

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**

4 (412)

ШІЛДЕ – ТАМЫЗ 2015 ж.

ИЮЛЬ – АВГУСТ 2015 г.

JULY – AUGUST 2015

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. Башов**; 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://наука-нанрк.kz / chemistry-technology.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

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. Burkibayev**, 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, 2015

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 4, Number 412 (2015), 18 – 23

**REGULARITY OF ELECTROCHEMICAL DISSOLUTION
OF COPPER AT POLARIZATION BY ASYMMETRICAL
ALTERNATING CURRENT IN ACIDIC MEDIUM**

A. B. Baeshov, B. E. Myrzabekov, N. S. Ivanov

D. V. Sokolsky Institute of Organic Catalysis & Electrochemistry, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: myrzabekbegzat@mail.ru

Keywords: copper, alternating current, oscilloscope, electrochemistry, electrolysis.

Abstract. In the paper the effect of the amplitude ratio of anodic and cathodic half-cycles in the regularity of electrochemical dissolution of copper at alternating current polarization in acidic medium (H_2SO_4 and HCl) is studied. Research works were carried out at the installation of special scheme that consisted of a diode and a resistance, and gave the opportunity to obtain symmetric and asymmetric alternating current with the desired ratio of the two half periods of the alternating current. In the course of research the oscillograms were recorded at the oscilloscope "LODESTAR MOS-640CH", on that it was the ability to fix the different amplitudes of asymmetric alternating current passing through electrochemical circuit. It is found that in the sulfuric acid solution the maximum yield by current efficiency (133,0%) is observed at polarization with a pulse anodic current, and at interaction of the ions passing to solution of copper (II) sulfate with the sulfate-ions of copper a sulfate of copper with a blue color is formed. It is shown that in studies in hydrochloric acid, maximum yield by current efficiency of dissolution of copper is reached to 99,2%.

УДК 541.13

**АСИММЕТРИЯЛЫ АЙНЫМАЛЫ ТОКПЕН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАНҒАН
МЫС ЭЛЕКТРОДЫНЫҢ ҚЫШҚЫЛ ЕРІТІНДІЛЕРІНДЕГІ
ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ**

А. Б. Баешов, Б. Э. Мырзабеков, Н. С. Иванов

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

Тірек сөздер: мыс, айнымалы ток, осциллограф, электрохимия, электролиз.

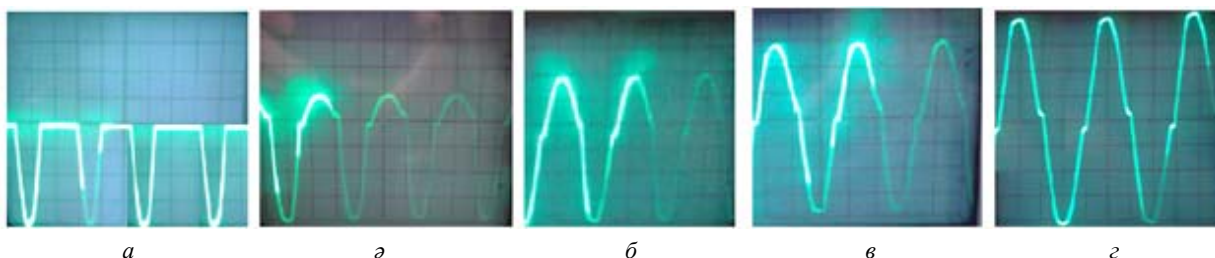
Аннотация. Мақалада, қышқылды ортада (H_2SO_4 және HCl) айнымалы токпен поляризацияланған мыс электродының еруіне асимметриялы айнымалы токтың катод және анод амплитудасы мәндерінің әртүрлі ара қатынасының әсерлері зерттелінді. Зерттеу жұмыстары айнымалы токтың симметриясын – екі жартылай периодтарының арақатынасын өзгертуге мүмкіндік беретін, диодтар мен кедергілерден тұратын, арнайы схемамен жасалынған қондырғыда жүргізілді. Зерттеу жұмыстарының барысында тізбектен өтіп жатқан асимметриялы айнымалы токтың әртүрлі амплитудаларын көрсетуге мүмкіндік беретін «LODESTAR MOS-640CH» - осциллограф қондырғысы арқылы, осциллограммалар түсірілді. Күкірт қышқылы ерітіндісінде мыстың еруінің ең жоғарғы ток бойынша шығымы, тізбектен импульсті анодты ток өткен кезде байқалып, оның мәні сәйкесінше – 133,0%-ды құрайтындығы және ерітіндіге өткен мыс (II) иондары сульфат-иондарымен әрекеттесіп көк түсті мыс сульфаты ерітіндісі түзілетіндігі анықталды. Тұз қышқылында жүргізілген зерттеулерде мыс электроды бір валентті иондар түзе еріп, оның максималды ток бойынша шығымы – 99,2%-ға жететіндігі анықталды.

