

NEWS**OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**

ISSN 2224-5286

Volume 5, Number 419 (2016), 93 – 98

UDC 541.1.38

A.B. Bayeshov¹, S.S. Yegeubayeva¹, A.S. Kadirbayeva¹, A.K. Bayeshova²¹«Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry of D.V. Sokolsky», Almaty, Kazakhstan²Kazakh national university named after Al-Farabi, Almaty, Kazakhstanbayeshov@mail.ru, salamat.egeubaeva@mail.ru, altinay_aidyn2789@mail.ru, azhar_b@bk.ru**ELECTROCHEMICAL BEHAVIOR OF THE NICKEL ELECTRODE
DURING POLARIZATION OF THE ANODIC PULSE CURRENT IN THE
PHOSPHORIC ACID SOLUTION**

Annotation. The electrochemical behavior of the nickel electrode during anodic polarization current with a pulse frequency of 50 Hz in aqueous solutions of phosphoric acid by electrolysis using a pair of "nickel-nickel" electrodes arranged in two parallel interconnected electrolytic cells. The effect of current density on the electrodes and the concentration of phosphoric acid in the process of electrochemical dissolution of nickel. When the current density in the range 50-300 A/m² at the nickel electrode output current value nickel dissolution passes through a maximum. The range of current density of 50-100 A/m² in the first and second output-current electrolysis nickel dissolution increases to 64.0% and 67.0%, and the total value is 131%. A significant effect of phosphoric acid concentration on the current efficiency of nickel dissolution. When the electrolyte concentration of 100 g/l, the current output dissolving nickel electrode reaches a maximum value, its value is in each electrolytic cell is 93.0% and 99%, respectively, and the total value is 192%. Shows optimal conditions under which the electrolysis process is: the current density at the electrode of 100 A/m², the acid concentration of 100 g/l, the duration of 0.5 hours of electrolysis.

Keywords: anodic pulse current, nickel phosphate, electrolysis nickel polarization.

ӘОЖ 541.1.38

А.Б. Баешов¹, С.С. Егеубаева¹, А.С. Кадирбаева¹, А.К. Баешова²¹«Д.В. Сокольский атындағы Жанармай катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан²Әл-Фараби атындағы Қазақ-Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан**АНОДТЫ ИМПУЛЬСТІК ТОҚПЕН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАНҒАН
НИКЕЛЬДІҢ ФОСФОР ҚЫШҚЫЛЫ ЕРІТІНДІСІНДЕГІ
ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТІ**

Аннотация. Мақалада «никель-никель» электродтар жұптары бір-бірімен параллель түрде жалғанған екі электролизерге орналастырылып, фосфор қышқылының сулы ерітіндісінде жиілігі 50 Гц анодты импульстік тоқпен поляризациялау кезіндегі никельдің электрохимиялық еруінің заңдылықтары зерттелінді. Анодты импульстік тоқпен поляризацияланған никельдің электрохимиялық еруіне – электродтардағы ток тығыздығының және фосфор қышқылының концентрациясының әсерлері қарастырылды. Ток тығыздығы 50-100 А/м² кезінде бірінші электролизердегі никельдің еруінің ток бойынша шығымы - 64,0 %-ға дейін артады, ал екінші электролизердегі никельдің еруінің ток бойынша шығымы – 67,0 % ды көрсетті. Ал, осы сәттегі ток бойынша шығымның жалпы мәні 131 %-ды құрайды. Никель электродтарын анодты импульстік тоқпен поляризациялау кезіндегі никель электродының еруінің ток бойынша шығымына фосфор қышқылының

концентрациясының әсері 50-250 г/л интервалында зерттелінді. Фосфор қышқылының концентрациясы 100 г/л кезінде, никель электродының еруінің тоқ бойынша шығымы максималды мәнді көрсетеді, бұл кездегі тоқ бойынша шығымның мәні – 93,0%-99,0%-ды құрайды, ал тоқ бойынша шығымның екі электролизердегі жалпы мәні 192%. Зерттеу нәтижелері бойынша, электролиздің тиімді жағдайлары қалыптастырылды: электродтардағы тоқ тығыздығы 100 А/м², фосфор қышқылы ерітіндісінің концентрациясы 100 г/л. Электролиз нәтижесінде синтезделетін қосылыс никель фосфаты - химия өндірісінде катализатор құрамына енсе, сондай-ақ, пигмент және термо тұрақты лактеуде қаптама ретінде қолданылады.

