

ISSN 2224-5227

2016 • 2

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ
БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

REPORTS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ЖУРНАЛ 1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1944 г.
PUBLISHED SINCE 1944



Бас редактор
ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Редакция алқасы:

хим.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әдекенов С.М.** (бас редактордың орынбасары), эк.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әділов Ж.М.**, мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Арзықұлов Ж.А.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бишімбаев У.К.**, а.-ш.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Есполов Т.И.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұтанов Г.М.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**, пед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Пралиев С.Ж.**, геогр.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Северский И.В.**; тарих.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Сыдықов Е.Б.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**, тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбүсейітова М.Х.**, экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА корр. мүшесі **Бейсембетов И.К.**, биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жамбакин К.Ж.**, тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Кәрібаев Б.Б.**, мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Локшин В.Н.**, геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірсеріков М.Ш.**, физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.**, физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Садыбеков М.А.**, хим.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сатаев М.И.**; ҚР ҰҒА құрметті мүшесі, а.-ш.ғ. докторы, проф. **Омбаев А.М.**

Редакция кеңесі:

Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина), Украинаның ҰҒА академигі **Неклюдов И.М.** (Украина), Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **Гордиенко А.И.** (Беларусь), Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Дука Г.** (Молдова), Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Илолов М.И.** (Тәжікстан), Қырғыз Республикасының ҰҒА академигі **Эркебаев А.Э.** (Қырғызстан), Ресей ҒА корр. мүшесі **Величкин В.И.** (Ресей Федерациясы); хим.ғ. докторы, профессор **Марек Сикорски** (Польша), тех.ғ. докторы, профессор **Потапов В.А.** (Украина), биол.ғ. докторы, профессор **Харун Парлар** (Германия), профессор **Гао Энджун** (КХР), филос. ғ. докторы, профессор **Стефано Перни** (Ұлыбритания), ғ. докторы, профессор **Богуслава Леска** (Польша), философия ғ. докторы, профессор **Полина Прокопович** (Ұлыбритания), профессор **Вуйцик Вольдемар** (Польша), профессор **Нур Изура Уздир** (Малайзия), д.х.н., профессор **Нараев В.Н.** (Ресей Федерациясы)

Главный редактор
академик НАН РК **М.Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Адекенов** (заместитель главного редактора), доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **Ж.М. Адилов**, доктор мед. наук, проф., академик НАН РК **Ж.А. Арзыкулов**, доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **В.К. Бишимбаев**, доктор сельскохозяйств. наук, проф., академик НАН РК **Т.И. Есполов**, доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Г.М. Мутанов**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**, доктор пед. наук, проф., академик НАН РК **С.Ж. Пралиев**, доктор геогр. наук, проф., академик НАН РК **И.В. Северский**; доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **Е.Б. Сыдыков**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**, доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Х. Абусейтова**, доктор экон. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И.К. Бейсембетов**, доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **К.Ж. Жамбакин**, доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Б. Карибаев**, доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Локшин**, доктор геол.-мин. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Ш. Омирсериков**, доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов**, доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.А. Садыбеков**, доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.И. Сатаев**; почетный член НАН РК, доктор сельскохозяйств. наук, проф., **А.М. Омбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **Гончарук В.В.** (Украина), академик НАН Украины **И.М. Неклюдов** (Украина), академик НАН Республики Беларусь **А.И.Гордиенко** (Беларусь), академик НАН Республики Молдова **Г. Дука** (Молдова), академик НАН Республики Таджикистан **М.И. Илолов** (Таджикистан), член-корреспондент РАН **Величкин В.И.** (Россия); академик НАН Кыргызской Республики **А.Э. Эркебаев** (Кыргызстан), д.х.н., профессор **Марек Сикорски** (Польша), д.т.н., профессор **В.А. Потапов** (Украина), д.б.н., профессор **Харун Парлар** (Германия), профессор **Гао Энджун** (КНР), доктор философии, профессор **Стефано Перни** (Великобритания), доктор наук, профессор **Богуслава Леска** (Польша), доктор философии, профессор **Полина Прокопович** (Великобритания), профессор **Вуйчик Вольдемар** (Польша), профессор **Нур Изура Удзир** (Малайзия), д.х.н., профессор **В.Н. Нараев** (Россия)

«Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан» ISSN 2224-5227

Собственник: Республиканское общественное объединение «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 №5540-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год. Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г.Алматы, ул.Шевченко, 28, ком.218-220, тел. 272-13-19, 272-13-18

<http://nauka-nanrk.kz> reports-science.kz

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

©Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016 г.

