

**BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 1991-3494

Volume 1, Number 365 (2017), 173 – 178

A. E. Konurbayev, A. B. Bayeshov, G. N. Ibragimova, A. B. Makhanbetov, U. A. Abduvaliyeva

“D. V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry” JSC, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: armanmab@mail.ru, abdumida14@gmail.com

**INFLUENCE OF VARIOUS PARAMETERS ON THE FORMATION
OF MIXED ALUMINUM AND IRON CONTAINING COAGULANTS**

Abstract. In this article methods of electrochemical synthesis of the coagulants which applied in water purification are considered. The influence current density and concentration of acid to electrochemical dissolution aluminum and iron containing wastes. The results obtained during dissolution metals by polarization AC and DC industrial frequency are given.

Initial researches have shown that in solution of sulfuric acid at anode polarization of aluminum electrodes dissolution isn't observed, and on their surface aluminum oxide is formed

When carrying out electrolyzing by the alternating current aluminum electrodes in the electrolyte containing 0,5 N iron sulfate and 0,125 N of sulfuric acid, intensive dissolution are established with a current efficiency of 54.8% Further increase in acidity of solution lead to side reactions, which in turn leads to a decrease the current efficiency (CE) of aluminum dissolution.

At electrolysis in sulfate solution of iron with increasing current density on the aluminum electrodes in the range 100-400 A/m², an increase CE from 34 to 62% is observed. With increase current density to 500 A/m² the current efficiency insignificantly decreases. Decrease a current efficiency, and dissolution of metal with increase in current density can be explained with passivation of electrodes surface.

The compounds received after electrolysis are analyzed by method x-ray phase as a result of which reflexes of iron and aluminum are received.

Key words: iron, aluminum, electrolysis, coagulant, coagulation, polarization, electrode, AC.

УДК 541.13

А. Е. Конурбаев, А. Б. Баешов, Г. Н. Ибрагимова, А. Б. Маханбетов, У. А. Абдувалиева

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

**ҚҰРАМЫНДА АЛЮМИНИЙ МЕН ТЕМІР БАР АРАЛАС
КОАГУЛЯНТТАРЫНЫҢ ТҮЗІЛУ ПРОЦЕСІНЕ
ӘРТҮРЛІ ПАРАМЕТРЛЕРДІҢ ӘСЕРІ**

Аннотация. Ұсынылып отырған мақалада суды тазарту кезінде қолданатын коагулянттарды электрохимиялық синтездеу жолдары қарастырылды. Құрамында темір иондары бар ортада алюминий электродын электрохимиялық ерітуде электродтардағы ток тығыздығының және қышқыл концентрацияларының әсері зерттеліп, тиімді мәндері анықталды. Металды еріту тұрақты және өндірістік жиіліктегі айнымалы токпен поляризациялау кезінде жүргізіліп, олардың нәтижелері келтірілді.

Алғашқы зерттеулер күкірт қышқылы ерітіндісінде анодты поляризацияланған алюминий электродының ерімейтіндігі және оның бетінде алюминий оксиді қосылысының түзілетіндігі көрсетілді.

Құрамы 0,5 н темір сульфатынан және 0,125 н күкірт қышқылынан тұратын электролитте электролиз жүргізгенде айнымалы токпен поляризацияланған алюминий электроды белсенді еріп, ток бойынша шығым 54,8 %-ға тең мәнді көрсетті. Ерітінді қышқылдылығын ары қарай арыттыру токтың қосымша реакциялардың жүруіне мүмкіндік беріп, нәтижесінде алюминийдің еруінің ТШ мәні төмендеді.

Күкірт қышқылды темір сульфаты бар ерітіндіде жүргізілген электролиз барысында алюминий электродтарының ток тығыздығын $100-400 \text{ A/m}^2$ аралығында өсіргенде металдың еруінің ТШ-сының 34 %-дан 62 %-ға жоғарылауы байқалды. Электрод ток тығыздығын 500 A/m^2 мәнге жоғарылатқанда ТШ мәні аздап төмендеді. Ток тығыздығын жоғарылатқанда металдың еруінің ТШ мәнінің төмендеуі электрод бетінің пассивтелуімен байланысты тұжырымдалды.

