

NEWS

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

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 416 (2016), 5 – 10

DISSOLUTION OF ALUMINUM ELECTRODE POLARIZED BY ANODIC IMPULSE CURRENT INSULFURIC ACID

A. E. Konurbaev, A. B. Baeshov, G. N. Ibragimova, A. S. Myryshova

JSC Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry named after D. V. Sokolsky, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: Abibulla.kon@mail.ru, bayeshov@mail.ru

Key words: electrolysis, anode pulse current, non-stationary current, polarization, aluminum, electrode, concentration, coagulation, reagent.

Abstract. The purpose of work is the development of a way of receiving salts of aluminum by polarization of electrodes anode pulse current of industrial frequency. The method of electrolysis was investigated the process of dissolution of couple of electrodes of aluminum under the influence of pulse anode current with a frequency of 50 Hz in water solution of sulfuric acid. Electrolysis was carried out in the electrolyze with undivided spaces. It was shown that in the range of density of current 50-500 and/sq.m the exit on current of dissolution of aluminum raises to 155,4%. At increase of concentration of sulfuric acid to 2 mol/l the exit on current of dissolution of aluminum raises to 107,8%. Electrolysis duration negatively influences on an exit through aluminum dissolution (it is observed decreases). The experiments was made in the range of temperatures 20-70o showed that with its increase dissolution of aluminum decreases, that is the highest exit on aluminum sulfate current making 107,3% is observed at values of temperatures 25 -40°C. Possibility of synthesis of salts of aluminum at polarization is shown by pulse anode current of the specified metal in sulfuric acid. Composition of the received salt it is identified IR-spectroscopic and by element analyses.

УДК 541.13

АНОДТЫ ИМПУЛЬСТІ ТОҚПЕН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАНҒАН АЛЮМИНИЙ ЭЛЕКТРОДЫНЫҢ КҮКІРТ ҚЫШҚЫЛЫ ЕРІТІНДІСІНДЕГІ ЕРУІ

Ә. Е. Қоңырбаев, А. Б. Баешов, Г. Н. Ибрагимова, А. С. Мырышова

«Д. В. Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан

Түйін сөздер: электролиз, импульсті анодты ток, стационарлы емес ток, поляризация, алюминий, электрод, концентрация, коагуляция, реагент.

Аннотация. Жұмыстың мақсаты өндірістік жиіліктегі импульсті анодты токпен электродтарды поляризациялау арқылы алюминийдің тұздарын алу әдісін жасау болып табылады. «Алюминийден» құрылған электродтар жұбының жиілігі 50 Гц-ке тең импульсті анодты токтың әсерімен жүретін электролиз кезінде күкірт қышқылының сулы ерітінділерінде еру процесі зерттелген. Электролиз электродтық кеністіктері бөлінбеген ыдыста жүргізілді. 50–500 А/м² аралығындағы интервалда өзгертіліп отырған ток тығыздығының шамасына қарай алюминийдің еруінің ток бойынша шығымы 155,4%-ға дейін артатыны көрсетілген. Күкірт қышқылының концентрациясы 2 моль/л-ге дейін жоғарылаған кезде алюминийдің еруінің ток бойынша шығымы 107,8%-ға дейін артады. Электролиз жүргізудің ұзақтығы алюминийдің еруінің ток бойынша шығымына кері әсерін тигізеді (төмендеу байқалады). 20 -70⁰С аралығындағы интервалда жүргізілген эксперименттер көрсеткендей, температура жоғарылығы сайын алюминийдің еруі төмендейді, яғни алюминий сульфатының ең жоғары ток бойынша шығымы температураның 25⁰-40⁰ аралығында байқалады, оның мәні

107,3%. Алюминийдің күкірт қышқылында импульсті анодты тоқпен поляризациялау кезінде аталмыш металдың тұзын синтездеуге болатыны көрсетілді. Тұздың құрамы ИҚ-спектроскопиялық талдау және элементті анализбен идентификацияланды.

Құрамында темір, қорғасын, алюминий және никель болатын екіншілік өнімдерден осы металдардың маңызды қосылыстарын алудың және электрохимиялық әдіспен қайта өндеудің болашағы бар арзан технологиясын жетілдіру, қазіргі кездегі өзекті және практикалық маңызы бар мәселе. Металл қалдықтарының көптеген мөлшері машина жасау және металл өңдеу өндіріс орындарында түзіледі. Оның үстіне, аталған металдар мен олардың қосылыстары әртүрлі техника салаларында, көптеген өндіріс орындарында кеңінен қолданылатындықтан, сулы ерітінділерде осы металдардың қатысуымен жүретін электродтық реакцияларды зерттеудің маңызы ерекше.