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

M.Zh. Zhurinov, academician of NAS RK

Editorial board:

S.M. Adekenov (deputy editor in chief), Doctor of Chemistry, prof., academician of NAS RK; **Zh.M. Adilov**, Doctor of Economics, prof., academician of NAS RK; **Zh.A. Arzykulov**, Doctor of Medicine, prof., academician of NAS RK; **V.K. Bishimbayev**, Doctor of Engineering, prof., academician of NAS RK; **T.I. Yespolov**, Doctor of Agriculture, prof., academician of NAS RK; **G.M. Mutanov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **S.Zh. Praliyev**, Doctor of Education, prof., academician of NAS RK; **I.V. Seversky**, Doctor of Geography, prof., academician of NAS RK; **Ye.B. Sydykov**, Doctor of Historical Sciences, prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **M.Kh. Abuseitova**, Doctor of Historical Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **I.K. Beisembetov**, Doctor of Economics, prof., corr. member of NAS RK; **K.Zh. Zhambakin**, Doctor of Biological Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **B.B. Karibayev**, Doctor of Historical Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Lokshin**, Doctor of Medicine, prof., corr. member of NAS RK; **M.Sh. Omirserikov**, Doctor of Geology and Mineralogy, prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., corr. member of NAS RK; **M.A. Sadybekov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., corr. member of NAS RK; **M.I. Satayev**, Doctor of Chemistry, prof., corr. member of NAS RK; **A.M. Ombayev**, Honorary Member of NAS RK, Doctor of Agriculture, prof.

Editorial staff:

V.V. Goncharuk, NAS Ukraine academician (Ukraine); **I.M. Neklyudov**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.I. Gordienko**, NAS RB academician (Belarus); **G. Duca**, NAS Moldova academician (Moldova); **M.I. Iolov**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **A.E. Erkebayev**, NAS Kyrgyzstan academician (Kyrgyzstan); **V.I. Velichkin**, RAS corr.member (Russia); **Marek Sikorski**, Doctor of Chemistry, prof. (Poland); **V.A. Potapov**, Doctor of Engineering, prof. (Ukraine); **Harun Parlar**, Doctor of Biological Sciences, prof. (Germany); **Gao Endzhun**, prof. (PRC); **Stefano Perni**, Doctor of Philosophy, prof. (UK); **Boguslava Leska**, dr, prof. (Poland); **Pauline Prokopovich**, Doctor of Philosophy, prof. (UK); **Wójcik Waldemar**, prof. (Poland), **Nur Izura Udzir**, prof. (Malaysia), **V.N. Narayev**, Doctor of Chemistry, prof. (Russia)

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

ISSN 2224-5227

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 5540-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/> reports-science.kz

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

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

Volume 2, Number 306 (2016), 77 – 81

UDC 541.1.38

**DISSOLUTION OF NICKEL AT POLARIZATION BY ALTERNATING CURRENT IN
SULPHATE SOLUTION****A.B. Bayeshov¹, A.S. Kadirbayeva², A.K. Bayeshova³, M.U. Abilova⁴**^{1,2} «Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry of D.V. Sokolsky», Almaty, Kazakhstan^{3,4} Kazakh national university named after Al-Farabi, Almaty, Kazakhstanbayeshov@mail.ru, altinay_aidyn2789@mail.ru, azhar_b@bk.ru**Key words:** electrolysis, alternating current, nickel, electrode, polarization.

