

Ә.Б.БАЕШОВ, М.Т. САРБАЕВА, Г.Т. САРБАЕВА

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

ӨНДІРІСТІК ҮШ ФАЗАЛЫ ТОКПЕН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАНҒАН НИКЕЛЬ ЭЛЕКТРОДТАРЫНЫҢ ЕРУІ

Аннотация

Бұл ғылыми еңбекте күкірт қышқылы ерітіндісінде никель электродының жиілігі 50 Гц өндірістік үш фазалы айнымалы ток қатысындағы еру заңдылықтары зерттелінді. Никель электродтарының күкірт қышқылы ерітіндісінде никель (II) сульфатын NiSO_4 түзе электрохимиялық еру ерекшеліктері анықталып, оларға әртүрлі факторлардың әсері қарастырылды.

Тірек сөздер: үш фазалы айнымалы ток, стационарлы емес ток, никель, никель (II) сульфаты, поляризация.

Ключевые слова: трехфазный ток, нестационарный ток, никель, сульфат никеля, поляризация.

Keywords: three-phase current, not stationary current, nickel, nickel sulfate, polarization.

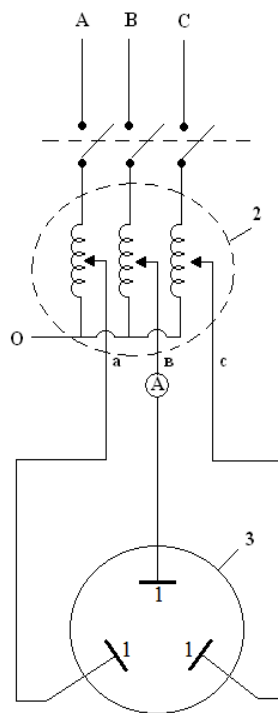
Қазіргі таңда электрохимиялық синтез – түрлі химиялық өндіріс орындарында кең ауқымды қолданысқа ие. Демек электрохимиялық синтез әдісінің дамуы – ғылыми техниканың өркендеуі мен өндірілген өнімнің сапасының артуына септігін тигізе отырып, түрлі өндіріс салалары мен халық шаруашылығының өркендеуіне өз үлесін тигізіп отыр. Электрохимиялық үдерістер - көптеген жаңа технологиялық өндіріс орындарының негізін қалауда.

Кейінгі кезде әдеби деректер, электрохимиялық үдерістердің тиімді әрі өнімді жүруін арттыру үшін стационарлы емес ток көзінің түрлерін пайдалануға болатынын көрсетіп отыр [1-3]. Бұл жұмыста стационарлы емес режимдегі электролиз үдерістерінің қарқынды жүруіне жиілігі 50 Гц өндірістік үш фазалы айнымалы ток көзі де елеулі әсерін тигізетіндігі анықталды. Айнымалы ток қатысында жүретін электродтық үдерістерді зерттеу, белгілі бір стационарлы емес токтарды қолдану арқылы кейбір электрохимиялық реакцияларды жоғары жылдамдықпен қамтамасыз ете отырып, қажетті пайдалы өнімдерді алуға болатындығына көз жеткізілді. Мысалы, никель металының электрохимиялық қасиеттерін үш фазалы айнымалы ток қатысында зерттеу бұл – металл қосылыстарын алудың жаңа әдісі. Соңғы жылдары «Д.В. Сокольский атындағы Органикалық катализ және электрохимия институтының» қызметкерлері өндірістік жиіліктегі айнымалы токпен поляризациялау арқылы бірқатар металдардың электрохимиялық қасиетін зерттеуге бағытталған жұмыстар жүргізуде [1-5].