Электродтық үрдістердің ерекшелігін зерттеу барысында стационарлы емес токтың әртүрлі формаларын қолдану арқылы ерітінділерде түрлі электрохимиялық реакцияларды жүзеге асыруға болады. Бұндай зерттеулер катодты және анодты поляризация кезінде жүріп жатқан бағытталған реакциялардың механизмін жете зерттеуге сонымен қатар жаңа, тиімді технологиялық әдістерді іске асыруға мүмкіндік береді. Қазіргі кезде стационарлы емес токтың көптеген түрлері белгілі. Бірақ, осы аталған ток түрлерімен көптеген металдардың сулы ерітінділердегі электрохимиялық қасиеттері, еру механизмдері толық зерттелінбеген, осыған орай бұл бағытта зерттеу жұмыстарын жүргізу үлкен қызығушылық тудырып отыр.

Мыстың химиялық, электрохимиялық және т.б. қасиеттері осы уақытқа дейін әртүрлі сулы және органикалық ерітінділерде жан-жақты жақсы зерттелінген [1-11].

Біздің зерттеу жұмысымызда алғаш рет қышқылды ерітінділерде мыс электродының электрохимиялық қасиеті асимметриялы айнымалы токпен поляризациялау арқылы зерттелді. Мыстың еру үрдісіне асимметриялы айнымалы токтың әр жартылай периоды амплитудасының әсерлері қарастырылды. Зерттеу жұмыстарының барысында тізбектен өтіп жатқан асимметриялы айнымалы токтың әртүрлі амплитудаларын «LODESTAR MOS-640CH» - осциллограф қондырғысы арқылы түсіріліп, осциллограммалары көрсетілді.

Зерттеу жұмыстары айнымалы токтың симметриясын – екі жартылай периодтарының арақатынасын өзгертуге мүмкіндік беретін, диодтар мен кедергілерден тұратын, арнайы қондырғыда жүргізілді. Электродтар ретінде – мыс пластинкасы мен көмекші электрод ретінде графит қолданылды. Анод және катод токтарының қатынасы осциллографтың (1, 4-сурет) көмегімен және амперметрмен анықталды. Айнымалы токтың бір жартылай периодындағы токтың амплитудасының мәні тұрақты ұстап ($i = 1000 \text{ A/m}^2$), екіншісінің мәнін $0-1000 \text{ A/m}^2$ аралығында өзгерте отырып, мыс электродының еруінің ток бойынша шығымы зерттелінді.

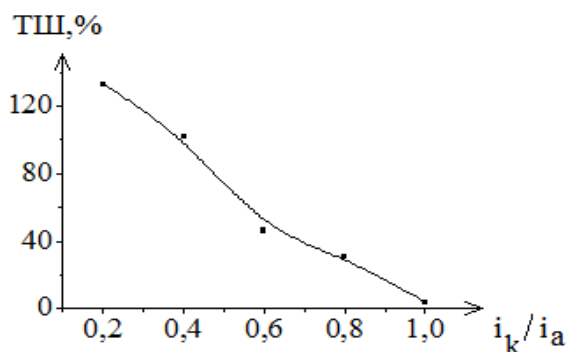


1-сурет – Мыс-графит электродтар жұбын айнымалы токпен поляризациялау кезінде анодты жартылай периодта токтың амплитудасы тұрақты болып ($i_a = 1000 \text{ A/m}^2$) катодты жартылай периодтың әртүрлі амплитудаларында түсірілген осциллограммалар