Abstract. In this work the regularities of dissolution of nickel at polarization by industrial alternating current with a frequency of 50 Hz of a pair of electrodes nickel-titanium in sulfuric acid solution are investigated. The features of the dissolution of nickel in sulfuric acid forming nickel sulfate (NiSO_4) are defined and the effect of the main electrochemical parameters (current density, electrolyte concentration) to the yield on current of nickel dissolution is considered. With increasing of the current density in the interval 10-300 g/m² on a titanium electrode the yield on current of nickel dissolution higher than 100%. At this moment the maximum value of speed of dissolution of nickel is equal to 150 g/m²·h. Change of current density on the nickel electrode in the interval 50-300 A/m² the yield on current of formation of nickel sulfate is reduced from 160% for 60%.

УДК 541.1.38

**АЙНЫМАЛЫ ТОКПЕН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАНҒАН НИКЕЛЬДІҢ КҮКІРТ
ҚЫШҚЫЛЫ ЕРІТІНДІСІНДЕ ЕРУ****А.Б. Баешов¹, А.С. Кадирбаева², А.Қ. Баешова³, М.У. Абилова⁴**^{3,4} Әл-Фараби атындағы Қазақ-Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан^{1,2} «Д.В.Сокольский атындағы органикалық катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстанbayeshov@mail.ru, altinay_aidyn2789@mail.ru, azhar_b@bk.ru**Тірек сөздер:** электролиз, айнымалы ток, никель, электрод, поляризация.

Аңдатпа. Бұл ғылыми еңбекте күкірт қышқылы ерітіндісінде никель-титан жұбы электродтарын жиілігі 50 Гц өндірістік айнымалы токпен поляризациялау кезінде никельдің еру заңдылықтары зерттелінді. Никель электродтарының күкірт қышқылы ерітіндісінде никель (II) сульфатын (NiSO_4) түзе еру ерекшеліктері анықталып, оларға негізгі электрохимиялық параметрлердің (ток тығыздығы, ертінді концентрациясы) әсерлері қарастырылды. Титан электродындағы ток тығыздығын 10-300 кА/м² аралығында арттырғанда, никель сульфатының түзілуінің ток бойынша шығымы 100 %-дан асатындығы көрсетілді. Осы кезде, никельдің еру жылдамдығының максималды мәні 150 г/м²·сағ құрайды. Никель электродының ток тығыздығының әсерін 50-300 А/м² интервалында өзгерткенде, никель сульфатының түзілуінің ток бойынша шығымы 160%-дан 60 %-ға дейін төмендейтіндігі көрсетілді.

Никельдің - механикалық, электрлік және термоэлектрлік, магниттік қасиеттеріне байланысты және коррозияға төзімділігі өте жоғары болғандықтан құймалар (темір, хром, мыс) алуда кеңінен қолданылады. Ғарыш техникасының дамуына байланысты жоғары температураға төзімді хромникельді құймалар алуда және сілтілі аккумуляторлар жасауда да пайдаланылып келеді. Соңғы жылдары таза никель химиялық аппараттар жасауда және көптеген химиялық процестерде катализатор ретінде де қолданылып жүр [1-6]. Никельдің металл түріндегі қалдықтарын өңдеп, оның пайдалы қосылыстарын алу актуальды проблемалардың бірі.

Айнымалы токтың түрлі формаларын пайдалану, металдардың анодты еру процесінің

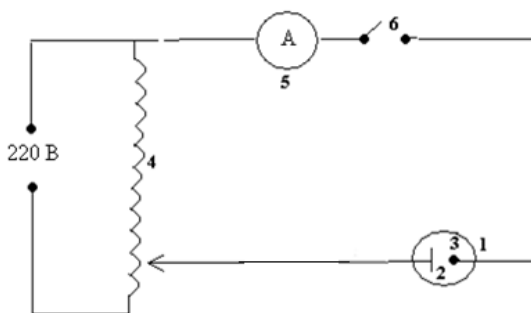
интенсивті жүруіне және электродтың пассивацияланбауына мүмкіндік береді [7-17]. Жиілігі 50 Гц айнымалы ток электролизі кезінде, электродта бағытталған реакциялар орын алып, электролиз нәтижесінде металл оксидтерінің түзілуі [18-20] жұмыстарда көрсетілген.