Бұл ғылыми жұмыста жоғарғы ток тығыздықтарында анодты поляризациялағанда тез пассивацияланатын металдардың электрохимиялық қасиеттері алғаш рет жиілігі 50 Гц

өндірістік бір және үш фазалы айнымалы ток қатысында зерттелініп, алынған нәтижелер негізінде өндірістік қалдық түрінде жинақталған көптеген металдардың маңызды бейорганикалық қосылыстарын бөліп алуға мүмкіндік беретін әдістер жасау мүмкіндіктері көрсетіліп отыр. Бұл алдымен таза металдардың сулы ерітінділерде айнымалы ток қатысында электрохимиялық қасиеттерін жан-жақты зерттеуді қажет етеді. Осы нәтижелердің негізінде экологиялық зиянды әсері бар металл қалдықтарын электрохимиялық жолмен өңдеу арқылы маңызды металл қосылыстарын синтездеудің қалдықсыз технологиясы ұсынылып отыр.

Тәжірибелер сыйымдылығы 200 мл электролизерде, ерітіндіні араластырусыз жүргізілді. Электролит ретінде – H_2SO_4 ерітіндісі алынды. Электродтар – тазалығы 99,9% болатын никель пластиналарынан дайындалды. Электрод кеңістіктері бөлінбеген. Ток күшінің әр фазадағы мөлшері үш фазалы латор арқылы реттеліп отырды. Электролиз ұзақтығы – 0,5 сағат. Металл электродтарының салмақтарының өзгеруіне және ерітіндідегі металл иондарының концентрациясының мөлшеріне қарап, олардың еруінің ток бойынша шығымдары әр фазаның анод жартылай периодына есептелінді.



1 - сурет. Никель сульфатын синтездеуге

арналған қондырғы сұлбасы:

1 – никель электродтары; 2 – үш фазалы
ЛАТР;

3 – электролизер;

Эксперименттік бөлім

Никель әлеуеті теріс болғанымен қышқылдармен өте аз жылдамдықпен әрекеттесіп, ал сілтілі ерітінділерде мүлдем ерімейді. Айталық, поляризацияланбаған никель электроды сұйытылған күкірт қышқылы ерітіндісінде ерімейді деуге болады, өйткені оның беті тотық қабатымен қапталады.

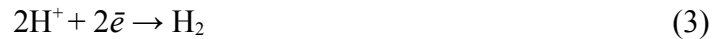
Никель сұйытылған күкірт қышқылымен әрекеттесе алады:



Айнымалы токтың анод жартылай периодында никель тотығады:

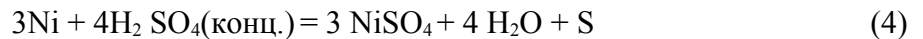


Ал катод жартылай периодында никель электродының бетінде сутегі иондары разрядталады:



Сутегі иондарының белсенділігі бірге тең болғанда Гиббс энергиясының мәні: $\Delta G^0 = -zF(E^0 \text{Ni}^{2+}/\text{Ni} \cdot E^0 2\text{H}^+/2\text{H}) = -2 \cdot 96500 \cdot (-0,059 - (-0,25)) = -36,863$ кДж/мольге тең, ал бұл (1) реакцияның жүруі, термодинамика тұрғысынан мүмкін екендігін көрсетеді.

Әдеби мәліметтер бойынша никельдің концентрленген күкірт қышқылымен әрекеттесуі басқа реакция арқылы іске асады:



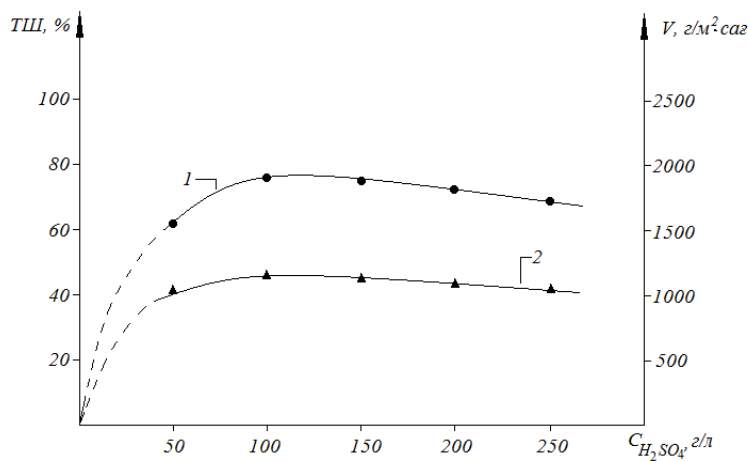
Жүргізілген тәжірибелер нәтижесінде, никель электродтарын күкірт қышқылы ерітіндісінде үш фазалы айнымалы токпен поляризациялау арқылы, никель сульфатын NiSO_4 синтездеп алуға қол жеткізілді. Бұл нәтижелер бір фазалы айнымалы ток қатысында жүргізілген тәжірибелер көрсеткішінен әлдеқайда жоғары.