Күкірт қышқылы ерітіндісінде мыстың еруінің ток бойынша шығымына катодты жартылай периодтағы ток мәнінің әсері 2-суретте келтірілген. Әр зерттеулер сайын катодты ток амплитудасының шамасы жоғарылатылып отырылды, ал анодты ток амплитуда шамасының мәні тұрақты ұсталынды. 2-суретте келтірілген «1» дегеніміз, тізбектегі токтың симметриялы айнымалы ток екендігін білдіреді, (яғни, анод және катод жартылай период токтарының мәні бір-бірімен тең) бұл 1-суреттің г-осциллограммасында келтірілген.

$$i_a = 1000 \text{ A/m}^2, [\text{H}_2\text{SO}_4] = 0,5 \text{ M}, \tau = 0,5 \text{ сф.}, t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

2-сурет – Күкірт қышқылы ерітіндісінде катодты және анодты жартылай периодтағы (i_k/i_a) токтар амплитудасы мәндерінің ара қатынасының мыс электродының еруінің ток бойынша шығымына әсері



Алынған мәліметтерден, катодты жартылай периодтың анодты жартылай периодтағы процесстерге елеулі әсер ететінін көреміз. Анодты импульсті ток кезінде (1-суреттің а-осциллограммасы), мыстың еруінің ток бойынша шығымы 133,0%-ды құрады. Ары қарай катодты жартылай периодтағы ток мәнінің өсуі, мыс электродының еруінің ток бойынша шығымының төмендеуіне әкеледі (2-сурет). Анод және катод жартылай период амплитудаларының мәні бірге тең болғанда ТШ – 3,9% тең.

Төменгі (i_k/i_a) мәндерінде металл еруінің ТШ-ның 100% асуы, мыс электродының түзілген мыс (II) иондарымен химиялық әрекеттесуі нәтижесінде іске асады:



Айнымалы токтың анодты жартылай периодында болған мыс электроды төменгі реакциялар бойынша өзінің бір және екі валентті иондарын түзе ери алады:



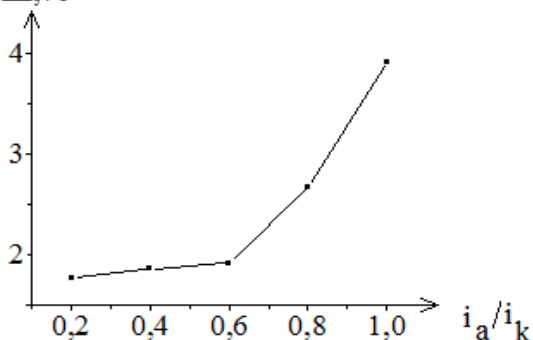
Бірақ айта кету керек, бір валентті мыс иондары күкірт қышқылы ерітіндісінде тұрақсыз. Ерітіндіге өткен мыс (II) иондары сульфат иондарымен әрекеттесіп көк түсті мыс сульфаты ерітіндісі түзіледі:



Анодты жартылай периодтағы ток амплитудасының, күкірт қышқылы ерітіндісіндегі мыс электродының еруінің ток бойынша шығымына әсері 3-суретте көрсетілген. Бұл кезде катодты жартылай периодтағы токтың мәні тұрақты болып (1000 A/m^2), анодты жартылай периодтағы токтың мәні $0-1000 \text{ A/m}^2$ аралығында өзгертіліп отырды. Алынған мәліметтердің нәтижесінде, тізбектен катодты импульсті ток өткен кезде (4-суреттің а'-осциллограммасы), яғни анодты жартылай периодтағы токтың мәні нөлге тең болған кезде, мыстың еруінің ТШ – 1,8%. Анодты жартылай периодтағы токтың мәнінің өсуі нәтижесінде, мыс электродының еруінің ток бойынша шығымы аздап өсіп, симметриялы айнымалы ток кезінде, демек, $i_a/i_k = 1$, (4-суреттің г'-осциллограммасы) мыстың еруінің ТШ 3,9%-ды ғана құрады.

