

ISSN 2224-5286

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ХИМИЯ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ
ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ**



**SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**

3 (417)

МАМЫР – МАУСЫМ 2016 ж.

МАЙ – ИЮНЬ 2016 г.

MAY – JUNE 2016

1947 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1947 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

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:

хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әдекенов С.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғазалиев А.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ерғожин Е.Е.** (бас редактордың орынбасары); хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Пірәлиев К.Д.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баешов А.Б.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Бүркітбаев М.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жүсіпбеков У.Ж.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Итжанова Х.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Молдахметов М.З.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рахымов К.Д.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сатаев М.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Тәшімов Л.Т.**; хим. ғ. докторы, проф. **Мансұров З.А.**; техн. ғ. докторы, проф. **Наурызбаев М.К.**

Р е д а к ц и я к е ң е с і:

Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **Агабеков В.Е.** (Беларусь); Украинаның ҰҒА академигі **Волков С.В.** (Украина); Қырғыз Республикасының ҰҒА академигі **Жоробекова Ш.Ж.** (Қырғызстан); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Манташян А.А.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Туртэ К.** (Молдова); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Фарзалиев В.** (Әзірбайжан); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Халиков Д.Х.** (Тәжікстан); хим. ғ. докторы, проф. **Нараев В.Н.** (Ресей Федерациясы); философия ғ. докторы, профессор **Полина Прокопович** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Марек Сикорски** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

М. Ж. Журинов

Редакционная коллегия:

доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Адекенов**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **Е.Е. Ергожин** (заместитель главного редактора); доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **К.Д. Пралиев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Б. Бешов**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.М. Буркитбаев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.Ж. Джусипбеков**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.И. Итжанова**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.З. Мулдахметов**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **К.Д. Рахимов**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.И. Сатаев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Л.Т. Ташимов**; доктор хим. наук, проф. **З.А. Мансуров**; доктор техн. наук, проф. **М.К. Наурызбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Республики Беларусь **В.Е. Агабеков** (Беларусь); академик НАН Украины **С.В. Волков** (Украина); академик НАН Кыргызской Республики **Ш.Ж. Жоробекова** (Кыргызстан); академик НАН Республики Армения **А.А. Манташян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **К. Туртэ** (Молдова); академик НАН Азербайджанской Республики **В. Фарзалиев** (Азербайджан); академик НАН Республики Таджикистан **Д.Х. Халиков** (Таджикистан); доктор хим. наук, проф. **В.Н. Нараев** (Россия); доктор философии, профессор **Полина Прокопович** (Великобритания); доктор хим. наук, профессор **Марек Сикорски** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия химии и технологии». ISSN 2224-5286

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 №10893-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142,
Институт органического катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского,
каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail:orgcat@nursat.kz

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

Editor in chief

M. Zh. Zhurinov,
academician of NAS RK

Editorial board:

S.M. Adekenov, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Ye.Ye. Yergozhin**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK (deputy editor); **K.D. Praliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **A.B. Bayeshov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.M. Burkhitbayev**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.Zh. Zhusipbekov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Kh.I. Itzhanova**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Z. Muldakhmetov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **K.D. Rakhimov**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.I. Satayev**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **L.T. Tashimov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.A. Mansurov**, dr. chem. sc., prof.; **M.K. Nauryzbayev**, dr. eng. sc., prof.

Editorial staff:

V.Ye. Agabekov, NAS Belarus academician (Belarus); **S.V. Volkov**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **Sh.Zh. Zhorobekov**, NAS Kyrgyzstan academician (Kyrgyzstan); **A.A. Mantashyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **K. Turte**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Farzaliyev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **D.Kh. Khalikov**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **V.N. Narayev**, dr. chem. sc., prof. (Russia); **Pauline Prokopovich**, dr. phylos., prof. (UK); **Marek Sikorski**, dr. chem. sc., prof. (Poland)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.
ISSN 2224-5286

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 10893-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

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

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

Editorial address: Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry named after D. V. Sokolsky
142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22,
e-mail: orgcat@nursat.kz

