

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 4, Number 418 (2016), 62 – 67

UDC 541.1.38

DISSOLUTION OF THE ALUMINUM ELECTRODE IN SOLUTION HCl + Na₂SO₄ AT POLARIZATION ALTERNATING CURRENT

A.E. Konurbaev., A.B. Bayeshov, A.S. Mirishova., A.S. Kadirbayeva

«Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry of D.V. Sokolsky», Almaty, Kazakhstan
abibulla.kon@mail.ru, bayeshov@mail.ru, ardak_zink@mail.ru, altinay_aidyn2789@mail.ru

Keywords: alternating current, sodium sulfate, electrolysis, aluminum, polarization.

Abstract. The electrochemical behavior of aluminum in the electrode mixture and HCl solutions with Na₂SO₄ polarization industrial alternating current with a frequency of 50 Hz. We studied the influence of the main electrochemical parameters: current density, electrolyte concentration, temperature of the solution in the process of dissolving aluminum. When current density changes in the aluminum electrode in the range 100-300 A /m² current output value of the dissolution of aluminum is increased to 43%, there is a further reduction to 32%. A significant influence of the concentration of sodium sulphate on the current efficiency of aluminum dissolution. When the concentration of the electrolyte comprising a mixture of hydrochloric acid and sodium sulfate of 20 g /l, the current efficiency of the dissolution of the aluminum electrode reaches a maximum value.

It is shown that mixed solutions of hydrochloric acid and sodium aluminum sulfate in polarization electrode AC crystalline compound is formed of aluminum chloride (III). Thus, we developed a new electrochemical method for the synthesis of crystalline aluminum chloride (III). Defined by dissolving aluminum with a high current output during polarization alternating current.

УДК 541.1.38

АЙНЫМАЛЫ ТОК ҚАТЫСЫНДА HCl+Na₂SO₄ ЕРІТІНДІСІНДЕ АЛЮМИНИЙ ЭЛЕКТРОДЫНЫҢ ЕРУІ

A.E. Қоңырбаев, A.B. Баешов, A.C. Мырышова, A.C. Кадирбаева

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

Тірек сөздер: айнымалы ток, натрий сульфаты, электролиз, алюминий, поляризация.

Аннотация. Жиілігі 50 Гц өндірістік айнымалы токпен поляризацияланған алюминийдің HCl мен Na₂SO₄ аралас ерітіндісіндегі еру заңдылықтары алғаш рет зерттелінді. Алюминийдің еруінің ток бойынша шығымына және еру жылдамдығына: айнымалы ток тығыздығының, Na₂SO₄ концентрациясының, электролиз ұзақтығының, электролит температурасының әсерлері қарастырылды. Ток тығыздығы 100-300 А/м² аралығында металдың еруінің, ток бойынша шығым 15%-дан 43%-ға дейін жоғарылайтындығы, ал, ары қарай ток тығыздығын 500 А/м² арттырғанда, алюминий электродының еруінің ток бойынша шығымы 32%-ға дейін төмендейді анықталды. Тұз қышқылы концентрациясы 1-5Н-ға дейін жоғарылатқанда, алюминий электродының еруінің ток бойынша шығымы 43%-дан 56%-ға дейін өсетіндігі көрсетілді.

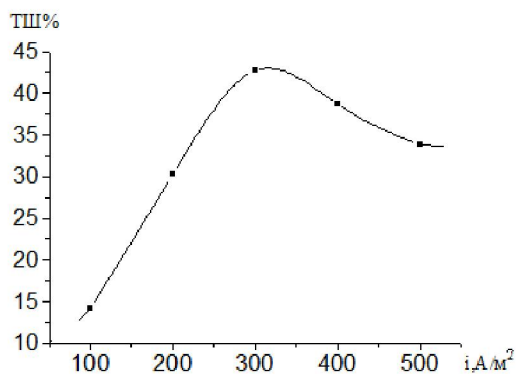
Жұмыста алюминий электродын тұз қышқылы және натрий сульфаты аралас ерітіндісінде еруі кезінде алюминий (III) хлориді қосылысының түзілетіндігі көрсетілді. Осылайша, алюминий (III) хлориді тұзын электрохимиялық жолмен синтездеудің жаңа тиімді әдісі жасалынды. Айнымалы токпен поляризациялау кезінде алюминий электродының жоғарғы ток шығымымен еритіндігі көрсетілді.