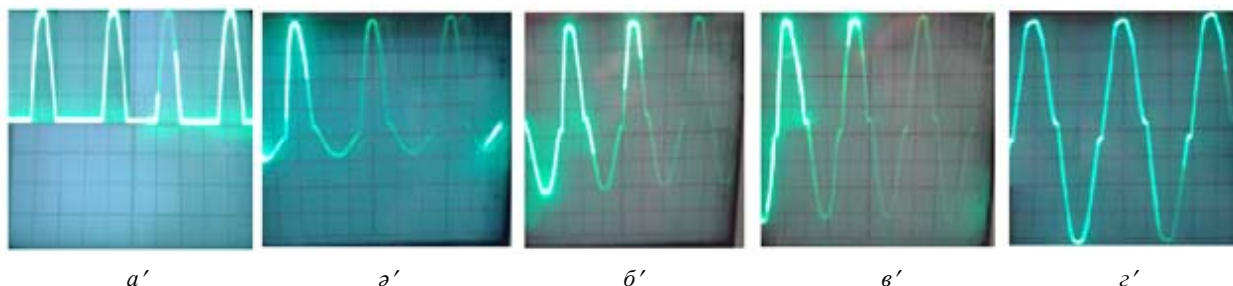
Мыстың еруінің ТШ, анодты жартылай периоды бойынша есептелгендіктен, оның ең үлкен мәндері – анодты жартылай периодтағы токтың мәндері жоғары болған кезде байқалады.

ТШ, %



$i_k = 1000 \text{ A/m}^2$, $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 0,5\text{M}$, $\tau = 0,5 \text{ с.ғ.}$, $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$

3-сурет – Күкірт қышқылы ерітіндісінде анодты және катодты жартылай периодтағы (i_a/i_k) токтар амплитудасы мәндерінің ара қатынасының мыс электродының еруінің ток бойынша шығымына әсері



4-сурет – Мыс-графит электродтар жұбын айнымалы токпен поляризациялау кезінде анодты жартылай периодтың әртүрлі амплитудаларында түсірілген осциллограммалар

Келесі зерттеулерімізде, асимметриялы айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі мыс электродының тұз қышқылы ерітіндісінде еруі зерттелінді. Айнымалы, тұрақты токтардың әсерімен аталған ортада және хлоридті ерітінділерде мыс электродында жүретін электрохимиялық реакциялардың механизмдерін түсіну үшін көптеген ғалымдар зерттеулер жүргізген [12-16]. [17-22] ғылыми еңбектерде, тұз қышқылды ортада мыс электродының электрохимиялық қасиетін потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру арқылы зерттеген. Зерттеу нәтижелерін қорытындылай келе мыс электродында екі анодтық ток максимумы тіркеліп, олар сәйкесінше төменгі реакциялар бойынша еритіндігін анықтаған. Бірінші анодтық максимум тогы, мыс (I) иондарының түзілуіне сәйкес келеді:



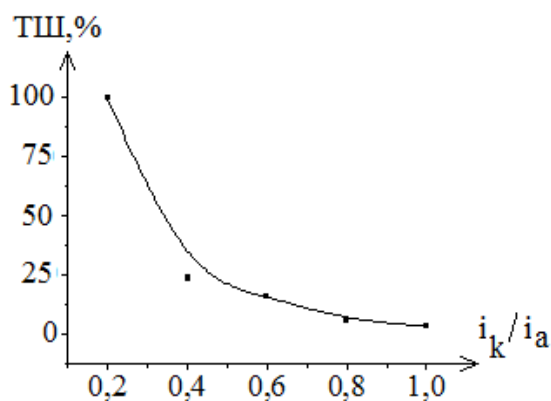
Екінші ток максимумында 5-реакция бойынша түзілген бір валентті мыс иондарының ары қарай төменгі реакция бойынша тотығу реакциясы орын алады:



Кейінгі зерттеулерімізде тұз қышқылы ерітіндісінде мыс электродының электрохимиялық қасиетіне асимметриялы айнымалы токтың әсері зерттеліп, металдың еру заңдылықтарына айнымалы токтың анодты және катодты жартылай периодтарындағы токтар амплитудасының арақатынастарының әсерлері қарастырылды.

