

АЙНЫМАЛЫ ТОҚПЕН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАНҒАН АЛЮМИНИЙ ЭЛЕКТРОДТАРЫНЫҢ ФОСФОР ҚЫШҚЫЛЫ ЕРІТІНДІСІНДЕ ЕРУІ

Аннотация. Ғылыми еңбекте фосфор қышқылы ерітіндісінде алюминий электродтарының жиілігі 50 Гц өндірістік айнымалы ток қатысындағы еру заңдылықтары зерттелді. Алюминий еруінің ток бойынша шығымына: айнымалы ток тығыздығының, фосфор қышқылы концентрациясының, ерітінді температурасының, электролиз уақытының әсерлері қарастырылды. Жүргізілген зерттеулер алюминий электродтарының жоғары ток бойынша шығыммен еритіндігін көрсетті. Буландырып, сүзіп, онан соң кептіріп алынған тұнба – алюминий дигидрофосфат – $Al(H_2PO_4)_3$ қосылысының түзілетіндігін көрсетті.

Тірек сөздер: электролиз, айнымалы ток, стационарлы емес ток, поляризация, алюминий, электрод.

Ключевые слова: электролиз, переменный ток, нестационарный ток, поляризация, алюминий, электрод.

Keywords: electrolysis, alternating current, not stationary current, polarization, aluminium, electrode.

Бүгінгі таңда химияның электрохимия саласы, ғылыми техникалық прогрестің дамып, жана технологиялардың бой көтеруіне бірден-бір себепшісі болып отыр. Электрохимия ғылымы уақыт өте біртіндеп өркендеп – химия, металлургия өндірістеріне өз үлесін қосып, жоғары деңгейдегі жетістіктерімен ерекшеленуде. Ол – металлургия, химия өндірістерінде химиялық ток көзі – батарея (біріншілік ток көзі), аккумулятор (екіншілік ток көзі), синтездеу, электролиз процесінде, коррозия және одан қорғау мақсатында, қоршаған ортаны қорғаудың электрохимиялық әдістерін жасауда, электроника салаларында кеңінен қолданыс тауып келеді [1].

Әдеби деректерге сүйенсек, электрохимиялық үдеріс нәтижесінің тиімді болуы үшін стационарлы емес ток көзінің түрлерін пайдалануға болатындығы баяндалған. Оның ерекшелігі – металдардың қосылыстарын оңай алуға, энергия және реагент шығындарын азайтуға, тиімді технологиялық үрдістер құруға мүмкіндіктер тудырады [2].

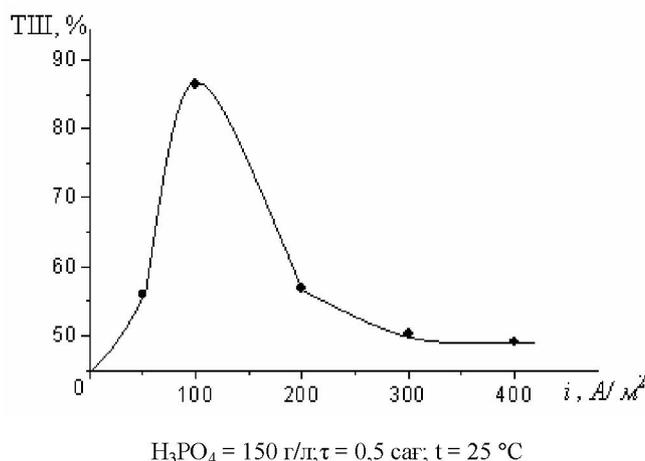
Айнымалы токтың әртүрлі формасын қолдану, анодтық еру үдерісінің жылдамдығын арттыруға, электрод пассивациясын жоюға мүмкіндік беретіндігі белгілі [3, 4].

Алюминий электродын күкірт қышқылы ерітіндісінде анодты поляризациялағанда оның мардымды еруі байқалмайды. Ә. Баешов шәкірттерімен жүргізілген эксперименттерінде, айнымалы токпен поляризацияланған алюминий электродтарының жоғары жылдамдықпен еритіндігі көрсетілген [4-6].