Никель электродтарын күкірт қышқылы ерітіндісінде үш фазалы токпен поляризациялағанда, электролит көк жасыл түске боялады. Бұл никель (II) сульфатының сулы ерітіндідегі 7 су молекуласымен байланыс түзіп, $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (никель купоросы) кристаллогидратының ерітіндісі екендігін көрсетеді. Түзілген никель (II) сульфаты қосылысы коррозиядан қорғану қаптамасы ретінде металдар бетін никельдеу өндірісінде қолданылады. Ал өте жұқа никель қаптамасын қолдану, тұрмыс пен өндірісте өте қажетті әрекеттердің бірі.

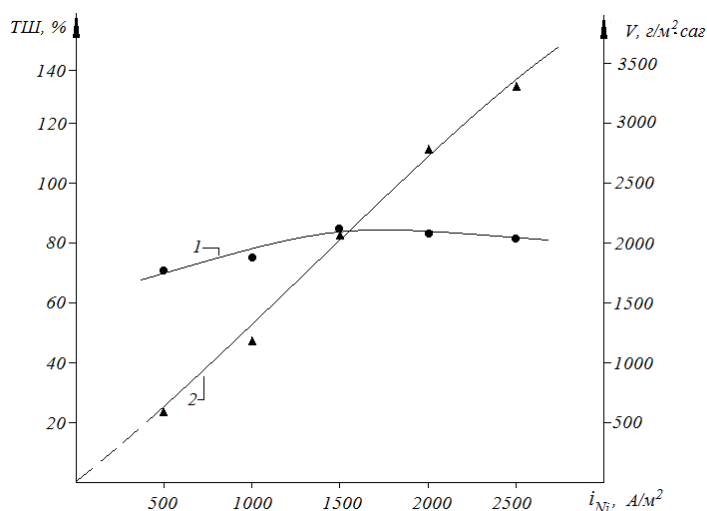
Айнымалы токпен поляризациялағанда, айнымалы токтың анодтық жартылай периодында аталған металл тотығып, ерітіндіге (2) реакцияға сәйкес екі валентті ион түрінде өтеді.

Күкірт қышқылы ерітіндісінде никель электродтарын үш фазалы айнымалы токпен поляризациялағанда, никель (II) иондары түзілуінің ток бойынша шығымына (1) және металдың еру жылдамдығына (2) қышқыл концентрациясының әсері 50-250 г/л аралығында зерттелінді (2-сурет). Күкірт қышқылының концентрациясы артқан сайын ток бойынша шығым мен еру жылдамдығы алғашқыда жоғарылап, сонан соң аздап

төмендейді. Бұл құбылысты, сульфат иондары концентрациясының өсуіне байланысты электрод бетінде никель сульфатының тез түзіліп, электрод бетінің осы тұзбен қаптала бастауымен түсіндіруге болады.



