

ISSN 1991-3494

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

1

АЛМАТЫ
АЛМАТЫ
ALMATY

2015

ҚАҢТАР
ЯНВАРЬ
JANUARY

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Айтхожина Н.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байпақов К.М.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байтулин И.О.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Берсімбаев Р.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Газалиев А.М.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Дүйсенбеков З.Д.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Елешев Р.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; фил. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Нысанбаев А.Н.**; экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА академигі **Сатубалдин С.С.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбжанов Х.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішева З.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Абсадықов Б.Н.** (бас редактордың орынбасары); а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баймұқанов Д.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Байтанаев Б.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Давлетов А.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Медеу А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Огарь Н.П.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Таткеева Г.Г.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Үмбетаев И.**

Р е д а к ц и я к ең с е с і:

Ресей ҒА академигі **Велихов Е.П.** (Ресей); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Ғашимзаде Ф.** (Әзірбайжан); Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Джрбашян Р.Т.** (Армения); Ресей ҒА академигі **Лаверов Н.П.** (Ресей); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Москаленко С.** (Молдова); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Рудик В.** (Молдова); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Сагиян А.С.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Тодераш И.** (Молдова); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Якубова М.М.** (Тәжікстан); Молдова Республикасының ҰҒА корр. мүшесі **Лупашку Ф.** (Молдова); техн. ғ. докторы, профессор **Абиев Р.Ш.** (Ресей); техн. ғ. докторы, профессор **Аврамов К.В.** (Украина); мед. ғ. докторы, профессор **Юрген Аппель** (Германия); мед. ғ. докторы, профессор **Иозеф Банас** (Польша); техн. ғ. докторы, профессор **Ғарабаджиу** (Ресей); доктор PhD, профессор **Ивахненко О.П.** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Изабелла Новак** (Польша); хим. ғ. докторы, профессор **Полецук О.Х.** (Ресей); хим. ғ. докторы, профессор **Поняев А.И.** (Ресей); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); техн. ғ. докторы, профессор **Хрипунов Г.С.** (Украина)

Главный редактор

академик НАН РК

М. Ж. Журинов

Редакционная коллегия:

доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.А. Айтхожина**; доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **К.М. Байпаков**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **И.О. Байтулин**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Р.И. Берсимбаев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор с.-х. наук, проф., академик НАН РК **З.Д. Дюсенбеков**; доктор сельскохоз. наук, проф., академик НАН РК **Р.Е. Елешев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор фил. наук, проф., академик НАН РК **А.Н. Нысанбаев**; доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **С.С. Сатубалдин**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.М. Абжанов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **З.С. Абишева**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Н. Абсадыков** (заместитель главного редактора); доктор с.-х. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Д.А. Баймуканов**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.А. Байтанаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Е. Давлетов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор геогр. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А. Медеу**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.П. Огарь**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Г.Г. Таткеева**; доктор сельскохоз. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И. Умбетаев**

Редакционный совет:

академик РАН **Е.П. Велихов** (Россия); академик НАН Азербайджанской Республики **Ф. Гашимзаде** (Азербайджан); академик НАН Украины **В.В. Гончарук** (Украина); академик НАН Республики Армения **Р.Т. Джрбашян** (Армения); академик РАН **Н.П. Лаверов** (Россия); академик НАН Республики Молдова **С. Москаленко** (Молдова); академик НАН Республики Молдова **В. Рудик** (Молдова); академик НАН Республики Армения **А.С. Сагиян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **И. Тодераш** (Молдова); академик НАН Республики Таджикистан **М.М. Якубова** (Таджикистан); член-корреспондент НАН Республики Молдова **Ф. Лупашку** (Молдова); д.т.н., профессор **Р.Ш. Абиев** (Россия); д.т.н., профессор **К.В. Аврамов** (Украина); д.м.н., профессор **Юрген Аппель** (Германия); д.м.н., профессор **Иозеф Банас** (Польша); д.т.н., профессор **А.В. Гарабаджиу** (Россия); доктор PhD, профессор **О.П. Ивахненко** (Великобритания); д.х.н., профессор **Изабелла Новак** (Польша); д.х.н., профессор **О.Х. Полещук** (Россия); д.х.н., профессор **А.И. Поняев** (Россия); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); д.т.н., профессор **Г.С. Хрипунов** (Украина)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан». ISSN 1991-3494