Бір кездерде академик А. Е. Ферсман алюминийді XX ғасыр элементі, сондықтан бұл ғасырды алюминий дәуірі деуге де болады депті [6]. Ал оның қосылыстары – маңызды әрі өте үлкен сұранысқа ие, соның бірі алюминийдің фосфорлы қосылыстары, керамика өндірісінде флюс ретінде, цементке қоспа ретінде, жоғары температуралы дегидраттаушы агент ретінде, шынының арнайы сорттарын алуда, органикалық синтез кезінде катализатор ретінде қолданылады. Сонымен қатар кондитер өндірісінде және медицинада – антацид ретінде де қолданады. Сол себепті алюминийдің фосфорлы қосылыстарын тиімді әдістермен алу жолдарын табу маңызды мәселе болып отыр.

Бұл зерттеуде жиілігі 50 Гц өндірістік айнымалы токпен екі алюминий электродтарын поляризациялау кезіндегі, фосфор қышқылы ерітіндісіндегі еру заңдылықтары зерттелді. Электролиз сыйымдылығы 200 мл электролизерда жүргізілді. Электродтар ретінде аудандары ($S = 10,5 \text{ см}^2$) бірдей екі алюминий пластинкалар қолданылды. Жиілігі 50 Гц айнымалы ток, TDGC₂ 1 kVA маркалы ЛАТР арқылы алынды. Ток күші Э-525 модельді амперметрмен өлшенді. Еріген алюминийдің өзгеру массасын РА214С маркалы электронды таразымен өлшеп, ток бойынша шығымы (ТШ) есептелінді.

Алюминий электродтарының фосфор қышқылы ерітіндісінде айнымалы токпен поляризациялау кезінде еруінің ТШ ток тығыздығының әсері зерттелінді (1-сурет). Мұнда ток тығыздығын 100 дейін жоғарылатқанда алюминий еруінің ТШ өсетіндігін, ал одан жоғары ток тығыздықтарында – төмендейтіндігі анықталды. Ток бойынша шығымның төмендеуін қосымша реакциялардың жүруімен түсіндіруге болады.



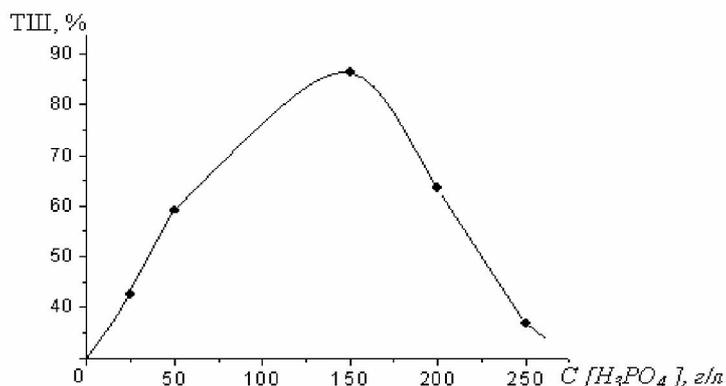
1-сурет – Айнымалы токпен поляризацияланған алюминий электродтарының фосфор қышқылы ерітіндісінде еруінің ток бойынша шығымына ток тығыздығының әсері

Айнымалы токтың анод жартылай периодында алюминий электродтарының фосфор қышқылы ерітіндісінде электрохимиялық еруі мынадай реакция арқылы іске асады:



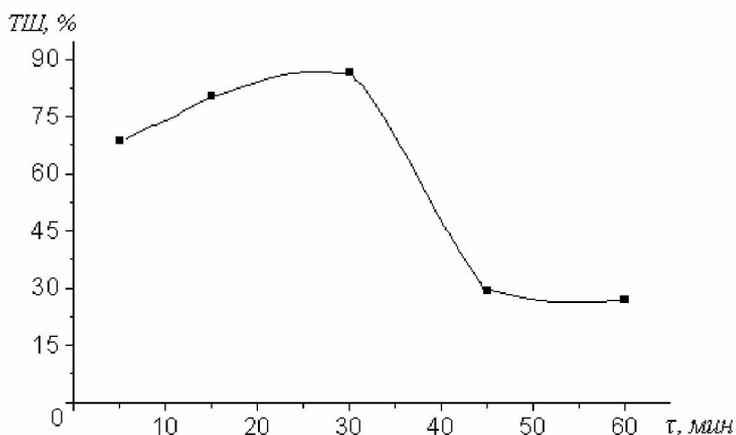
Айнымалы токпен поляризацияланған алюминий электродының электрохимиялық еру ерекшелігі фосфор қышқылы концентрациясы 5–250 г/л аралығында зерттелді (2-сурет). Фосфор қышқылының концентрациясын 5–150 г/л аралығында жоғарылатқан сайын, алюминий еруінің ток бойынша шығымының күрт жоғарылағандығын, ал одан жоғары концентрацияларда – төмендейтіндігі көрсетілді. Бұл құбылысты электродтар бетінде алюминий фосфаттарының түзіліп, тұзды пассивациялану әрекетімен түсіндіруге болады.