Алюминий хлориді коагулянт ретінде құрамында теріс зарядталған бөлшектері бар ластанған суларды тазартуда кеңінен қолданылады [1-6]. Осыған байланысты, алюминий электродтарын тұз қышқылы және натрий сульфаты ерітіндісінде айнымалы токпен поляризациялау арқылы алюминийдің (III) хлориді мен сульфаты синтезделді. Осыған дейінгі ғылыми еңбектерімізде - темір, алюминий, титан мырыш т.б. бірнеше металдарды, әр түрлі сулы ерітінділерде өндірістік айнымалы және стационарлы емес токтармен электрохимиялық еріту арқылы, олардың тұздарын алу, әдіс-тәсілдері жан-жақты зерттелініп көптеген құнды мәліметтер алынған [7-20].

Алюминийдің стандартты электродтық потенциалы теріс мәнге ($E^0 = -1,662$ В) ие болғанымен, ауада оның бетінде түзілетін оксидтік пленка оның суда еруден сақтайды. Ал, тұз қышқылының біршама концентрлі ерітінділерінде және жоғары температураларда алюминий аздап ериді:



Айнымалы токпен поляризацияланғанда алюминий электродының тұз қышқылы және натрий сульфаты ерітіндісінде еруінің ток бойынша шығымына алюминий электродындағы ток тығыздығының әсері $100-500$ А/м² аралығында зерттелінді (1-сурет). Ток тығыздығының артуымен, алюминий электродының еруінің ток бойынша шығымы максимум арқылы өтетіндігі байқалды. Ток тығыздығы $100-300$ А/м² аралығында металдың еруінің ток бойынша шығым 15 %-дан 43%-ға дейін жоғарылайды. Ал, ары қарай ток тығыздығын 500 А/м² арттырғанда, алюминий электродының еруінің ток бойынша шығымы 32%-ға дейін төмендейді. Жоғары ток тығыздығында ток бойынша шығымның төмендеуін қосымша реакциялардың жүруімен түсіндіруге болады.



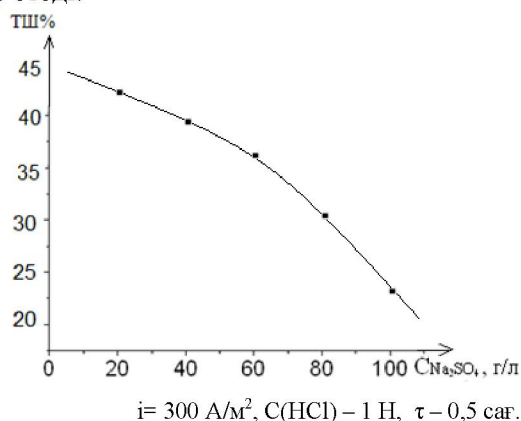
$C(HCl) - 1$ Н, $C(Na_2SO_4) - 10$ г/л, $\tau - 0,5$ сар.

1 сурет – Айнымалы токпен поляризацияланған алюминий электродтарының тұз қышқылы және натрий сульфаты ерітіндісінде еруінің ток бойынша шығымына ток тығыздығының әсері

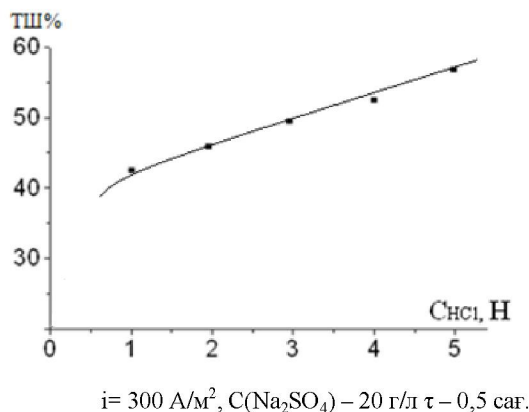
Айнымалы токпен поляризацияланған алюминий электродының еруінің ток бойынша шығымына натрий сульфатының концентрациясының әсері $20-100$ г/л аралығында зерттелінді (2-сурет). Мұнда тұз қышқылы концентрациясы тұрақты (1Н). Натрий сульфатының концентрациясы 20 г/л кезінде алюминий электродының еруінің ток бойынша шығымы 43% -ды құраса, ал концентрацияны одан әрі 100 г/л-ға дейін арттырғанда, алюминий электродының еруінің ток бойынша шығымы 23% -ға дейін төмендейтіндігін көрсетті. Бұл құбылысты натрий сульфатының жоғарғы концентрациялы ерітіндісінде алюминий электродының беті тығыз оксидтік пленкамен пассивтеле басталуымен түсіндіруге болады.