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, 2015

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

Editor in chief

M. Zh. Zhurinov,
academician of NAS RK

Editorial board:

N.A. Aitkhozhina, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **K.M. Baipakov**, dr. hist. sc., prof., academician of NAS RK; **I.O. Baitulin**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **R.I. Bersimbayev**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Z.D. Dyusenbekov**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **R.Ye. Yeleshev**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **T.Sh. Kalmenov**, dr. phys. math. sc., prof., academician of NAS RK; **A.N. Nysanbayev**, dr. phil. sc., prof., academician of NAS RK; **S.S. Satubaldin**, dr. econ. sc., prof., academician of NAS RK; **Kh.M. Abzhanov**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.S. Abisheva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.N. Absadykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **D.A. Baimukanov**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.A. Baytanayev**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A.Ye. Davletov**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A. Medeu**, dr. geogr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.P. Ogar**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **G.G. Tatkeeva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **I. Umbetayev**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

E.P. Velikhov, RAS academician (Russia); **F. Gashimzade**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **V.V. Goncharuk**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **R.T. Dzhrbashian**, NAS Armenia academician (Armenia); **N.P. Laverov**, RAS academician (Russia); **S.Moskalenko**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Rudic**, NAS Moldova academician (Moldova); **A.S. Sagiyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **I. Toderas**, NAS Moldova academician (Moldova); **M. Yakubova**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **F. Lupaşcu**, NAS Moldova corr. member (Moldova); **R.Sh. Abiyev**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **K.V. Avramov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine); **Jürgen Appel**, dr.med.sc., prof. (Germany); **Joseph Banas**, dr.med.sc., prof. (Poland); **A.V. Garabadzhiu**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **O.P. Ivakhnenko**, PhD, prof. (UK); **Isabella Nowak**, dr.chem.sc., prof. (Poland); **O.Kh. Poleshchuk**, chem.sc., prof. (Russia); **A.I. Ponyaev**, dr.chem.sc., prof. (Russia); **Mohd Hassan Selamat**, prof. (Malaysia); **G.S. Khripunov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine)

Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.
ISSN 1991-3494

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, 2015

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

THE ELECTROCHEMICAL BEHAVIOR OF NICKEL ELECTRODES DURING POLARIZATION ALTERNATING CURRENT IN A HYDROCHLORIC ACID SOLUTION

A. B. Baeshov¹, G. S. Bekenova²

¹Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry named after D.V. Sokolsky, Almaty, Kazakhstan,

²University named after Suleiman Demirel, Kaskelen, Kazakhstan

E-mail: Bayeshov@mail.ru; najen@mail.ru

Key words: electrode, current efficiency, alternating current, electrolysis.

Abstract. Nowadays nonferrous metal industry is interested in using hydrometallurgical processes which are more cost-effective and ecologically-safety than pyrometallurgical ones. The demand for nickel and its alloys which are widely used in everyday life and industrial processes is increasing rapidly. By studying the ways of getting needed compounds by melting nickel in metal type or solid wastes containing nickel, we can not only increase the resources of this metal but also decrease the production cost of its components.

The article studied the electrochemical behavior of nickel electrode polarization at AC power frequency in hydrochloric acid solution. The influence of the main parameters of the output current dissolution is investigated. It has been established that the maximum value of current efficiency of dissolution of nickel reaches 120 A / m², which shows the effectiveness of the electrochemical method for obtaining the compound of nickel.

УДК 541.13

АЙНЫМАЛЫ ТОКПЕН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАНҒАН НИКЕЛЬ ЭЛЕКТРОДТАРЫНЫҢ ТҰЗ ҚЫШҚЫЛЫ ЕРІТІНДІСІНДЕГІ ҚАСИЕТІ

Ә. Б. Баешов¹, Г. С. Бекенова²

¹Д. В. Сокольский атындағы Органикалық катализ және
электрохимия институты, Алматы, Қазақстан,

²Сүлеймен Демирел атындағы университет, Қаскелен, Қазақстан

Тірек сөздер: электрод, ток бойынша шығым, айнымалы ток, электролиз.