Зерттеу жұмыстарында электролиз уақытын жоғарылатқан сайын алюминий электроды еруінің ток бойынша шығымы алғашында аздап артып, ал 30 минуттан соң оның төмендейтіндігін көруге болады (3-сурет). Бұл құбылысты да электрод бетінің біртіндеп тұзды пассивациялануымен түсіндіруге болады.



$i = 100 A/m^2; \tau = 0,5 \text{ сар}; t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$

2-сурет – Айнымалы токпен поляризацияланған алюминий электродтарының еруінің тоқ бойынша шығымына фосфор қышқылы концентрациясы әсері



$H_3PO_4 = 150 \text{ г/л}; i = 100 A/m^2; t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$

3-сурет – Айнымалы токпен поляризацияланған алюминий электродтарының фосфор қышқылы ерітіндісінде еруінің тоқ бойынша шығымға электролиз уақытының әсері

Келесі тәжірибелерде айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі алюминий еруінің тоқ бойынша шығымға температураның әсері зерттелінді (4-сурет). Айнымалы токпен поляризациялау барысында электролит температурасын $65 \text{ }^\circ\text{C}$ дейін жоғарылатқанда алюминий электродының еруінің тоқ бойынша шығымсыз 400% дейін өсетіндігін көрсетті. Жоғары температураларда алюминий еруінің тоқ бойынша шығымсыздың 100 %-дан асуы, оның қосымша химиялық еруімен түсіндіріледі:



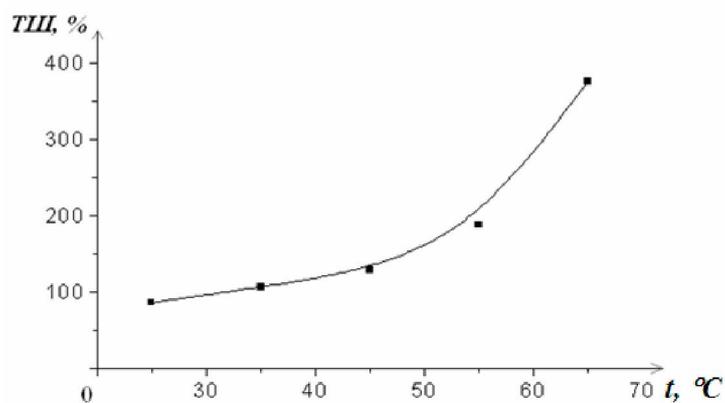
Сонымен қатар температура өскен сайын, реакция жылдамдығының артуын Вант-Гофф заңымен түсіндіруге болады.

Электролизден кейін электролитті буландыру, сүзу және кептіру нәтижесінде алынған тұнбаның алюминий дигидрофосфаты – $Al(H_2PO_4)_3$ қосылысы түзілетіндігін рентгенофазалық талдау нәтижелері көрсетті (5-сурет).

Сонымен қатар элементтік талдау нәтижелері бұл қосылыстың құрамы: оттегі – 60,60 %, алюминий – 7,74 %, фосфор – 31,66% екендігін көрсетіп отыр.