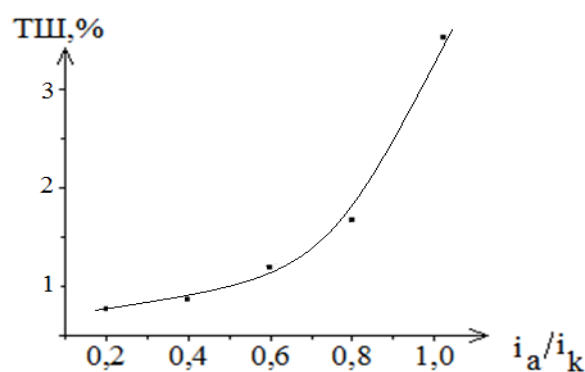
Алдын ала жүргізген зерттеулер, өндірістік айнымалы токпен поляризациялау кезінде мыстың тек бір валентті иондар түзе еритіндігін көрсетті.

Анодтық жартылай периодтағы токтың мәнін тұрақты ұстап ($i_a = 1000 \text{ А/м}^2$), катодты жартылай периодтағы токтың мәнін $0-1000 \text{ А/м}^2$ аралығында өзгерткенде, мыс электродының өзінің мыс (I) иондарын түзе 5 реакция бойынша еруі жүреді. 5-суретте көрсетілгендей мыстың еруінің ТШ максимал мәні $i_k/i_a = 0,2$ (1-суреттің а-осциллограммасы) болғанда байқалады және 99,2% тең. Біз металл еруінің ТШ бір электронды деп есептедік, эксперимент нәтижелері негізінен купри-иондардың түзілетіндігін көрсетеді, яғни тұз қышқылы ерітіндісінде анод жартылай периодында мыс тек бір валентті иондарын түзе ереді.



$i_a = 1000 \text{ А/м}^2$, $[\text{HCl}] = 0,5\text{M}$, $\tau = 0,5 \text{ сф.}$, $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$

5-сурет – Тұз қышқылы ерітіндісінде катодты және анодты жартылай периодтағы (i_k/i_a) токтар амплитудасы мәндерінің ара қатынасының мыс электродының еруінің ток бойынша шығымына әсері



$i_k = 1000 \text{ А/м}^2$, $[\text{HCl}] = 0,5\text{M}$, $\tau = 0,5 \text{ сф.}$, $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$

6-сурет – Тұз қышқылы ерітіндісінде анодты және катодты жартылай периодтағы (i_a/i_k) токтар амплитудасы мәндерінің ара қатынасының мыс электродының еруінің ток бойынша шығымына әсері

Ал, катодты жартылай периодтағы токтың мәнін тұрақты ұстап ($i_k = 1000 \text{ А/м}^2$), анодты жартылай периодтағы токтың мәнін $0-1000 \text{ А/м}^2$ аралығында өзгерткенде, мыс электродының әлсіз еритіндігі (ТШ 0,8%) анықталды. Тек катодты және анодты жартылай периодтарының қатынасы $i_k/i_a = 1,0$ -ге тең болған жағдайда, яғни тізбектен симметриялы айнымалы ток өткен кезде (4-суреттің г'-осциллограммасы), мыстың біршама еруі байқалып, оның ТШ мәні 3,6%-ды құрады (6-сурет).