Аннотация. Бұл мақалада, никельдің өндірістік жиіліктегі айнымалы токпен, тұз қышқылы ерітіндісінде поляризациялау кезіндегі электрохимиялық қасиеттері алғаш рет жан-жақты зерттелді. Никельдің аталмыш ортадағы электрохимиялық еруінің ток бойынша шығымына әртүрлі параметрлердің әсерлері зерттеліп, оптимальды жағдайда есептелген никельдің еруінің ток бойынша шығымы 1 М тұз қышқылы ерітіндісінде 120 %-ға жететіні анықталды. Алынған нәтижелер никель қосылыстарын электрохимиялық жолмен алудың тиімділігін көрсетеді.

Никельдің қосылыстарын белгілі әдістермен алу күрделі, қымбат және экологиялық тұрғыдағы талаптарға сай бола бермейді. Сондықтан никельдің бейорганикалық қосылыстарын алудың арзан әрі тиімді қарапайым әдістерін табу, қазіргі күнгі шешілмеген сұрақтардың бірі болып отыр.

Алдын-ала жүргізілген зерттеулер никельдің қосылыстарын алудың перспективті әдістерінің бірі – никельдің металл түріндегі қалдықтарын электрохимиялық жолмен, айнымалы токпен поляризациялау арқылы сулы ерітінділерде ерітіп алу болып табылатындығын көрсетіп отыр.

Қазіргі кезде әртүрлі металдардың өндірістік айналымы токпен поляризациялау кезіндегі электрохимиялық қасиеттері жан-жақты зерттелуде [1-3]. Алайда, әдебиетте никель электродтарын жоғарыда көрсетілген өндірістік айналымы токпен поляризацияланған кездегі электрохимиялық қасиеттері туралы мәліметтер мүлдем жоқтың қасы.

Никельдің тұз қышқылы ерітінділеріндегі электрохимиялық қасиеттеріне әртүрлі параметрлердің: айналымы ток тығыздығының, қышқыл концентрацияларының, электролиз ұзақтығы мен электролит температураларының елеулі әсер ететіндігі көрсетілді.

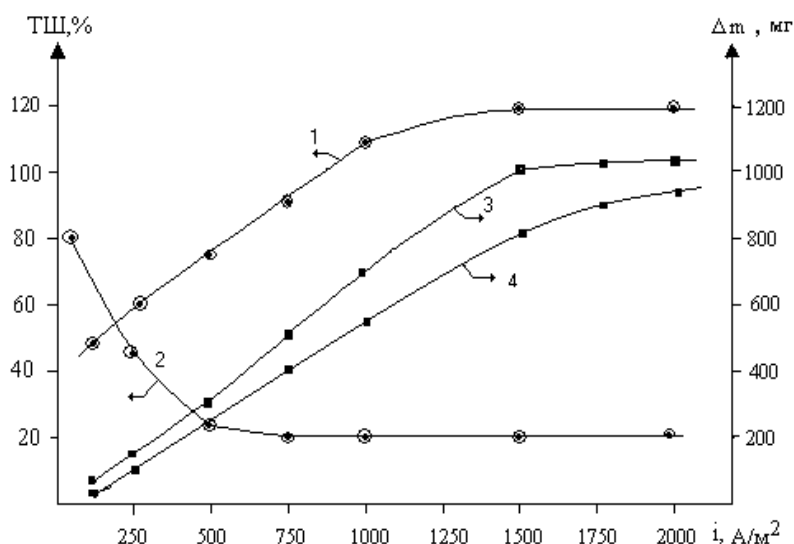
Алынған нәтижелер және оларды талқылау

Зерттеу жұмыстары барысында тұз қышқылы ерітінділеріндегі айналымы токпен поляризацияланған екі никель электродының еруінің ток бойынша шығымына және еру мөлшеріне: айналымы ток тығыздығының, қышқыл концентрациясының, электролиз ұзақтығының және электролит температурасының әсерлері қарастырылды.

