

ISSN 2518-1467 (Online),
ISSN 1991-3494 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Ш Ы С Ы

ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА
PUBLISHED SINCE 1944

3

АЛМАТЫ
АЛМАТЫ
ALMATY

2017

МАМЫР
МАЙ
MAY

Б а с р е д а к т о р ы

х. ғ. д., проф., ҚР ҰҒА академигі

М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Абиев Р.Ш. проф. (Ресей)
Абишев М.Е. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Аврамов К.В. проф. (Украина)
Аппель Юрген проф. (Германия)
Баймуқанов Д.А. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Байпақов К.М. проф., академик (Қазақстан)
Байтулин И.О. проф., академик (Қазақстан)
Банас Иозеф проф. (Польша)
Берсимбаев Р.И. проф., академик (Қазақстан)
Велихов Е.П. проф., РҒА академигі (Ресей)
Гашимзаде Ф. проф., академик (Әзірбайжан)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Давлетов А.Е. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Джрбашян Р.Т. проф., академик (Армения)
Қалимолдаев М.Н. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Лаверов Н.П. проф., академик РАН (Россия)
Лупашку Ф. проф., корр.-мүшесі (Молдова)
Мохд Хасан Селамат проф. (Малайзия)
Мырхалықов Ж.У. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Новак Изабелла проф. (Польша)
Огарь Н.П. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Полещук О.Х. проф. (Ресей)
Поняев А.И. проф. (Ресей)
Сагиян А.С. проф., академик (Армения)
Сатубалдин С.С. проф., академик (Қазақстан)
Таткеева Г.Г. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Умбетаев И. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Хрипунов Г.С. проф. (Украина)
Якубова М.М. проф., академик (Тәжікстан)

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының Хабаршысы».

ISSN 2518-1467 (Online),

ISSN 1991-3494 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы»РҚБ (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде
01.06.2006 ж. берілген №5551-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 2000 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р
д. х. н., проф. академик НАН РК
М. Ж. Журинов

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

Абиев Р.Ш. проф. (Россия)
Абишев М.Е. проф., член-корр. (Казахстан)
Аврамов К.В. проф. (Украина)
Апель Юрген проф. (Германия)
Баймуканов Д.А. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Байпаков К.М. проф., академик (Казахстан)
Байтулин И.О. проф., академик (Казахстан)
Банас Иозеф проф. (Польша)
Берсимбаев Р.И. проф., академик (Казахстан)
Велихов Е.П. проф., академик РАН (Россия)
Гашимзаде Ф. проф., академик (Азербайджан)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Давлетов А.Е. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Джрбашян Р.Т. проф., академик (Армения)
Калимолдаев М.Н. проф., чл.-корр. (Казахстан), зам. гл. ред.
Лаверов Н.П. проф., академик РАН (Россия)
Лупашку Ф. проф., чл.-корр. (Молдова)
Моход Хасан Селамат проф. (Малайзия)
Мырхалыков Ж.У. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Новак Изабелла проф. (Польша)
Огарь Н.П. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Полещук О.Х. проф. (Россия)
Поняев А.И. проф. (Россия)
Сагьян А.С. проф., академик (Армения)
Сатубалдин С.С. проф., академик (Казахстан)
Таткеева Г.Г. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Умбетаев И. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Хрипунов Г.С. проф. (Украина)
Якубова М.М. проф., академик (Таджикистан)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан».

ISSN 2518-1467 (Online),
ISSN 1991-3494 (Print)

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов
Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e f

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK

M. Zh. Zhurinov

E d i t o r i a l b o a r d:

Abiyev R.Sh. prof. (Russia)
Abishev M.Ye. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Avramov K.V. prof. (Ukraine)
Appel Jurgen, prof. (Germany)
Baimukanov D.A. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Baipakov K.M. prof., academician (Kazakhstan)
Baitullin I.O. prof., academician (Kazakhstan)
Joseph Banas, prof. (Poland)
Bersimbayev R.I. prof., academician (Kazakhstan)
Velikhov Ye.P. prof., academician of RAS (Russia)
Gashimzade F. prof., academician (Azerbaijan)
Goncharuk V.V. prof., academician (Ukraine)
Davletov A.Ye. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Dzhrbashian R.T. prof., academician (Armenia)
Kalimoldayev M.N. prof., corr. member. (Kazakhstan), deputy editor in chief
Laverov N.P. prof., academician of RAS (Russia)
Lupashku F. prof., corr. member. (Moldova)
Mohd Hassan Selamat, prof. (Malaysia)
Myrkhalykov Zh.U. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Nowak Isabella, prof. (Poland)
Ogar N.P. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Poleshchuk O.Kh. prof. (Russia)
Ponyaev A.I. prof. (Russia)
Sagiyani A.S. prof., academician (Armenia)
Satubaldin S.S. prof., academician (Kazakhstan)
Tatkeyeva G.G. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Umbetayev I. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Khripunov G.S. prof. (Ukraine)
Yakubova M.M. prof., academician (Tadjikistan)

Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

ISSN 2518-1467 (Online),

ISSN 1991-3494 (Print)

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

A. B. Bayeshov, A. B. Makhanbetov, B. E. Myrzabekov, T. E. Gaipov

D. V. Sokolsky Institute of Oil, catalysis & electrochemistry, Almaty, Kazakhstan

STATIONARY AND NON-STATIONARY CURRENT POLARIZED PALLADIUM ELECTRODE'S DISSOLUTION IN HYDROCHLORIC ACID SOLUTION

Abstract. In Acid (HCl) medium stationary and non-stationary current polarized palladium electrode's electrochemical dissolution regularities were investigated by the influence of current density, the concentration of the acid and different ratio values the ratio of the anode and cathode half-periods of asymmetric alternating current. The researches were carried out on a special installation, which consists of a diode and a resistance and it makes it possible to obtain a symmetric and asymmetric non-stationary currents with different ratios of two half-cycles of alternating current. During the research oscillograms were recorded on the "LODESTAR MOS-640CH" oscillograph, which makes it possible to visually see the amplitude of an asymmetric alternating current flowing through an electrochemical circuit. It was found that in a solution of hydrochloric acid, the maximum dissolution of platinum current output is observed (137.4%), when polarized by a steady-state current with 500 A/m² of current density.

Key words: palladium, alternating current, oscilloscope, electrochemistry, electrolysis.

УДК 541. 13

А. Б. Баешов, А. Б. Маханбетов, Б. Э. Мырзабеков, Т. Э. Гаипов

«Д. В. Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан

СТАЦИОНАРЛЫ ЖӘНЕ СТАЦИОНАРЛЫ ЕМЕС ТОКТАРМЕН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАНҒАН ПАЛЛАДИЙ ЭЛЕКТРОДЫНЫҢ ТҰЗ ҚЫШҚЫЛЫ ЕРІТІНДІСІНДЕ ЕРУІ

Аннотация. Қышқылды ортада (HCl) стационарлы және стационарлы емес токпен поляризацияланған палладий электродының электрохимиялық еру заңдылықтарына ток тығыздығының, қышқыл концентрациясының және асимметриялы айнымалы токтың катод және анод жартылай периодтарының әртүрлі арақатынастағы мәндерінің әсерлері зерттелді. Зерттеулер айнымалы токтың симметриясын – екі жартылай периодтарының арақатынасын өзгертуге мүмкіндік беретін, диодтар мен кедергілерден тұратын, арнайы схемамен жинақталған қондырғыда жүргізілді. Зерттеу барысында тізбектен өтіп жатқан асимметриялы айнымалы токтың әртүрлі амплитудаларын көрсетуге мүмкіндік беретін «LODESTAR MOS-640CH» – осциллограф қондырғысы арқылы осциллограммалар түсірілді. Тұз қышқылы ерітіндісінде палладийдің еруінің ең жоғарғы ток бойынша шығымы тізбектен тұрақты ток өткен кезде байқалып, оның мәні сәйкесінше, 500 А/м² ток тығыздығында 137,4%-ды жететіндігі анықталды.

Түйін сөздер: палладий, айнымалы ток, осциллограф, электрохимия, электролиз.

Кіріспе. Палладий – бағалы металдар қатарына жатады. Физико-химиялық қасиеттеріне байланысты аталған метал өндірісте техника, электроника және зергерлік бұйымдар жасауда кеңінен қолданылып келеді. Металдың коррозиялық тұрақтылығы жоғары, химиялық ерігіштігі төмен. Таза палладий металы платинойдтар қатарында платинадан кейінгі жұмсақ метал болып саналады. Құрамына мыс, күміс және рутений қосу арқылы беріктілігі жоғары металдың құймалары алынады. Мұндай құймалардың беріктілік сипаты алтыннан және күмістен жасалған зергерлік бұйымдардан жоғары.

Палладий көптеген газдарды абсорбциялайтын ерекше қасиетке ие. Осыған орай әлемде өндіріліп жатқан палладий металының 70 %-ға жуығы химия өндірісінде, көлік құрастыру саласында катализатор ретінде қолданылады. Соңғы уақытта көмірсутек өнімдерін жаққанда бөлінетін зиянды газдар мөлшерін шектеуге бағытталған қатаң шаралардан соң, палладий катализаторы көлік құрастыру саласынан басқа, көмірсутек энергиясын пайдаланатын басқа да орындарда үлкен сұранысқа ие болды.