Түйін сөздер: анодты импульстік тоқ, фосфор қышқылы, электролиз, никель, поляризация.

Қазіргі таңда электрохимиялық синтез – түрлі химиялық өндіріс орындарында кең ауқымды қолданысқа ие. Демек, электрохимиялық синтез әдісінің дамуы – ғылыми техниканың өркендеуі мен өндірілген өнімнің сапасының артуына септігін тигізе отырып түрлі өндіріс салаларымен халық шаруашылығының өркендеуіне өз үлесін тигізіп отыр [1-5].

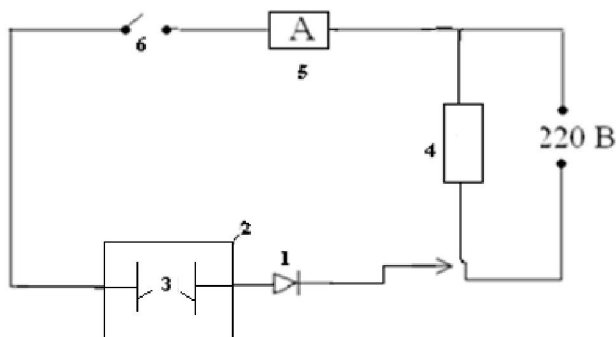
Кейінгі кезде әдеби деректер, электрохимиялық үрдістердің тиімді әрі өнімді жүруін арттыру үшін стационарлы емес тоқ көзінің түрлерін пайдалануға болатынын көрсетіп отыр [6-9]. Мысалы, никель металының электрохимиялық қасиетін өндірістік айнаымалы тоқ қатысында зерттеу – бұл металл қосылыстарын алудың жаңа әдісі.

Анодты тұрақты тоқ және өндірістік жиіліктегі айнаымалы тоқ қатысындағы никельдің электрохимиялық еруі жайлы мәліметтер [10-18] ғылыми еңбектерде қарастырылған. Кейінгі кезде никельдің анодты импульстік тоқ қатысындағы поляризациясы ғалымдардың қызығушылығын тудырып отыр.

Осыған орай, ұсынылып отырған жұмыстың мақсаты - анодты импульстік токпен поляризацияланған никельдің фосфор қышқылы ерітіндісіндегі электрохимиялық еру заңдылықтарын зерттеу.

Тәжірибелер алдыңғы жұмыстарымызда [19] қолданылған өзіміз ұсынған жаңа электрохимиялық тәсілдің принципіалды схемасы бойынша жүргізілді. Бұл әдіс бойынша ең алдымен мысты өндірістік айнаымалы токпен поляризациялау арқылы, оның бейорганикалық қосылыстарының екі еседен артық тоқ бойынша шығыммен синтездеуге мүмкіндік беретіндігі көрсетілген.

Алдымен анодты импульстік токпен поляризацияланған «никель-никель» бір жұп электродтарының фосфор қышқылы ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеттері зерттелінді. Электролизер концентрациясы 100 г/л-ді құрайтын фосфор қышқылы ерітіндісімен толтырылып, «никель-никель» электродтар жұбы орналастырылды. Жиілігі 50 Гц импульсті тоқ алу үшін электрохимиялық тізбекке КД 213А маркалы диод жалғанды. Электродтар анодты импульстік токпен 0,5 сағ. поляризацияланды. Электролиз электродтар кеңістігі бөлінбеген жағдайда жүргізілді. Жиілігі 50 Гц анодты импульстік токпен поляризацияланған никель электродтарының фосфор қышқылында ерітуге қолданған қондырғының принципіалды схемасын 1-суреттен көруге болады.