Алдын-ала жүргізілген зерттеулер бойынша айналымы токпен никель электродын қышқылды ортада поляризациялағанда оның еруі жүретіндігін көрсетті. Сол себепті тұз қышқылы ерітіндісінде айналымы ток тығыздығын $100-2000 \text{ A/m}^2$ арттырғанда никель электродтарының еруінің ток бойынша шығымы 45% -дан 120% -ға дейін өскендігін байқауға болады (1-сурет, 1-қисық). Электродтарды поляризацияламай 30 минут 3 M тұз қышқылына салып қойғанымызда, $15,6$ миллиграмм никель еріді. Ал айналымы токпен поляризацияланған никель электродтарындағы ток тығыздығы 2000 A/m^2 болғанда, жоғарыда көрсетілген уақытта 1200 mg , ал тұрақты ток кезінде анодты поляризациялағанда - 200 mg металл иондары ерітіндіге өтеді.

Сондай-ақ, салыстыру мақсатында тұрақты токпен поляризациялау арқылы электролиз жүргізілді. Анодтағы ток тығыздығының өсуі никель электродтарының еруінің ток бойынша шығымын төмендететіні анықталды (1-сурет, 2-қисық). Никель электродтарының тұз қышқылы ерітіндісінде тұрақты анодты токпен поляризациялау кезінде еруінің ток бойынша шығымының төмендеуін, жоғары ток тығыздықтарында электродтардың бетінде қосымша реакциялардың жүру жылдамдығының артуымен және металдың пассивациялануымен түсіндіруге болады.

Никель электродының тұз қышқылды ортада еру мөлшеріне ток тығыздығының әсері 1-сурет, 3-4 қисықтарда көрсетілген. Айналымы токпен поляризациялау кезінде никель электродтарының еруінің ток бойынша шығымның 100% -дан жоғары болуын, оның потенциалы теріс металл ретінде химиялық жолмен де еруімен түсіндіруге болады.



$\tau=0,5 \text{ с}$; $t=25^\circ\text{C}$; $[\text{HCl}]=1\text{M}$.

1-сурет – Никель электродындағы айналымы (1, 3) және анодтағы (2, 4) ток тығыздықтарының электродтың еру мөлшеріне (3, 4) және оның еруінің ток бойынша шығымына (1, 2) әсері

Екі никель электродын тұз қышқылы ерітіндісіне салып, айнымалы токпен поляризациялаған кездегі еруін былай түсіндіруге болады: Әрбір никель электроды, айнымалы токтың анод жартылай периодында 1-реакция негізінде металл иондарын түзе ереді.



Ал айнымалы токтың катод жартылай перидында электр потенциалы теріс және тотықсыздану аса кернеулігі жоғары болғандықтан, түзілген никель иондары қайта тотықсыздана алмайды. Нәтижесінде, катодты жартылай периодында сутегі иондарының разрядталуы ғана жүреді (2-реакция).



Электролиз нәтижесінде никельдің бағытталған еруі байқалады, ал түзілген никель иондары ерітіндідегі Cl^- иондарымен әрекеттесіп никель (II) хлориді түзілді (3-реакция).

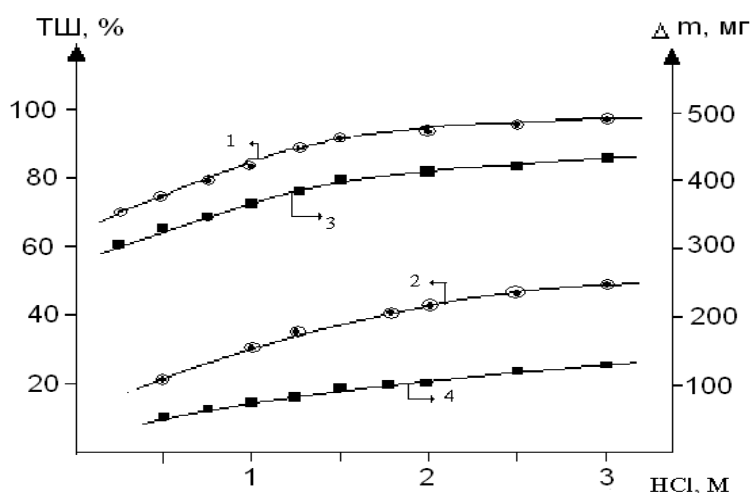


Гидратталған никель (II) хлориді жасыл түс береді [4].