Палладий – сирек кездесетін және кен құрамында қоспалар түрінде ғана болатын металдардың бірі. Кен құрамынан оны бөліп алу мыс-никель, платина және хром өндірісінде жүзеге асырылады. Осыған байланысты палладий металын техногендік қалдықтардан алу тиімді болып табылады. Қоршаған ортаға зиянсыз әдістер негізінде қалдықтарды қайта өңдеу жұмыстары, өндірістік талаптарды қанағаттандыратын негізгі міндеттердің бірі саналады. Сондықтан экологиялық зияндылығы төмен электр тогы қатысында палладий қалдықтарын еріту арқылы таза палладийді бөліп алуға бағытталған зерттеу жұмыстарының практикалық құндылығы жоғары өзекті мәселе болып табылады.

Палладий металының анодтық потенциалы жоғары асқын кернеулікпен өтіп, беттік қабаты тез пассивтелетіндіктен орталық атоммен берік байланысатын лигандармен түзілетін комплекстік ион қатысында ерігіштігі артады [1-3].

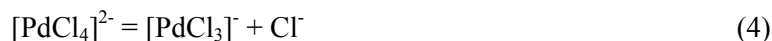
Потенциодинамикалық зерттеулерде 1 н күкірт қышқылы ерітіндісінде палладий электродының анодтық еруі анықталған. Алайда алынған еру тогы төмен, өте қысқа потенциалдар (+0,9 В ÷ +1,0 В) аумағында орын алған. Потенциал 1,0 В мәннен асқанда, тотығу тогы төмендеп, электродтың пассивтелуі байқалған. Осының нәтижесінде ток бойынша шығым төмен мәнге ие болған. Мұндай зерттеулер 1 н азот қышқылында да жүргізілген. Бұл жағдайда да +0,66 В мәнінде қысқа токпен анодтық еру байқалып, бір минут өткенде пассивтелу орын алған. Электрод бетінде оттегінің бөлінуі байқалып, нәтижесінде палладий электродының еруі 0,1 %-дан аспаған.

Әдебиеттік зерттеулер [4, 5] палладий металын анодтық поляризациялауды хлор, бром, иод және тағы басқа иондар қатысында жүргізгенде, металдың еритіндігін және аталған лиганда концентрацияларының артуымен, еру процесі белсенді жүретіндігін көрсеткен.

Тұз қышқылы ерітіндісінде палладий электродын анодты поляризациялағанда, еріген метал ионы хлормен төмендегідей комплекстер түзе алады:



Аталған ортада палладий электродын катодты поляризациялағанда, түзілген метал комплекстері қайта диссоциацияланып, төмендегідей реакциялар өтеді:



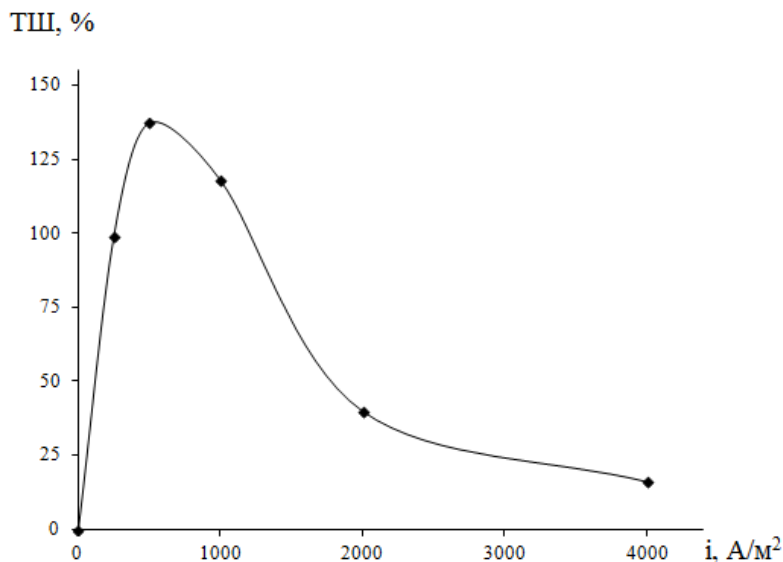
Палладий электродының жиілігі 50 Гц айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі электрохимиялық қасиеттері [6-19] жұмыстарда қарастырылған болатын.

Палладий электродын электрохимиялық ерітуге бағытталған ұсынып отырған осы зерттеу жұмыстарымызда көлемі 50 мл болатын органикалық шыныдан жасалған электролизерде, 3 н тұз қышқылында және бөлме температурасында тұрақты токпен және импульстік анодты токпен поляризациялау арқылы жүргізілді. Еріту процесінде пайдаланылған палладий электродының құрамы 1-кестеде келтірілді.