Айнымалы токпен поляризацияланған алюминий электродының еруінің ток бойынша шығымына тұз қышқылы концентрациясының әсері $1-5$ Н интервалында зерттелінді. Электролиз барысында натрий сульфатының концентрациясы 20 г/л болды (тұрақты концентрация). Тұз қышқылы концентрациясы $1-5$ Н-ға дейін жоғарылатқанда, алюминий электродының еруінің ток бойынша шығымы 43% -дан 56% -ға дейін өсетіндігі көрсетілді (3-сурет). Хлорид иондары концентрациясы жоғарылағанда, оның тотықтырғыштық қасиеті артады, әрі қышқыл

концентрациясының артуымен металдың электр өткізгіштігі жоғарылайды. Бұл негізгі үрдістің жылдамдығының өсуіне әсер етеді.

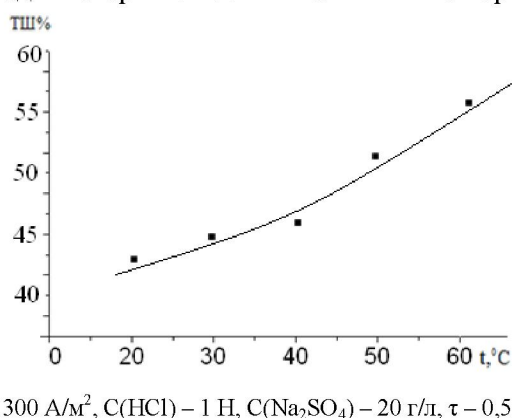


2 сурет – Айнымалы поляризацияланған алюминий электродтарының тұз қышқылы ерітіндісінде еруінің ток бойынша шығымына натрий сульфатының концентрациясының әсері



3 сурет – Айнымалы токпен поляризацияланған алюминий электродтарының натрий сульфаты ерітіндісінде еруінің ток бойынша шығымына тұз қышқылының концентрациясының әсері

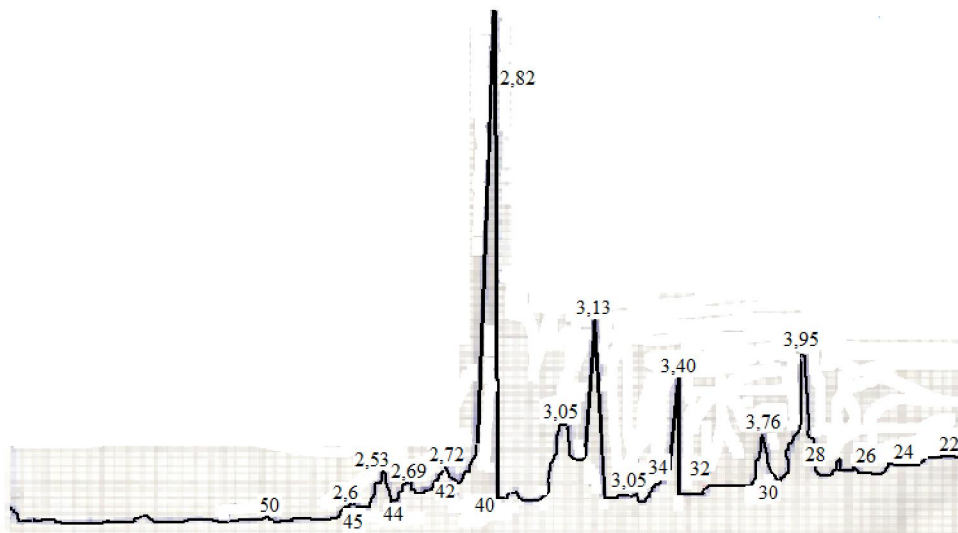
Алюминий электродының еруінің ток бойынша шығымына ерітінді температураның әсері зерттелінді (4-сурет). Алдыңғы тәжірибелерде электролизердегі электролит температурасы - 20°C. Поляризациялау барысында электролизердегі электролит температурасын 20-60°C аралығында арттырғанда, алюминий электроды жоғары ток бойынша шығыммен еритіндігі байқалады.