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 416 (2016), 109 – 113

**DISSOLUTION OF BISMUTH IN WATER SOLUTIONS OF NITRIC ACID AT
POLARIZATION BY ASYMMETRICAL CURRENT****B.S. Abzhalov¹, A.B. Baeshov², S.A. Jumadullayeva¹, M.O. Altinbekova¹,
R.T. Abdivaliev¹, U.A. Abduvaliyeva²**¹Khoja Ahmet Yassawi Kazakh-Turkish international university, Turkistan, Kazakhstan;²Institute of fuel, catalysis and electrochemistry named after D.V. Sokolsky, Almaty, Kazakhstan
e-mail: bagdat.abzhalov@ayu.edu.kz**Keywords:** bismuth, alternating current, polarization, electrolysis**Abstract:** The purpose of work was research of electrochemical behavior of bismuth in water solutions of nitric acid at polarization by asymmetric alternating current. Researches were conducted by means of specially made equipments allowing to regulate correlation of amplitudes anodic and cathode semiperiods of alternating current. In the work electrochemical dissolution of bismuth in water solution of nitric acid at polarization is studied by asymmetric alternating current.Influence of anodic and cathode constituents is considered on electrodisolution of metal. It is shown that the anodic and cathode semiperiods of alternating current render considerable influences on an exit on the current of dissolution of the bismuth electrode. It is installed that, bismuth electrode opens forming ions Bi (III). It is certain that, at correlation of amplitudes anodic and cathode semiperiods (i_k/i_{an}) equal 0,2, an exit on the current of dissolution of Bi arrives at a maximal value and is 53,7 %, and at correlation of i_k/i_{an} equal 1 - 1,6%.

ӘОЖ 541.13

**АЗОТ ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ СУЛЫ ЕРІТІНДІЛЕРІНДЕ
СИММЕТРИЯЛЫ ЕМЕС
ТОҚПЕН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАНҒАН ВИСМУТТЫҢ ЕРУІ****Б.С. Абжалов¹, А.Б. Баешов², С.А. Джумадуллаева¹,
М.О. Алтынбекова¹, Р.Т. Абдивалиев¹, У.А. Абдувалиева²**¹Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан,²«Д.В. Сокольский атындағы Жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан.**Түйін сөздер:** висмут, симметриялы емес айнымалы тоқ, поляризация, электролиз.**Аннотация.** Жұмыстың мақсаты азот қышқылының сулы ерітінділерінде симметриялы емес айнымалы тоқпен поляризацияланған висмуттың электрохимиялық қасиеттерін зерттеу. Зерттеулер айнымалы тоқтың анодтық және катодтық жартылай периодтарындағы амплитудаларының арақатысын өзгертіп отыруға мүмкіндік беретін арнайы жасалған құрылғы көмегімен жүргізілді. Жұмыста азот қышқылының сулы ерітіндісінде симметриялы емес айнымалы тоқпен поляризациялау кезіндегі висмуттың электрохимиялық еруі зерттелген. Висмут электродының еруінің тоқ бойынша шығымына айнымалы тоқтың анодтық және катодтық жартылай периодтарының елеулі әсер ететіндігі көрсетілген. Висмут электродының Bi (III) иондарын түзе ерітіндігі анықталған. Катод пен анод жартылай периодтарының амплитудаларының ара қатынасы (i_k/i_a) 0,2-ге тең болғанда, висмуттың еруінің тоқ бойынша шығымы максималды мәнге жетіп 53,7 %, ал i_k/i_a ара қатынасы 1-ге тең болғанда – 1,6 % тең болатыны анықталды.Көптеген металдардың айнымалы тоқпен поляризациялау кезінде ерітіндігі белгілі [1-7].
Әртүрлі формадағы айнымалы тоқтармен поляризациялау кезіндегі металдардың электрохимия-

лық қасиеттерін зерттеуге бағытталған жұмыстарда, тұрақты токпен поляризациялау кезінде байқалмайтын спецификалық ерекшеліктер байқалған. Металды айнымалы токпен поляризациялау кезінде көбіне қышқыл ортада оның төменгі валентті формасында еритіні негізгі ерекшелік болып табылады. А.Б. Баешов және қызметтестерінің еңбектерінде [5; 8-11] осындай құбылыс титан, мыс, темір, хром және т.б. электродтарды айнымалы токпен поляризациялау кезінде байқалған.

