

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

ISSN 2224-5227

Volume 5, Number 303 (2015), 96 – 100

UDC 541.1.38

REGULARITIES OF DISSOLUTION OF COPPER ELECTRODE  
IN TWO HALF-CYCLES OF ALTERNATING CURRENT FORMING  
OF COPPER OXIDE (I) IN A SOLUTION OF SODIUM CHLORIDE

A.B. Bayeshov<sup>1</sup>, A.S. Kadirkayeva<sup>2</sup>, A.K. Bayeshova<sup>3</sup>

altinay\_aidyn2789@mail.ru, bayeshov@mail.ru, azhar\_b@bk.ru

<sup>1,2</sup>«Institute of Petrol Catalysis and Electrochemistry of D.V. Sokolsky», Almaty, Kazakhstan

<sup>3</sup>Kazakh national university named after Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan

**Key words:** anodic pulse current, diode, electrode, the amplitude, oscillogram, amperemeter.

**Abstract.** Electrochemical dissolution of a copper electrode at polarisation by an industrial alternating current in a solution of chloride of sodium was investigated. The work purpose - research of influence of an anode pulse current, which appears at connection of diodes to a chain, on electrochemical dissolution of a copper electrode and synthesis of copper oxide (I) in two half-cycles of an industrial alternating current with frequency of 50 Hz. An oscillogram of current which was passing through a chain at connection of the diode to an electrochemical chain was received. The basic scheme of installation for research is offered. Influence of current density on a copper electrode and concentration of chloride of sodium on the yield on a current of dissolution of a copper electrode at diode connection to a chain was studied. By investigating electrochemical properties of copper at polarisation by an industrial current, the new electrochemical way of obtaining of copper (I) oxide in two half-cycles of an alternating current was developed. At polarisation by an industrial current of a copper electrode the maximum value of the yield on current, formed in two half-cycles of copper (I) oxide, was equal to 98.2 % in the each half-cycle. As a result of research for the first time it is shown, that at electrolysis it is possible to increase the yield of the obtaining product approximately twice. In the present work formation of copper (I) oxide in two half-cycles of an industrial alternating current by frequency of 50 Hz and increase of quantity of a product twice in these conditions for the first time was found.

УДК 541.1.38

НАТРИЙ ХЛОРИДІ ЕРІТІНДІСІНДЕ МЫС ЭЛЕКТРОДЫНЫҢ  
АЙНЫМАЛЫ ТОКТЫҢ ЕКІ ЖАРТЫЛАЙ ПЕРИОДЫНДА  
МЫС (I) ОКСИДІН ТҮЗЕ ЕРУ ЗАНДЫЛЫҚТАРЫ

А.Б. Баевов<sup>1</sup>, А.С. Кадирбаева<sup>2</sup>, А.К. Баевова<sup>3</sup>

bayeshov@mail.ru, altinay\_aidyn2789@mail.ru, azhar\_b@bk.ru

<sup>1,2</sup>«Д.В. Сокольский атындағы жанармай катализ және электрохимия институты» АҚ,

Алматы, Қазақстан

<sup>3</sup>Әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** анонды импульстік ток, диод, электрод, амплитуда, осцилограмма, амперметр.

**Аннотация.** Өндірістік айнымалы токпен поляризацияланған мыс электродының натрий хлориді ерітіндісіндегі электрохимиялық еруі зерттелінді. Жұмыстың мақсаты – мыс электродының электрохимиялық еруіне тізбекке диодтар қосқан кезде пайда болатын анонды импульстік токтың есерін зерттей отырып, жиілігі 50 Гц өндірістік айнымалы токтың екі жартылай периодында мыстың (I) оксидін синтездеу. Электрохимиялық тізбекке диод қосқан кезіндегі тізбектен еткен токтың осцилограммасы түсірілді. Зерттеуге арналған қондырығының принциптік сызба нұсқасы ұсынылды. Тізбекке диод жалғаған кездеғі мыс электродының еруінің ток бойынша шығымына мыс электродындағы ток тығыздығының және натрий хлоридінің концентрациясының есерлері зерттелінді. Мыстың электрохимиялық қасиетін өндірістік токпен поляризациялау арқылы зерттей отырып, мыс (I) оскидін айнымалы токтың екі жартылай периодында да алудың жаңа электрохимиялық әдісі жасалынды. Мыс электродын өндірістік токпен поляризациялау кезіндегі айнымалы токтың екі жартылай периодында да түзілген мыс (I) оскидінің ток бойынша шығымының максималды мәні әрбір жартылай периода 98,2% -ды құрайды. Зерттеу нәтижесінде электролиз кезінде алынатын өнімнің мөлшерін екі есеге жуық арттыруға болатындығы алғаш рет көрсетілді. Жұмыста алғаш рет жиілігі 50 Гц өндірістік айнымалы токтың екі жартылай периодында мыс (I)