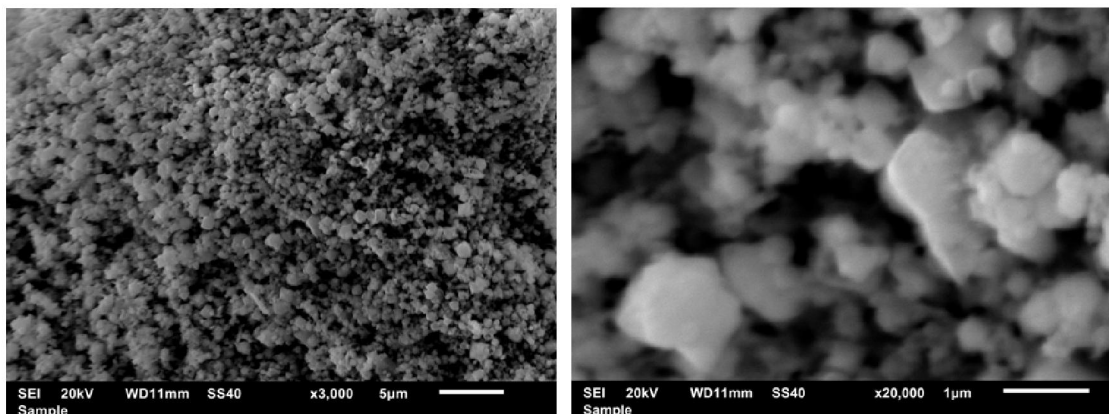
4 сурет – Айнымалы токпен поляризацияланған алюминий электродының еруінің ток бойынша шығымына ерітінді температурасының әсері

Электролизден кейінгі электролит буландырылып, түбіне тұнған тұнбаны жуып, кептіру нәтижесінде түзілген ақ-сұрғылт түсті ұнтақ рентгенофазалық анализ әдісімен зерттелінді. Рентгенофазалық анализ нәтижесінде түзілген ақ-сұрғылт ұнтақтың $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ екендігін дәлелдеді. Барлық рефлекстер алюминий (III) хлоридінің фазаларына сәйкес: 2.82 \AA^0 ; 1.99 \AA^0 ; 1.63 \AA^0 . Электрохимиялық әдіспен алынған $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ рентгенограммасын 5-суреттен көруге болады.

Электролизден кейін алынған $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ұнтағының бөлшектерінің өлшемі анықтау мақсатында сканерлеуші электронды микроскоп көмегімен микросуреттер (6-сурет) түсірілді. $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ тұзының 3000 есе үлкейтілген көрінісінен бөлшектердің орташа мөлшерінің 5 \mu m екендігін көруге болады. Ал, $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ қосылысының жиырма мың есеге ұлғайтылған суретінен бөлшектердің 1 \mu m -ге жуық өте ұсақ бөлшектері де байқалды.



5 сурет – Электрохимиялық әдіспен алынған $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ рентгенограммасы (ASTM 5-628)



6 сурет – Электрохимиялық тәсілмен алынған $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ тұзының микрофотографиялары