Көпшілік жағдайда электрохимиялық ұяшық арқылы синусоидалы айнымалы ток өткізгенде бағытталған үдерістердің жүруі іс жүзінде байқалмайды, өйткені катодтық жартылай периодта тотықсызданған өнім анодтық жартылай периодта қайтадан тотығуы тиіс немесе керісінше. Бірақ, электролиз жағдайына, электрод материалына және т.б. жағдайларға байланысты, анодтық жартылай периодта қайтадан тотығуы тиіс немесе керісінше, бағытталған электрохимиялық реакцияның қарқынды жүруі мүмкін.

Вентильдік қасиет көрсететін металдарда катодтық жартылай периодтың электродтың тотығу үдерістеріне әсер ететіндігі анықталған. Бұл металдардың тұрақты токпен поляризациялау кезінде іс жүзінде ерімейтіндігін ескерсек, айнымалы токпен поляризацияланғанда катодтық жартылай периодта металл бетіндегі оксидтік қабаттың тотықсыздану үдерісі жүріп, ол анодтың жартылай периодта металдың еруіне мүмкіндік туғызады.

Бейорганикалық қышқылдардың және тұздардың сулы ерітінділерінде өндірістік жиіліктегі айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі висмут электродының электрохимиялық қасиеттері зерттелген [8-9; 11]. Бұл кезде висмут электродының да анодтық жартылай периодта белсенді еруін байқауға болады.

Қазақстан Республикасында айнымалы ток қатысындағы металдардың электрохимиясы бағытында ауқымды зерттеулер жүргізіп келе жатқан профессор А.Б. Баешов шәкірттерімен бірге жасаған еңбектерінде айнымалы токпен поляризациялағанда, электродтардың сулы ерітінділердегі тотығу-тотықсыздану үдерістері тұрақты токпен салыстырғанда басқаша механизммен жүретіні анықталған [5; 8-11].

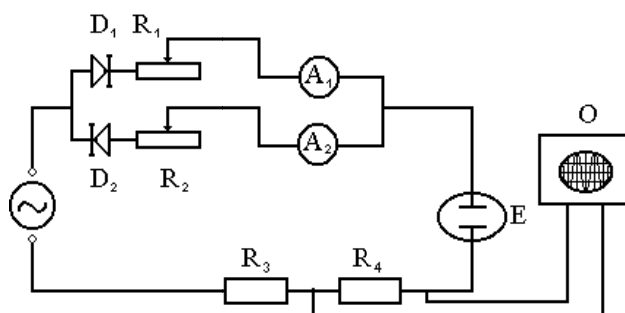
Отандық және шетелдік әдебиеттерде висмуттың электрохимиялық қасиеттері жөнінде біршама мәліметтер табуға болады [12-20]. Бұл әдеби мәліметтерден висмут электродының айнымалы ток қатысындағы электрохимиялық қасиеті жөнінде кездеспейтіндігін байқауға болады.

Осыған орай, зерттеу жұмысымызда висмут электродының азот қышқылының сулы ерітінділеріндегі электрохимиялық қасиеті симметриялы емес айнымалы токпен поляризациялау арқылы зерттелді. Висмут электродының еру үдерісіне айнымалы токтың анодтық және катодтық құрамының жекелей әсерлері қарастырылды.

Тәжірибе әдістемесі

Азот қышқылы ерітіндісінде висмут электродының электрохимиялық қасиетіне симметриялы емес айнымалы токтың әсері зерттеліп, металдың еру үдерісіне айнымалы токтың анодтық және катодтық жартылай периодтарындағы токтар амплитудасының әсерлері қарастырылды.

Зерттеу жұмыстары айнымалы токтың симметриясын – екі жартылай периодтарындағы токтар амплитудаларының арақатысын өзгертуге мүмкіндік беретін, диодтар мен кедергілерден тұратын арнайы қондырғыда жүргізілді (сурет 1). Ол айнымалы ток симметриясын бір жартылай периодпен тұрақты ұстай отырып екінші жартылай периодының амплитудасын баяу өзгертуге мүмкіндік беретін диодтар мен кедергілер жүйесінен тұрады. Токтың жеке құрауыштарын баяу реттеу бір жартылай периодтағы ток шамасы тұрақты болғандағы екіншісі жартылай периодтағы ток шамасының висмут электродының еруінің ток бойынша шығымына тәуелділігін анықтауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, алдыңғы зерттеулер көрсеткеніндей айтарлықтай ерекшеленетін тұрақты және стационарлы емес токтар электролизі кезіндегі алынған нәтижелерді де салыстыруға мүмкіндік береді. Электродтар ретінде – висмут пластинкасы және көмекші электрод ретінде графит қолданылды. Анод және катод жартылай периодтарындағы токтарының қатынасы, осциллографтың және амперметрлер көмегімен анықталды. Висмуттың еруінің ток бойынша шығымы стационарлы емес токтың анод жартылай периодына есептелінді. Айнымалы токтың бір жартылай периодындағы токтың амплитудасының мәнін тұрақты ұстап ($i=100 \text{ А/м}^2$), ал екіншісінің мәнін $0-100 \text{ А/м}^2$ аралығында өзгерте отырып, висмут электродының еруінің ток бойынша шығымына әсері зерттелді. Мұндағы, $i_k/i_a=1,0$ кезінде тізбектегі ток симметриялы айнымалы ток болып табылады.