Электролиз соңында алынған қосылыстың құрамына рентгенофазалық талдау зерттеу жұмыстары жүргізіліп, нәтижесінде темір және алюминиге сәйкес рефлекстер алынды.

Тірек сөздер: темір, алюминий, электролиз, коагулянт, коагуляция, поляризация, электрод, айнымалы ток.

Халықтың саны арытып, қоршаған ортаның тазалығына деген талаптар күшейген уақытта, тауарлы өнімдердің саналуан түріне сұраныс ұлғайып, өндіріс орындары көбеюде. Олардан шығып жатқан қалдықтар, ауыр метал тұздары, органикалық заттар және т.б. әртүрлі химиялық қосылыстар биосфераға лақтырылып тасталып, жаңбыр және басқа да ағызынды суларында еріп өзен-көлдердегі суларды ластап, олар арқылы ауыз суға қосылып, қоршаған ортаға үлкен залалын тигізуде [1-4]. Кейінгі кезде ластанған суды әртүрлі ұсақ дисперсті жүзгіндер мен еріген химиялық қосылыстардан тазартуда пайдаланылатын әдістер және технологиялар жетілдіріп, оңтайландырылған жаңа тәсілдерді ұсыну қажеттілігі туындап отыр. Мұндай ауқымды суды тазарту жұмыстарын жүргізуде кеңінен падаланылатын экологиялық қауіпсіз заманауи қосылыстың бірі – коагулянттар мен флокулянттарды қолдану болып табылады [5-8].

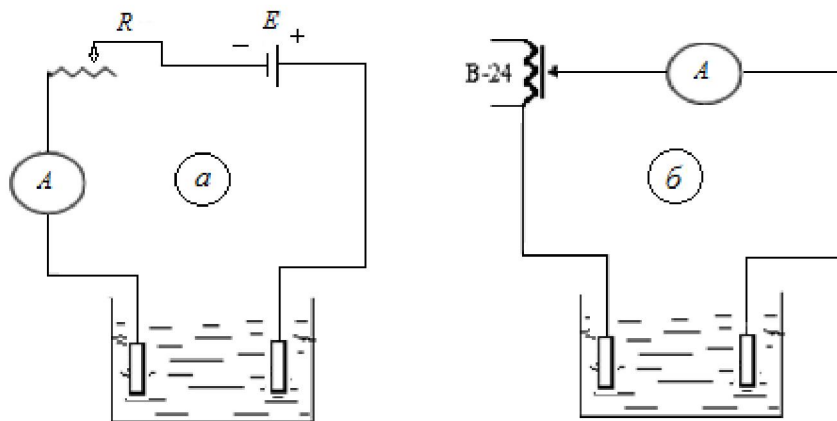
Осыған байланысты суды тазалауда темір және алюминий негізіндегі маңызды коагулянт алудың қарапайым технологиясы мен әдіс-тәсілдерін жасау бүгінгі күні өзекті мәселелердің бірі болып отыр.

Алюминий қосылысы – $\text{Al}(\text{OH})_3$ сулы ортада әртүрлі органикалық жүзгіндерді өзіне адсорбциялайтын жоғары коагулянттық қасиетке ие. Құрамында алюминий және темір бар аралас коагулянттарды алуды алюминий қалдықтарын еріту арқылы іске асыруға болатындығы [9-11] жұмыстарда айтылған болатын.

Алюминий айтарлықтай электртеріс потенциал мәніне ие болғанымен коррозиялық тұрақтылығы жоғары, сулы ортада беті оксидтік қабатпен қапталып, оның ары қарай еруінен қорғайды. Аталған қасиеті алюминий металын химиялық ерітуде қиындықтар туғызып, технологияны экономикалық тиімсіз етіп, өндірісте пайдалануды шектейді. Осыған орай қазіргі таңда алюминийді еріту жұмыстарында электрохимиялық әдістер көптеп қарастырылуда [12, 13]. Сондықтан алюминий металын электрохимиялық жолмен еріту процестерінде электролиз параметрлерінің әсерін зерттеу маңызды мәселелердің бірі болып табылады.