Ғылыми жұмыстың мақсаты – жиілігі 50 Гц өндірістік айнымалы токпен никель-титан жұбы электродтарын поляризациялау кезінде күкірт қышқылы ерітіндісіндегі никельдің электрохимиялық еруін зерттеу.

Айнымалы токпен поляризациялау арқылы никель электродын күкірт қышқылы ерітіндісінде ерітуге арналған электролиз қондырғысының жалпы көрінісі 1-суретте келтірілген.

Тәжірибелер электрод кеңістігі бөлінбеген сыйымдылығы 100 мл-лік термостатты шыны электролизерде (1) жүргізілді. Электролит ретінде күкірт қышқылы ерітіндісі пайдаланылды. Электродтар ретінде титан сымының (3) шеткі беті (ауданы $3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$) және никельден (2) жасалған (өлшемі $11,25 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$) тік бұрышты пластинкасы қолданылды. Электролизердегі электродтардың арақашықтығы 2,5 см. Электролиз ұзақтығы - 0,5 сағ. Тізбектен өткен айнымалы ток зертханалық трансформаторлар (4) (ЛАТР) көмегімен басқарылып, ток күші айнымалы ток амперметрі (5) арқылы өлшенді. Ток бойынша шығымы айнымалы токтың анодты жартылай периодына есептелінді.

Зерттеу барысында никель электродының еруінің жылдамдығына және никель сульфатының түзілуінің ток бойынша шығымына титан электродындағы ток тығыздығының ($10\text{-}300 \text{ кА/м}^2$), никель электродындағы ток тығыздығының ($50\text{-}300 \text{ А/м}^2$), күкірт қышқылы ерітіндісінің концентрациясының ($50\text{-}200 \text{ г/л}$) әсерлері зерттелінді.

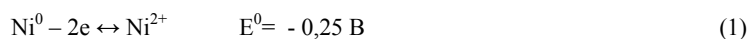


1 – электролизер, 2 – никель электроды, 3 - титан электроды, 4 - айнымалы ток көзі - ЛАТР, 5 – амперметр, 6 – кілт
1-сурет – Айнымалы токпен поляризацияланған никель электродын күкірт қышқылы ерітіндісінде электрохимиялық ерітуге арналған қондырғының принципиальды схемасы

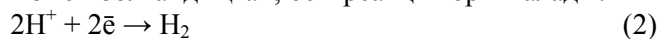
Жиілігі 50 Гц өндірістік айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі күкірт қышқылы ерітіндісінде никель электродының еруіне титан электродының ток тығыздығының әсері зерттелінді және никель электродының еру жылдамдығы есептелінді (2-сурет). Титан электродындағы ток тығыздығын $10\text{-}300 \text{ кА/м}^2$ аралығында жоғарылату барысында, никель электродының еруінің ток бойынша шығымы артады.

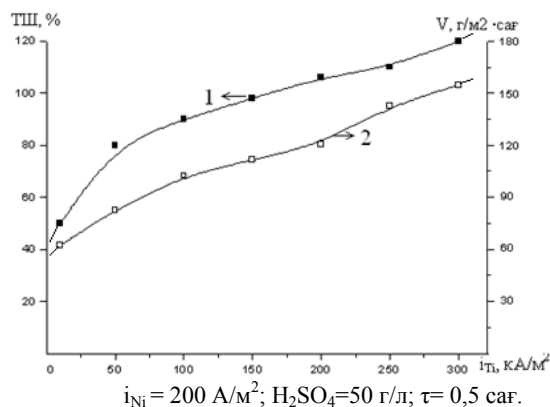
Бұл құбылысты ток тығыздығының өсуіне байланысты әртүрлі жартылай өткізгіштік қасиетке ие Ti_xO_y оксид пленкаларының түзілуімен түсіндіруге болады. Осы кезде, никельдің еру жылдамдығының максималды мәні $150 \text{ г/м}^2 \cdot \text{сағ}$ құрайды, ал еруінің ток бойынша шығымы 120 %. Никельдің еруінің ток бойынша шығымының 100 %-дан асуы, бұл металдың теріс металл ретінде күкірт қышқылында еруімен түсіндіруге болады.