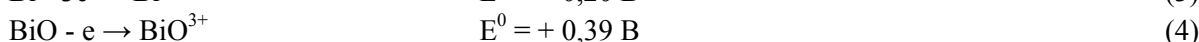
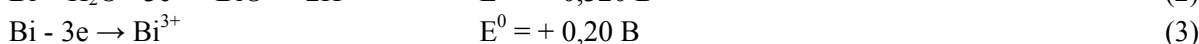
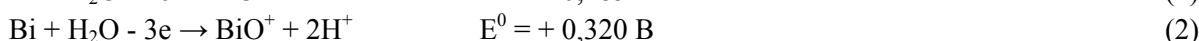
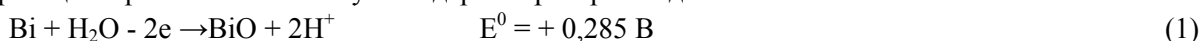


Сурет 1 – Симметриялы емес токтарды алуға арналған қондырғының схемасы: D_1, D_2 – диодтар, R_1, R_2 – резисторлар (реттелетін кедергілер), R_3, R_4 – резисторлар (тұрақты кедергілер), A_1, A_2 – амперметрлер, E – электролизер, O – осциллограф

Нәтижелер және оларды талдау

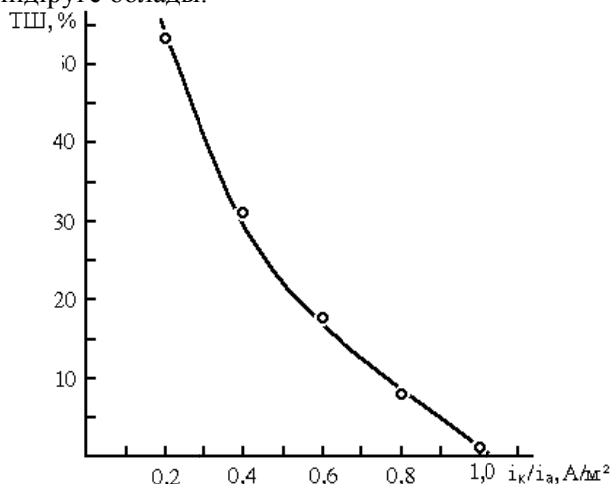
Висмут электродының азот қышқылы ерітіндісіндегі электрохимиялық еруіне симметриялы емес айнымалы токтың әсері зерттеліп, металдың еру үдерісіне айнымалы токтың анодтық және катодтық токтар амплитудасының әсерлері зерттелді.

Анодтық жартылай периодтағы токтың мәнін тұрақты ұстап ($i_a=100 \text{ A/m}^2$), катодтық жартылай периодтағы токтың мәнін $0-100 \text{ A/m}^2$ аралығында өзгерткенде, анод жартылай периодында металл 1-4 реакциялары бойынша висмут иондарын түзе ери алады:

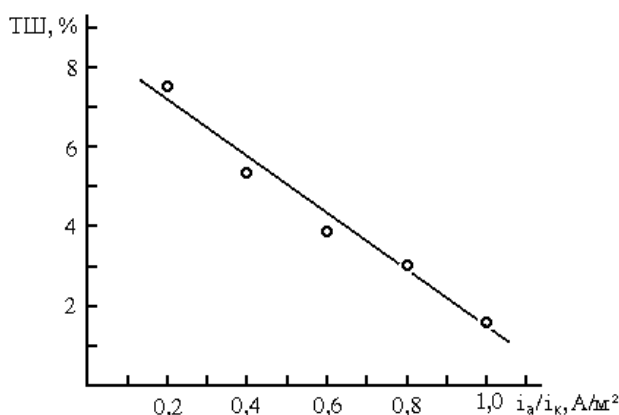


Біздің бұрынғы зерттеулеріміз висмут негізінен үш валентті иондар түзе еритіндігін көрсетті.