Сонымен, қорыта айтқанда қышқылды ортада (H_2SO_4 және HCl) айнымалы токпен поляризацияланған мыс электродының еруіне асимметриялы айнымалы токтың әртүрлі амплитудасы мәндерінің ара қатынасының әсерлері зерттелінді. Аталған қышқылды ерітінділерде мыстың еруінің ең жоғарғы ток бойынша шығымы, тізбектен импульсті анодты ток өткен кезде күкірт қышқылында екі валенті иондарының түзілуі байқалып, оның мәні сәйкесінше күкірт қышқылында – 133,0%-ды, ал, тұз қышқылында бір валентті иондарын түзе еріп – ТШ 99,2%-ға жететіндігі анықталды.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Баешов А. Электрохимические процессы при поляризации нестационарными токами // Известия НАН РК, 2011, № 2. – С. 3-23.
- [2] Маршаков И.К., Волкова Л.Е., Тутукина Н.М. Анодное растворение меди в щелочные растворы // Конденсированные среды и межфазные границы, 2005, Т-7, №5.- С.417-423.
- [3] Гришина Е.П., Анодное окисление меди в концентрированных растворах серной кислоты // Электрохимия, 2002, Т-38, №9.- С.1155-1158.
- [4] Удалова (Пименова) А.М. Электрохимическое поведение серебра и меди в концентрированных суспензиях кремнезема в водных растворах серной кислоты // Проблемы сольватции и комплексообразования в растворах: тез. докл. IX междунар. конф. – Плес, 2004,- С. 413-414.
- [5] Кузнецов С.А. Электрохимическое поведение меди в хлоридных и хлоридно-фторидных растворах // Электрохимия, 1994, Т-27, №11.- С.256-262.
- [6] Milan M. Antonijevic, Snežana M. Milic, Marija B. Petrovic. Films formed on copper surface in chloride media in the presence of azoles. // Corrosion Science, 2009, V51, P. 1228–1237.
- [7] Starosvetsky D., Khaselev O., Auinat M., Ein-Eli Y.. Initiation of copper dissolution in sodium chloride electrolytes // Electrochimica Acta, 2006 V51, P. 5660–5668.
- [8] Boyu Yuan, Chao Wang, Liang Li, Shenhao Chen. Real time observation of the anodic dissolution of copper in NaCl solution with the digital holography // Electrochemistry Communications, 2009, V11, P. 1373–1376.
- [9] Kear G., Barker B.D., Walsh F.C. Electrochemical corrosion of unalloyed copper in chloride media – a critical review // Corrosion Science, 2004, V46, P. 109–135.
- [10] Баешов А.Б., Кадирбаева А.С., Баешова А.К., Адайбекова А.А. Калий иодиді ерітіндісіндегі мыс электродының электрохимиялық қасиетін потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру арқылы зерттеу // ҚР ҰҒА Баяндамалары, 2015, - 85-90 б.
- [11] Цыганкова Л.Е., Вигдорович В.И., Бердникова Г.Г., Машкова Т.П. Анодная ионизация меди в растворах $C_3H_7OH-H_2O-HCl$ // Электрохимия, 1998, Т-34, №8.- С.848-854.
- [12] Баешов А.Б., Кадирбаева А.С. Тұз қышқылы ерітіндісінде өндірістік айнымалы токпен поляризацияланған мыстың еруі / «Актуальные вопросы электрохимии и защиты от коррозии в решении экологических проблем» атты I Халықаралық ғылыми-практикалық конференция – Томбов, 2012, - 139-144 б.
- [13] Черная С.С., Мещеевский Е.В. Потенциометрическое исследование комплексообразование ионов меди (I) и меди (II) в хлоридных водных растворах // Изв. АнЛитСССР. Сер. Хим.-1963, - №3, - С. 336-340.
- [14] Бердникова Г.Г., Машкова Т.П., Ермолова Е.Е., Губанова Н.А., Шувалова С.И., Пашенцев А.В., Цыгаикова Л.Е. Коррозия и электрохимическое поведение меди в системе HCl -пропанол-2- H_2O // Вестник ТГУ, 1997, Т-2, №1.- С.13-18.
- [15] Ларин В.И., Хоботова Э.Б. Физико-химические закономерности химического и электрохимического растворения меди и ее сплавов в различных растворах // Вестник ХНУ, 2004, Т-34, №626.- С.156-174.
- [16] Шефер В., Дубинин А.Г. Анодное поведение меди в различных растворителях в присутствии хлорид-ионов // Электрохимия, 1996, Т-32, №3.- С.333-338.
- [17] Баешов А.Б., Иванов Н.С., Мырзабеков Б.Э. Электрохимическое поведение медного электрода в солянокислой среде // Вестник НАН РК, 2012, № 5, С. 33 – 36.
- [18] Matosa J.B., D’Elia E., Barcia O.E., Mattos O.R., Pebere N. Tribollet. Rotating disc and hemispherical electrodes for copper dissolution study in hydrochloric solution in the presence of benzotriazole // Electrochimica Acta, 2001, Vol. 46, P. 1377–1383.
- [19] Bacarella A.L., Griess J.C.. Anodic dissolution of Cu in flowing NaCl solutions between 25 and 175 °C // J. Electrochem. Soc., 1973, V120, P. 459-465.
- [20] Lee H.P., Nobe K., Pearlstein A.J.. Film formation and current oscillations in the electrodisolution of Cu in acidic chloride media // J. Electrochem. Soc., 1985, V132, P. 1031-1037.
- [21] Lee H.P., Nobe K.. Kinetics and mechanisms of Cu-electrodisolution in chloride Media // J. Electrochem. Soc., 1986, V133, P. 2035-2043.
- [22] Smyrl W.H. Electrodisolution of Cu in HCl // J. Electrochem. Soc. 1985, V132, № 5, P. 1555 - 1562.

