

ӘОЖ 541.13

Г.С. Бекенова¹, Ә.Б. Баяшов²

¹Сүлейман Демирел атындағы университет, Қаскелен;

²Д.В. Сокольский атындағы Органикалық катализ және электрохимия институты, Алматы
(E-mail: bayeshov@mail.ru)

Никель қалдықтарының калий сульфаты ерітіндісінде айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі электрохимиялық қасиеттері

Мақалада калий сульфаты ерітіндісінде айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі никель электродының электрохимиялық қасиеттері алғаш рет зерттелді. Никельдің еру процесіне айнымалы және тұрақты ток тығыздықтарының, калий сульфаты концентрациясының, электролит температурасының және айнымалы ток жиілігінің елеулі әсер ететіні көрсетілді. Никель электродтарының химиялық еруі айнымалы токпен поляризациялау кезінде тұрақты токпен салыстырғанда 30 есеге дейін артатындығы анықталды.

Кілт сөздер: никель электроды, қалдық, электрохимиялық қасиет, машина өндірісі, электролит, ондеу.

Кіріспе

Қазіргі таңда машина өндірісінің күрт дамуы, әсіресе халықтың көлікке сұранысы көбейгені, металл қалдықтарының көптеп жиналуына ықпал етуде. Осыған орай металл қалдықтарын өңдеу және оның әр түрлі қосылыстарын алу мақсатында өндірістік айнымалы токты қолдану осы процесті жеделдетуге және қиын жүретін реакциялардың жүруіне мүмкіндік туғызады [1–5]. Сол себепті тұрмыста және өндірісте кеңінен қолданылатын никельдің электрохимиялық қасиеттерін зерттеу де маңызды.

Эксперименталды бөлім

Ұсынылып отырған жұмыста никель электродын калий сульфаты ерітіндісінде жиілігі 50 Гц айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі электрохимиялық қасиеттері жан-жақты зерттелді. Электролиз электродтық кеңістіктері бөлінбеген шыны электролизерде жүргізілді. Негізгі тәжірибелерде электролит қызметін K_2SO_4 -ның 150 г/л сулы ерітіндісі атқарды. Бірінші электрод ретінде никель табақшасы (пластинкасы), ал екінші электрод қызметін — беттік ауданы өте аз титан сымы атқарды. Никельді калий сульфаты ерітіндісінде айнымалы токпен поляризациялағанда еріп, оның жасыл түсті гидроксиді тұнбаға түсетіндігі анықталды. Түзілген тұнба сүзіліп, жуылып, кептірілді. Айта кету керек, никель (II) гидроксиді сілтілі аккумулятор жасау өндірісінде кеңінен қолданылады. Айнымалы токпен поляризациялау кезінде еріген никель электродының ток бойынша шығымы анодтық жартылай периодқа есептелінді. Ерітіндіге өткен никель иондарының мөлшері электродтарды таразыға тарту арқылы салмақтық әдіспен анықталды.

Өндірістік айнымалы токпен поляризациялау кезінде еріген никель электродының ток бойынша шығымына — айнымалы және тұрақты ток тығыздықтарының, электролит концентрациясының, электролиз ұзақтығының және электролит температурасының әсерлері қарастырылды.

Алдын ала жүргізілген тәжірибелер көрсеткендей, калий хлориді ерітіндісінде екі никель табақшасын (пластинкасын) айнымалы токпен 100–1000 А/м² дейін поляризациялағанда никельдің

еру процесі өте баяу жүрді. Ток бойынша шығым 7 %-дан аспады. Никель электродтарының біреуін титан сымына ауыстырғанда, металдың бірден жылдам еруі байқалды. Синусоидалы айнымалы токты никель және титан электроды арқылы жіберу кезінде никельдің еруін былай түсіндіруге болады. Өндірістік айнымалы токпен поляризациялау кезінде анодтық жартылай периодта титан электродында жартылай өткізгіштік қасиеті бар оксидтік қабат пайда болады. Ол тізбектегі электр тоғының ағымын тоқтатады, осының салдарынан екінші никель электродында катодтық электрохимиялық реакциялар мүлде жүрмейді. Айта кету керек, мұнда титан электроды бір мезгілде белгілі мөлшерде түзеткіш және қосымша электрод қызметін де атқарады.