Зерттеу нәтижелері поляризацияланбаған никель электроды сұйытылған күкірт қышқылы ерітіндісінде ерімейтіндігін көрсетті, тек беттік әрекеттесу ғана жүзеге асады. Никель электродын айнымалы токпен поляризациялау барысында, айнымалы токтың анодтық жартылай периодында никель тотығады:



Ал, катодтық жартылай периодта никель электродының бетінде сутегі иондарының тотықсыздану аса кернеулігі төмен болғандықтан, осы реакция орын алады:





2-сурет – Никель-титан электродтар жұбын айнымалы токпен поляризациялау кезінде никельдің еруінің ток бойынша шығымына (1) және никель электродының еру жылдамдығына (2) титан электродындағы ток тығыздығының әсері

ал, никель иондарының қайта тотықсыздануының үлесі күкірт қышқылы концентрациясы төмендеген сайын арта түседі:



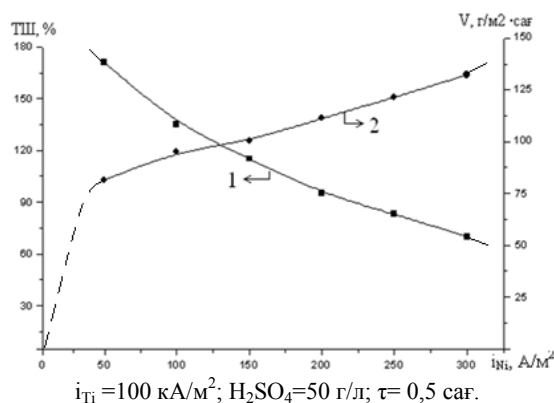
ал өте қышқылды ортада (3) реакцияның жылдамдығы үрт төмендейді.

Күкірт қышқылды ортада никель иондары сульфат- иондарымен әрекеттесіп никель сульфаты түзіледі:



Никель электроды еріп никель сульфатының түзілуі нәтижесінде электролизердегі электролит жасыл түске ие болады. Түзілген никель (II) сульфаты, металдардың бетін коррозиядан қорғаушы қаптама ретінде, металдар бетін никельдеу өндірісінде кеңінен қолданылады. Ал, өте жұқа никель қаптамалары тұрмыста және өндірісте жиі пайдаланыс тауып келеді.

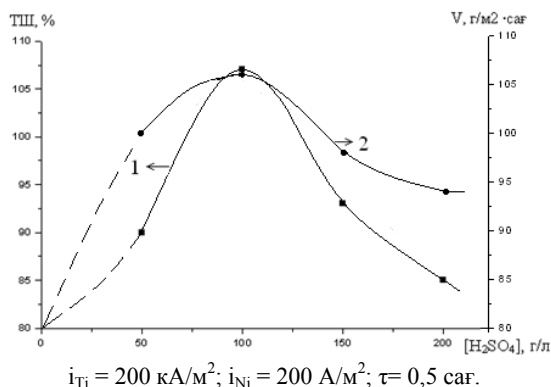
3-суретте көрсетілгендей, никель-титан электродтар жұбын айнымалы токпен поляризациялау кезінде, никельдің еру жылдамдығына және никельдің еруінің ток бойынша шығымына, никель электродындағы ток тығыздығының әсері зерттелінді. Никель электродының ток тығыздығының әсерін 50-300 А/м² интервалында өзгерткенде, никель электродының еруінің ток бойынша шығымы 160%-дан 60%-ға дейін төмендейді. Ал, никель электродындағы ток тығыздығының артуымен, никельдің еру жылдамдығы 90 г/м²·сағ-тан 135 г/м²·сағ - қа дейін артады.



