

Сборник материалов

Тезисы докладов

14-16 ноября 2016 г.

www.elchem.ru

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

IV Международная научно-
практическая конференция

Официальные спонсоры



ПРОЦЕСС
ГРУППА КОМПАНИЙ

ЭДМ



АККУМУЛЯТОРНАЯ
КОМПАНИЯ "РИГЕЛЬ"

Сборник материалов

Тезисы докладов

14-16 ноября 2016 г.

www.elchem.ru

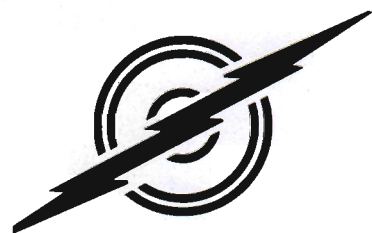
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

IV Международная научно-
практическая конференция

Официальные спонсоры



ПРОЦЕСС
ГРУППА КОМПАНИЙ



АККУМУЛЯТОРНАЯ
КОМПАНИЯ "РИГЕЛЬ"

*Сборник тезисов докладов IV Международной научно-практической конференции «
Теория и практика современных электрохимических производств»
(14-16 ноября 2016 г.) - СПб 2016. 243 стр.*

Редакционная коллегия:

Д.х.н, профессор В.Н. Нараев,
к.т.н, доцент Д. В. Агафонов,
к.х.н М. А. Микрюкова.

В сборнике опубликованы тезисы докладов, участников IV Международной научно -
практической конференции «Теория и практика современных электрохимических
производств» (14-16 ноября 2016 г., Санкт-Петербург).

Спонсоры конференции:

ООО «НАВИКОМ», НПО «ПРОЦЕСС», ОАО «АК «РИГЕЛЬ»
ООО «ЭЛМА», ООО ЭДМ-К1

Информационный партнер:

EChemistry.ru - электрохимический портал

Материалы публикуются в авторской редакции.

Ответственный редактор Д. В. Агафонов

Оглавление

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ	3
БОРИС СЕМЕНОВИЧ ЯКОБИ. НА ПОЛЬЗУ ВТОРОМУ ОТЕЧЕСТВУ Николай Витальевич Буров	3
INVESTIGATIONS OF BATTERY INTERFACES AND INTERPHASES WITH SPATIALLY-RESOLVED TOOLS K. J.Stevenson	4
КИСЛОРОД В РАСПЛАВЛЕННЫХ ГАЛОГЕНИДАХ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЯ НИОБИЯ И ТАНТАЛА: ВРАГ И ДРУГ Кузнецов С.А.	5
ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ В ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ Баранов С.В.	6
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ РИСКИ, СВЯЗАННЫЕ С LiION НАКОПИТЕЛЯМИ ЭНЕРГИИ В УСТАНОВКАХ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В.Г. Мальшкин, А.В. Бобыль, А.Г. Забродский, О.В. Новикова, Е.Е. Терукова, Д.В. Агафонов	8
ГИБРИДНЫЕ НАТРИЙ-ЛИТИЙ ИОННЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ Косова Н.В., Резепова Д.О.	9
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЫСОКОПЛОТНЫХ (HDI) ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ Терешкин В. А.	11
УЛУЧШЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ В ПРИСУТСТВИИ НАНОАЛМАЗОВ Буркат Г.К.	12
СЕКЦИОННЫЕ ДОКЛАДЫ	13
ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ ИНДИЯ НА ТИТАНЕ ИЗ ХЛОРИДНЫХ РАСТВОРОВ Авчукир Х., Буркитбаева Б. Д., Рахымбай Г. С., Аргимбаева А. М., Наурызбаев М. К.	13
ИНГИБИТОРНАЯ ЗАЩИТА ГОРЯЧЕОЦИНКОВАННОЙ СТАЛИ МОЛИБДАТОМ АММОНИЯ Акулич Н.Е., Иванова Н.П., Ашуйко В.А., Кандидатова И.Н.	15
ИНГИБИТОРНАЯ ЗАЩИТА ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЦИНКОВЫХ ПОКРЫТИЙ РАСТВОРИМЫМИ ВАНАДАТАМИ Акулич Н.Е., Борзых М.М., Матыс В.Г., Иванова Н.П.	16
ПОЛУЧЕНИЕ ИОНОПРОВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ $(1-x)[Ca_{1-y}Yb_y^{2+}]Yb_2^{3+}S_4 - x Yb_2S_3$, ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ Ананченко Б.А., Калинина Л.А., Мякишев А.О., Кошелева Е.В., Ушакова Ю.Н.	17
ЦИНКОВЫЕ ПОКРЫТИЯ ЭЛЕКТРООСАЖДЕННЫЕ ИЗ АММОНИЙНО- ХЛОРИДНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА В ИМПУЛЬСНОМ РЕЖИМЕ ЭЛЕКТРОЛИЗА Антихович И.В., Корней А.Д., Черник А.А.	18
ИМПУЛЬСНЫЙ ЭЛЕКТРОЛИЗ ПРИ ЭЛЕКТРОПОЛИРОВАНИИ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ Антихович И.В., Черник А.А.	19
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕЗАРЯДКИ КОМПОЗИТНОГО КАТОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ НА ОСНОВЕ $LiFe_{0.4}Mn_{0.6}PO_4$ И ПРОВОДЯЩЕГО ПОЛИМЕРА PEDOT:PSS Апраксин Р.В., Елисеева С.Н., Толстопятова Е.Г., Кондратьев В.В.	20
КОРРОЗИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ МАГНИЯ В НИТРАТСОДЕРЖАЩИХ ДИМЕТИЛФОРМАМИДНЫХ РАСТВОРАХ Аргимбаева А.М., Бахытжан Е.Г., Авчукир Х., Абильдина А.К., Курбатов А.П., Буркитбаева Б.Д., Рахымбай Г.С.	21
ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОКОНЦЕНТРАЦИЙ ФТОРИД-ИОНОВ Баженова Я.Е., Карелин В.А., Дубровин А.В.	22

СЕКЦИОННЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 544.653.3

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ ИНДИЯ НА ТИТАНЕ ИЗ ХЛОРИДНЫХ РАСТВОРОВ

Авчукир Х., Буркитбаева Б. Д., Рахымбай Г. С.,

Аргимбаева А. М., Наурызбаев М. К.

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан
avchukir9@gmail.com

При разработке электрохимического рафинирования металлов необходимо исследование процессов электроосаждения, связанных с проблемами кинетики начальных стадий электрокристаллизации и локального осаждения фрагментов новой твердой фазы. Электроосаждение индия изучено на ртутно-капающем и амальгамном электродах. Восстановление индия на амальгамных электродах протекает обратимо при малых плотностях тока ($\sim 0,1 \text{ А/см}^2$) и скоростьюопределяющей стадией является присоединение первого электрона $\text{In}^{3+} \rightarrow \text{In}^{2+}$. В работе [1] показано, что разряд ионов индия на ртутно-капающем электроде имеет квазиобратимый характер с преобладанием диффузионного контроля и константа скорости реакции составляет $\sim 10^{-4} \text{ см/с}$. Нами исследована кинетика электроосаждения индия на титановом электроде в хлоридных электролитах методом циклической вольтамперометрии в условиях нестационарной диффузии с варьированием скорости поляризации электрода в интервале 5-80 мВ/с, при различных значениях температуры: 25, 35, 45, 55 °С. Концентрация хлорида (III) индия составляла: 0,125; 0,250; 0,500 моль/л, а фонового электролита – хлорида натрия 2,0 моль/л. Широкое использование хлоридных электролитов связано с малыми значениями перенапряжения при электроосаждении и растворении индия в сравнение с нитратными, перхлоратными, сульфатными электролитами. Преимуществом титанового электрода является высокая прочность, инертность и малые значения перенапряжения в процессах осаждения и фазообразования.