Егер назар аударатын болсақ, ток тығыздығы 1000 А/м^2 және одан да жоғарғы мәндерге ие болғанда, никельдің еруінің ТШ және еру мөлшері айнымалы токпен поляризациялау кезінде, тұрақты токпен салыстырғанда 2-5 еседен аса жоғары екендігін байқауға болады.

Әдетте, металдардың анодты еруі, металл бетіндегі оксидтердің немесе қиын еритін тұздардың түзілуімен күрделене түседі. Тәжірибелер кезінде қышқылдығы орташа ерітінділерде никельдің анодтық еруі баяулап, пассивацияланады, яғни тежелу байқалады. Алайда, электролит құрамында хлор иондарының болуы никель анодындағы пассивацияны жоюға мүмкіндік береді. Хлор иондары анодта адсорбцияланып, оттегі атомдарының адсорбциясына кедергі жасайды [5]. Мұндай тұжырымдаманың дұрыстығына, хлор иондары концентрациясын арттыру кезінде, никельдің еруінің ток бойынша шығымының жоғарылауы дәлел болып табылады.

2-суретте, ерітіндідегі тұз қышқылы концентрациясының, никель элек-тродтары еруінің ток бойынша шығымына әсері көрсетілген. Зерттеу нәтижелері бойынша, тұз қышқылы концентрациясын $0,5\text{-}3 \text{ М}$ -ға дейін арттырғанда айнымалы токпен поляризацияланған никель электродтары еруінің ток бойынша шығымы $70 \text{ \%}$ -дан $98 \text{ \%}$ -ға дейін жоғарылады (2-сурет, 1-қисық). Сондай-ақ, тұрақты токпен анодты поляризациялау кезінде қышқыл концентрациясын арттыру, еріген никель электродтарының еруінің ток бойынша шығымын $21 \text{ \%}$ -дан $48 \text{ \%}$ -ға дейін жоғарылатты (2-сурет, 2-қисық).



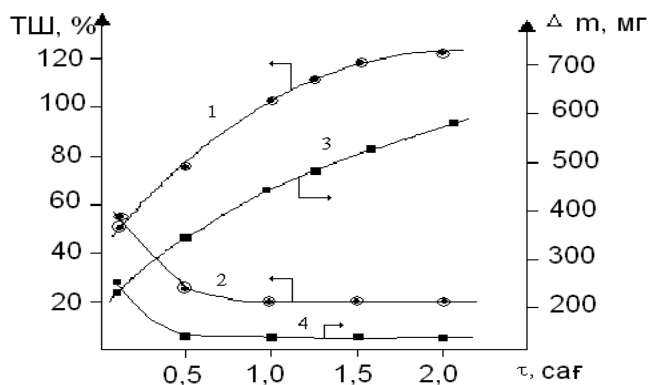
$i = 500 \text{ А/м}^2$; $\tau = 0,5 \text{ сар}$; $t = 25^\circ \text{C}$.

2-сурет – Айнымалы (1, 3) және тұрақты (2, 4) токпен поляризацияланған никель электродтарының еруінің ток бойынша шығымына (1, 2) және еру мөлшеріне (3, 4) тұз қышқылы концентрациясының әсері

Тұз қышқылы ерітіндісінде электролиз ұзақтығының никель электродтары еруінің ток бойынша шығымына әсері 3-суретте көрсетілген. Тұз қышқылы ерітіндісінде айнымалы ток тығыздығын 500 A/m^2 , электролиз ұзақтығын 0,1-2,0 сағатқа дейін жоғарылатқанда никель электроды еруінің ток бойынша шығымы 50 %-дан 122 %-ға дейін артты (3-сурет, 1- қисық).

$i = 500 \text{ A/m}^2$, $[\text{HCl}] = 1 \text{ M}$, $t = 25^\circ \text{C}$.