оксидінің түзілетіндігі көрсетілді және бұл кезде өнімнің мөлшерінің екі есеге өсептіндігі анықталды.

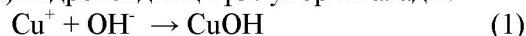
Айнымалы ток режиміндегі электролиз – электрохимиялық өндеудің көрсеткішін жоғарылататын тиімді әдістердің бірі. Стационарлы емес токтардың электродтық процестерге және электрохимиялық өндеудің технологиялық көрсеткіштеріне әсері жете зерттелмеген [1-8].

Жұмыстың мақсаты – мыс электродының электрохимиялық еруіне тізбекке диодтар қосқан кезде пайда болатын анодты импульстік токтың әсерін зерттей отырып, жиілігі 50 Гц өндірістік айнымалы токтың екі жартылай периодында мыстың (I) оксидін синтездеу.

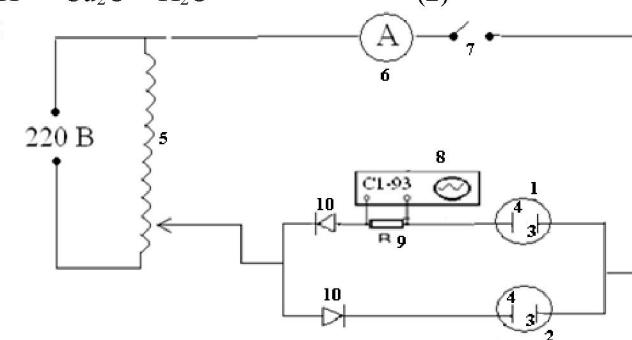
Мыс электродтарын тізбектен өтіп жатқан айнымалы токтың анодты және катодты жартылай периодында электрохимиялық ерітуге арналған қондырғының принципиальді схемасы 1-суретте келтірілген. Суретте көрсетілгендей, электрохимиялық тізбекке екі электролизер бір-бірімен параллельді жалғанған. Әрбір электролизерде электролит ретінде натрий хлориді ерітіндісі, электродтар ретінде аудандары бірдей ( $13,68 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ) екі-екіден төрт мыс электродтары қолданылды. Әрбір электролизерде өндірістік айнымалы токты импульстік токка айналдыру мақсатында, электрохимиялық тізбекке бір-біріне қарама-қарсы бағытта орналастырылған КД 213 А маркалы екі диод (10) жалғанды. Әрбір электролизердағы ток бойынша шығым анод жартылай периоды бойынша есептелді.

Электрохимиялық тізбектен жиілігі 50 Гц өндірістік айнымалы ток жіберілгенде, тізбекте қарама-қарсы жалғанған диодтардың (10) біреуі арқылы анодты жартылай периодта бір электрод арқылы анодты импульстік ток өтеді. Қарсы диод тұрғандықтан екінші электролизер тізбегі арқылы бұл сәтте ток өтпейді. Мыс электродтарын анодты импульстік токпен поляризациялау кезіндегі әрбір электролизер тізбегінен өткен ток амплитудасының осцилограммадағы көрінісін 2-суретте көрсетілген.