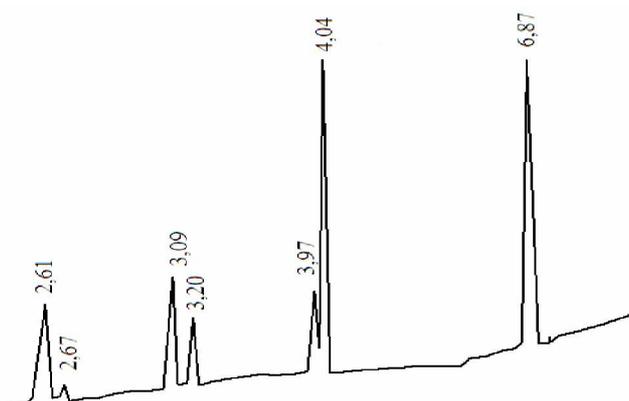
Айнымалы токпен поляризациялаудың өндірістік тиімділігін салыстыру мақсатында, тұрақты анодты поляризацияланған алюминийдің фосфор қышқылында еруі зерттелінді, бұл кезде максималды тоқ бойынша шығымсыздың мәні $75 A/m^2$ тоқ тығыздығында – 90 % құрады (6-сурет). Одан

кейін ТШ мәні 48 % түсіп, 400 А/м² дейінгі тоқ тығыздықтарында өзгеріссіз қалады. Тұрақты тоқпен поляризациялағанда, электродтар арасындағы кернеу мәні ~ 21 В тең болса, ал айнымалы тоқпен поляризациялағанда кернеу мәні ~ 0,5 В құрап отыр. Бұл айнымалы тоқпен поляризациялау кезінде электр энергиясының шығыны 40 еседен аса аз болатындығын көрсетеді.

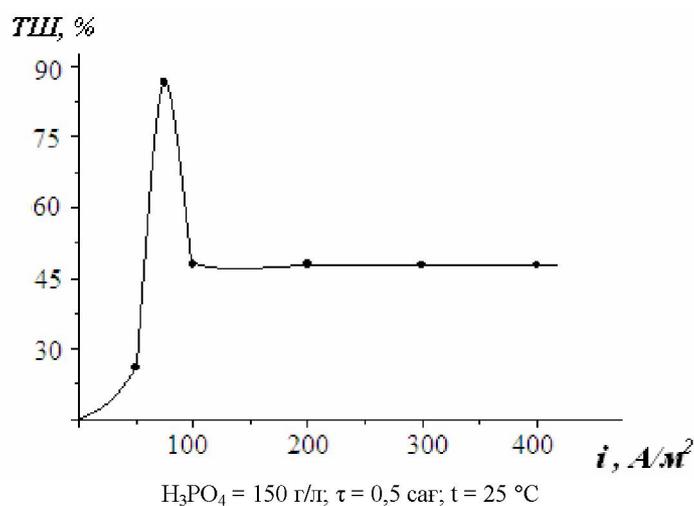


$\text{H}_3\text{PO}_4 = 150 \text{ г/л}; i = 100 \text{ А/м}^2; \tau = 0,5 \text{ сар.}$

4-сурет – Айнымалы тоқпен поляризациялау кезіндегі алюминий электродтарының еруінің тоқ бойынша шығымға температураның әсері



5-сурет – Электролиз нәтижесінде алынған қосылыстың рентгенограммасы



$\text{H}_3\text{PO}_4 = 150 \text{ г/л}; \tau = 0,5 \text{ сар}; t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$

6-сурет – Анодты тоқпен поляризацияланған алюминийдің фосфор қышқылында еруінің тоқ бойынша шығымна электродтағы тоқ тығыздығының әсері

Жоғарыдағы көрсетілген зерттеу жұмыстарын қорытындылай келе, алынған нәтижелерге сүйене отырып, айнымалы токпен поляризацияланған алюминий электродын фосфор қышқылында еріткенде, алюминий дигидрофосфатының түзілетіні анықталды. Ал бұл қосылыс әлемдік нарықта аса үлкен сұранысқа ие. Олар – отқа төзімді формаланған материалдар, тозуға төзімді керамика, желім және басқа коррозияға қарсы бояулар алуда және керамикалық оқшаулағыштар, төзімділігі жоғары бетондар өндірісінде қолданылады. Тиімді жағдайда, алюминийді фосфор қышқылда айнымалы токпен поляризациялағанда, ток бойынша шығым бөлме температурасында 86,5% құрады.