Висмуттың еруінің тоқ бойынша шығымының мәні 2-суреттен көрініп тұрғандай $i_k/i_a=0,2$ болғанда максималды мәнге ие. Бұл кездегі тоқ бойынша шығым 53,7 %-ға тең. Катодтық жартылай периодтағы ток мәнінің біртіндеп жоғарылауымен тоқ бойынша шығым 1,6 %-ға дейін төмендейді. Бұл құбылысты, катод жартылай периодындағы токтың өсуіне байланысты түзілген висмут иондарының қайта тотықсыздануымен түсіндіруге болады. Катодтық жартылай периодтағы токтың мәнін тұрақты ұстап ($i_k=100 \text{ A/m}^2$), анодтық жартылай периодтағы токтың мәнін $0-100 \text{ A/m}^2$ аралығында өзгерткенде, анодтық ток шамасының артуымен, висмуттың еруінің тоқ бойынша шығымы төмендейтіндігі анықталды (сурет 3). Мұны, тізбектен өткен симметриялы емес токтың анодтық жартылай периодының үлесінің азаюына байланысты висмут электродының еру үдерісінің кемуімен түсіндіруге болады.



Сурет 2 – Жиілігі 50 Гц айнымалы токпен поляризациялағанда i_k/i_a токтары амплитудалары арақатысының висмуттың еруінің ТШ-ына әсері: $i_a=100 \text{ A/m}^2$; $\tau = 30 \text{ мин}$; $C(\text{HNO}_3) = 1,0 \text{ M}$



Сурет 3 – Айнымалы токпен поляризациялағанда i_a/i_k токтары арақатысының висмуттың еруінің ТШ-ына әсері: $i_k=100 A/m^2$; $\tau = 30$ мин; $C(HNO_3) = 1,0 M$