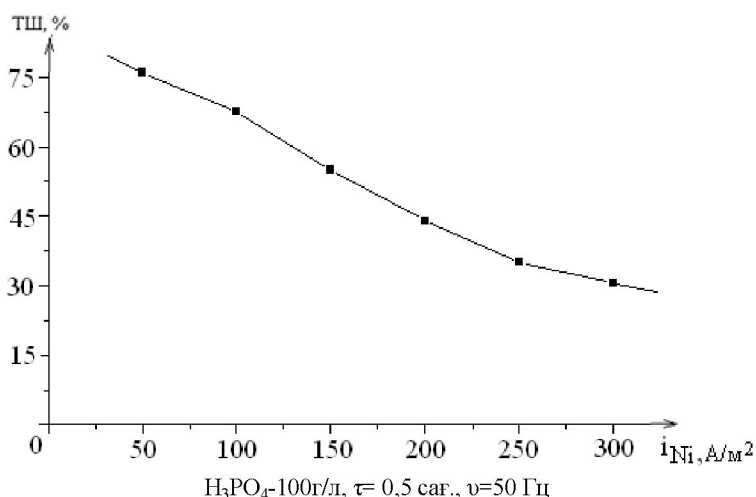


1-диод (КД 213А), 2 – электролизер, 3 – никель электродтары, 4- зертханалық трансформатор ЛАТР, 5 – амперметр, 6 – кілт

1- сурет – жиілігі 50 Гц анодты импульстік токпен поляризацияланған никель электродтарын электрохимиялық ерітуін зерттеуге қолданған қондырғының принципіалды схемасы

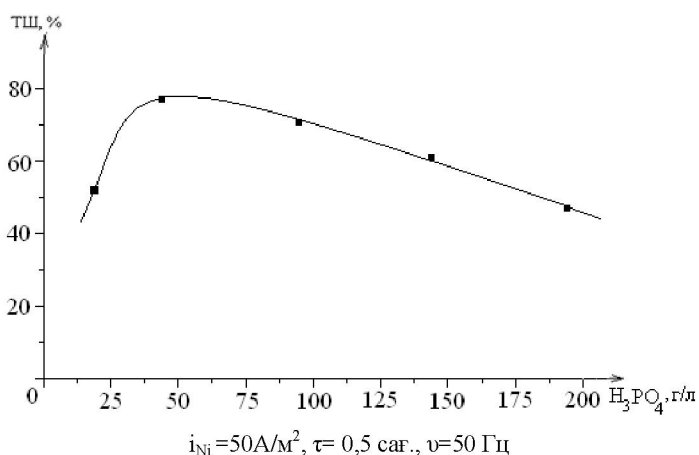
Анодты импульстік токпен поляризацияланған никель электродының еруінің ток бойынша шығымына негізгі электрохимиялық параметрлердің (электродтардағы ток тығыздығының, электролит концентрациясының) әсерлері қарастырылды.

Анодты импульстік токпен поляризацияланған никель электродының еруінің ток бойынша шығымына никель электродындағы ток тығыздығының әсері 50-300 А/м² аралығында зерттелінді (2-сурет). Никель электродындағы ток тығыздығы 50 А/м² кезінде металдың еруінің ток бойынша шығымының мәні 75 %-ды көрсетеді. Ток тығыздығының одан ары қарай артуымен никельдің еруінің ток бойынша шығымы біртіндеп төмендей бастайды. 300 А/м² –қа дейін жоғарылатқанда ток бойынша шығым мәні шамамен 33%-ды құрайды.



2-сурет - Никель электродтарын анодты импульстік токпен поляризациялау кезіндегі никель электродының еруінің ток бойынша шығымына электродтағы ток тығыздығының әсері

Анодты импульстік токпен поляризацияланған никель электродтарының еруінің ток бойынша шығымына фосфор қышқылының концентрациясының әсері зерттелінді (3-сурет). Фосфор қышқылының концентрациясының артуымен никель электродының еруінің ток бойынша шығымының мәні максимум арқылы өтетіндігі анықталды. Фосфор қышқылының концентрациясы 50 г/л кезінде никельдің еруінің ток бойынша шығымының мәні 75,0%-ды құрайды. Қышқылдың концентрациясын 50-200 г/л интервалында жоғарылату кезінде ток бойынша шығымның мәні 48%-ға дейін төмендейтіндігі анықталды.