Қорытындылай келе, жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижелері, алюминий электродтарын тұз қышқылы және натрий сульфаты ерітінділерінде өндірістік айналымы токпен поляризациялау арқылы ауыз суы ретінде қолданылатын ластанған өзен суларын тазартуда қолданылатын алюминий хлоридін синтездеудің жаңа тиімді әдісі жасалынды. Айналымы токпен поляризацияланған алюминий электродының еруінің ток бойынша шығымына электрохимиялық параметрлердің (электродтағы ток тығыздығы, электролит концентрациясы, электролит температурасы) әсері зерттелінді. Электролиздің тиімді жағдаларында алюминий (III) хлоридінің түзілуінің ток бойынша шығымының максималды мәні 56% құрайды.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Росин И.В., Томина Л.Д. Общая и неорганическая химия. Современный курс.– М.: Учебное пособие для бакалавров и специалистов. - 2012. - 967 с.
- [2] И.Л. Кнунянс. М. Алюминий. Краткая химическая энциклопедия /Под ред. Изд-во Советская энциклопедия, 1961.Т.1 - С.147-159.
- [3] Гуров А.А. Химия. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 777 с.
- [4] Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия: учебник. – М.: Высшая школа, 2000. – 592 с.
- [5] Глинка Н.Л. Общая химия / Под. ред. А.И.Ермакова – 30-е изд. –М.: Интеграл-пресс, 2002. – 324 с.
- [6] Коровин Н.В. Общая химия: учебник. –М.: Высшая школа, 2003. – 559 с.
- [7] Сороченко В.Ф. Комплексная химическая обработка воды с использованием алумосодержащих отходов. - М.: ЦНИИТ Энефтехим, 1984. - 66 с.
- [8]. Шутько А.П. Очистка воды основными хлоридами алюминия. - АЛП. Киев: Техника. 1984. - 136 с.
- [9] Баешов А.Б., Сарбаева Қ.Т., Баешов А.К., Сарбаева Г.Т., Способ получения хлорида алюминия (III) Инновационный патент РК № 27623 от 12.02.2013. Опубл. № 11, 2013.
- [10] Баешов А.Б., Баешова А.К., Әбіжанова Д.Ә., Қоңырбаев А.Е., и др Способ получения сульфата железа, Инновационный патент РК № 26380 от 13.01.2012. Бюлл. № 11, 2012.
- [11] Баешов Ә.Б., Әбіжанова Д.Ә., Қоңырбаев А.Е., Баешова А.Қ., М.Ж.Жұрынов. Айнымалы токпен поляризацияланған темір электродының сульфатты ерітінділерде еру заңдылықтары // ҚР ҰҒА Хабарлары, 2012, №4. 8-12 б.
- [12] Баешов А.Б., Изтлеуов Г., Баешова А.К. Электрохимический способ получения гидроксида титана, известия науки Казахстана, 2005, №1. - С. 51-54.
- [13] 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.
- [14] Сарбаева М. Т. Баешов А. Б. Сарбаева Қ. Т. Үш фазалы айнымалы токпен поляризацияланған қорғасын электродтарының күкірт қышқылы ерітіндісінде еруі // ҚР ҰҒА Хабарлары, 2013, №4. - С. 19-22.
- [15] Сарбаева М. Т. Баешов А. 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.
- [16] 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
- [17] Баешов А. Битүрсын С. Электрохимические поведения цинка в щелочной среде // Материалы международной научно - практической конференции « Комплексная переработка минерального сырья» Караганда. 2008. - С.431-433.
- [18] Баешов А. Б. Баешова А. К. Электрохимические способы получение неорганических веществ, Lambert, Academic Publishing, Германия, 2012. - 7 с.
- [19] Петин А.Н., Лебедева М.Г., Крымская О.В., Анализ и оценка качества поверхностных вод. - Белгород. 2006. - 105 б.
- [20]. Баешова А.Қ. "Өндірістік экология негіздері" (зертханалық жұмыстардың жинағы): оқу-әдістемелік құрал – Алматы, Қазақ ұлттық университеті, 2013. – 80 б.

REFERENCES

- [1] Rosin I.V., Tomina L.D. Obshaya i neorganicheskaya himiya. –М.: Himiya, 2012. – 967 p. (in Russ.).
- [2] Knuniyas I.L. Aluminii. Izdatelstvo Sovetskaya enciklopediya, 1961. – 147-159 p. (in Russ.).
- [3] Gurov A.A. Himiya. – М.: Izdatelstvo MGTU, 2004. – 777 p. (in Russ.).
- [4] Karapetyans M.H., Drakin S.I. Obshaya i neorganicheskaya: uchebnic. – М.: Vishaya shkola, 2000. – 592 p. (in Russ.).
- [5] Glinka N.L. Obshaya himiya. – М.: Integral-press, 2002. – 324 p. (in Russ.).
- [6] Korovin N.V. Obshaya himiya: uchebnic. – М.: Vishaya shkola, 2003. – 559 p. (in Russ.).
- [7] Sorochenko V.F. Integrated chemical water treatment with the use of aluminum-containing waste М.: CNITJenefehim, 1984. - 66 p. (In Russ.).
- [8] Shut'ko A.P. Water purification basic aluminum chloride AL I. Kiev: Tehnika, 1984, 136 p. (In Russ.).
- [9] Baeshov A.B., Sarbaeva Қ.Т., Baeshov A.К., Sarbaeva G.Т., A method of producing aluminum chloride (III) Innovation Patent RK № 27623 от 12.02.2013. Opubl. № 11, 2013.
- [10] Baeshov A.B., Baeshova A.К., Abizhanova D.Ә., Konyrbaev A.E., i.dr A process for preparing ferric sulfate, Innovation patent RK № 26380 от 13.01.2012. Vjull. № 11, 2012.