Сонымен, азот қышқылды ортада симметриялы емес айнымалы токпен поляризацияланған висмут электродының еруіне анодтық және катодтық жартылай периодтардың елеулі әсер ететіндігі анықталды. Анодтық және катодтық жартылай периодтардағы ток мәнінің өсуі висмут электродының еруінің ток бойынша шығымының төмендеуіне әкелетіндігі көрсетілді.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Михайловский Ю.Н. Электрохимический механизм коррозии металлов под действием переменного тока // Журнал физ. химии. – 1963. – Т. 37, № 1. С. 132-137.
- [2] Дунаев Ю.Д. Нерастворимые аноды из сплава на основе свинца. – Алма-Ата: Наука Каз ССР, 1978. – 256 с.
- [3] Костин Н.А., Кублановский В.С., Заблудовский В.А. Импульсный электролиз. АН УССР Института общей и неорганической химии. Киев: Наукова думка, 1989, 169 с.
- [4] Костин Н.А., Кублановский В.С. Оптимизация параметров анодного тока при нестационарном электролизе // Докл. АН УССР. – 1982. – №11. – С. 48-52.
- [5] Башов А.Б., Букетов Г.К., Рустембеков К.Т. Электрохимическое поведение титана при поляризации переменным током //Сб. «Термодинамика и кинетика технологических процессов». Караганда: КарГУ, 1992. С. 66.
- [6] Шульгин Л.П. Электрохимические процессы на переменном токе. – Л.: Наука, 1974. – 70 с.
- [7] Диденко А.Н., Лебедев В.А., Образцов С.В. и др. Интенсификация электрохимических процессов на основе несимметричного переменного тока //Интенсификация электрохимических процессов в гидрометаллургии: сб. науч. тр. / отв. ред. А.П. Томилов. – М.: Наука, 1988. – С. 189-195.
- [8] Башов А.Б., Абжалов Б.С., Мамырбекова А.К., Башова А.К. Азот қышқылы ерітіндісінде висмут электродының өндірістік жиіліктегі айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі электрохимиялық қасиеті // ҚР ҰҒА Хабаршысы. – Алматы: 2005. №4. - 57-60 б.
- [9] Абжалов Б.С., Башов А.Б., Мамырбекова А.К. Поведение висмута в серноокислом растворе при поляризации промышленным переменным током // Вестник КазНУ. Сер. хим. – 2004. – № 1(33). – С. 91-94.
- [10] Башов А.Б., Джунусбеков М.М. и др. Исследование растворения хрома в водных растворах при поляризации несимметричным переменным током //Промышленность Казахстана. – 2001. – №1(4) – С. 113-116.
- [11] Абжалов Б.С., Башов А.Б., Жұмаділлаева С.А., Алтынбекова М.О. Висмуттың еруін күкірт қышқылының сулы ерітінділерінде симметриялы емес айнымалы токпен поляризациялау арқылы зерттеу // ҚР ҰҒА Хабарлары. – 2015. – №1. 15-18 б.
- [12] Гамбург И.Д., Молодов А.И. Исследование кинетики быстрой первой стадии ионизации висмута импульсным гальваностатическим методом с реверсированием тока // Электрохимия. – 1991. – Т. 27, № 9. – С. 1203-1207.
- [13] Lovrecek V., Mekjavic I. Bismuth recovery of Oroya. The annual Meeting of the ALME // Electrochim acta. – 1969. – № 14. – Р. 301.
- [14] Городецкий В.В., Аленина А.Г., Лосев В.В. Механизм разряда-ионизации висмутвого электрода // Электрохимия. – 1969. – Т. 5. – С. 227.
- [15] Кузнецов Ю.И., Решетников С.Ю. Анионная активация висмута в водных растворах // Электрохимия. – 1991. – Т. 27, № 1. – С. 64-68.
- [16] Копистко О.А., Грушина Н.В. Электродные процессы на твердом висмуте в концентрированных серноокислых растворах. – М., 1984. – С. 84-87. – Деп. в ВИНТИ 12.07.84, № 49.
- [17] Козин Л.Ф., Копистко О.А. Кинетика и механизм разряда и ионизации висмута в концентрированной серной кислоте // Укр. хим. журн. – 1984. – Т. 50, № 5. – С. 501-506.
- [18] Даушева М.Р., Сонгина О.А. Поведение суспензий труднорастворимых веществ на электродах // Успехи химии. – 1973. – Т. 22. – С. 323-341.
- [19] Грама И.Д., Ватаман И.И. Электровосстановление висмута (III) из хлоридных растворов хиолина // Электрохимия. – 1984. – Т. 20, № 2. – С. 229-232.

[20] Копистко О.А., Грушина Н.В., Чесноков А.П. Двухимпульсный гальваностатический метод в исследовании кинетики электродных реакций висмута на твердом висмутовом электроде в хлоридных растворах // Вестник АН Казахской ССР. – 1983. – № 11. – С. 17-25.

