов солевого расплава и трансформация вольтамперных кривых. На рис. 1 представлены вольтамперные кривые, характеризующие изменения в солевом расплаве в зависимости от времени.

После введения в расплав карбонат-ионов (рис. 1 б) на вольтамперных кривых фиксировались три катодные волны (R₁, R₂, R₃) и три пика электроокисления (Ох₁, Ох₂, Ох₃). Волны R₁ и R₂ отвечают двухстадийному электровосстановлению комплексов кремния Si(IV) [1]. Потенциостатический электролиз при потенциалах волны R₃ приводил к образованию рентгеноаморфных порошков.

С течением времени высота волн R₁ и R₂ уменьшалась, и при времени взаимодействия 20-25 минут они полностью исчезали, что говорит о химическом взаимодействии компонентов расплава друг с другом с образованием нерастворимого в расплаве соединения кремния. РФА донной части расплава показал наличие в нем силиката лития:



Химический анализ (метод автоматического кулонометрического титрования анализатором АН-7529) и метод масс-спектрометрии с