Натрий хлориді ерітіндісі бар бірінші электролизерден анодты импульстік ток өткенде, осы электролизердегі мыс электроды (3) мыс (I) иондарын түзе қарқынды ери бастайды. Ал, қарсы орнатылған катод қызметіндегі мыс электродында (4) су молекулалары разрядталып сутегі және гидроксил иондары түзіледі. Айнымалы токтың екінші жартылай периодында ток екінші электролизер арқылы өтеді, осы электролизерде орнатылған мыс электродының (3) біреуі анодты жартылай периодында болады да, мыс (I) иондарын түзе ериді. Ал, қарсы орнатылған мыс электродында (4) сутегі иондары бөлінеді және ерітіндіде гидроксил аниондары жинақталады. Нәтижесінде, ерітіндідегі мыс (I) иондары гидроксил аниондарымен әрекеттесіп, электролит көлемінде (1)-реакция бойынша мыс (I) гидроксидінің түзілуі орын алады:

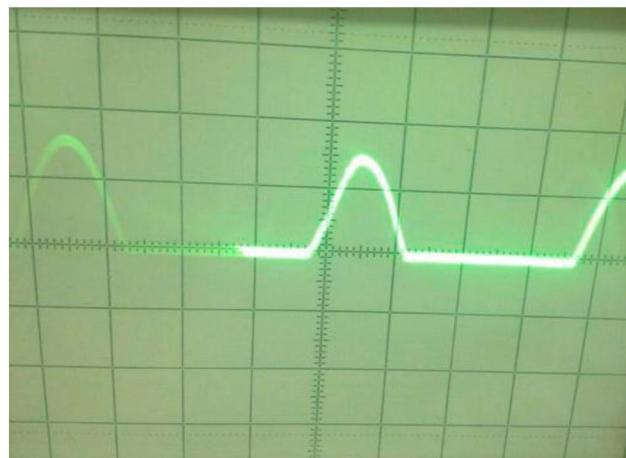


Электролизді біз ұсынған қондырғыны қолданған жағдайда мыс (I) гидроксидінің түзілуінің өнімділігі белгілі [6] әдісімен салыстырғанда екі есеге артады. Түзілген мыс (I) гидроксидтері дегидратацияланып ультрадисперсті мыс (I) оксидіне өтеді:



1,2 – бірінші және екінші электролизер, 3,4 - мыс электродтары, 5- зертханалық трансформатор-ЛАТР, 6 – амперметр, 7 – кілт, 8-осциллограф, 9- кедергі, 1 Ом, 10- диодтар (КД 213А);

1-сурет – Өндірістік айнымалы токпен поляризациялау арқылы мыс (I) оксидін алуға арналған қондырғының принциптік сырба нұсқасы

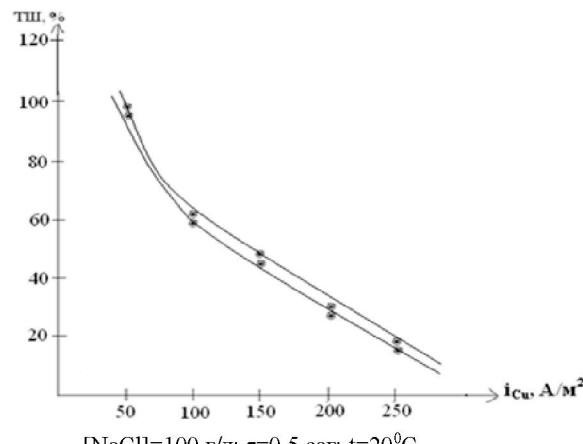


$i_{Cu}=50 \text{ A/m}^2$ ;  $[NaCl]=100 \text{ g/l}$ ;  $\tau=0,5 \text{ сар.}$ ,  $t=20^\circ\text{C}$

2-сурет – Мыс электродын айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі әрбір электролизердегі тізбектен откен ток осцилограммасы (тізбекке диод жалғанған кезде)