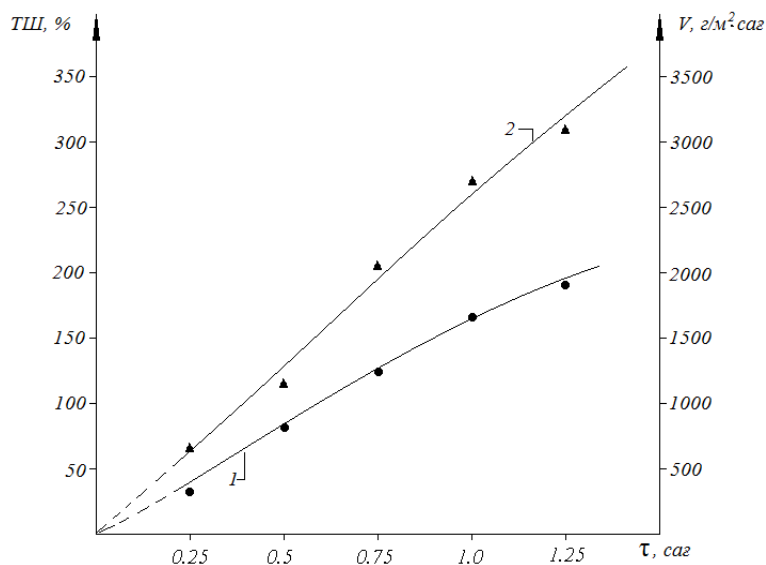
2-сурет. Күкірт қышқылы концентрациясының никель (II) иондары түзілуінің ток бойынша шығымына (1) және металдың еру жылдамдығына (2) әсері ($i_{Ni} = 1000 \text{ A/m}^2$; $\tau = 0,5 \text{ сағ}$)



3-сурет. Никель (II) иондары түзілуінің ток бойынша шығымына (1) және металдың еру жылдамдығына (2) электродтардағы ток тығыздығының әсері ($C_{H_2SO_4} = 100 \text{ г/л}$; $\tau = 0,5 \text{ сағ}$).

Күкірт қышқылы ерітіндісінде никель электродтарын үш фазалы айнымалы токпен поляризациялағанда, никель (II) иондары түзілуінің ток бойынша шығымына ток тығыздығының әсері $500\text{-}2500 \text{ A/m}^2$ аралығында зерттелінді. Көрсетілген ток тығыздығы аралығында никель электродтары еруінің ток бойынша шығымының максимум нүктесі 1500 A/m^2 көрсеткішінен өтіп, аздеп төмендегенін байқаймыз. Дегенмен металл электродтарының еру жылдамдығы артады (3-сурет, 2-қисық). Никель (II) иондарының ток бойынша түзілу шығымының максимум мәні 1500 A/m^2 кезінде $88,6\%$ құрайды, ал еру жылдамдығы $2189,2 \text{ г/м}^2\cdot\text{сағ}$.

Никель электродтарын күкірт қышқылының сулы ерітіндісінде өндірістік үш фазалы айнымалы токпен поляризациялағанда Ni^{2+} иондары түзілуінің ток бойынша шығымына электролиз уақытының әсері 0,25-1,25 сағат аралығында қарастырылды (4-сурет). Электролиз уақытының артуымен, Ni^{2+} иондарының ток бойынша шығымы да бірте-бірте арта түседі. Шамасы, бұл кезде уақыт өте келе, электродтың бетінде әр уақытта болатын тотық қабатының толық жойылуы нәтижесінде, және айнымалы токпен поляризациялап никель электродының сутегі иондарымен әрекеттесуі (1) химиялық реакция негізінде қарқынды еруі іске асады.



4-сурет. Электролиз уақытының никель (II) иондары түзілуінің ток бойынша шығымына (1) және металдың еру жылдамдығына (2) әсері: ($\text{C}_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 100 \text{ г/л}$; $i = 1000 \text{ А/м}^2$)

Никельдің қарқынды еруіне ерітіндінің рН мәнінің жоғарылауы мардымды әсерін тигізе алады.

Эксперимент нәтижелерін сараптай келе, мынадай тұжырымдар жасауға болады: никель электродын күкірт қышқылы ерітіндісінде өндірістік жиіліктегі үш фазалы айнымалы токпен поляризациялау кезінде жоғарғы ток бойынша шығыммен никель сульфатын түзе еритіндігі алғаш рет анықталды. Үш фазалы айнымалы токты қолдану арқылы өндірісте және халық шаруашылығында кеңінен қолданылатын $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ қосылысын синтездеуге болатындығы көрсетілді.