REFERENCES

- [1] Mikhaylovsky Yu.N. Electrochemical the mechanism of corrosion of metals under the influence of alternating current//The Journal Physical Chemistry, 1963. Т. 37, No. 1. P. 132-137.
- [2] Dunayev Yu.D. Insoluble anodes from an alloy on the basis of lead. – Alma-Ata: Science Kaz SSR, 1978. P. 256.
- [3] Kostin N.A., Kublanovsky V.S., Zabludovsky V.A. The Pulse electrolysis. AN USSR Institute general and inorganic chemistry. The Kiev: Naukova dumka, 1989, 169 s.
- [4] Kostin N.A., Kublanovskiy V.S. The Optimization parameter anode current at a stationary electrolysis. Reports AS USSR. 1982. 11. P. 48-52.
- [5] Bayeshov A.B., Bucketov G.K., Rustembekov K.T. Electrochemical behaviour of titanium at polarizations by alternating current //Sb. "Thermodynamics and kinetics of the technological processes".Karaganda: KarGU, 1992. P. 66.
- [6] Shulgin L.P. Electrochemical processes on alternating current. L.: Science, 1974. 70 P.
- [7] Didenko A.N., Lebedev V.A., Obrazcov S.V. and others. Intensivical Electrochemical of the processes on base of asymmetrical alternating current. Intensivical Electrochemical of the processes in hydrametallurgy: sb. science. tr. A.P. Tomilov. M.: Science, 1988. P. 189-195.
- [8] Bayeshov A.B., Abzhalov B.S., Mamyrbekova A.K., Bayeshova A.K. Electrochemical behaviour bismuth electrode at polarization by alternating current by industrial frequency in solution of the nitric acid// Herald NSA RK. Almaty: 2005. №4.P.57-60.
- [9] Abzhalov B.S., Bayeshov A.B., Mamyrbekova A.K. The Behaviour of bismuth in sulfuric solution at polarizations by industrial alternating current. Herald KazNU. Ser. him. 2004. 1(33), P. 91-94.
- [10] Bayeshov A.B., Dzhunusbekov M.M. and others Study of the dissolution of chromium in water solution at polarizations by asymmetrical alternating current. Industry Kazakhstan. 2001. 1(4), P. 113-116.
- [11] Abzhalov B.S., Bayeshov A.B., Dzhumadullayeva S.A., Altynbekova M.O. Research of dissolution of bismuth in water solutions of sulfuric acid at polarizatsy asymmetric alternating current//News of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. 2015. №1, P. 15-18.
- [12] Hamburg I.D., Molodov A.I. Research of kinetics of a fast first stage of ionization of bismuth by a pulse galvanostatic method with a current reversal//Electrochemistry, 1991, Т. 27, № 9, P. 1203-1207.
- [13] Lovrecek B., Mekjavic I. Bismuth recovery of Oroya. The annual Meeting of the ALME // Electrochim acta. – 1969. – № 14. – P. 301.
- [14] Gorodetsky V. V., Alenina A.G., Losev V. V. Mekhanizm of the category ionization of a bismuthic electrode//Electrochemistry. 1969, Т. 5, P. 227.
- [15] Kuznetsov Yu.I., Reshetnikov S.Yu. Anionnaya activation of bismuth in water solutions//Electrochemistry. 1991, Т. 27, №1, P. 64-68.
- [16] Kopistko O. A., Grushina N. V. Electrode processes on solid bismuth in the concentrated sulfate solutions. – M., 1984, P. 84-87. – Depp. in VINITI 12.07.84, №. 49.
- [17] Kozin L.F., Kopistko O. A. Kinetika and the mechanism of the category and ionization of bismuth in the concentrated sulfuric acid//Ukr. Chemical Journal, 1984, Т. 50, №5, P. 501-506.
- [18] Dausheva M.R., Songina O. A. Behavior of suspensions of almost insoluble substances on electrodes//Achievements of chemistry, 1973. Т. 22, P. 323-341.
- [19] Grama I.D., Vataman I.I. Bismuth electrorestoration (III) from chloride solutions of quinoline//Electrochemistry, 1984. Т. 20, №2, P. 229-232.
- [20] Kopistko O. A., Grushina N.V., Chesnokov A.P. A two-pulse galvanostatic method in research of kinetics of electrode reactions of bismuth on a firm bismuthic electrode in chloride solutions//the AN Bulletin Kazakh the SSR, 1983. №11, P. 17-25.

**РАСТВОРЕНИЕ ВИСМУТА В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ
ПРИ ПОЛЯРИЗАЦИИ НЕСИММЕТРИЧНЫМ ТОКОМ**

Б.С. Абжалов¹, А.Б. Баешов², С.А. Джумадуллаева¹, М.О. Алтынбекова¹, Р.Т. Абдивалиев¹, У.А. Абдувалиева²

¹Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави;

²АО «Институт органического катализа и электрохимии имени Д.В. Сокольского», Алматы, Казахстан

Ключевые слова: висмут, несимметричный переменный ток, поляризация, электролиз.

Аннотация. Целью работы явилось исследование электрохимического поведения висмута в водных растворах азотной кислоты при поляризации несимметричным переменным током. Исследования проводились с помощью специально изготовленного устройства, позволяющего регулировать соотношение амплитуд анодного и катодного полупериодов переменного тока. В работе изучено электрохимическое растворение висмута в водном растворе азотной кислоты при поляризации несимметричным переменным током. Рассмотрено влияние анодных и катодных составляющих на электрорастворение металла. Показано, что анодные и катодные полупериоды переменного тока оказывают значительное влияние на выход по току растворения висмутового электрода. Установлено, что висмутовый электрод растворяется, образуя ионы Вi (III). Определено, что когда соотношение амплитуд анодного и катодного полупериодов (i_k/i_a) равно 0,2, то выход по току растворения висмута достигает максимального значения и составляет 53,7 %, а при соотношении i_k/i_a равной 1 – 1,6 %.

Поступила 23.05.2016 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 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.