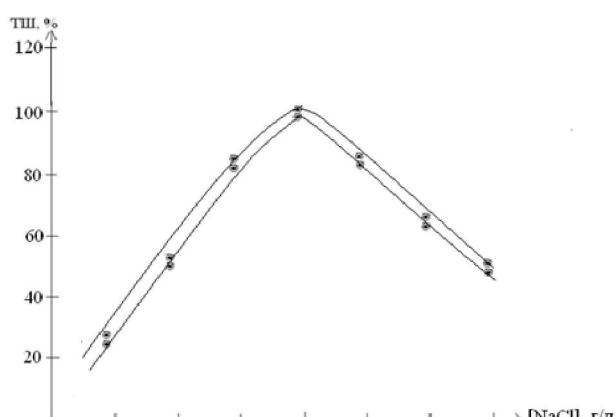
Біз ұсынған қондырғыда айнымалы токпен поляризацияланған екі электролизердегі мыс электродтарының айнымалы токтың екі жартылай периодында еруінің ток бойынша шығымына мыс электродындағы ток тығыздығының әсері  $50-250 \text{ A/m}^2$  аралығында зерттелінді. Зерттеу барысында электротардағы ток тығыздығын арттыру мыс электродының еруінің ток бойынша шығымының төмендеуіне әкелді (3-сурет). Ток тығыздығы  $50 \text{ A/m}^2$  кезінде бірінші электролизердегі мыстың еруінің ток бойынша шығымы - 97,5%-ды, ал екінші электролизердегі мыстың еруінің ток бойынша шығымы - 98,2%-ды көрсетті, демек электролизерлардағы мыс электродының еру мөлшері бір-біріне жақын, немесе бірдей болуы керек. Ток тығыздығын  $250 \text{ A/m}^2$ -қа жоғарылату барысында, мыс электродының еруінің ток бойынша шығымдары 18,2-23,9%-ды құрады. Бұл құбылысты жоғары ток тығыздықтарында мыс электродының  $Cu_2O$  пленкасымен пассивацияланған басталуымен түсіндіруге болады. Егер назар аударатын болсақ, мыс электродтарындағы ток тығыздығы  $50 \text{ A/m}^2$  болғанда, мыс (I) оксидінің түзілуінің жалпы ток бойынша шығымы 190 %-дан жоғары.

Айнымалы токпен поляризацияланған мыс электродының еруінің ток бойынша шығымына натрий хлориді ерітіндісінің концентрациясының әсері  $25-200 \text{ g/l}$  аралығында қарастырылды. Натрий хлориді ерітіндісінің концентрациясын арттыру барысында, әрбір электролизердегі мыс (I) оксидінің түзілуінің ток бойынша шығымдары максимум арқылы өтеді (4-сурет). Натрий хлориді ерітіндісінің концентрациясы  $100 \text{ g/l}$  болғанда бірінші электролизердегі мыс (I) оксидінің түзілуінің ток бойынша шығымы - 98,1%-ды, ал екінші электролизерде - 97,3%-ды құрады.



$[NaCl]=100 \text{ g/l}$ ;  $\tau=0,5 \text{ сар.}$ ,  $t=20^\circ\text{C}$

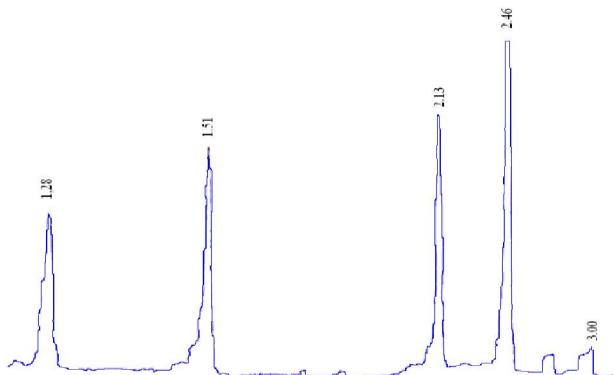
3-сурет – Жиілігі  $50 \text{ Гц}$  айнымалы токпен поляризацияланған мыс электродтарының еруінің ток бойынша шығымына мыс электродтарындағы ток тығыздығының әсері



