

ELECTROCHEMICAL CONDUCT OF NICKEL WASTE IN THE PRESENCE OF POLARIZATION BY ALTERNATING CURRENT IN THE SULPHERIC ACID SOLUTION

A.B. Baeshov¹, G.S. Bekenova²
Bayeshov@mail.ru, najen@mail.ru

¹Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry by D.V.Sokolsky

²University named after Suleiman Demirel

Key words: electrode, current efficiency, alternating current, electrolyze.

Abstract. The article discusses the electrochemical properties of nickel waste at AC polarization in sulfuric acid. The mortar of nickel electrodes has been detected in some cases. The influence of the main parameters of the output current of dissolution has been studied. Moreover a significant influence of the density of AC sulfuric acid concentration and temperature of the electrolyte waste nickel dissolution has been found out. In addition it has been revealed that the polarization by alternating current waste chemical dissolution of nickel increases in 100 times. So, as a result of the study it has been first proposal of an entirely new method of producing nickel sulfate (II), which is widely used in metallurgy, electroplating and other chemical industries.

УДК. 541.13

НИКЕЛЬ ҚАЛДЫҚТАРЫН ҚЫШҚЫЛ ОРТАДА АЙНЫМАЛЫ ТОКПЕН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАУ КЕЗІНДЕГІ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Ә.Б. Баешов¹, Г.С. Бекенова²
Bayeshov@mail.ru, najen@mail.ru

¹Д.В.Сокольский атындағы Органикалық катализ және электрохимия институты

²Сулейман Демирел университеті

Тірек сөздер: электрод, ток бойынша шығым, айнымалы ток, күкірт қышқылы, электролиз.

Аннотация. Бұл мақалада күкірт қышқылы ерітіндісінде айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі никель электродының электрохимиялық қасиеттері алғаш рет зерттелді. Никель электродтарын көрсетілген жағдайларда ерітіндігі анықталды. Еру процесіне айнымалы ток тығыздығының, күкірт қышқылы концентрациясының және электролит температурасының елеулі әсер ететіні көрсетілді. Никель электродтарының химиялық еруі айнымалы токпен поляризациялау кезінде 100 есеге дейін артатындығы анықталды. Сондай-ақ, қышқылды ортада электрохимиялық қасиетін жан-жақты зерттеу нәтижелері негізінде өндірістік жиіліктегі айнымалы токпен поляризациялау арқылы, никельдің металл түріндегі қалдықтарын күкірт қышқылды ортада ерітіп, гальванотехникада, металлургия, химия және басқа да салаларда кең қолданылатын никель сульфатын (II) алудың принципіальды жаңа, тиімді тәсілдері анықталып, олардың ерітіндіде электрохимиялық жолмен түзілу заңдылықтары алғаш рет зерттелді.

Неміс ғалымы А.Кронштедт ашқан никель – тұрмыста, өндіріс технологиясында көп қолданысқа ие [1,2]. Коррозияға төзімді өнімдер, физика-химиялық өлшемдер жүргізетін аппараттар, машина бөлшектерінің көбісі никельден дайындалады. Никельдің түрлі қалдықтары мен қосылыстары қоршаған ортаға түсіп, ауыр металл ретінде биосфераны ластауда.

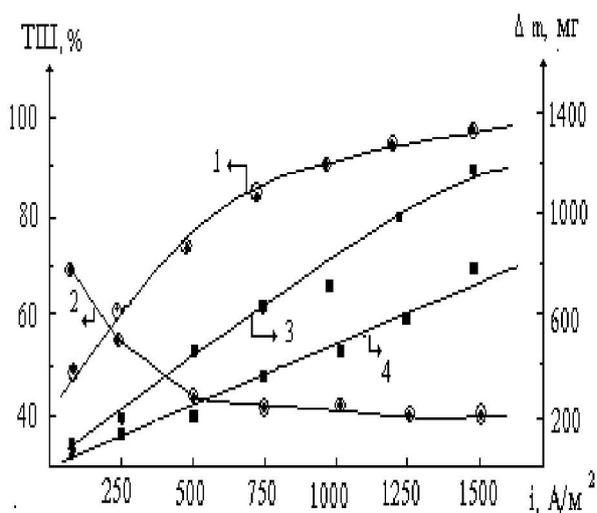
Су, ауа және тағам арқылы адам ағзасына өткен металдың қосылыстары «Никель экземазы», өкпе рагі және т.б. түрлі ауруларға ұшыратады. [3]. Сондықтан никель қосылыстарынан осы металдың

маңызды қосылыстарын алу және оларды синтездеудегі еру процесін зерттеу, металл ресурстарын ысырапсыз тиімді пайдалануға жол ашады. Никель элементінің химиялық және электрохимиялық қасиеттері жан-жақты зерттелген [4-6]. Алайда бұл металды өндірістік жиіліктегі айнымалы ток қатысында еріту, олардың қосылыстарын синтездеу, электрод бетіндегі процестерді жан-жақты зерттеу аса маңызды.