3-сурет – Никель-титан электродтар жұбын айнымалы токпен поляризациялау кезінде никель сульфатының түзілуінің ток бойынша шығымына(1) және никель электродының еру жылдамдығына (2) никель электродындағы ток тығыздығының әсері

Никель-титан электродтар жұбын айнымалы токпен поляризациялау кезінде никельдің еруінің ток бойынша шығымына күкірт қышқылы ерітіндісінің концентрациясының әсері 4-суретте көрсетілген. Алынған тәуелділіктен қышқыл концентрациясының артуымен, никель электродының еру жылдамдығының оның еруінің ток бойынша шығымының мәндері максимум арқылы өтетінін көруге болады. Қышқыл концентрациясы 100 г/л-ге арттырғанда, никельдің еру жылдамдығының

және никель сульфатының түзілуінің ток бойынша шығымы максималды мәнге жетеді, ал одан ары қарай қышқыл концентрациясының артуымен ток бойынша шығым төмендейді.



4-сурет – Никель-титан электродтар жұбын айнымалы токпен поляризациялау кезінде никель сульфатының түзілуінің ток бойынша шығымына (1) және никель электродының еру жылдамдығына (2) күкірт қышқылы ерітіндісінің концентрациясының әсері

Күкірт қышқылы ерітіндісінің концентрациясының артуымен, түзілген тұздың электрод бетіне қапталуы орын алып, активті электрод бетін тұзды пассивацияға ұшыратады. Бұл жағдай, электродтың еру жылдамдығы мен никель сульфатының түзілуінің ток бойынша шығымының төмендеуіне әкеледі.

Электролизден кейін электролитті буландырып алынған тұнбаға рентгенофазалық және химиялық анализ жасалынды. Анализ нәтижелері $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ қосылысының түзілетіндігін көрсетті.

Сонымен, электролиз нәтижелері, никель-титан электродтарын жұптастырып күкірт қышқылы ерітіндісінде жиілігі 50 Гц өндірістік айнымалы токпен поляризациялау кезінде никельдің жоғары ток бойынша шығыммен никель сульфатын түзе еритіндігі анықталды. Электролиздің оңтайлы параметрлері қалыптастырылды: титан электродының ток тығыздығы $300 кА/м^2$, никель электродындағы ток тығыздығы $50 А/м^2$, күкірт қышқылы ерітіндісінің концентрациясы $100 г/л$. Айнымалы токты пайдалану арқылы тұрмыста және өндірісте кеңінен қолданылатын $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ қосылысы синтезделетіндігі анықталды.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Лидин Р.А., Молочко В.А., Андреева Л.Л. Химические свойства неорганических веществ / под ред. Р.А. Лидина. – М.: Химия, 2000. - 480 с.
- [2] Береговский В. И. Никель и его значение для народного хозяйства. – Москва: Metallurgia, 1964. - 405с.
- [3] Дрица М. Е. Свойства элементов / Справочник. под общей ред. зас. – Москва: Metallurgia, 1985. - 600с.
- [4] Самсонова Г. В. Физико-химические свойства элементов. Академия наук Украинской ССР институт проблем материаловедения / Справочник. Под ред. чл. Корр. АН УССР. – Киев: 1965. - 806с.
- [5] Кубасов В.Л. Банников В.В. Электрохимическая технология неорганических веществ/ Учеб. для техникумов хим- технол. спец. – Москва: Химия, 1989. - 288с.
- [6] Абрикосов А.А. Основы теории металлов. Учеб. руководство. – М.: Наука, 1987. – 520 с.
- [7] Бешов А. Электрохимические процессы при поляризации нестационарными токами// Известия НАН РК. Серия химия и технологии. - 2011. - №2. – С.3-23.
- [8] Бешов А. Электрохимические методы извлечения меди, халькогенов и синтеза их соединений. Алма-Ата: Наука, 1990, 108 с.
- [9] Бешов А., Бешова А.К. Электрохимические способы получения неорганических веществ. - Lambert: Academic Publishing, 2012. - 72 с.
- [10] Бекенова Г.С., Бешов А.Б. Айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі никель электродтарының тұз қышқылы ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеттері // Қ.А.Ясауи атындағы ХҚТУ хабаршысы. -2003. - №2. – 40-43 б.
- [11] Бекенова Г.С., Бешов А.Б., Қоңырбаев А.Е. Өндірістік жиіліктегі стационарлы емес токпен поляризацияланған никель электродының қышқыл ортадағы электрохимиялық еру процесін зерттеу // Қ.А. Ясауи атындағы ХҚТУ хабаршысы. – 2003. - №6. – 9-14 б.
- [12] Бешов А.Б., Бекенова Г.С., Бешова А.К., Қоңырбаев А.Е. Айнымалы асимметриялық токпен қышқыл ортада поляризацияланған никель электродының электрохимиялық қасиеттері // ҚР Ұлттық Ғылым Академиясының хабаршысы. – 2004. - №6. – 171-175 б.
- [13] Бекенова Г.С., Бешов А.Б., Қоңырбаев А.Е. Никельдің металл қалдықтарынан айнымалы токпен