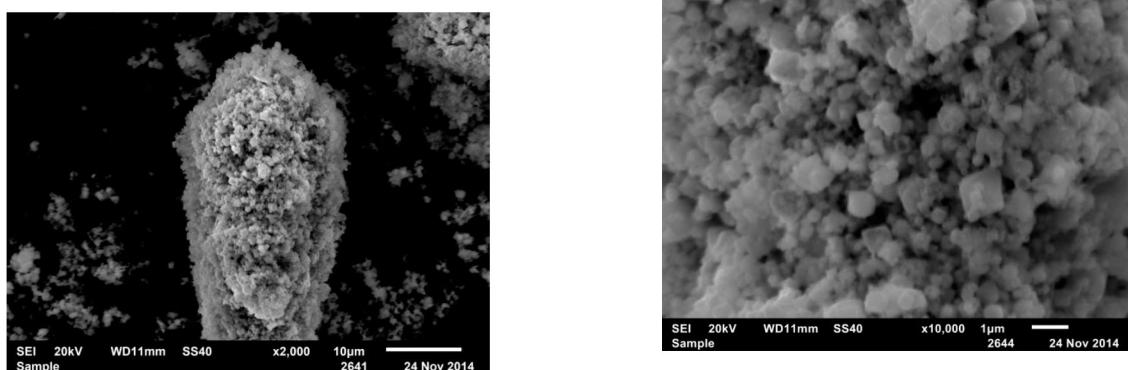
$i_{Cu} = 50 \text{ A/m}^2$ ;  $\tau = 0,5 \text{ сағ}$ ;  $t = 20^\circ\text{C}$

4-сурет – Айнымалы токпен поляризацияланған мыс электролатарының еруінің ток бойынша пығымына натрий хлориді ерітіндісінің концентрациясының әсері

Натрий хлориді ерітіндісінде жүргізілген электролизден кейін, электролит буландырылып, тұнбаны сүзіп кептіріп, мыс (I) оксиді бөлініп алынды. Электролиз кезінде түзілген мыс (I) оксидінің тұзының рентгенограммасы (5-сурет)  $\text{Cu}_2\text{O}$  қосылысының түзілетіндігін көрсетеді. Алынған  $\text{Cu}_2\text{O}$  ұнтағының бөлшектерінің өлшемі мен құрамын анықтау мақсатында микроскопиялық анализ зерттеулері жүргізілді (6-сурет). Алынған мәліметтер өлшемі 1 мкм аумағындағы  $\text{Cu}_2\text{O}$  біріккен агрегатты ультрадисперсті бөлшектерден тұратындығын көрсетті.



5-сурет. Натрий хлориді ерітіндісінде айнымалы ток электролизі нәтижесінде алынған  $\text{Cu}_2\text{O}$  (ASTM 5 - 667) рентгенограммасы



6-сурет. Натрий хлориді ерітіндісінде айнымалы ток электролизі нәтижесінде алынған  $\text{Cu}_2\text{O}$  қосылысының микроскопиялық суреттері

Корыта айтқанда алғаш рет жиілігі 50 Гц өндірістік айнымалы токтың екі жартылай периодында мыс (I) оксидінің түзілетіндігі көрсетілді және бұл кезде белгілі әдістермен салыстырыланда өнімнің мөлшерінің екі есеге жуық есептіндігі анықталды.

#### ӘДЕБІЕТТЕР

- [1] Баешов А.Б. Электрохимические процессы при поляризации нестационарными токами // Известия НАН РК. Серия химии и технологии. 2011. № 2. - С. 3-23.
- [2] Баешов А., Баешова А.К. Электрохимические способы получения неорганических веществ. Lambert, Academic Publishing, Германия, 2012. - 72 с.
- [3] A. B. Baeshov, A.S. Kadirkayeva, 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.
- [4] Баешов А. Электрохимические методы извлечения меди, халькогенов и синтеза их соединений. «Наука» КазССР, 1990, - 107 с.
- [5] Баешов А., Доспаев М.М. О формировании оксида меди (I) при поляризации медного электрода постоянным током. В. кн. Нестационарные электрохимические процессы. Тезисы докладов, Барнаул, 1989. - С. 63-64.
- [6] Предварительный патент РК № 17740 РК. Способ получения оксида меди (I) / Баешов А., Нуриллаева Р., Асанкулова Э.Б., Жылышбаева Г.Н., Баешова А.К. опубл. Бюл. - № 9, 2006.
- [7] Баешов А.Б., Кадирбаева А.С., Журынов М.Ж. Өндірістік айнымалы токпен поляризациялау арқылы мыс (II) сульфатын және хлоридін алу // КР ҰFА Баяндамалары. – 2014. - №4. - 20-24 б.
- [8] Баешов А.Б., Кадирбаева А.С., Баешова А.К. Өндірістік айнымалы токпен поляризацияланған мыс электродының натрий хлориді ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеттері // Е.А. Бекетовтың 90 жылдығына арналған Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы, Қарағанды, 2015, - 227-232 б.