3-сурет – Никель электродтарын анодты импульстік токпен поляризациялау кезіндегі никель электродының еруінің ток бойынша шығымына фосфор қышқылының әсері

Алдыңғы жұмысымызда ұсынылған арнайы қондырғыда анодты импульстік токпен поляризацияланған никель электродының фосфор қышқылы ерітіндісінде электрохимиялық еруі зерттелінді [20]. Қондырғы схемасы бойынша электрохимиялық тізбекке «никель-никель» екі жұп

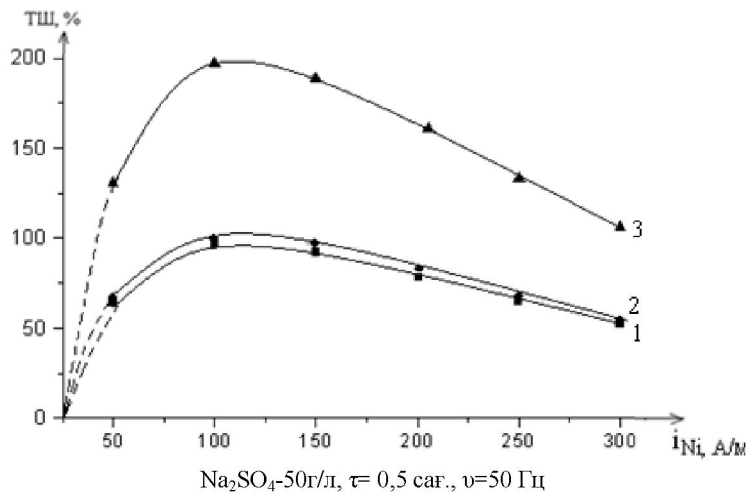
электродтары (аудандары бірдей $11,25 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$) екі электролизерге орнатылды және олар бір-бірімен параллель жалғанды. Өндірістік айнмалы тоқты анодты импульстік ток түріне түрлендіретін екі диод (КД 213 А) тізбекте бір-біріне қарама-қарсы бағытта жалғанады. Электрохимиялық тізбектен жиілігі 50 Гц өндірістік айнмалы ток жіберілгенде, тізбекте қарама-қарсы жалғанған диодтардың біреуі арқылы анодты жартылай периодта бір электрод арқылы анодты импульстік ток өтеді. Қарсы диод тұрғандықтан екінші электролизер тізбегі арқылы бұл сәтте ток өтпейді. Бұл кезде тізбектен өгіп жатқан айнмалы токтың анод және катод жартылай периодтарында никель электродтарының еруі іске асады. Әрбір никель электродының еруінің ток бойынша шығымы айнмалы токтың анод жартылай периодтарына есептелінді.

Анодты импульстік токпен поляризацияланған никель электродтарының еруінің ток бойынша шығымына электродтардағы ток тығыздығының әсері $50\text{-}300 \text{ А/м}^2$ аралығында қарастырылды (5-сурет). Электродтардағы ток тығыздығын арттыру кезінде, никель электродының еруінің ток бойынша шығымының максимум арқылы өтетіндігі байқалды. Ток тығыздығы $50\text{-}100 \text{ А/м}^2$ кезінде бірінші электролизердегі никельдің еруінің ток бойынша шығымы - 64,0 %-ға дейін артады, ал екінші электролизердегі никельдің еруінің ток бойынша шығымы – 67,0 % ды көрсетті. Ал, осы сәттегі ток бойынша шығымның жалпы мәні 131 %-ды құрайды. Ток тығыздығын $150\text{-}300 \text{ А/м}^2$ –қа аралығында жоғарылату барысында, никель электродының еруінің ток бойынша шығымдары 52,0-54,0 %-ға дейін төмендейді. Бұл құбылысты жоғары ток тығыздықтарында никель электродының никель (II) оксиді пленкасымен қапталуымен түсіндіруге болады.

Анодты импульсті токпен поляризацияланған никель электроды тотығып никель иондары түзіледі:



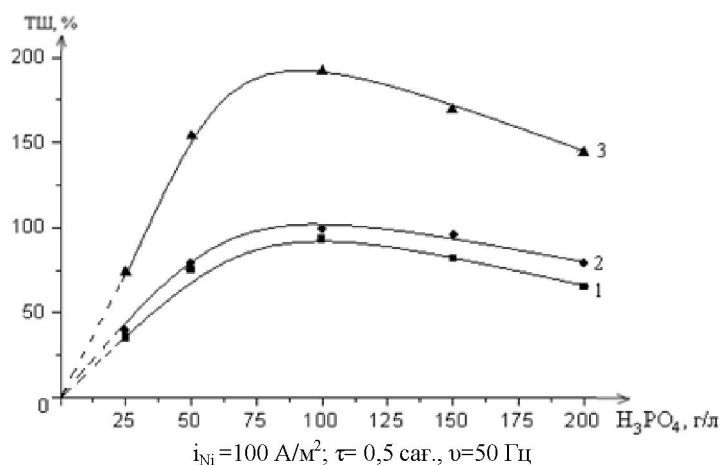
Түзілген металл иондары ерітіндідегі фосфат иондарымен әрекеттесіп ерігіштігі төмен никель фосфаты түзіледі:



5-сурет – Айнмалы токтың анодты және катодты жартылай периодтарында алынған анодты импульсті токпен поляризацияланған бір-бірімен параллель жалғанған электролизерларда никель электродының еруі: 1,2 – бірінші және екінші никель электродтардың еруінің ток бойынша шығымының мәндері ; 3- жалпы ток бойынша шығым мәні

Никель электродтарын анодты импульстік токпен поляризациялау кезіндегі никель электродының еруінің ток бойынша шығымына фосфор қышқылының концентрациясының әсері $50\text{-}250 \text{ г/л}$ интервалында зерттелінді (6-сурет). Фосфор қышқылының концентрациясы 100 г/л кезінде, никель электродының еруінің ток бойынша шығымы максималды мәнді көрсетеді, бұл кездегі ток бойынша шығымның мәні – $93,0\%\text{-}99,0\%$ -ды құрайды, ал ток бойынша шығымның екі электролизердегі жалпы мәні 192% . Ал, фосфор қышқылының концентрациясын $100\text{-}250 \text{ г/л}$ аралығында жоғарылатқанда, никель электродының еруінің ток бойынша шығымы – $65,0\%\text{-}79,0\%$ -ға дейін төмендейтіндігі байқалды. Екі электролизердегі никель электродының еруінің ток

бойынша шығымдарының мәндерінің арасындағы аздаған айырмашылықты электродтарды электролизерге орнату кезінде электрод аумағының немесе олардың арасындағы ара қашықтықтың әртүрлі болуына байланысты деп түсіндіруге болады.



6-сурет – Бір-бірімен параллель жалғанған никель электродтарының анодты импульстік тоқпен поляризациялау кезіндегі никель электродтарының еруінің тоқ бойынша шығымына фосфор қышқылының концентрациясының әсері:

1,2 – бірінші және екінші никель электродтардың еруінің тоқ бойынша шығымының мәндері;
3- жалпы тоқ бойынша шығым мәні