ӘДЕБИЕТ

- 1 Дикусар А.И., Бабанова Ж.И., Ющенко С.П. Основы электрохимии и электрохимических технологий // Учебное пособие для вузов. – Тирасполь. 2005. – С. 10-12
2. Баешов А.Б. Электрохимические процессы при поляризации нестационарными токами // Известия НАН РК. – 2011. – № 2. – С. 3-23.
- 3 Баешов А.А., Сапиева М.М. Өндірістік айнымалы токпен поляризацияланған титан электродтарының фторид иондары бар тұз қышқылы ерітіндісінде еруі // ҚР ҰҒА Хабарлары. – 2013. – № 3. – С. 29-32.
- 4 Сарбаева М.Т., Баешов Ә.Б., Сарбаева Қ.Т. Үш фазалы айнымалы токпен поляризацияланған қорғасын электродтарының күкірт қышқылы ерітіндісінде еруі // ҚР ҰҒА Хабарлары. – 2013. – № 4. – С. 19-22.
- 5 Сарбаева М.Т., Баешов Ә.Б., Сарбаева Г.Т. Үш фазалы өндірістік айнымалы поляризацияланған 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.
- 6 Баешов Ә.Б., Сарбаева М.Т., Сарбаева Г.Т. Өндірістік үш фазалы айнымалы токпен поляризацияланған алюминий электродының еруі // Материалы международной научно-практической конференции «Наука и образование в Центральном Казахстане». – Караганда, 2013. – С. 176.

REFERENCES

- 1 Dikusar A.I., Babanov J.I., Yushchenko S.P. Fundamentals of electrochemistry and electrochemical technologies. Textbook for High Schools. Tirospol. **2005**. P. 10-12.
- 2 Baeshov A.B. Izvestiya NAN RK, seriya chimii i tehnologii, **2011**, №2, P. 3-23.
- 3 Baeshov A.A., Sapieva M.M. Izvestiya NAN RK, seriya chimii i tehnologii, **2013**, №3, P. 29-32.
- 4 Sarbayeva M.T., Baeshov A.B., Sarbayeva K.T. Izvestiya NAN RK, seriya chimii i tehnologii, **2013**, №4, P. 19-22.
- 5 Sarbayeva M.T., Baeshov A.B., Sarbayeva G.T. Materiali mezhdunar. Symposiума. Almaty, **2013**. P. 134.
- 6 Sarbayeva M.T., Baeshov A.B., Sarbayeva G.T. Materiali mezhdunar. nauchno – prakt. Conferencia. Karaganda, **2013**, P. 176.

Резюме

А. Б. Баешов, Т. Э. Гаипов, А. А. Адайбекова

(АО «Институт органического катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского», Алматы, Казахстан)

РАСТВОРЕНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ В ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЕ ПРИ ПОЛЯРИЗАЦИИ ПЕРЕМЕННЫМ ТОКОМ

В научной статье исследованы закономерности процесса растворения алюминиевых электродов в фосфорной кислоте при поляризации промышленным переменным током частотой 50 Гц. На выход по току растворения алюминия были исследованы влияние различных параметров как: плотность переменного тока, концентрация фосфорной кислоты, температура раствора, продолжительность электролиза. Полученные результаты показывают, что алюминиевые электроды растворяются с высоким выходом по току. В результате выпаривания образуется осадок соединения дигидрофосфата алюминия $Al(H_2PO_4)_3$.

Ключевые слова: электролиз, переменный ток, нестационарный ток, поляризация, алюминий, электрод.

Summary

A. B. Bayeshov, T. E. Gaipov, A. A. Adaybekova

(JSC «D. V. Sokolsky institute of organic catalysis and electrochemistry», Almaty, Kazakhstan)

DISSOLVING ALUMINUM ELECTRODES IN PHOSPHORIC ACID BY ALTERNATING CURRENT POLARIZATION

This article examines the scientific laws governing the process of dissolution of aluminum electrodes in phosphoric acid polarization industrial alternating current frequency of 50 Hz. At the current output of aluminum dissolution was investigated the influence of various parameters such as AC density, concentration of phosphoric acid, the solution temperature, the duration of electrolysis. Studies have shown that soluble aluminum electrodes with high current output. At the resulting of evaporation formed aluminum dihydrogen phosphate $Al(H_2PO_4)_3$.

Keywords: electrolysis, alternating current, not stationary current, polarization, aluminium, electrod.

Поступила 01.04.2014г.