#### REFERENCES

- [1] Bayeshov A.B. *Izvestiya NAS RK*, **2011**, 2, P. 3-23 (in Russ.).
- [2] Bayeshov A., Bayeshova A.K. *Lambert, Academic Publishing*, **2012**, 72 p (in Russ.).
- [3] A. B. Baeshov, A.S. Kadirkayeva, M. J. Jurinov. *International Journal of Chemical Science. Int. J. Chem. Sci.*: 12(3), **2014**. - P. 1009-1014 (in Eng).
- [4] Bayeshov A. Nauka, 1990, 107 p (in Russ.).
- [5] Bayeshov A., Dospaev M.M. Tezisi dokladov, Barnaul, **1989**, 63-64 (in Russ.).
- [6] Bayeshov A., Nurdillaeva R., Asankulova., Zhilisbaeva., Bayeshova A.K. Predvaritelniy patent, **2006**, 9 (in Russ.).
- [7] Bayeshov A., Kadirkayeva A.S., Zhurinov M.Zh. *Izvestiya NAS RK*, 2014, 4, 20-24 (in Kazakh).
- [8] Bayeshov A.B., Kadirkayeva A.S., Bayeshova A.K. *Mezdunarodniy nauchno-practicheskaya konferensya*, **2015**, 227-232 (in Kazakh).

#### ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСТРОРЕНИЯ МЕДНОГО ЭЛЕКТРОДА В ДВУХ ПОЛУПЕРИОДАХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ОБРАЗОВАНИЕМ ОКСИДА МЕДИ (I) В РАСТВОРЕ ХЛОРИДА НАТРИЯ

А.Б.Баешов., А.С.Кадирбаева., А.К.Баешова

[altinay\\_aidyn2789@mail.ru](mailto:altinay_aidyn2789@mail.ru), [bayeshov@mail.ru](mailto:bayeshov@mail.ru), [azhar\\_b@bk.ru](mailto:azhar_b@bk.ru)

**Ключевые слова:** анодный импульсный ток, диод, электрод, амплитуда, осциллограмма, амперметр.

**Аннотация.** Исследовано электрохимическое растворение медного электрода при поляризации промышленным переменным током в растворе хлорида натрия. Цель работы – исследование влияния анодного импульсного тока, появившегося при соединении диодов к цепи, на электрохимическое растворение медного электрода и синтез оксида меди (I) в двух полупериодах промышленного переменного тока частотой 50 Гц. Снята осциллограмма тока, проходившего через цепь при соединении диода к электрохимической цепи. Предложена принципиальная схема установки для исследования. Изучено влияние плотности тока на медном электроде и концентрации хлорида натрия на выход по току растворения медного электрода при соединении диода к цепи. Исследуя электрохимические свойства меди при поляризации промышленным током, разработан новый электрохимический способ получения оксида меди (I) в двух полупериодах переменного тока. При поляризации промышленным током медного электрода максимальное значение выхода по току, образующегося в двух полупериодах оксида меди (I), составляет 98,2 % в каждом полупериоде. В результате исследования впервые показано, что при электролизе можно увеличить выход полученного продукта приблизительно в два раза. В настоящей работе впервые установлено образование оксида меди (I) в двух полупериодах промышленного переменного тока частотой 50 Гц и повышение количества продукта в два раза в этих условиях.

Поступила 11.09.2015 г.