ӘДЕБИЕТ

- 1 Баешов А.Б. Электрохимические процессы при поляризации нестационарными токами // Известия НАН РК. 2011. №2. С. 3 –23.
- 2 Баешов А.Б. Электрохимический синтез неорганических соединений // Нац. доклад НАН РК. За 2011год. Астана –Алматы, 2011. Том 8. С. 5– 64.
- 3 Баешов А.Б. Электрохимиялық реакциялар және олардың өндірістік проблемаларды шешу мүмкіншіліктері // Тр. V межд. Научно-практ. Конф. «Проблемы

инновационного развития нефтегазовой индустрии» Алматы: КБТУ, 2013 год. Том 1. С.4 –10.

4 Баешов А.Б. Сарбаева Г.Т. Баешова А.К. Электрохимическое поведение свинца в водных растворах при поляризации промышленным переменным током // Поиск. 1996. №1. С. 7–13.

5 Сарбаева М.Т., Баешов А.Б., Сарбаева Г.Т. Үш фазалы өндірістік айнымалы токпен поляризациялаған алюминий электродының наноразмерлі $Al(OH)_3$ түзе еруі // Химия және химиялық инженерия саласындағы жоғарғы білім мен ғылымның қазіргі мәселелері. «Халықаралық симпозиум материалдары». Алматы. 2013, 134-б.

REFERENCES

- 1 Bayeshov A.B. Izvestiya, **2011**, 2, 3 –23 (in Russ.).
- 2 Bayeshov A.B. **Нац. Доклад** НАН НАН РК. 2011. Astana –Almaty, **2011**, 8, 5– 64 (in Russ.).
- 3 Bayeshov A.B. V megd. nauchno-prakt. konf. «Problemi innovatsionnogo razvitya neftegazovoi industrii» Almaty. KBTU. **2013**, 1, 4 –10 (in Kaz.).
- 4 Bayeshov A.B., Sarbayeva G.T., Bayeshova A.K. Poisk. 1, **1996**, 7–13 (in Russ.).
- 5 Sarbayeva M.T., Bayeshov A.B., Sarbayeva G.T. Halikaralik simpozium materialdari. **2013**, 134 (in Kaz.).

Баешов А.Б., Сарбаева М.Т., Сарбаева Г.Т.

(Институт Органического катализа и электрохимии имени Д.В.Сокольского, Алматы, Казахстан)

РАСТВОРЕНИЕ НИКЕЛЕВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ В СЕРНОКИСЛОМ РАСТВОРЕ ПРИ ПОЛЯРИЗАЦИИ ТРЕХФАЗНЫМ ТОКОМ.

Резюме

В данной научной работе впервые исследован процесс электрохимического растворения никелевого электрода в растворе серной кислоты при поляризации трехфазным переменным током с частотой 50 Гц. Исследовано влияние различных параметров на электрохимическое растворение никелевых электродов. Установлено, что никелевые электроды растворяются с образованием сульфата никеля.

Ключевые слова: трехфазный ток, нестационарный ток, никель, сульфат никеля, поляризация.

Bayeshov A.B., Sarbayeva M.T., Sarbayeva G.T.

JSC “D.V.Sokolsky Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry”

Almaty, Republic of Kazakhstan, e-mail: makkenze@mail.ru

DISSOLUTION OF NICKEL ELECTRODES IN SULPHURIC ACID SOLUTION
AT POLARIZATION BY THREE-PHASE CURRENT

Summary

In this work for the first time the process of electrochemical dissolution of nickel electrode in sulfuric acid solution at polarization by three phase alternating current with frequency of 50 Hz has been investigated. The effect of various parameters on the electrochemical dissolution of nickel electrodes has been studied. It was established that nickel electrodes dissolve with formation of nickel sulfate.

Keywords: Three-phase current, nonstationary current, nickel, nickel sulfate, polarization.

Поступила 05.09.2013 г.