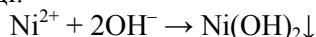
Титан электродында катодтық жартылай периодта 1-реакция бойынша газ тәрізді сутегі бөлінеді:



Бұл кезде никель электроды анодтық жартылай периодта болып, оның электрохимиялық еруі іске асады

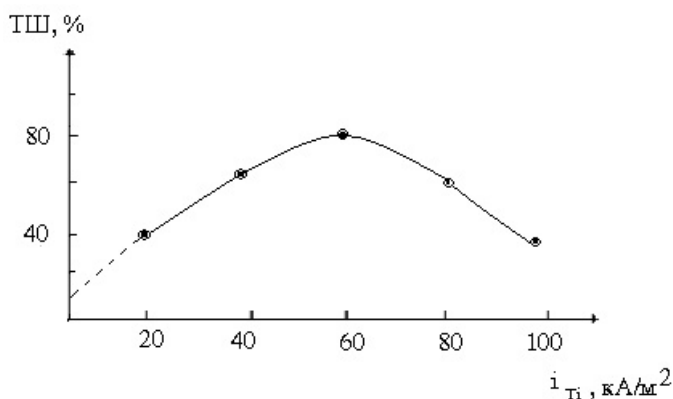


Ерітінді көлеміндегі (1) реакция салдарынан түзілген гидроксил-иондары никель иондарымен әрекеттесіп, никель гидроксиді түзіледі.



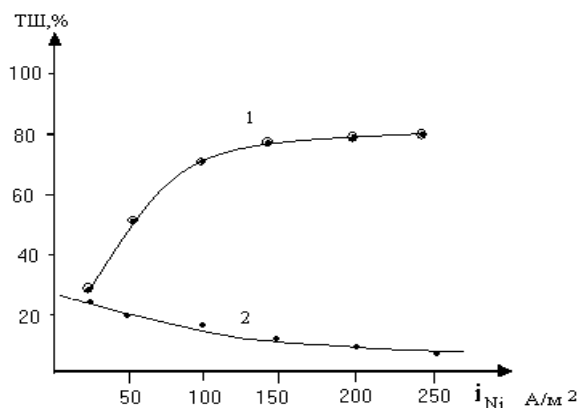
Титан электродындағы ток тығыздығын $10\text{--}60 \text{ кА/м}^2$ дейін жоғарылатқанда никель электроды еруінің ток бойынша шығымы максимум (80 %) мәніне жетті; ток тығыздығын одан әрі 100 кА/м^2 дейін өсіргенде ток бойынша шығымның кемітіні байқалды (1-сур.). Никельдің еруінің ток бойынша шығымның төмендеуі титан электродының бетіндегі жартылай өткізгіш қабаттың вентильдік қасиетінің төмендеуіне байланысты.

Айнымалы токпен поляризацияланған никель электродындағы ток тығыздықтарын жоғарылатқан сайын металдың еруінің ток бойынша шығымның елеулі түрде өсетіндігін көреміз (2-сур., 1-қисық). Бұл тәжірибелердегі ток бойынша шығымның жоғарылауын никельдің потенциалы теріс металл ретінде химиялық еруімен және электрод бетінде түзілген оксид пленкаларының қайта тотықсызданып, белсенді қалыпқа келуімен түсіндіруге болады.



$i_{\text{Ni}} = 250 \text{ А/м}^2$; $\tau = 0,5 \text{ сАГ}$; $t = 20 \text{ }^\circ\text{С}$; $[\text{K}_2\text{SO}_4] = 150 \text{ г/л}$

1-сурет. Калий сульфаты ерітіндісінде айнымалы токпен поляризациялау кезінде титан электродындағы ток тығыздығының никель электродының еруінің ток бойынша шығымна әсері