Бұл мақалада никель электродтарын жиілігі 50 Гц стационарлы емес синусоидалы айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі, металдың еруіне айнымалы және тұрақты ток тығыздықтарының, электролиз ұзақтығының, электролит температурасының және айнымалы ток жиілігінің әсерлері жан-жақты қарастырылды. Электролиз электрод кеңістіктері бөлінбеген шыны электролизерде жүргізілді. Электродтар қызметін беттік ауданы $5,1 \text{ см}^2$ -ге тең екі никель пластинкасы атқарды. Электродтар бір-бірінен 2 см қашықтықта орналастырылып, электролит ретінде 1М күкірт қышқылының сулы ерітіндісі қолданылды. Әрбір никель электродтарының еруінің ток бойынша шығымы, айнымалы токтың анотты жартылай периоды бойынша есептелінді. Ерітіндіге өткен никельдің мөлшері фотоколориметрлік анализ әдістерімен анықталды.

Күкірт қышқылы ерітіндісінде айнымалы ток тығыздығын 100 А/м^2 -ден 1500 А/м^2 -ге жоғарылатқанда, никель электродтары еруінің ток бойынша шығымы 49% -дан 97% -ға дейін өскендігін байқауға болады (1-сурет, 1-қисық). Сондай-ақ, тұрақты ток тығыздығын жоғарылату кезінде никель электродтары еруінің ток бойынша шығымының төмендейтіндігі анықталды (1-сурет, 2-қисық).

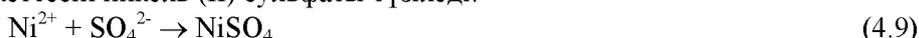
Тәжірибе көрсеткіштері бойынша, айнымалы токпен поляризацияланған никель электродтарының жоғары ток тығыздықтарында еруінің ток бойынша шығымының өсуі, айнымалы токпен поляризациялау кезінде катодты жартылай периодта бөлінетін сутегі иондарының анотты жартылай периодта түзілетін оксидті қабықты тотықсыздандыруымен түсіндіруге болады [7]. Күкірт қышқылды ортада айнымалы және тұрақты ток тығыздықтарында никель электродының еруі туралы мәліметтер 1-суреттегі 3-4 қисықтарда келтірілген. Егер назар аударсақ төменгі айнымалы ток тығыздықтарында ($250\text{-}500 \text{ А/м}^2$) $200\text{-}450 \text{ мг}$ никель ерісе, ал ток тығыздығын жоғарылатқанда – 1500 А/м^2 1200 мг никель ерітіндіге өткен. Никельдің еруінің ток бойынша шығымы, электродтағы ток тығыздығы 1000 А/м^2 және одан жоғары болғанда, айнымалы токпен поляризациялау кезінде 3-6 еседен аса жоғары. Бұл никельді ерітіп оның сульфаттарын алу үшін айнымалы токты қолданудың өте тиімді екендігін көрсетеді.



$\tau=0,5 \text{ сaғ}$; $\nu=50 \text{ Гц}$; $t=25^\circ\text{C}$.

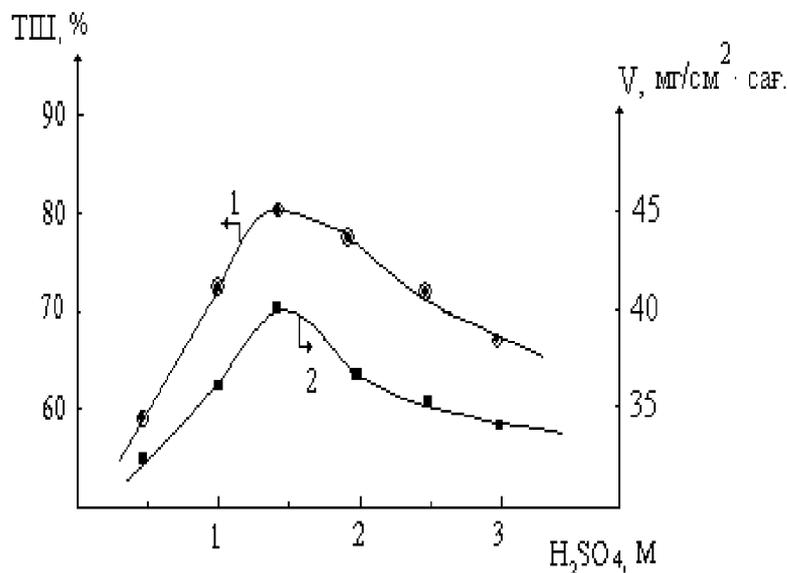
1-сурет – 1 М күкірт қышқылы ерітіндісіндегі никель электродындағы айнымалы (1, 3) және тұрақты (2, 4) ток тығыздығының металдың еру мөлшеріне (3, 4) және оның еруінің ток бойынша шығымына (1, 2) әсері