- [11] Baeshov Ә.Б., Abizhanova D.Ә., Қонырбаев А.Е., Baeshova A.K., M.Zh.Zhurynov. RK NAN Habarlary. **2012**. - №4. 8-12 p.
- [12] Baeshov A.B., Iztleuov G., Baeshova A.K. An electrochemical process for the preparation of titanium hydroxide, the news of Kazakhstan science, **2005**, №1. P. 51-54.
- [13] Baeshov A. A. Sapieva M.M. The dissolution of the titanium electrode in hydrochloric acid with fluorine ions in industrial polarized alternating current // *RK NAN Habarlary*, **2013**, №3, 29-32. (In Russ.).
- [14] Sarbaeva M. T. Baeshov A. B. Sarbaeva G. T., *RK NAN Habarlary*, **2013**, №4, 19-22.
- [15] Sarbaeva M. T. Baeshov A. B. Sarbaeva G. T. Higher education in the field of chemistry and chemical engineering and scientific problems, «International Symposium on Materials», Almaty, **2013**, 134 - p.
- [16] Baeshov A. B. Sarbaeva M. T. Sarbaeva G. T. The dissolution of the aluminum electrode polarization at an industrial three-phase alternating tokam. Materialy international scientific-practical conference "Science and education in Central Kazakhstan". Karaganda. **2013**, - P. 176 (In Russ.).
- [17] Baeshov A. Bitursyn S. Electrochemical behavior of zinc in an alkaline environment // Proceedings of the international scientific - practical conference «Integrated prerabotka minerals» Karaganda, **2008**. - P.431-433. (In Russ.).
- [18] Baeshov A. B. Baeshova A. K. Electrochemical methods of preparation of inorganic substances, Lambert, Academic Publishing, *Germanija*, **2012**, - 7 p (in Eng.).
- [19] Petin A.N., Lebedeva M.G., Krymskaja O.V., Analysis and evaluation of the quality of surface water. Belgorod. **2006**, 105 p. (In Russ.).
- [20] Baeshova A.K. "Industrial Ecology" (a collection of laboratory work): tutorials– Almaty, Kazahskij nacional'nyj universitet, **2013**. – 80 p. (In Russ.).

РАСТВОРЕНИЕ АЛЮМИНИЕГО ЭЛЕКТРОДА В РАСТВОРЕ HCl+Na₂SO₄ ПРИ ПОЛЯРИЗАЦИИ ПЕРЕМЕННЫМ ТОКОМ

А.Е. Конурбаев, А.Б. Башов, А.С. Мырьшова, А.С. Кадирбаева

Исследованы электрохимическое поведение алюминиевого электрода в смеси растворов HCl и Na₂SO₄ при поляризации промышленным переменным током с частотой 50 Гц. Изучены влияние основных электрохимических параметров: плотность тока, концентрация электролита, температура раствора на процесс растворения алюминия. При изменении плотности тока на алюминиевом электроде в интервале 100-300 А/м² величина выхода по току растворения алюминия повышается до 43%, далее наблюдается некоторое понижение до 32%. Установлено значительное влияние концентрации сульфата натрия на выход по току растворения алюминия. При концентрации электролита содержащих смесь соляной кислоты и сульфата натрия, равной 20 г/л, выход по току растворения алюминиевого электрода достигает максимальной величины.

Показано, что в смеси растворов соляной кислоты и сульфата натрия при поляризации переменным током алюминиевого электрода образуется соединение кристаллогидрата хлорида алюминия (III). Таким образом, разработан новый электрохимический метод синтеза кристаллогидрата хлорида алюминия (III). Определено растворение алюминия с высокими выходами по току при поляризации переменным током.

Поступила 02.07.2016 г.