Анодтық ток тығыздығының палладий электродының еруінің ток бойынша шығымына әсері 250-4000 А/м² аралығында қарастырылды. Электролиз ұзақтығы 2 минутты құрады (1-сурет). Алынған мәліметтерден байқалғандай 250 А/м² ток тығыздығында палладий электродын анодты поляризациялағанда металдың еруінің ТШ мәні 99,2 %-ға тең болды. Анодтық ток тығыздығының 500 А/м² мәнінде палладий электроды белсенді еріп, ТШ 137,4 %-ға өсті. Ток тығыздығын ары

1-кесте – Палладий электродының құрамы, %

O	Mg	Al	Si	Pd
7,06	0,17	0,22	0,18	92,37



HCl – 3 н, $\tau = 0,33$ с.ф., $t = 25$ °C

1-сурет – Тұрақты токпен поляризациялағанда анодтық ток тығыздығының палладий электродының еруінің ток бойынша шығымына әсері

қарай 500-ден 4000 А/м²-қа жоғарылатқанда, палладий электродының бетінде ток тығыздығының жоғарылауымен оттегінің де бөліну белсенділігі артатындығы байқалды. Осының нәтижесінде электрод беті пассивтеліп, анодтық ерудің ТШ мәні 118 %-дан 16,2 %-ға дейін төмендеді.

Анодтық токтың тығыздығын өсіру барысында ток бойынша шығымның 100 %-дан артуы, электрод маңында хлорлы палладий лигандаларының түзілуі мен палладий электродының бетінде оксидтік қабаттың бұзылуынан орын алуы мүмкін.

Палладий электродының анодты еруінің ток бойынша шығымына ток тығыздығының әсері импульстік ток қатысында да зерттелді. Анодты импульстік ток электрохимиялық тізбекке Д 242 маркалы диодты тізбектеп қосу арқылы алынды.

Алынған мәліметтерден ток тығыздығын 250 А/м²-тан 1000 А/м²-қа өсіргенде, анодтық ерудің ток бойынша шығымының 87 %-дан 137 %-ға түзу сызықты жоғарылауы байқалады (2-сурет). Ток тығыздығын ары қарай 4000 А/м² мәнге дейін өсіргенде палладий электродының беті пассивтеліп, ТШ мәні 47,7 %-ға дейін төмендеді.

Тұрақты токта палладий электродын анодты поляризациялау кезінде палладийдің еруінің ТШ максимумы 500 А/м² мәнінде байқалса, аталған максимум импульстік анодты токта 1000 А/м² ток тығыздығында тіркеліп, ТШ 137 %-ға тең болды.

Палладий электродтарын 250-4000 А/м² ток тығыздықтарында өндірістік жиіліктегі айнымалы токпен поляризациялағанда металдың ерімейтіндігі анықталды. Алайда [6, 7] әдебиеттерде электродтардың бірін титанмен алмастыра отырып айнымалы токпен поляризациялағанда палладий электродының белсенді еритіндігі орын алған. Аталған әдебиеттерде алынған мәліметтер 3 н тұз қышқылында, титан электродының 30000 А/м² ток тығыздығында жүргізілген электролиз барысында түсірілген. Палладий электродын ток тығыздығының 500 А/м² мәнінде айнымалы токпен поляризациялағанда ТШ 500 %-ға тең болған. ТШ-ның жоғары мәнге ие болуы, анодта хлор ионынан түзілген хлор радикалы палладий металын тотықтыруы нәтижесінен туындауы мүмкін [4]. Осыған орай палладий электродында электрохимиялық ерумен химиялық еруі де қатар жүреді (7, 8 реакциялар).



HCl – 3 н, $\tau = 0,33$ сaғ., $t = 25$ °C

2-сурет – Анодты импульстік ток тығыздығының палладий электродының еруінің ток бойынша шығымына әсері



Келесі зерттеулер асимметриялық токта катодты жартылай периодындағы ток мәнінің палладий электродының анодтық еруінің ТШ-ға әсерін зерттеуге бағытталды (2-кесте). Зерттеу жұмыстарының барысында тізбектен өтіп жатқан асимметриялы айнымалы токтың әртүрлі амплитудалары «LODESTAR MOS-640CH» - осциллограф қондырғысы арқылы зерттелді. Бұл жағдайда екі электрод та палладий пластинасымен алмастырылды. Айнымалы токтың анодты жартылай периодындағы ток амплитудасының мәнін тұрақты ұстап ($i = 500$ A/m²), катодты жартылай периодтың мәнін 0 – 500 A/m² аралығында өзгерте отырып, палладий электродының еруінің ток бойынша шығымына әсері қарастырылды. Бұл зерттеулерді жүргізген қондырғының принципиальді схемасы [20] жұмыста келтірілген.