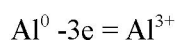
Электролизді стационарлы емес режимде жүргізу – тиімді, қарапайым және оңай, яғни оларға – симметриялы, реверсивті, импульсті, ассиметриялы және де басқа олардың түрлеріндегі айнымалы тоқтар жатады [1-8].

Импульстің берілу уақыты қысқа, ал импульстер арасындағы үзіліс уақыты ұзақтау болатын периодты тоқты- импульсті тоқ деп аталатындығы баршаға мәлім. Импульстік тоқтармен жүзеге асатын металдардың электрлік тұндырылуына негізделген процестер [9-12] еңбекте қарастырылған.

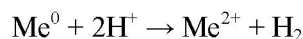
Стационарлы емес тоқтардың бейорганикалық заттарды синтездеудегі мүмкіндіктері [13-19] жұмыстарда көрсетілген.

Ғылыми зерттеу жұмысымызда алюминий электродтарын жиілігі 50 Гц импульсті анодты тоқпен поляризациялау кезіндегі, күкірт қышқылы ерітіндісіндегі еру заңдылықтары зерттелді. Электролиз электрод кеңістіктері бөлінбеген шағын электролиздерде жүргізілді. Алюминий электродтарының өлшемдері бірдей – 25x40 мм.

Алюминий электродының еруінің тоқ бойынша шығымы (ТШ) үш электронды реакция бойынша есептелінді:

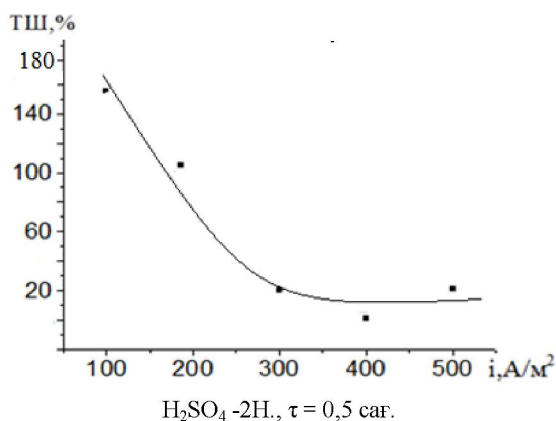


Алюминий теріс потенциалға ие металл болғандықтан, термодинамика тұрғысынан ол сутегі иондарымен әрекеттесе алады, мысалы:



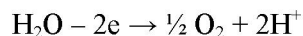
Ерітіндіге өткен металл иондары қышқыл қалдықтарымен әрекеттесіп, тиісті өнім – алюминий сульфатын түзеді.

Металл иондарының тоқ бойынша шығымы электролизге дейінгі және электролизден кейінгі электрод салмағының айырымы бойынша есептелінді. Алдымен, алюминий электродтарының электрохимиялық қасиетіне күкірт қышқылы ерітіндісінде анодты импульсті тоқпен поляризациялау кезінде, оның еруінің тоқ бойынша шығымына электродтағы тоқ тығыздығының әсері 50-500 А/м² аралығында, 2Н Н₂SO₄ ерітіндісінде зерттелінді (1-сурет).

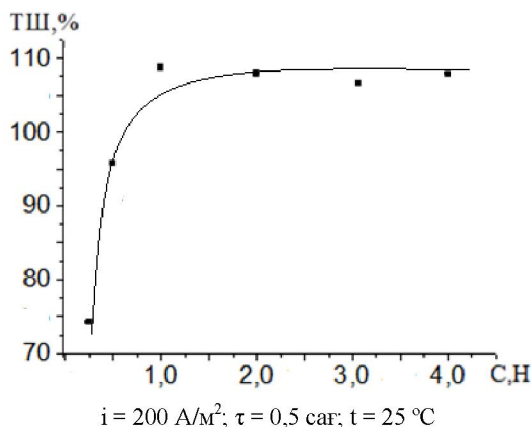


1-сурет – Анодты импульсті тоқпен поляризацияланған алюминий электродының күкірт қышқылы ерітіндісінде еруінің тоқ бойынша шығымына тоқ тығыздығының әсері