Сонымен, анодты импульстік тоқпен поляризацияланған никель электродының фосфор қышқылы ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеті алғаш рет зерттелінді. Зерттеу нәтижелері бойынша, электролиздің тиімді жағдайлары қалыптастырылды: электродтардағы тоқ тығыздығы 100 A/m^2 , фосфор қышқылы ерітіндісінің концентрациясы 100 г/л , электролиз ұзақтығы $0,5 \text{ сағат}$. Электролиздің тиімді жағдайларында никельдің еруінің тоқ бойынша шығымы бір диод қолданғанда – $75,0\%$ -ды құраса, ал екі диоды бар біз ұсынған тәсіл бойынша бір электролизерде – $99,0\%$ -ды көрсетсе, ал екі электролизердегі тоқ бойынша шығымның жалпы мәні 192% . Электролиз нәтижесінде синтезделетін қосылыс никель фосфаты - химия өндірісінде катализатор құрамына енсе, сондай-ақ, пигмент және термо тұрақты лактеуде қаптама ретінде қолданылады.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Баешов А. Электрохимические процессы при поляризации нестационарными токами // Известия НАН РК, серия химия и технологии. - 2011. - №2. – С.3-23.
- [2] Баешов А. Электрохимические методы извлечения меди, халькогенов и синтеза их соединений. Алма-Ата: Наука, 1990, 108 с.
- [3] Баешов А., Баешова А.К. Электрохимические способы получения неорганических веществ. - Lambert: Academic Publishing, 2012. - 72 с.
- [4] Никифорова Е.Ю., Килимник А.Б. Закономерности электрохимического поведения металлов при наложении переменного тока // Вестник ТГТУ. - 2009. -Т15. - № 3. – С. 604-614.
- [5] Шульгин, Л.П. Электрохимические процессы на переменном токе. – Л. : Наука, 1974. – С.74.
- [6] A.S. Kadirbayeva, A. B. Baeshov. Laws of Dissolution of Copper Electrodes Polarized by the Alternating Current in Solution of Potassium Iodide // Acta Physica Polonica A. 2015. - V 128. - № 2-B. - P. 458-460.
- [7] 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.
- [8] Баешов А.Б., Кадирбаева А.С., Баешова А.Қ. Өндірістік айналымы тоқпен поляризацияланған мыс электродының натрий сульфаты ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеті // «Мұнай-газ индустриясының инновациялық даму мәселелері» атты VII Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының еңбектері, Алматы, 2015, - 409-413 б.
- [9] Баешов А. Применение новых электрохимических методов в решении проблем металлургии. Химия и экология // Труды Международной школы-семинара «Проблемы электрохимии XXI век», Алматы, 2007. -С.34-38.
- [10] Баешов А., Бекенова Г.С. Потенциодинамическая поляризациялык қысықтар түсіру арқылы калий хлориді ерітіндісіндегі никель электродының электрохимиялық қасиетін зерттеу // ҚР ҰҒА Хабарлары, 2016, №1. - Б. 32-37.
- [11] Bayeshov A, Bekenova G. Research of nikels electrochemical property in sulfuric Acid solution by using potentiodynamic curve // Ozietal journal of Chemistry, 2015, vol 31, №1. – P. 141-147.
- [12] Баешов А, Бекенова Г. Никель қалдықтарын қышқылды ортада айналымы тоқпен поляризациялау кезіндегі электрохимиялық қасиеті // ҚР ҰҒА Баяндамалары, 2015, №1. - Б. 68-72.
- [13] Баешов А., Бекенова Г. Айналымы тоқпен поляризацияланған никель электродының тұз қышқылы ерітіндісіндегі қасиеті // ҚР ҰҒА Хабаршысы, 2015, №1. – Б. 42-46.

- [14] Баешов А., Кадирбаева А.С., Баешова А.Қ., Абилова М.У. Айнымалы токпен поляризацияланған никельдің күкірт қышқылы ерітіндісінде еруі // ҚР ҰҒА Баяндамалары, 2016. №2. - 77-81 б.
- [15] 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.
- [16] Baeshov A. B. Электрохимический синтез неорганических соединений. ҚР ҰҒА Баяндамалары. За 2011 год. Астана –Алматы, 2011, том 8 -С.5-64.
- [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] Баешов А., Егеубаева С.С., Кадирбаева А.С., Баешова А.Қ., Абжалов Б.С. Стационарлы және стационарлы емес токтармен поляризацияланған никель электродының фосфор қышқылы ерітіндісінде еруі // ҚР ҰҒА Хабарлары, 2016, № 3. – 131-137.
- [19] Баешов А., Кадирбаева А.С., Баешова А.Қ. Натрий хлориді ерітіндісінде мыс электродының айнымалы токтың екі жартылай периодында мыс (I) оксидін түзе еру заңдылықтары // ҚР ҰҒА Баяндамалары, 2015, №5. – 96-100 б.
- [20] Баешов А., Кадирбаева А.С., Баешова А.Қ. Анодты импульстік токпен поляризацияланған никельдің натрий сульфаты ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеті // ҚР ҰҒА Хабарлары, 2016, № 3(417). – 202-208 б.