Зависимость значений плотности тока пиков от корня квадратного из скорости развертки является линейной, не проходящей через начало координат, что является доказательством квазиобратимого характера процесса электровосстановления индия. Для диагностики лимитирующей стадии процесса нами рассчитаны скорости переноса заряда и вещества. Анализ зависимости $\ln i_p - (E_p - E^0)$ при разных скоростях развертки позволил рассчитать значения константы скорости переноса заряда. Константа массопереноса найдена из значений плотности предельного диффузионного тока восстановления индия при варьировании температуры и определена графически из зависимости [2]:

$$i_{пр} = -nF \frac{D_{\text{In}^{3+}}}{\delta_{эфф.}} C_{\text{In}^{3+}} = -nFmC_{\text{In}^{3+}}$$

где: m – константа массопереноса (см/с); $D_{\text{In}^{3+}}$ – коэффициент диффузии ионов In^{3+} (см²/с); $\delta_{эфф.}$ – эффективная толщина диффузионного слоя (см); $C_{\text{In}^{3+}}$ – концентрация ионов In^{3+} в объеме раствора (моль/см³); F – постоянная Фарадея (96485,33 Кл/моль); n – число электронов.

Сравнивая порядки величин найденных констант (таблица 1), исследуемый процесс можно отнести к квазиобратимым с преобладанием диффузионного контроля. Температурные зависимости позволили рассчитать значение энергии активации, которое составило 12,6 кДж/моль.

При рафинировании металлов немаловажную роль имеют процессы электрокристаллизации, от которых зависит качество катодных осадков. В связи с этим,

нами проведено изучение процесса нуклеации при электроосаждении индия на титановом электроде при потенциале $E_{n/2}$.

Таблица 1. Константы скорости стадии переноса заряда и массопереноса при электроосаждении индия в 2.0 моль/л растворе NaCl, содержащем 0,5 моль/л $InCl_3$

T, °C	25	35	45	55	E_a , кДж/моль
k, (10^{-4}) см/с	11.3	13.8	15.3	16.9	12.55
m, (10^{-4}) см/с	5.1	5.7	7.0	8.0	

Для определения механизма нуклеации была использована модель Б.Шарифкера – Дж.Хиллса для случая диффузионного контроля. Были получены транзистенты тока для значений потенциалов пика восстановления индия при варьировании концентрации потенциалопределяющих ионов и температуры (таблица 2).

В случаях соответствия практических транзистентных кривых рассчитанным по использованной модели можно определить плотность числа активных центров (N_0) [3]. Полученные значения N_0 (таблица 2) свидетельствует о значительном их росте с увеличением температуры и концентрации соли индия. Влияние температуры, по-видимому, объясняется снижением работы образования новой поверхности с ростом этого параметра. Увеличение концентрации ионов индия (III) в растворе благоприятно влияет на образование новых активных центров, приводящее к торможению процесса дендритообразования.

Таблица 2. Значения плотности числа активных центров и механизм нуклеации

T, °C		Механизм нуклеации*				$N_0, *10^5, \text{см}^{-2}$			
		25	35	45	55	25	35	45	55
$C_{In^{3+}}$, моль/л	0,125	+	+	+	+	1,04	1,72	7,04	6,33
	0,250	+	+	+	0	2,46	5,90	10,11	-
	0,500	+	+	0	0	4,73	5,48	-	-

*Примечание: (+) – соответствует мгновенной нуклеации, (0) – не согласуется с моделью Б.Шарифкера-Дж.Хиллса

В тех случаях, когда экспериментальные транзистенты тока не согласуются с выбранной моделью, расчет N_0 становится невозможным. Превышение наблюдаемого тока над рассчитанным теоретически обусловлено явлениями вторичной нуклеации, т.е. образованием новых зародышей на поверхности зародышей первого слоя. В результате большого числа центров вторичной нуклеации на экспериментальных транзистентах наблюдается горизонтальное плато тока.

Таким образом, образование новой фазы – зародышей индия на поверхности титана идет по механизму мгновенной 3D нуклеации с диффузионными ограничениями. Варьируя температуру и концентрацию потенциалопределяющих ионов можно создать условия для получения сравнительно плотных катодных осадков.

Литература

1. Piercy R., Hampson N.A., Journal of Applied Electrochemistry. 1975.vol. 5, p. 1.
2. Дамаскин Б.Б. и др. Электрохимия. — М.: Химия, КолосС, 2006, 672 с.
3. Matsushima J.T., Journal of The Electrochemical Society. 2012. vol. 159 (4), p. D246-D252
Работа выполнено при поддержке МОН РК (проект № 1580/ГФ4)