Алюминий электродының еруінің ең жоғарғы тоқбойынша шығымы төменгі тоқ тығыздықтарында ($i=100 \text{ A/m}^2$) байқалады және 155,4 %-ды құрайды. Ары-қарай тоқ тығыздығының артуы, алюминий сульфатының түзілуінің тоқ бойынша шығымын төмендетеді, бұны қосымша анодтық реакциялардың үлесінің көбеюімен, яғни оттегі газының түзілуімен түсіндіруге болады. Электродтағы тоқ тығыздығы 130 A/m^2 -тан бастап, алюминийдің толық пассивациялануы байқалады. Алюминий оксиді (Al_2O_3) бетінде тек оттегі газының бөлінуі іске асады:



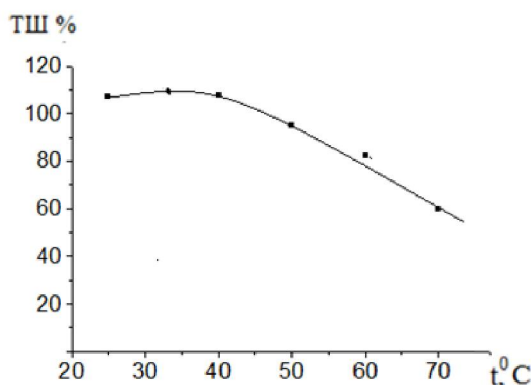
Импульсті анодты тоқпен поляризацияланған алюминий электродының электрохимиялық еру ерекшелігі күкірт қышқылының концентрациясы 0,25–4,0 Н. аралығында зерттелді (2-сурет).



2-сурет – Анодты импульсті тоқпен поляризацияланған алюминий электродының еруінің тоқ бойынша шығымына күкірт қышқылы концентрациясының әсері

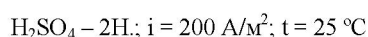
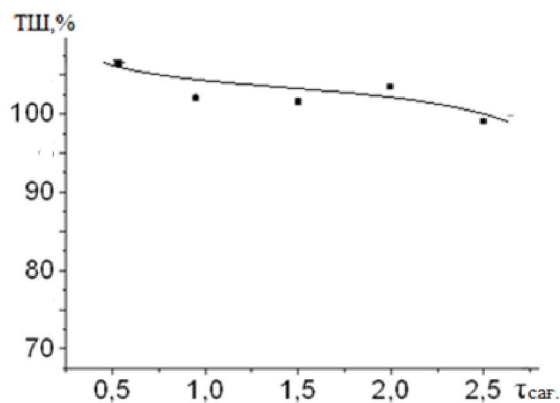
Күкірт қышқылы концентрациясының артуымен, алюминийдің еруінің тоқбойынша шығымының 107,8% дейін жоғарылауын, металдық оксид қабаттың импульсті тоқ әсерінен еру жылдамдығының артуымен және химиялық еру реакциялардың жүруімен түсіндіруге болады. Демек, алюминий электроды анодты поляризацияда болғанымен, оның теріс металл ретінде сутегі иондарымен әрекеттесу реакциясы әр уақытта орын алады.

Алюминий электродының алюминий сульфатын түзе тотықсыздануына электролит температурасының әсері 3-суретте көрсетілген. Температураның жоғарылауы, алюминий сульфатының түзілуінің тоқ бойынша шығымының төмендейтіндігін көрсетеді. Алюминий сульфатының ең жоғарғы тоқ бойынша шығымы температураның 25-40 $^\circ\text{C}$ -да аралығында байқалады, оның мәні 107,3%-дан асады. Бұдан жоғарғы температураларда оттегінің бөліну аса кернеулігінің төмендеуіне байланысты, алюминий сульфатының түзілуінің тоқ бойынша шығымы да азаяды.



3-сурет – Анодты импульсті тоқпен поляризациялау кезіндегі алюминий электродының еруінің тоқ бойынша шығымға ерітінді температурасының әсері

Зерттеу нәтижесі көрсеткендей, электролиз ұзақтығын 0,5-2,5 сағатқа дейін өскен кезде, алюминий электродының алюминий (III) ионын түзе еруінің тоқ бойынша шығымы 106,4%-дан 100%-ға дейін сәйкесінше төмендейтіні анықталды (4-сурет). Бұл құбылысты электрод бетінде алюминий оксиді пленкасының түзіле бастауымен түсіндіруге болады.