Никель электродының еруі нәтижесінде түзілген никель иондары SO_4^{2-} иондарымен әрекеттесіп никель (II) сульфаты түзіледі:



Гидратталған никель сульфатының еритіндісі жасыл түске ие. Олар $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ немесе $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ секілді комплексті қосылыстары түрінде түзілуі мүмкін [8].

Айнымалы токпен поляризацияланған никель электродының еруінің ток бойынша шығымына күкірт қышқылының концентрациясының әсері 0,5 М- 3,0 М-ға дейінгі аралықтарда зерттелді. Зерттеу нәтижелері бойынша никель электродтары еруінің ток бойынша шығымы 1,5 М-ға дейін жоғарылайды да (59-80 %), одан ары никельдің еруінің ток бойынша шығымының төмендейтіні байқалды (80-68 %) (2-сурет, 1-қисық). Никель электродының күкірт қышқылды ортада еру жылдамдығына қышқыл концентрацияларының әсері 2-сурет 2-қисықта келтірілген. Қышқыл концентрациясын 0,5-1,5 М-ға дейін арттырғанда никельдің еру жылдамдығы $40 \text{ мг/см}^2 \cdot \text{сағ.}$ дейін жетсе, ал концентрацияны одан әрі жоғарылатқанда (3 М-ға дейін) металдың еруі $33 \text{ мг/см}^2 \cdot \text{сағ.}$ дейін азайды. Мұны электролит концентрациясы жоғарылаған сайын, иондар қозғалысы баяулап, және сульфат иондары көбейген сайын анод жартылай периодында оттегінің бөлінуінің артатындығымен және металдың пассивациялануымен түсіндіруге болады.



2-сурет - Никель электродының айнымалы токпен поляризациялағанда күкірт қышқылы концентрациясының металдың еруінің ток бойынша шығымына (1) және еру мөлшеріне (2) әсері

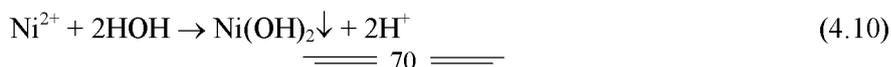
Сондай-ақ, никель электродының электрохимиялық еруіне, химиялық еру жылдамдығының әсері, қышқылдың әртүрлі концентрацияларда зерттелінді. Осы кезде никельдің еру жылдамдығы массасы 2 М-ға дейінгі аралықта артып ($0,19-0,05 \text{ мг/см}^2 \cdot \text{сағ.}$), одан жоғары концентрацияларда (3 М-ға дейін) кеміді ($0,5-0,23 \text{ мг/см}^2 \cdot \text{сағ.}$) (1-кесте).

1-Кесте - Никельдің күкірт қышқылы еритіндісінде химиялық еруі ($\tau=0,5 \text{ сағ.}$)

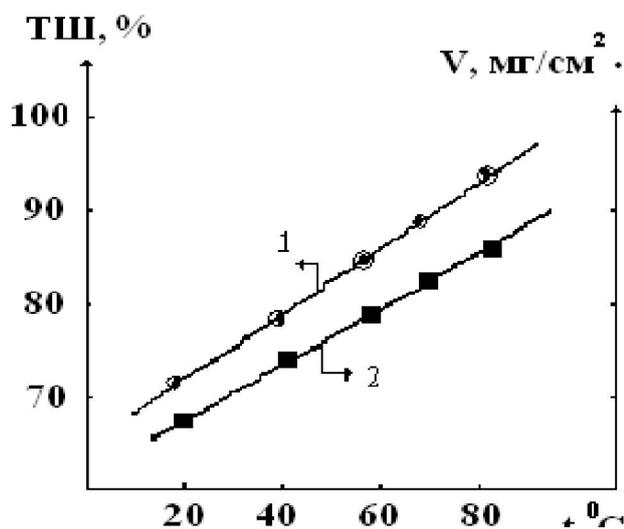
H_2SO_4 , М	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
V , $\text{мг} \cdot \text{см}^2 / \text{сағ.}$	0,19	0,23	0,39	0,5	0,39	0,23

Яғни, поляризацияланбаған жағдайда, күкірт қышқылы еритіндісінде никельдің өте аз мөлшерде ғана еритіндігін байқауға болады.