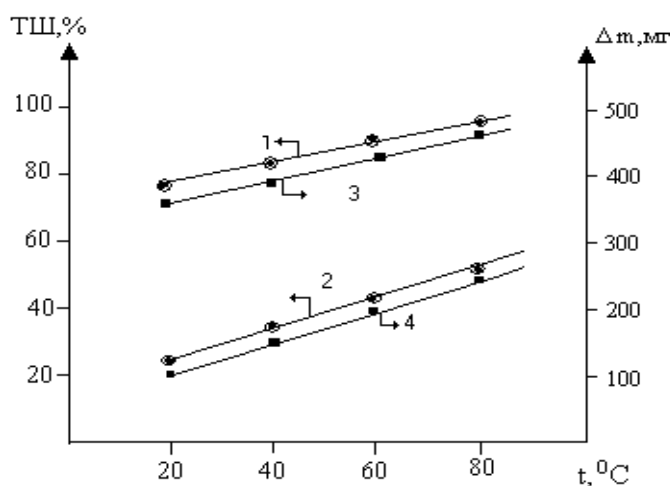
3-сурет – Никель электродтарын тұз қышқылы ерітіндісінде айнымалы (1, 3) және тұрақты (2, 4) токпен поляризациялағанда еруінің ток бойынша шығымының (1, 2) және еру мөлшеріне (3, 4) электролиз ұзақтығының әсері



Электролиз ұзақтығын арттырған сайын никель электродтары еруінің ток бойынша шығымының артуын, электрод бетіндегі оксидтік қабаттың уақыт өткен сайын катодты жартылай периодта тотықсызданып, никельдің активті күйге өтіп потенциалы теріс металл ретінде қышқыл ерітінділерде еруімен түсіндіруге болады. Сонымен қатар тұрақты токпен поляризациялау кезінде электролиз ұзақтығының никель электродының еруіне әсерін қарастырдық. Мұнда никель электроды еруінің ток бойынша шығымы 56 %-дан 22 %-ға дейін төмендеуі байқалады. Мұны анодты поляризацияланған никель электродтарының пассивтенуімен түсіндіреміз (3-сурет, 2-қисық).

Никель электродының тұз қышқылды ортада еруіне электролиз ұзақ-тығының әсерінен электрод массасының өзгеруі 3-сурет, 3-4 қисықтарда көрсетілген. Айнымалы токпен поляризацияланған никель электродының еруі, тұрақты токпен салыстырғанда 3-4 есе жоғары.

Тұз қышқылы температурасының никель электродтары еруінің ток бойынша шығымына және еру жылдамдығына әсері 4-суретте көрсетілген. Зерттеу нәтижелері бойынша 500 A/m^2 айнымалы ток тығыздығында ерітінді температурасын $20-80^\circ \text{C}$ дейін жоғарылатқанда никель электродтары еруінің ток бойынша шығымы 75 %-дан 95%-ға дейін артты (4-сурет, 1-қисық). Сондай-ақ тұрақты токта ерітінді температурасын көтеру кезінде де ток бойынша шығымның жоғарылауы байқалды (4-сурет, 2-қисық). Никель электродының тұз қышқылды ортада еруіне электролит темпера-



$\tau = 0.5 \text{ сағ}$; $i = 500 \text{ A/m}^2$; $[\text{HCl}] = 1 \text{ M}$.

4-сурет – Тұз қышқылы ерітіндісінде айнымалы (1, 3) және тұрақты (2, 4) токпен поляризациялау кезіндегі никельдің еруінің ток бойынша шығымына (1, 2) және еру мөлшеріне (3, 4) электролит температурасының әсері

турасының әсерінен электрод массасының кемуі 4-сурет, 3-4 қисықтарда көрсетілген. Бөлме температурасында зерттеу жағдайында 350 мг металдық никель ерісе, электролиті 80 °С дейін жоғарылатқанда 490 мг никель ерітіндіге өтті. Ерітінді температурасы жоғарылаған сайын ток бойынша шығымның сызықты түрде артып отырғанын көреміз. Температуралы-кинетикалық ($\lg i - 1/T \cdot 10^3$) әдіспен анықталған активтендіру энергиясының орташа мәні $E_{\text{акт}} = 3,75$ кДж/моль-ге тең болды. Бұл никельдің еруінің диффузиялық жағдайда жүретіндігін көрсетеді.