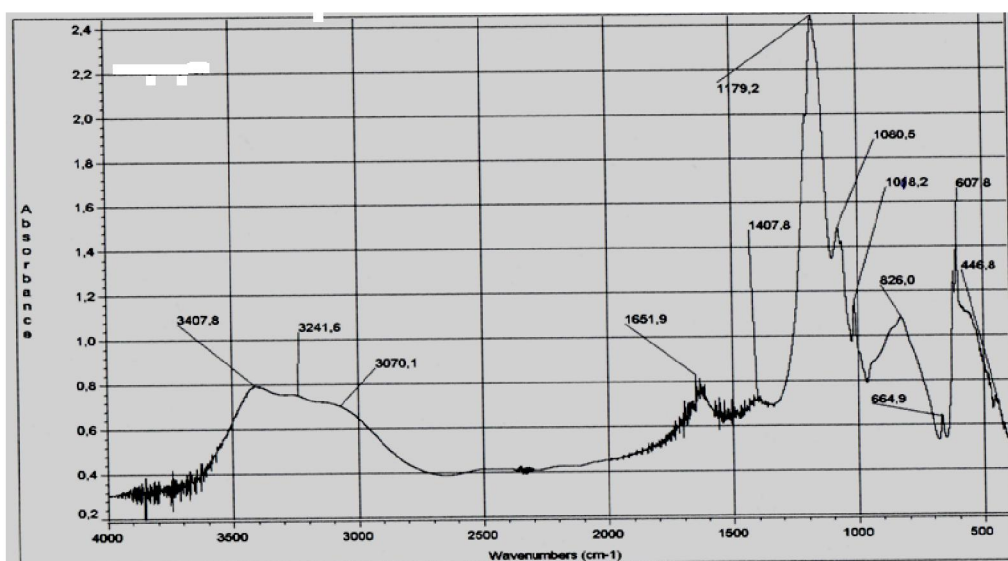
4-сурет – Анодты импульсті тоқпен поляризацияланған алюминий электродының күкірт қышқылы ерітіндісінде еруінің тоқ бойынша шығымға электролиз ұзақтығының әсері

Біздің бұрынғы жүргізген зерттеулеріміз күкірт қышқылы ерітіндісінде алюминийді өндірістік айналымы тоқпен поляризациялағанда, оның сульфатының қосылыстары түзілетіндігін көрсеткен болатын [20].

Жиілігі 50 Гц анодты импульсті тоқпен поляризацияланған алюминий электродын күкірт қышқылы ерітіндісінде еріткеннен кейін, электролитті буландыру, сүзу және кептіру нәтижесінде алынған тұз тұнбасына ИҚ-спектроскопиялық талдау және элементті анализ жүргізілді (кесте, 5-сурет).

Тұз тұнбасының элементті анализ нәтижелері

Спектр	O	Al	Si	S	Барлығы
Спектр 1	67,34	11,90	0,07	20,39	100,00
Спектр 2	65,88	13,44	0,08	20,61	100,00
Спектр 3	65,65	13,49	0,16	20,70	100,00
Среднее	66,39	12,95	0,10	20,56	100,00



5-сурет – Электролиз нәтижесінде алынған қосылыстың ИҚ спектроскопиясы

Кестеде көрсетілген химиялық элементтік анализ нәтижелері, электролит нәтижесінде алюминий сульфаты қосылысының түзілетіндігін көрсетеді. Теориялық есептеулерге сүйену арқылы алынған тұз формуласы алюминий сульфатының төрт молекулалы кристаллогидратына сәйкес келетіндігі анықталды ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$).

ИҚ талдау нәтижелерінен көріп отырғанымыздай ν -3407 cm^{-1} , ν -3241 cm^{-1} , ν -3070 cm^{-1} сәйкес мәндер ОН тобының валентті тербелісін, ν -3407 cm^{-1} сәйкес мәні гидроксид тобының сутектік қосылысымен байланысын, δ -1651 cm^{-1} - ОН тобының деформациялық тербелісіне сәйкес мәнін, ν -3241 cm^{-1} және 3070 cm^{-1} сәйкес мәндері гидроксид тобының хелатты қосылысымен байланысын, ν -1179, 1060, 1018 cm^{-1} , ν -826 cm^{-1} сәйкес мәндері $\text{Al-O} + [\text{SO}_4]^{2-}$ валентті тербелісіне сәйкес келетіндігін көрсетті.