2-кесте – Асимметриялық токпен поляризацияланған палладий электродының еруі.

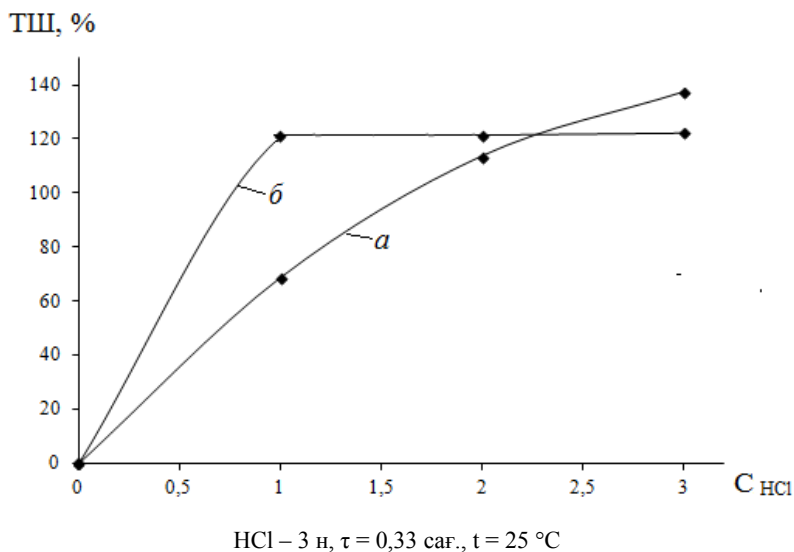
$i_a = 500$ A/m², HCl – 3 н, $\tau = 0,33$ сaғ., $t = 25$ °C

Параметр атауы	Алынған мәліметтер		
i_k және i_a жартылай периодтарының қатынасы	0	0,5	1,0
ТШ, %	0,5	27,5	70,2

Алынған зерттеу мәліметтерінен тізбектен анодты импульстік ток өткенде, яғни айнымалы токтың катодты жартылай периодтағы токтың мәні нөлге тең болған кезде палладий электродының еруінің ток бойынша шығымы 70,2 %-ға тең болғанын байқауға болады. Катодтық жартылай периодтағы ток мәнін 50 %-ға қысқартқанда ТШ 27,5 %-ды көрсетті. Тізбектен симметриялы айнымалы ток өткен кезінде, яғни екі жартылай периодтағы ток қатынастары $i_k/i_a = 1$ болғанда, палладий электродының ерімейтіндігі анықталды.

Зерттеу мәліметтерінен байқап отырғанымыздай екі электродты да палладий пластинасымен алмастырғанда айнымалы токта ерімейтін металды катодтық жартылай периодты қысқартып, асимметриялық токпен поляризациялау арқылы ерітуге болатындығы анықталды.

Палладий электродының анодтық еруінің ток бойынша шығымына тұз қышқылы концентрациясының әсері зерттелді (3-сурет). Палладий электродын тұрақты токпен поляризациялағанда, электролит құрамындағы қышқыл концентрациясының артуымен ток бойынша шығымның да түзу сызықты жоғарылағандығын байқауға болады (3а-сурет). Тұз қышқылының 1 н концентрация-



3-сурет – Тұз қышқылы концентрациясының палладий электродының анодты еруінің ток бойынша шығымына әсері:
а – тұрақты анодты токпен поляризацияланған; б – импульстік анодты токпен поляризацияланған

сында, 500 A/m^2 анодтық ток тығыздығында тізбектен тұрақты ток өткенде палладий электроды еруінің ТШ мәні $68,7\%$ -ды құрады. Қышқыл концентрациясын 2 н мәнге өсіргенде палладийдің анодтық еруінің ТШ $113,7\%$ -ға тең болды. Тұз қышқылы концентрациясының 3 н мәнінде палладий электродының еруінің ТШ максимумге жетіп $137,4\%$ -ды құрады.

Тұрақты токты импульстік токпен алмастырғанда алынған нәтижелер қайталанылмады. Аталған электролиз параметрлерінде палладий электродын импульстік токпен поляризациялағанда металдың еруінің ток бойынша шығымы 1 н қышқыл концентрациясында бірден $120,6\%$ -ға тең мәнге ие болды. Тұз қышқылының концентрациясы 2 н болғанда ТШ аз ғана жоғарылап $121,3\%$ -ды көрсетті. Қышқыл концентрациясын 3 н мәнге өсіргенде де палладийдің еруінің ток бойынша шығымында айтарлықтай өзгеріс байқалмады, нәтижесінде ТШ $122,1\%$ -ға тең болды.