поляризациялау арқылы оның неорганикалық қосылыстарын синтездеу // Изденіс. Жаратылыстану және техникалық ғылымдар сериясы. – 2004. - №1(2). – 18-21 б.

[14] Бекенова Г.С., Баешов А.Б. Азот қышқылы ерітіндісінде айнымалы токпен поляризацияланған никель электродының электрохимиялық қасиеттері // Изденіс. Жаратылыстану және техникалық ғылымдар сериясы. – 2005. - №1(2). – 18-21 б.

[15] Баешов А.Б., Бекенова Г.С., Баешова А.Қ. Нейтрал ортада никель электродын айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі электрохимиялық қасиеттері // «Е. Бөкетовтің ғылыми мұрасы» атты халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары. – Петропавл, 2005. – 122-124 б.

[16] Баешов А.Б., Бекенова Г.С., Баешова А.Қ. Нейтрал ортада айнымалы ассиметриялық токпен поляризацияланған никель электродының электрохимиялық қасиеттері // «Шоқан тағылымы - 10» атты Халықаралық ғылыми конференциясы. – Көкшетау, 2005. – 216-222 б.

[17] Бекенова Г.С., Баешов А.Б. Никель электродын айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі электрохимиялық қасиеті // «Электрохимия және катализ саласындағы инновациялық нанотехнологиялар» Халықаралық ғылыми конференциясының тезистері. – Алматы, 2006. – 54 б.

[18] A. B. Baeshov, A.S. Kadirbayeva, M. J. Jurinov. Dissolution of a copper electrode in sulfuric Acid at polarization by an industrial Alternating current. *International Journal of Chemical Science. Int. J. Chem. Sci.*: 12(3), 2014. – P. 1009-1014.

[19] Бекенова Г.С., Баешов А.Б., Орынбаева А. Никель электродын калий сульфаты ерітіндісінде айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі электрохимиялық қасиеттері // Қ.А.Ясауи атындағы ХҚТУ хабаршысы. – 2004. - №2. – 40- 43.

[20] Бекенова Г.С., Баешов А.Б., Қоңырбаев А.Е. Никель электродын калий хлориді ерітіндісінде айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі электрохимиялық қасиеттері // Промышленность Казахстана. – 2004. - №3(24). - 34-35 б.

REFERENCES

[1] Lidin R.A., Molochko B.A., Andreeva L.L. *Himicheskie svoystva neorganicheskikh veshstv*. M.: Himiya, 2000. – 480 p. (in Russ.).

[2] Beregovskii V.I. *Nikel i ego znachenie dlya narodnogo hozaystva*. – M.: Metallurgiya, 1964. – 405 p. (in Russ.).

[3] Drica M.E. *Svoystva elementov*. – M.: Metallurgiya, 1985. – 600 p. (in Russ.).

[4] Samsonova G.B. *Fiziko-himicheskie svoystva elementov*. – Kiev, 1965. – 806 p. (in Russ.).

[5] Kubasov B.L., Bannikov B.B. *Elektrohimicheskaya tehnologiya neorganicheskikh veshstv*. – M.: Himiya, 1989. – 288 p. (in Russ.).

[6] Abrikosov A.A. *Osnovi teorii metallov*. - M.: Nauka, 1987. – 520 p. (in Russ.).