Жүргізілген зерттеу жұмыстарын қорытындылай келе, күкірт қышқылы ерітіндісінде жиілігі 50 Гц анодты импульсті токпен поляризацияланған алюминийдің сульфаттарын түзе ерітіндігі анықталды. Ал алюминий сульфаты су тазалау технологиясында коагулянттар ретінде кеңінен қолдануға болады.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Запольский А.К., Баран А.А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды. – Л.: Химия, 1987. – 250 с.
- [2] Стремиллова Н.Н. Новый высокоэффективный коагулянт на основе соединений титана для очистки природных и сточных вод // Тезисы докладов на III Международном конгрессе «Экватек-98». – 1998. – С. 311.
- [3] Астрелин И.М., Запольский В.А., Лысенко С.В. Исследование процесса получения смешанного коагулянта из отходов производства // Ж. прикл. химии. – 1999. – С. 2611–2613.
- [4] Пааль Л.Л., Кару Я.Я., Мендер Х.А., Репин Б.Н. Справочник по очистке природных и сточных вод. – М.: Высш. шк., 1994. – 358 с.
- [5] Баешов А.Б. Электрохимические процессы при поляризации нестационарными токами // Известия НАН РК. – 2011. – С. 3-23.
- [6] Баешов А.Б., Баешова А.К. Электрохимические способы получения неорганических веществ. – Германия: Lambert, Academic Publishing, 2012 – 72 с.
- [7] Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Современная электрохимия. – М.: Наука, 1965. – С. 110
- [8] Гетманцев С.В. Очистка промышленных сточных вод коагулянтами и флокулянтами. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. – 372 с.
- [9] Драгинский В.Л. Коагуляция в технологии очистки природных вод. – М.: ГУП ВИМИ, 2005. – 576 с.
- [10] Кульский Л.А. Указания по применению смешанного алюможелезного коагулянта для обезжелезивания и осветления воды. – Изд-во Акад. Архитектуры УССР, 1985. – 106 с.
- [11] Потанина В.А. Эффективность применения алюможелезного коагулянта для очистки сточных вод. – М., 2005. – 369 с.
- [12] Баешов А.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. 176-180
- [13] Сороченко В.Ф. Комплексная химическая обработка воды с использованием алюмосодержащих отходов. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1984. – 166 с.
- [14] Бабенков Е.Д. Воду очищают коагулянты. – М.: Знание, 1983. – 464 с.
- [15] Mishra D. Effect of anions during hydrothermal preparation of boehmites / D. Mishra, S. Anand, R.K. Panda, R.P. Das // Materials Letters. – 2002. – 53. – P. 133-137.
- [16] Шутько А.П. Очистка воды основными хлоридами алюминия АЛІ. – Киев: Техника, 1984. – 236 с.
- [17] United States patent № 3929666 Process for preparing basic aluminium salt solution / Y. Aiba, T. Furumori, S. Shinpo, K. Funabiki. Publish 30.12.2008. C02B 1/20, C01F 7/74, C01F 7/76.
- [18] Patent № 2107970 (DE) Basic aluminium chlorides contg sulphate ions prepn -for use as textile impregnants in anti-perspirants and waste water purificati / W. Becher, J. Massonne. Publish 31.08.2003. C02F 1/52F2, C01F 7/00D4.
- [19] Patent № 1458039 (GB) Preparation of aluminiumhydroxy halide powders. Publish 12.08.1999. C01F 7/48, C01F 7/00.
- [20] Қоңырбаев А.Е., Баешов А.Б., Ибрагимова Г.Н., Капсалямов Б.А. Алюминий электродтарын стационарлы емес токпен поляризациялау арқылы алюминий сульфатыналу // Международная научно-практическая конференция по Гидроэкологии «Гидрология и инновационные технологии в водном хозяйстве». – 2015. – С. 213-218.

REFERENCES

- [1] Zapolskiy A.K., Baran A.A. Koagulyanty and flocculants in water treatment processes. L.: Himya, 1987, 1987-250 p. (in Russ.)
- [2] Stremilova N.N. New high coagulant based on titanium compounds for the treatment of natural and waste waters. Abstracts of the III International Congress "Ecwatech-98", 26-30 May. M., 1998, 311 (in Russ.)
- [3] Astrelin I.M., Zapolskiy V.A., Prikl S.V. J. Himya, 1999, 2611-2613.
- [4] Guide to natural and waste waters. Paal L.L., Y.Y. Kara, Menderes H.A, Repin B.N - M.: High.sch, 1994, 358 p. (in Russ.)