REFERENCES

- [1] Baeshov A. Electrochemical processes in non-stationary polarization currents. News of NAS RK, 2011, 2, 3-23. (in Russ.).
- [2] Marshakov I.K., Volkova L.E., Tutukina N.M. Anodic dissolution of copper in alkaline solutions. Condensed Matter and phase boundaries 2005, V-7, №5.- p.417-423. (in Russ.).
- [3] Grishina E.P. Anodic oxidation of copper in concentrated solutions of sulfuric acid. Electrochemistry, 2002, Vol. 38, №9.- p.1155-1158. (in Russ.).

- [4] Udalova (Pimenov) A.M. Electrochemical povidenie silver and copper in concentrated suspensions of silica in aqueous solutions of sulfuric acid. Problems solvatvtsii and complexation in solution: meas. rep. IX Intern. Conf. - Ples, 2004 - pp 413-414. (in Russ.).
- [5] Kuznetsov S.A. Electrochemical povidenie copper chloride and chloride-fluoride solutions. Electrochemistry, 1994, V-27, №11.- p.256-262. (in Russ.).
- [6] Milan M. Antonijevic, Snež'ana M. Milic, Marija B. Petrovic. Films formed on copper surface in chloride media in the presence of azoles. // Corrosion Science, 2009, V51, P. 1228–1237.
- [7] Starosvetsky D., Khaselev O., Auinat M., Ein-Eli Y.. Initiation of copper dissolution in sodium chloride electrolytes. Electrochimica Acta, 2006 V51, P. 5660–5668.
- [8] Boyu Yuan, Chao Wang, Liang Li, Shenhao Chen. Real time observation of the anodic dissolution of copper in NaCl solution with the digital holography. Electrochemistry Communications, 2009, V11, P. 1373–1376.
- [9] Kear G., Barker B.D., Walsh F.C. Electrochemical corrosion of unalloyed copper in chloride media – a critical review. Corrosion Science, 2004, V46, P. 109–135.
- [10] Baeshov A.B., Kadirbaeva A.S., Baeshova A.K., Adaybekova A.A. Potassium iodidi eritindisindegi Cape elektrodynuң elektrohimiyaлық kasetin potentsiodinamikalық polyarizatsiyaлық kısıyqtar tıysiru arkyly zertteu. Reports of NAS RK, 2015 - 85-90 p. (in Kaz.).
- [11] Tsygankova L.E., Vigdorovich V.I., Berdnikova G.G., Mashkova T.P. Anode copper ionization in solutions of iso-S3N7ON-H2O-HCl. Electrochemistry, 1998, V-34, №8.- p.848-854. (in Russ.).
- [12] Baeshov A.B., Kadirbaeva A.S. Түз қышқылы eritindisinde өндирistik aynymaly tokpe polyarizatsiyalanған mystuң erui. "Actual issues of electrochemistry and corrosion protection in environmental issues," Atta Halyқаралық ғыlymi of I-praktikalық Conference - Tombov, 2012 - 139-144 p. (in Kaz.).
- [13] Chernaya S.S., Metseevsky E.V. Potentiometric research in complexing copper ions (I) and copper (II) chloride in aqueous solutions. News of AnLitSSR. Ser. Chem, 1963, - №3, - p. 336-340. (in Russ.).
- [14] Berdikova G.G., Mashkova T.P., Yermolova E.E., Gubanova N.A., Shuvalova S.I., Pashentsev A.V., Tsygaikova L.E. Corrosion and electrochemical behavior of copper in the system HCl-2-propanol-H2O. Vestnik TSU, 1997, V-2, №1.- p.13-18. (in Russ.).
- [15] Larin V.I., Khobotova E.B. Physical and chemical laws of chemical and electrochemical dissolution of copper and its alloys in various solutions. Bulletin of KNU, 2004, V-34, №626.- p.156-174. (in Russ.).