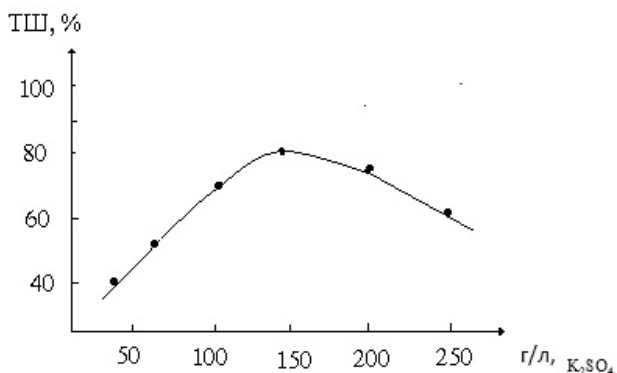
$i_{\text{Ti}} = 60 \text{ кА/м}^2$; $[\text{K}_2\text{SO}_4] = 150 \text{ г/л}$; $\tau = 0,5 \text{ сАГ}$

2-сурет. Калий сульфаты ерітіндісінде айнымалы (1) және тұрақты (2) ток пен поляризациялау кезінде никель электродындағы ток тығыздықтарының оның еруінің ток бойынша шығымна әсері

Сонымен қатар аталған ерітіндіде никель электродының еруінің ток бойынша шығымна тұрақты ток тығыздығының әсері қарастырылды. Мұнда тұрақты ток тығыздығын жоғарылатқан сайын ток бойынша шығым төмендеп, металдың біртіндеп пассивтелуі байқалды (2-сур., 2-қисық). Мұны тұрақты токпен поляризациялау кезінде қосымша реакциялардың, яғни, анодта оттегінің бөлінуі нәтижесінде никель оксидтерінің түзілетіндігімен және никельдің анодты поляризациялау кезінде оңай пассивтелетіндігімен түсіндіруге болады [6]. Айнымалы токпен поляризацияланған никель электродының ток бойынша шығымна калий сульфаты концентрациясының ($25\text{--}250 \text{ г/л}$)

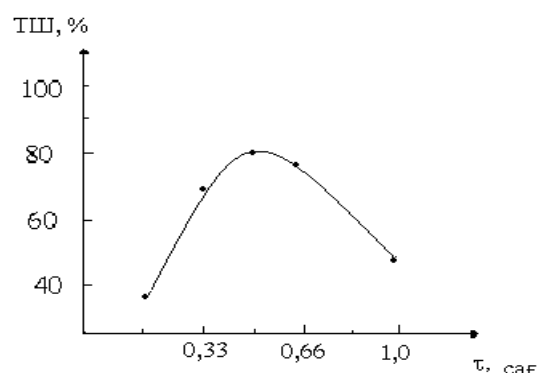
әсері зерттелді. Зерттеу нәтижелері бойынша никель электродтары еруінің ток бойынша шығымы 150 г/л-ге дейін жоғарылап, одан әрі төмендеуі байқалды (3-сур.).

Мұны электролит концентрациясы жоғарылаған сайын иондар қозғалысының баяулауымен [7] және сульфат иондары көбейген сайын оттегінің бөлінуінің аса кернеулігінің төмендеп, никельдің бәсеңсумен түсіндіруге болады. Аталған ерітіндіде электролиз ұзақтығын жоғарылату кезінде (4-сур.) никель электродының еруінің ток бойынша шығымы максимум мәні арқылы өтеді.



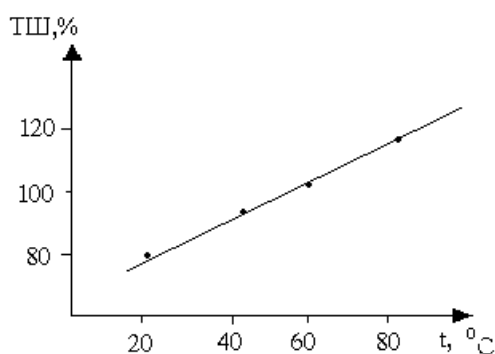
$\tau = 0,5 \text{ сағ}; i_{Ti} = 60 \text{ кА/м}^2; i_{Ni} = 250 \text{ А/м}^2$

3-сурет. Электролит концентрациясының никельдің еруінің ток бойынша шығымына әсері