Күкірт қышқылының өте төмен концентрацияларында, электродта жүріп жатқан электрохимиялық процестер мен реакциялар нәтижесінде $\text{Ni}(\text{OH})_2$ тұнбасының түзілетіндігін байқауға болады:



Сонымен қатар, күкірт қышқылы ерітіндісінің температурасын жоғарылату кезінде де никель электроды еруінің ток бойынша шығымы сызықты түрде артып отырды (3-сурет, 1-қисық). Мұны, ерітінді температурасы жоғарылаған сайын сутегі иондарының активтілігінің артуымен және осыған байланысты иондар қозғалғыштығының жоғарылауымен олардың әрекеттесу жылдамдығының артатындығымен түсіндіруге болады. Температуралы-кинетикалық әдіспен анықталған активтендіру энергиясының орта мәні $E_{\text{акт}}=24,95$ кДж/моль-ге тең болды. Бұл никель электродтарының еруі, диффузиялық-кинетикалық режимде жүретіндігін көрсетеді.



4.18-сурет - Ерітінді температурасының никельдің еруінің ток бойынша шығымына (1) және еру мөлшеріне (2) әсері

Никель электродының еру жылдамдығына электролит температурасының әсері 3-сурет 2-қисықта келтірілген. Берілген жағдайда никельдің еру жылдамдығы 37-ден 53 мг/см² · сағатқа дейін артты. Никельдің еру жылдамдығына, химиялық реакция нәтижесінде еру мөлшерінің үлесі де анықталды. Зерттеу нәтижелері бойынша, ерітінді температурасын жоғарылатқанда никельдің еру жылдамдығы 0,23-тен 0,62 мг · см²/сағатқа дейін ғана артты (2-кесте).

2-кесте - Никельдің 1 М күкірт қышқылында химиялық еруі ($\tau=0,5$ сағ.)

t, °C	20	40	60	80
V, мг · см²/сағ.	0,23	0,39	0,54	0,62

Осы көрсеткіштерге қарай отырып, айнымалы токпен поляризациялау кезінде никельдің еру жылдамдығының елеулі түрде жылдамдайтынын көруге болады.

Қорыта келгенде күкірт қышқылы ерітіндісінде айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі никель электродының электрохимиялық қасиеттері алғаш рет зерттелді. Никель электродтарын көрсетілген жағдайларда ерітіндігі анықталды. Еру процесіне айнымалы ток тығыздығының, күкірт қышқылы концентрациясының және электролит температурасының елеулі әсер ететіні көрсетілді. Никель электродтарының химиялық еруі айнымалы токпен поляризациялау кезінде 100 есеге дейін артатындығы анықталды. Сондай-ақ, қышқылды ортада электрохимиялық қасиетін жан-жақты зерттеу нәтижелері негізінде өндірістік жиіліктегі айнымалы токпен поляризациялау арқылы, никельдің металл түріндегі қалдықтарын күкірт қышқылды ортада ерітіп, гальванотехникада, металлургия, химия және басқа да салаларда кең қолданылатын никель сульфатын (II) алудың принципіальды жана, тиімді тәсілдері анықталып, олардың ерітіндіде электрохимиялық жолмен түзілу заңдылықтары алғаш рет зерттелді.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Самсонова Г.В. Физико-химические свойства элементов // Академия наук Украинской ССР институт проблем материаловедения. Справочник. Под ред. чл. корр АН УССР. – Киев: 1965. – 806 с.
- [2] Рипан Р., Четяну И. Неорганическая химия. 2 т. М., 1972. – 871 с.
- [3] Экология и безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для вузов / Д.А.Кривошин, Л.А.Муровей, Н.Н.Роева и др. Под ред. Л.А.Муровья. М.ЮНИТИ-ДАНА, 2000. 447 с.
- [4] Хайфец В.А., Грань Т.В. Электролиз никеля. - Москва: Металлургия, 1975. – 333 с.
- [5] Тамм Ю., Арольд Я. Катодное выделение водорода на никеле в кислой среде //Электрохимия. – 2004. -Т.7, N 11. -С. 1343-1347.
- [6] <http://WWW.Krugosvet.RU> / Наука и техника. Книги. Популярная библиотека химических элементов / 2004-7-27/.
- [7] Береговский В.И., Кистяковский Б.Б. Металлургия меди и никеля. – Москва: Изд-во Металлургия, 1972. – 620 с.
- [8] Сарбаева Г.Т. Аналитикалық химия пәні бойынша әдістемелік нұсқаулар мен лабораториялық жұмыстардың жинағы. Сапалық анализ II-бөлім.-Шымкент, 2003. –66 б.