- [16] Schaefer V., Dubinin A.G. Anodic behavior of copper in various solvents in the presence of chloride ions. Electrochemistry, 1996, V-32, №3.- p.333-338. (in Russ.).
- [17] Baeshov A.B., Ivanov N.S., Myrzabekov B.E. The electrochemical behavior of copper electrode in hydrochloric acid. Bulletin of NAS RK, 2012, № 5, pp 33-36. (in Russ.).
- [18] Matosa J.B., D'Elia E., Barcia O.E., Mattos O.R., Pebere N. Tribollet. Rotating disc and hemispherical electrodes for copper dissolution study in hydrochloric solution in the presence of benzotriazole // Electrochimica Acta, 2001, V46, P. 1377–1383.
- [19] Bacarella A.L., Griess J.C.. Anodic dissolution of Cu in flowing NaCl solutions between 25 and 175 °C // J. Electrochem. Soc., 1973, V120, P. 459-465.
- [20] Lee H.P., Nobe K., Pearlstein A.J.. Film formation and current oscillations in the electrodisolution of Cu in acidic chloride media // J. Electrochem. Soc., 1985, V132, P. 1031-1037.
- [21] Lee H.P., Nobe K.. Kinetics and mechanisms of Cu-electrodisolution in chloride Media // J. Electrochem. Soc., 1986, V133, P. 2035-2043.
- [22] Smyrl W.H. Electrodisolution of Cu in HCl // J. Electrochem. Soc. 1985, V132, № 5, P. 1555 - 1562.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО РАСТВОРЕНИЯ МЕДИ ПРИ ПОЛЯРИЗАЦИИ АСИММЕТРИЧНЫМ ПЕРЕМЕННЫМ ТОКОМ В КИСЛОЙ СРЕДЕ

А. Б. Баешов, Б. Э. Мырзабеков, Н. С. Иванов

АО “Институт органического катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского”, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: медь, переменный ток, осциллограммы, электрохимия, электролиз.

Аннотация. В статье исследовано влияние соотношений амплитуды анодного и катодного полупериодов на закономерность электрохимического растворения меди при поляризации переменным током в кислой среде (H_2SO_4 и HCl). Исследовательские работы проводились на установке специальной схемы, которая состоит из диода и сопротивления и дает возможность получать симметричный и асимметричный переменный ток с необходимым соотношением двух полупериодов переменного тока. В процессе проведения исследовательских работ осциллограммы снимались на осциллографе «LODESTAR MOS-640CH», на котором возможно снимать различные амплитуды ассиметричного переменного тока, протекающего через электрохимическую цепь. Установлено, что в серноокислом растворе максимальный выход по току (133,0%) наблюдается при поляризации импульсным анодным током и при взаимодействии перешедших в раствор ионов меди (II) с сульфат-ионами образуется сульфат меди голубого цвета. Показано, что при исследованиях в соляной кислоте максимальный выход по току растворения меди достигает до 99,2 %.

Поступила 29.07.2015г.

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

<http://www.chemistry-technology.kz/index.php/ru/>

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

Подписано в печать 03.08.2015.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
4,75 п.л. Тираж 300. Заказ 4.