[7] Bayeshov A. *Izvestiya NAS RK*. – 2011. - № 2. – P. 3-23.

[8] Bayeshov A. *Elektrohimicheskiye metodi izvlecheniya medi, halkogenov, i sinteza ih soedinenii*. Alma-Ata: Nauka, 1990, 1089 p. (in Russ.).

[9] Bayeshov A., Bayeshova A.K. *Elektrohimicheskiye sposobi polucheniya neorganicheskikh veshstv*. – Lambert: Academic Publishing, 2012. - 72 p. (in Russ.).

[10] Bekenova G.S., Bayeshov A. *HKTU habarshisi*, **2003**. - №2. – 40-43 p. (in Kazakh).

[11] Bekenova G.S., Bayeshov A., Konurbayev A.E. *HKTU habarshisi*, **2003**. - №6. – 9-14 p. (in Kazakh).

[12] Bayeshov A., Bekenova G.S., Bayeshova A.K., Konurbayev A.E. *Izvestiya NAS RK*, **2004**. - №6. – 171-175 p. (in Kazakh).

[13] Bekenova G.S., Bayeshov A., Konurbayev A.E. *Izdenis*, **2004**. - №1(2). – 18-21 p. (in Kazakh).

[14] Bekenova G.S., Bayeshov A. *Izdenis*, **2005**. - №1(2). – 18-21 p. (in Kazakh).

[15] Bayeshov A., Bekenova G.S., Bayeshova A.K. E. *Buketov conference*, **2005**. – 122-124 p. (in Kazakh).

[16] Bayeshov A., Bekenova G.S., Bayeshova A.K. *Shokan tagilimi conference*, **2006**. – 54 p. (in Kazakh).

[17] Bekenova G.S., Bayeshov A. *Konferentsiya tezisi*, **2006**. - 54 p. (in Kazakh).

[18] A. B. Baeshov, A.S. Kadirbayeva, M. J. Jurinov. *International Journal of Chemical Science. Int. J. Chem. Sci.*: 12(3), **2014**. – P. 1009-1014. (in Eng).

[19] Bekenova G.S., Bayeshov A., Orinbayeva A. *HKTU habarshisi*, **2004**. - №2. – 40-43 p. (in Kazakh).

[20] Bekenova G.S., Bayeshov A., Konurbayev A.E. *Promishlennost Kazakhstana*, **2004**. - №3(24). - 34-35 p. (in Kazakh).

РАСТВОРЕНИЕ НИКЕЛЯ ПРИ ПОЛЯРИЗАЦИИ ПЕРЕМЕННЫМ ТОКОМ В СЕРНОКИСЛОМ РАСТВОРЕ

А.Б.Баешов¹, А.С. Кадирбаева², А.К. Баешова³, М.У. Абилова⁴
bayeshov@mail.ru, altinay_aidyn2789@mail.ru, azhar_b@bk.ru, abilovs@mail.ru

Ключевые слова: электролиз, переменный ток, никель, электрод, поляризация.

Аннотация. В данной работе исследованы закономерности растворения никеля при поляризации промышленным переменным током с частотой 50 Гц пары электродов никель-титан в сернокислом растворе. Определены особенности растворения никеля в серной кислоте образующего сульфата никеля (NiSO₄) и рассмотрено влияние основных электрохимических параметров (плотность тока, концентрация электролита) на выход по току растворения никеля. С повышением плотности тока в интервале 10-300 кА/м² на титановом электроде, выход по току растворения никеля выше 100%. В этот момент максимальное значение скорости растворения никеля составляет 150 г/м²·ч. Изменение плотности тока на никелевом электроде в интервале 50-300 А/м² выход по току образование сульфата никеля снижается с 160% на 60%.

Поступила 12.03.2016 г.

**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 work described 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 originality detection service Cross Check <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](http://www.nauka-nanrk.kz)

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

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т.А. Апендиев*
Верстка на компьютере *С.К. Досаевой*

Подписано в печать 05.04.2016.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
14,25 п.л. Тираж 2000. Заказ 2.