- [5] Baeshov A.B. *Izvestiya NAN RK* **2011**, 3-23 (in Kaz.)
- [6] Baeshov A.B., Baeshova A.K. Electrochemical ways receiving inorganic substances. Germany: Lambert, Academic Publishing, **2012**, 72 (in Kaz.)
- [7] Damascene B.B., Peter O. Modern electrochemistry. M.: Nauka, **1965**, 110 p. (in Russ.)
- [8] Getmantsev S.V. Industrial waste water treatment coagulant S.V. Getmantsev, Nechayev, L.V., Gandurina, M.; Publishing House of Ass, **2008**, 372 p. (in Russ.)
- [9] Drakinskij V.L. Coagulation in water purification technology. V.L. Drakinskij, L.P. Alekseeva, S.V. Getmantsev. M.: GUP VIMI, **2005**, 576 p. (in Russ.)
- [10] Kul'skij L. AInstructions on application of the mixed alyumozhelezny coagulant for decolouration and clarification of water, Izd-vo Akad. Arhitektury USSR, **1985**, 106 p. (in Russ.)
- [11] Potanina V.A. Efficiency of application of an alumino-iron coagulant for sewage treatment. M., **2005**, 369 p. (in Russ.)
- [12] Baeshov A.B., Sarbayeva M.T., Sarbayeva G.T. Materials of the international scientific and practical conference "Science and Education in the Central Kazakhstan", Karaganda, **2013**, 176-180 p. (in Kaz.)
- [13] Sorochenko V.F. Integrated chemical water treatment with the use of aluminum-containing waste. M.: CNIITJenef-tehim, **1984**, 166 p. (in Russ.)
- [14] Babenkov E.D. Water is cleared by coagulants. M.: Znanie, **1983**, 464 p. (in Russ.)
- [15] Mishra D.S., Anand R.K., Panda R.P. Das Materials Letters. **2002**, 53, 133-137 (in Eng.)
- [16] Shut'ko A.P. Water purification by the main chlorides of aluminum AL I. Kiev: Tehnika, **1984**, 236 p. (in Russ.)
- [17] United States patent № 3929666 Process for preparing basic aluminium salt solution Y. Aiba, T. Furumori, S. Shinpo, K. Funabiki. Publish 30.12.2008, C02B 1,20, C01F 7,74, C01F 7,76 (in Eng.)
- [18] Patent № 2107970 (DE) Basic aluminium chlorides contg sulphate ions prepn -for use as textile impregnants in anti-perspirants and waste water purificati W. Becher, J. Massonne. Publish 31.08.2003, C02F 1,52F2, C01F 7,00D4 (in Eng.)
- [19] Patent № 1458039 (GB) Preparation of aluminiumhydroxy halide powders. Publish 12.08.1999, C01F 7,48, C01F 7,00. (in Eng.)
- [20] Konurbaev A.E., Bayeshov A.B., Ibragimova G.N., Kapsalyamov B.A. Metal electrodes. aluminum sulfate stationary not to remove // aluminum through to polariz // The international scientific and practical conference on Hydroecology "A hydrology and innovative technologies in a water management". 2015. P. 213-218 (in Russ.)

РАСТВОРЕНИЕ АЛЮМИНИЕВОГО ЭЛЕКТРОДА ПРИ ПОЛЯРИЗАЦИИ АНОДНЫМ ИМПУЛЬСНЫМ ТОКОМ В РАСТВОРЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

А. Е. Конурбаев, А. Б. Башов, Г. Н. Ибрагимова, А. С. Мырьшова

«Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского», Алматы, Казахстан

Ключевые слова: электролиз, анодный импульсный ток, нестационарный ток, поляризация, алюминий, электрод, концентрация, коагуляция, реагент.

Аннотация. Целью работы является разработка способа получения солей алюминия путем поляризации электродов анодным импульсным током промышленной частоты. Методом электролиза исследован процесс растворения пары электродов «алюминия» под влиянием импульсного анодного тока частотой 50 Гц в водном растворе серной кислоты. Электролиз проводили в электролизере с неразделенными пространствами. Показано, что в интервале плотностей тока 50–500 А/м² выход по току растворения алюминия повышается до 155,4 %. При повышении концентрации серной кислоты до 2 моль/л выход по току растворения алюминия повышается до 107,8%. Продолжительность электролиза отрицательно влияет на выход по току растворения алюминия (наблюдается понижение). Эксперименты, проведенные в интервале температур 20-70 °С, показывают, что с ее повышением растворение алюминия снижается, то есть самый высокий выход по току сульфата алюминия, составляющий 107,3 %, наблюдается при значениях температур 25-40°. Показана возможность синтеза солей алюминия при поляризации импульсным анодным током указанного металла в серной кислоте. Состав полученной соли идентифицировано ИК-спектроскопическим и элементным анализами.

Поступила 14.03.2016г.