Қорытынды. Қорыта айтқанда ерігіштігі төмен палладий металын электролит ортасын дұрыс таңдау арқылы электр тогы қатысында оңай ерітуге болатындығы дәлелденді. Осыған дейінгі зерттеулерде екі электрод ретінде палладий металын алып, айнымалы токпен жүргізілген электролиз барысында металдың еруі тіркелмеген болатын, соған қарамастан катодты жартылай периодтың ток амплитудасын қысқарту арқылы палладий электродтарын асимметриялық токпен поляризациялағанда металдың еритіндігі анықталып, еріту процесі өз нәтижесін берді.

Тұз қышқылының концентрациясын арттыра отырып палладий электродын тұрақты токпен поляризациялағанда палладийдің еруінің ТШ мәні де тұзу сызықты тәуелділікпен артатындығы байқалды. Тұз қышқылының 3 н концентрациясында палладийдің анодтық еруінің ТШ максимумге жетіп, $137,4\%$ -ға тең болды. Мұндай жағдай палладий электродын анодты импульстік токпен поляризациялағанда қайталанбады. Тұз қышқылының концентрациясын $1-3$ аралығында өсіргенде палладийдің еруінің ток бойынша шығымы $120,6\%$ -дан $122,1\%$ -ға аз ғана жоғарылап, қышқылдың тиімсіз артық шығындалуы байқалды. Бұл алынған зерттеу нәтижелері, палладий электроды анодты импульстік токпен поляризациялағанда тұз қышқылының мөлшерін төмендетуге мүмкіндік беретіндігін көрсетеді.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Vetter K.I., Berndt D. – Stromdichte und ph-abhangigkeir des electrochemischen auf und abbaus von oxydschichten auf Pt, Pd und Au // Z. Electrochem, 1958, Bd 62, № 3, - P. 378-386.
- [2] Goodridge F., King C.J.H. Oxidation of ethylene at a palladium electrode // «Trans Farady Soc.», 1970, v. 66, № 575, p. 2889 – 2896.
- [3] Rand D.A.I., Woods S.R. The nature of adsorbed oxygen on rhodium, palladium and gold electrodes // «J. Electroanal. Chem.», 1971, v. 31, № 1, p. 29 – 38; v. 35, p. 209 – 218.
- [4] Коровин Н.В. Коррозионные и электрохимические свойства палладия. М., “Металлургия”, 1976. – 240 с.

- [5] Кравцов В.И., Зеленский М.И. // Исследование механизма анодного растворения и электроосаждения палладия в хлоридных электролитах. *Электрохимия*, 1966г, т.2, с. 1138 – 1143.
- [6] Баешов А.Б., Иванов Н.С., Журинов М.Ж. // Изучение электрохимического поведения палладия в солянокислой среде при поляризации промышленным переменным током. *Известия НАН РК, серия химическая* 2006. №3, с. 43 – 46.
- [7] Баешов А.Б., Иванов Н.С., Журинов М.Ж. // Электрохимическое поведение палладия при поляризации промышленным переменным током в нитритно-хлоридных растворах. *Вестник КазНУ, серия химическая*, 2006г, № 4(44), с. 136 – 139.
- [8] Баешов А., Иванов Н.С., Журинов М.Ж. // Электрохимическое поведение палладия в растворе хлорида натрия при поляризации промышленным переменным током. *Труды Второй Международной научно-практической конференции, посвященной 15-летию независимости Республики Казахстан, т. II. «Металлургия»*, 2006г. с. 147 – 150.
- [9] Буслаева Т.М., Симанова С.А. Состояние платиновых металлов в солянокислых и хлоридных водных растворах. *Палладий, платина, родий, иридий. “Координационная химия”*, 1999г, т.25, с. 165 – 176.
- [10] Кравцов В.И., Зеленский М.И. // О механизме анодного растворения и электроосаждения палладия в хлоридных и бромидных растворах. *«Электрохимия»*, 1969, т. 5, с. 247.
- [11] Клочко М.А., Медведева З.С., Миронова М.Е. – «*Изв. Сектора платины АН СССР*», 1954, вып. 28, с. 273 – 276. Цит. по Коровин Н.В. Коррозионные и электрохимические свойства палладия. М., “Металлургия”, 1976г, с. 240.
- [12] Предварительный патент РК № 19455, Баешов А., Иванов Н.С., Способ получения тетрахлорпалладият (II). пуб. 17.10.2006, бюл. № 4.
- [13] Предпатент РК № 19300 Баешов А., Иванов Н.С., Журинов М.Ж., Способ получения хлорида палладия. пуб. 15.09.06, бюл. № 8.
- [14] Баешов А., Иванов Н.С., Журинов М.Ж. Электрохимическое поведение палладия при поляризации промышленным переменным током в хлоридных растворах // *Международной научной школы-конференции молодых ученых «Инновационные нанотехнологии в области катализа и электрохимии»*. - Алматы, 2006. – С.57.
- [15] Досумов К. Извлечение платины и палладия из нанесенных на Al_2O_3 отработанных катализаторов с помощью переменного тока // *Катализ, труды республиканской конференции по катализу, посвященной 60-летию каталитической школы академика Д.В. Сокольского*, Алматы, 1998, с. 162 – 167.
- [16] Ногербеков Б.Ю., Абильдаева Б.А., Шпакова С.Г. и др. Окисления палладия в отработанных катализаторах в электрохимической системе в растворах хлористоводородной кислоты // *научно технический сборник «Новости Науки Казахстана»*. – Алматы, 2006. – С. 37-40.
- [17] Левин А.И. Теоритические основы электрохимии. – М., *Металлургия*, 1972. – 432 с.
- [18] Harrison J.A., Thomson J. The electrodeposition of precious metals., a review of the fundamental electrochemistry // *Electrochimica acta*, 1973. V. 18, - P. 829-834.
- [19] Михайловский Ю.Н. Электрохимический механизм коррозии металлов под действием переменного тока. *Ж. прикл. химии*, 1963, Т. 37, № 1, с. 132 – 137.
- [20] Баешов А.Б., Мырзабеков Б.Э. Асимметриялы айнымалы токпен поляризацияланған мырыш электродының қышқыл ерітінділеріндегі электрохимиялық қасиеті. *Промышленность Казахстана*, 2015, №4 С.62-65.