REFERENCES

- [1] Bayeshov A.B. *Izvestiya NAS RK*, **2011**, 2, P. 3-23 (in Russ.).
- [2] Bayeshov A.B. *Alma-ata: Nauka*, **1990**. – 108 p. (in Russ.).
- [3] Baeshov A. B. Baeshova A. K. Electrochemical methods of preparation of inorganic substances, Lambert, Academic Publishing, Germanija, **2012**, - 7 p (in Eng.).
- [4] Nikifarova E. Y., Klimnik A.B. *Vestnik TGTU*. -**2009**. – Т. 15. - №3. – P. 604-614. (in Russ.).
- [5] Shulgin L.P. *Elektrohimicheskie processi na peremennom toke*. – L.: Nauka, **1974**. – P. 74. (in Russ.).
- [6] A.S. Kadirbayeva, A. B. Baeshov. Laws of Dissolution of Copper Electrodes Polarized by the Alternating Current in Solution of Potassium Iodide // *Acta Physica Polonica A*. 2015. - V 128. - № 2-B. - P. 458-460.
- [7] 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.
- [8] Baeshov A. B., Kadirbayeva A.S., Baeshova A.K. *Konferentsiya*, Almaty, **2015**. – P. 409-413. (in Kazakh).
- [9] Baeshov A. B. *Trudi seminarara*, Almaty, **2007**. – P. 32-37 (in Russ.).
- [10] Bayeshov A., Bekenova G.S. *Izvestiya NAS RK*, **2016**. - №1. – 32-37 p. (in Kazakh).
- [11] Bayeshov A., Bekenova G. Research of nikels electrochemical property in sulfuric Acid solution by using potentiodynamic curve // *Ozietal journal of Chemistry*, 2015, vol 31, №1. – P. 141-147.
- [12] Bayeshov A., Bekenova G.S. *Dokladi NAS RK*, **2015**. - №1. – 68-72 p. (in Kazakh).
- [13] Bayeshov A., Bekenova G.S. *Vestnik NAS RK*, **2015**. - №1. – 42-46 p. (in Kazakh).
- [14] Bayeshov A., Kadirbayeva A.S., Bayeshova A.K., Abilova M.U. *Dokladi NAS RK*, **2016**. - №2. – 77-81 p. (in Kazakh).
- [15] Bekenova G.S., Bayeshov A., Konurbayev A.E. *Promyshlennost Kazakhstana*, **2004**. - №3(24). - 34-35 p. (in Kazakh).
- [16] Bayeshov A. *Dokladi NAS RK*, **2011**. - №8. – 5-64 p. (in Russ.).
- [17] Bekenova G.S., Bayeshov A. *Konferentsiya tezisi*, **2006**. - 54 p. (in Kazakh).
- [18] Baeshov A. B., Yegeubyeva S.S., Kadirbayeva A.S., Baeshova A.K., Abzalov B.S. *Izvestiya NAS RK*, **2016**. - №3. – 131-137 p. (in Kazakh).
- [19] Baeshov A. B., Kadirbayeva A.S., Baeshova A.K. *Dokladi NAS RK*, **2015**. - №5. – 96-100 p. (in Kazakh).
- [19] Baeshov A. B., Kadirbayeva A.S., Baeshova A.K. *Izvestiya NAS RK*, **2016**. - №3. – 202-208 p. (in Kazakh).

А.Б.Баешов, С.С. Егеубаева., А.С. Кадирбаева, А.Қ. Баешова

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ НИКЕЛЕВОГО ЭЛЕКТРОДА ПРИ ПОЛЯРИЗАЦИИ АНОДНЫМ ИМПУЛЬСНЫМ ТОКОМ В РАСТВОРЕ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Аннотация. Исследовано электрохимическое поведение никелевого электрода при поляризации анодным импульсным током с частотой 50 Гц в водных растворах фосфорной кислоты методом электролиза с использованием пары электродов «никель-никель», расположенных в двух соединенных между собой параллельно электролизерах. Изучено влияние плотности тока на электродах и концентрации фосфорной кислоты на процесс электрохимического растворения никеля. При изменении плотности тока в интервале 50-300 А/м² на никелевом электроде величина выхода по току растворения никеля проходит через максимум. В интервале плотностей тока 50-100 А/м² в первом и во втором электролизерах выход по току растворения никеля возрастает до 64,0% и 67,0%, а суммарное значение составляет 131%. Установлено значительное влияние концентрации фосфорной кислоты на выход по току растворения никеля. При концентрации электролита, равной 100 г/л, выход по току растворения никелевого электрода достигает максимальной величины, его значение в каждом электролизере составляет 93,0% и 99%, соответственно, а суммарное значение равно 192%. Показаны оптимальные условия, при котором протекает процесс электролиза: плотность тока на электроде 100 А/м², концентрация кислоты 100 г/л, длительность электролиза 0,5 ч.

Ключевые слова: анодный импульсный ток, фосфат никеля, электролиз, никель, поляризация.