REFERENCES

- [1] Samsonov G.V. Physico-chemical properties of the elements. AS of the Ukrainian SSR, Institute for Problems of Materials. Directory. Ed. corr.member of Ukrainian Academy of Sciences. - Kiev, 1965. - 806 p. (in Russ.).
- [2] Ripan R., Chetyanu I. Inorganic Chemistry. 2 V. M., 1972. - 871 p. (in Russ.).
- [3] Ecology and life safety: Proc. manual for schools. D.A. Krivoshin, L.A., Murovei, N.N.Royeva et al., ed. L.A.Murovei. M.YUNITI-DANA, 2000. 447 p. (in Russ.).
- [4] Hayfets V.A., Gran T.V. Electrolysis of nickel. - Moscow: Metallurgy, 1975. - 333 p. (in Russ.).
- [5] Tamm Yu., Harold J. Cathodic hydrogen evolution on nickel in acidic medium. Electrochemistry. - 2004. -V.7, N 11. p. 1343-1347. (in Russ.).
- [6] <http://www.krugosvet.ru>. Science and Technology. Book. Popular library of chemical elements. 07.27.2004. (in Russ.).
- [7] Beregovsky V.I., Kistyakovsky B.B. Metallurgy of copper and nickel. - Moscow: Publishing House of Metallurgy, 1972. - 620 p. (in Russ.).
- [8] Sarbayeva G.T. A set of guidelines for analytical chemistry and laboratory work. Qualitative analysis. 2 part - Shymkent, 2003. -66 p. (in Kaz.).

Электрохимическое поведение никелевых электродов при поляризации переменным током в растворе серной кислоты

Ключевые слова: электрод, выход по току, переменный ток, электролиз.

Аннотация. В статье рассматриваются электрохимические свойства никелевых отходов при поляризации переменным током в сернокислой среде. Изучено влияние основных параметров на выход по току растворение. Установлено значительное влияние плотности переменного тока, концентрации серной кислоты и температуры электролита на растворение никелевых отходов. Выявлено, что при поляризации переменным током химическое растворение отходов никеля увеличивается 100-кратно. А также в результате исследования впервые был предложен совершенно новый способ получения сульфата никеля (II), который широко используется в металлургии, в гальванотехнике и др. химических отраслях.

**НИКЕЛЬ ҚАЛДЫҚТАРЫН ҚЫШҚЫЛ ОРТАДА АЙНЫМАЛЫ ТОКПЕН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАУ
КЕЗІНДЕГІ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ**

Бекенова Г. С., химия ғылымдарының кандидаты, Сулейман Демирел университетінің ассис.профессоры, Қаскелен қ., Абылайхан көшесі 1/1, najen@mail.ru, 87714131909.

Баешов Ә. Б., химия ғылымдарының докторы, лаборатория меңгерушісі, Д.В.Сокольский атындағы Органикалық катализ және электрохимия институты, Алматы қ. Қонаев көшесі 142. Bayeshov@mail.ru, тел: 87017605635

**ELECTROCHEMICAL CONDUCT OF NICKEL WASTE IN THE PRESENCE OF POLARIZATION BY
ALTERNATING CURRENT IN THE SULPHERIC ACID SOLUTION**

Gulmira Satibaldievna Bekenova candidates of chemical sciences, asis. professor of University by Suleiman Demirel Kazakhstan, 040900, Kaskelen, Ablayhan Street, 1/1, najen@mail.ru tel: mob 87714131909

Abduali Baeshovich Baeshov, doctor of chemical sciences, prof., head of laboratory of Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry by D.V.Sokol'sky

Kazakhstan, 050010, Almaty, Konayev Street, 142, Bayeshov@mail.ru, tel: mob. 87017605635