REFERENCES

- [1] Vetter K.I. Berndt D. Stromdichte und ph-abhangigkeir des electrochemischen auf und abbaus von oxydschichten auf Pt-Pd und Au // *Z. Electrochem*, 1958, Bd 62, № 3. P. 378-386.
- [2] Goodridge F. King C.J.H. Oxidation of ethylene at a palladium electrode // «*Trans Farady Soc.*». 1970, v. 66, № 575. p. 2889 – 2896.
- [3] Rand D.A.I. Woods S.R. The nature of adsorbed oxygen on rhodium-palladium and gold electrodes // «*J. Electroanal. Chem.*» 1971, v. 31, № 1. p. 29 – 38; v. 35. p. 209 – 218.
- [4] Kоровин Н.В. Коррозийные и электрохимические свойства палладия. М. “Металлургия”, 1976 – 240 с.
- [5] Kravcov V.I. Zelenskii M.I. // Issledovanie mehanizma anodnogo rastvoreniya i elektroosajdeniya palladiya v hlорidnih elektrolitah. *Elektrohimiya*. 1966g, t.2, s. 1138 – 1143.
- [6] Baeshov A.B. Ivanov N.S., Zhurinov M. Zh. // Izuchenie elektrohimicheskogo povedeniya palladiya v solyanokislou srede pri polyarizacii promishlennim peremennim tokom. *Izvestiya NAN RK, seriya himicheskaya* 2006. №3, s. 43 – 46.
- [7] Baeshov A.B. Ivanov N.S. Zhurinov M. Zh. // Elektrohimicheskoe povedenie palladiya pri polyarizacii promishlennim peremennim tokom v nitritno-hloridnih rastvorah. *Vestnik KazNU, seriya himicheskaya*, 2006g. №4, s. 136 – 139.
- [8] Baeshov A. Ivanov N.S. Zhurinov M. Zh. // Elektrohimicheskoe povedenie palladiya v rastvore hlорida natriya pri polyarizacii promishlennim peremennim tokom. *Trudi Vtoroi Mejdunarodnoi nauchno prakticheskoi konferencii posvyaschennoi 15 letiyu nezavisimosti Respubliki Kazahstan. t. II. «Metallurgiya»*, 2006g. s. 147 – 150.
- [9] Buslaeva T.M., Simanova S.A. Sostoyanie platinovih metallov v solyanokislou i hlорidnih vodnih rastvorah. *Palladii-platina, rodii-iridii. “Koordinacionnaya himiya”*, 1999g. t.25, s. 165 – 176.
- [10] Kravcov V.I. Zelenskii M.I. //O mehanizme anodnogo rastvoreniya i elektroosajdeniya palladiya v hlорidnih i bromidnih rastvorah. «*Elektrohimiya*». 1969. t. 5, s. 247.
- [11] Klochko M.A. Medvedeva Z.S. Mironova M.E. «*Izv. Sektora platini AN SSSR*» 1954 vip. 28. s. 273 – 276. Cit. po Kоровин Н.В. Коррозийные и электрохимические свойства палладия. М. “Металлургия”, 1976g. s. 240.
- [12] Predvaritel'nyi patent RK № 19455 Baeshov A. Ivanov N.S. Sposob polucheniya tetrahlorpalladiat II., pub. 17.10.2006. byul. № 4.
- [13] Predpatent RK № 19300 Baeshov A. Ivanov N.S. Jurinov M.J. Sposob polucheniya hlорida palladiya. pub. 15.09.06. byul. № 8.