Қорыта келгенде никельдің өндірістік жиіліктегі айнымалы токпен, тұз қышқылы ерітіндісінде поляризациялау кезіндегі электрохимиялық қасиеттері алғаш рет жан-жақты зерттелді. Никельдің аталмыш ортадағы электрохимиялық қасиеттеріне әртүрлі параметрлердің: айнымалы ток тығыздығының, қышқыл концентрацияларының, электролиз ұзақтығы мен электролит температураларының елеулі әсер ететіндігі көрсетілді. Оптималды жағдайда есептелген никельдің еруінің ток бойынша шығым 1 М тұз қышқылы ерітіндісінде 120 %-ға жететіні анықталды. Бұл нәтижелер никель қосылыстарын алуда айнымалы токты пайдаланудың экономикалық және экологиялық тиімді екендігін көрсетті.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Баешов А.Б., Сарбаева Г.Т., Баешова А.К., Журинов М.Ж. Электрохимическое поведение свинца в водных растворах при поляризации промышленным переменным током // Поиск. – 1996. – № 1. – С. 7-12.
- [2] Жылысбаева Г.Н., Баешов А.Б., Бейбитова А. Исследование электро-химических процессов при поляризации медных электродов переменным током в кислых растворах // КИМС. – 1996. – № 6. – С. 34-38.
- [3] Баешов А.Б., Сулейманова Д.З., Сарбаева Г.Т. Растворение биполярного титанового электрода при поляризации переменным током // В кн: Вестник КазГУ, Серия химическая. – Вып. 2. – Алматы, 1995. – С. 22-28.
- [4] Хайфец В.А., Грань Т.В. Электролиз никеля. – М.: Металлургия, 1975. – 333 с.
- [5] Каплан Б.Я., Пан Р.Г. Вольтамперометрия переменного тока // Методы аналитической химии. – М.: Химия, 1985. – 264 с.

REFERENCE

- [1] Baeshov A.B., Sarbaeva G.T., Baeshova A.K., Zhurinov M.Zh. Electrochemical behavior of lead in aqueous solutions with industrial alternating current polarization. *Poisk*, **1996**, 1, 7-12. (in Russ.).
- [2] Zhylysbayeva G.N., Baeshov A.B., Beibitova A. Study on the electro-chemical processes with copper electrodes polarization by alternating current in acidic solutions. *KIMS*, **1996**, 6, 34-38. (in Russ.).
- [3] Baeshov A.B., Suleimanova D.Z., Sarbaeva G.T. Dissolution of the bipolar titanium electrode with polarization by alternating current. In book: KazNU Bulletin, Chemical series .Num.2. Almaty, **1995**. S.22-28. (in Russ.).
- [4] Heifez V.A., Gran T.V. Nickel electrolysis . M.: Metallurgiya, **1975**. 333 p. (in Russ.).
- [5] Kaplan B.Ja., Pan R.G. Voltammetry of alternating current // Methods of analytical chemistry. M.: Himija, **1985**. 264 p. (in Russ.).

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ НИКЕЛЕВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ПРИ ПОЛЯРИЗАЦИИ ПЕРЕМЕННЫМ ТОКОМ В РАСТВОРЕ СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ

А. Б. Баешов, Г. С. Бекенова

¹D. V. Sokolsky Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry, Almaty, Kazakhstan,

²Университет им. Сулеймана Демиреля, Каскелен, Казахстан

Ключевые слова: электрод, выход по току, переменный ток, электролиз.

Аннотация. Изучено электрохимическое поведение никелевого электрода при поляризации переменным током промышленной частоты в растворе соляной кислоты. Исследовано влияние основных параметров на выход по току растворения. Установлено, что максимальное значение выхода по току растворения никеля достигается 120 А/м², что показывает эффективность электрохимического метода при получении соединений никеля.

Поступила 08.01.2015 г.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

bulletin-science.kz

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

Подписано в печать 29.01.2015.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
10,7 п.л. Тираж 2000. Заказ 1.