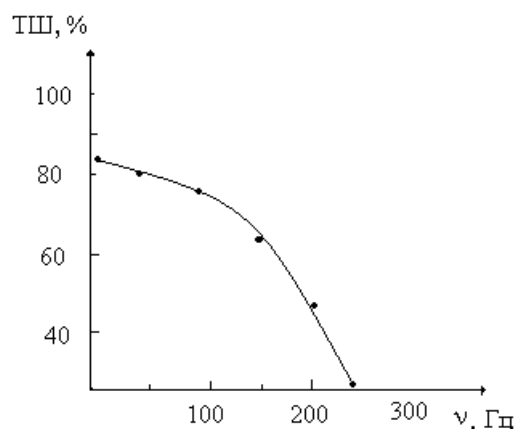
$i_{Ti} = 60 \text{ кА/м}^2; i_{Ni} = 250 \text{ А/м}^2; [K_2SO_4] = 150 \text{ г/л}$

4-сурет. Электролиз ұзақтығының никель электродының еруінің ток бойынша шығымына әсері



$\tau = 0,5 \text{ сағ}; i_{Ni} = 250 \text{ А/м}^2; i_{Ti} = 60 \text{ кА/м}^2; [K_2SO_4] = 150 \text{ г/л}$

5-сурет. Электролит температурасының никельдің еруінің ток бойынша шығымына әсері



$\tau = 0,5 \text{ сағ}; i_{Ni} = 250 \text{ А/м}^2; i_{Ti} = 60 \text{ кА/м}^2; [K_2SO_4] = 150 \text{ г/л}$

6-сурет. Айнымалы ток жиілігінің никельдің еруінің ток бойынша шығымына әсері

Калий сульфаты ерітіндісінде электролит температурасын жоғарылату кезінде никель электроды еруінің ток бойынша шығымы сызықты түрде артатындығы байқалды (5-сур.). Температуралы-кинетикалық әдіспен анықталған активтендіру энергиясының мәні $E_a = 4,79 \text{ кДж/моль}$ шаманы құрады. Бұл никельдің еруінің диффузиялық жағдайда жүретіндігін көрсетеді. Ал айнымалы ток жиілігін жоғарылату, керісінше, никельдің еруінің ток бойынша шығымын төмендетіп, 250–300 Гц мәнінде мүлдем тоқтатты (6-сур.). Жиіліктің жоғарылауы кезінде ток бойынша шығымның төмендеуін иондану процесінің тежелуімен, яғни анодты жартылай периодтағы тотығу реакциясының жүруіне қажетті уақыттың жетіспеуінен, туындайды деп тұжырымдауға болады. Жоғары ток жиілігінде кезеңдер өте жылдам өзгертіндіктен, анодтық жартылай периодта никель тотығып үлгере алмайды. Бұл кезде электродтық процеске тек сутегі иондары ғана қатысады. Катодтық жартылай периодта сутегі иондары белсенді атомарлық күйге дейін тотықсызданады да, ал анодтық жартылай периодта олардың қайтадан H^+ күйге дейін тотығуы жүреді деп жорамалдауға

болады. Сондай-ақ бұл ток жиілігін арттыру кезінде ток тығыздығының әсерінің төмендеу заңдылығымен, электродтардағы поляризацияның кемуімен де түсіндіруге болады [8].