[14] Baeshov A. Ivanov N.S. Jurinov M.J. Elektrohimicheskoe povedenie palladiya pri polyarizacii promishlennim peregennim tokom v hloridnih rastvorah // Mejdunarodnoi nauchnoi shkoli_konferencii molodih uchenih «Innovacionnie nanotehnologii v oblasti kataliza i elektrohimii». Almati, 2006. – S.57.

[15] Dosumov K. Izvlechenie platini i palladiya iz nanesenih na Al_2O_3 otrabotannih katalizatorov s pomoschyu peregennogo toka // Kataliz trudi respublikanskoj konferencii po katalizu posvyaschenoi 60letiyu kataliticheskoi shkoli akademika D.V. Sokolskogo Almati 1998 s. 162 – 167.

[16] Nogerbekov B.Yu. Abildaeva B.A. Shpakova S.G. i dr. Okisleniya palladiya v otrabotannih katalizatorah v elektrohimicheskoi sisteme v rastvorah hloristovodorodnoi kisloti // nauno tehnikeskii sbornik «Novosti Nauki Kazahstana». – Almati_2006. S. 37_40.

[17] Levin A.I. Teoriticheskie osnovi elektrohimii. – M. Metallurgiya. 1972. – 432 s.

[18] Harrison J.A. Thomson J. The electrodeposition of precious metals. a review of the fundamental electrochemistry // Electrochimica acta_ 1973. V. 18_ P. 829_834.

[19] Mihailovskii Yu.N. Elektrohimicheskii mehanizm korrozii metallov pod deistviem peregennogo toka. J. prikl. himii 1963 T. 37 № 1 s. 132 – 137.

[20] Baeshov A.B. Mirzabekov B.E. Asimmetriyali ainimali tokpen polyarizaciyalanfan mirish elektrodinij qishkil eritindilerindegi elektrohimiyalik kasieti. Promishlennost Kazahstana_ 2015_ №.4 C.62_65.

А. Б. Баешов, А. Б. Маханбетов, Б. Э. Мырзабеков, Т. Э. Гаипов

АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского», Алматы, Казахстан

РАСТВОРЕНИЕ ПАЛЛАДИЕВОГО ЭЛЕКТРОДА ПРИ ПОЛЯРИЗАЦИИ СТАЦИОНАРНЫМ И НЕСТАЦИОНАРНЫМ ТОКАМИ В РАСТВОРЕ СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ

Аннотация. Исследовано влияние плотности тока, концентрации кислоты и соотношений амплитуд анодного и катодного полупериодов асимметричного переменного тока на закономерности электрохимического растворения палладия при поляризации стационарным и нестационарным токами в кислой среде (HCl). Исследования проводились на специальной установке, которая состоит из диода и сопротивления и дает возможность получать симметричный и асимметричный нестационарные токи с различным соотношением двух полупериодов переменного тока. В процессе проведения исследований снимались осциллограммы на осциллографе «LODESTAR MOS-640CH», которая дает возможность наглядно видеть амплитуду протекающего через электрохимическую цепь асимметричного переменного тока. Установлено, что в растворе соляной кислоты максимальный выход по току растворения платины (137,4%) наблюдается при поляризации стационарным током с плотностью 500 А/м².

Ключевые слова: палладий, переменный ток, осциллограф, электрохимия, электролиз.

Сведения об авторах:

Баешов Абдуали Баешович – д.х.н., профессор, член-корр. НАН РК, Заведующий лабораторией «Электрохимических технологии», АО «ИТКЭ им. Д. В. Сокольского», Алматы, Казахстан

Маханбетов Арман Беркинбаевич – PhD, И.о. н.с., АО «Институт Топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского», Алматы, Казахстан armanmab@mail.ru

Мырзабеков Бегзат Эсенгалиевич – PhD, н.с., АО «Институт Топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского», Алматы, Казахстан

Гаипов Тулкинжон Эркинович – к.х.н., с.н.с., АО «Институт Топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского», Алматы, Казахстан

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

ISSN 2518-1467 (Online), ISSN 1991-3494 (Print)

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т. М. Апендиев*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 24.05.2017.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
19,4 п.л. Тираж 2000. Заказ 3.