Қорытынды

Қорыта келгенде, калий сульфаты ерітіндісінде айнымалы токпен поляризациялау кезінде никель электродының тұрақты токпен салыстырғанда жақсы еритіндігі және металдың еруінің ток бойынша шығымына негізгі электрохимиялық параметрлерге тәуелді екендігі анықталды. Яғни еру процесіне айнымалы ток тығыздығының, калий сульфаты концентрациясының, электролит температурасының және айнымалы ток жиілігінің елеулі әсер ететіні көрсетілді. Сондай-ақ никель электродының химиялық еруі айнымалы токпен поляризациялау кезінде тұрақты токпен салыстырғанда 30 есеге дейін артатындығы белгілі болды. Аталмыш зерттеулер нәтижесінде өндірістік жиіліктегі айнымалы токпен поляризациялау арқылы, никельдің металл түріндегі қалдықтарын калий сульфаты ерітіндісінде ерітіп, гальванотехникада, химия және басқа да салаларда кең қолданылатын никель гидроксидін (II) алудың принципіалды жаңа, тиімді тәсілдері анықталды.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Bayeshov A., Tuleshova E., Tukibayeva A., Aibolova G. Electrochemical Behavior of Silver Electrode in Sulphuric Acidic Solution During Anodic Polarization // Oriental Journal of Chemistry. — 2015. — Vol. 31, No. 4. — P. 1867–1872.
- 2 Битұрсын С.С., Баешов Ә.Б., Сарбаева Г.Т. Айнымалы токпен поляризацияланған мырыш электродының натрий карбонаты ерітіндісіндегі еруі // ҰҒА хабарлары. — 2013. — № 4. — 39–43 б.
- 3 Баешов А.Б. Электрохимические процессы при поляризации нестационарными токами // Изв. НАН РК. Сер. химии и технологии. — 2011. — № 2. — С. 3–23.
- 4 Баешов А. Электрохимические процессы при поляризации промышленным переменным током // Современное состояние и перспективы развития науки, образования в Центральном Казахстане: материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Караганда, 2008. — С. 209–214.
- 5 Баешов А. Применение новых электрохимических методов в решении проблем металлургии, химии и экологии // Проблемы электрохимии XXI века: Тр. Междунар. школы-семинара. — Алматы, 2007. — С. 37–47.
- 6 Федотьев Н.П. Прикладная электрохимия. — Л.: Химия, 1962. — С. 355–358.
- 7 Измаилов Н.А. Электрохимия растворов. — М.: Химия, 1976. — 448 с.
- 8 Гуриев Р.А. Электрохимическое растворение вольфрама под действием переменного тока // Изв. вузов. Цветная металлургия. — 1980. — № 1. — С. 61–64.

Г.С. Бекенова, А.Б. Баешов

Электрохимическое поведение никелевых отходов при поляризации переменным током в растворе сульфата калия

В статье рассмотрены электрохимические свойства никелевых отходов при поляризации переменным током в растворе сульфата калия. Изучено влияние основных параметров на выход по току растворения. Установлено значительное влияние плотности переменного тока, концентрации сульфата калия и температуры электролита на растворение никелевых отходов. Выявлено, что при поляризации переменным током химическое растворение отходов никеля увеличивается 30-кратно.

G.S. Bekenova, A.B. Baeshov

Electrochemical conduct of nickel waste in the presence of polarization by alternating current in the potassium sulfate solution

The article discusses the electrochemical properties of nickel waste at AC polarization in the solution potassium sulfate. 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 30 times. So, as a result of the study it has been first proposal of an entirely new method of producing nickel hydroxide (II), which is widely used in metallurgy, electroplating and other chemical industries.

References

- 1 Bayeshov A., Tuleshova E., Tukibayeva A., Aibolova G. *Oriental Journal of Chemistry*, 2015, 31, 4, p. 1867–1872.
- 2 Bitursin S.S., Baeshov A.B., Sarbaeva G.T. *Proceedings of National Academy of Sciences of Kazakhstan*, 2013, 4, p. 39–43.
- 3 Baeshov A.B. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Kazakhstan. Chemistry and Technology Ser.*, 2011, 2, p. 3–23.
- 4 Baeshov A. *Current state and prospects of development of science and education in Central Kazakhstan: Proc. of International sci.-pract. conf.*, Karaganda, 2008, p. 209–214.
- 5 Baeshov A. *Problems of Electrochemistry of the XXI century: Proc. of the International School-seminar*, Almaty, 2007, p. 37–47.
- 6 Fedotiev N.P. *Applied Electrochemistry*, Leningrad: Khimiya, 1962, p. 355–358.
- 7 Izmailov N.A. *Electrochemistry of solutions*, Moscow: Khimiya, 1976, 448 p.
- 8 Guriev R.A. *Proceedings of the universities. Non-ferrous metallurgy*, 1980, 1, p. 61–64.