Ұсынылған жұмыста күкірт қышқылы мен темір сульфаты қосылыстарынан тұратын электролит және электродтар ретінде бір-бірінен ара-қашықтығы 3-5 мм орналасқан, ауданы $0,0039 \text{ m}^2$ алюминий пластиналары қолданылды. Электролиз, көлемі 100 мл электролизерде жүргізілді.

Алғашқы зерттеулерде алюминий электродын еріту жұмыстары тұрақты токпен анодты поляризациялау арқылы (1а-сурет) жүргізілді. Металдың еріген салмағы электролизге дейінгі және соңында өлшенген электрод массасының айырымы бойынша есептелді.



1-сурет – Алюминий электродын ерітуде қолданылған қондырғының принципіалды схемасы:
а – тұрақты токпен поляризацияланғанда; б – айнымалы токпен поляризацияланғанда

Ток тығыздығының және қышқыл концентрациясының алюминий электродының анодтық еруіне әсері қарастырылды (кесте).

Анодты токпен поляризацияланған алюминидің ондағы ток тығыздығының және қышқыл концентрациясының әсері

Тәжірибе нөмірі	I_a, A	$i_a, A/m^2$	$[H_2SO_4], n$	$t, ^\circ C$	m, g	
					бастапқы, (m_1)	соңғы, (m_2)
1	0,39	100	0,1	20	15,7891	15,7893
2	0,78	200	0,1	20	15,7890	15,7892
3	0,39	100	0,1	20	17,8638	17,8640
4	0,39	100	0,5	20	17,8637	17,8638
5	0,39	100	1,0	20	17,8636	17,8638

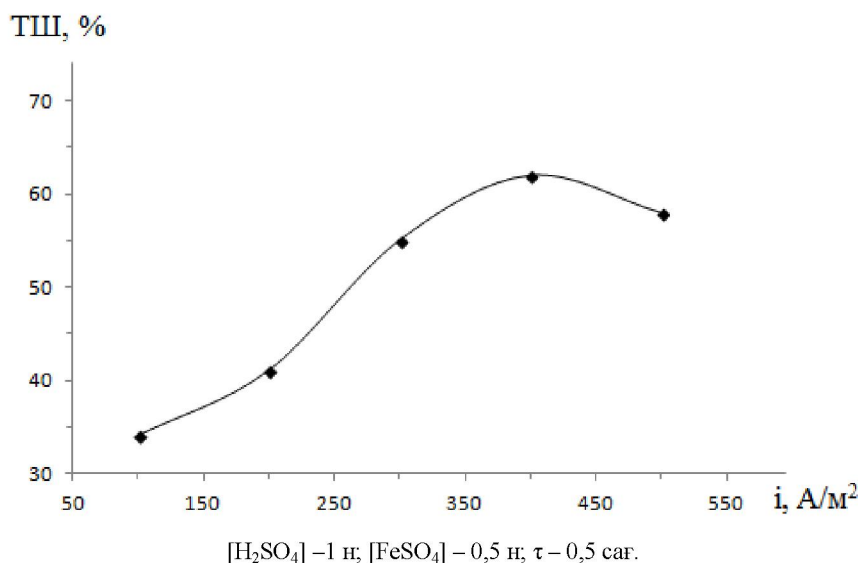
1-кестеде көрсетілгендей электролиз барысында күкірт қышқылы концентрациясын және электродтағы ток тығыздығын арыттырғанда анодтық алюминидің еруінің ток бойынша шығымы айтарлықтай өзгеріске ұшырамайды. Керісінше барлық жағдайда да анодтық металдың массасы 0,001 %-ға өскенін байқауға болады. Мұндай құбылысты – анодты поляризация кезінде электрод бетінде металдың оксидтік қабатының (Al_2O_3) түзілуімен (1-реакция) түсіндіруге болады [14, 15]:



Келесі зерттеулерде алюминий электродының электрохимиялық еруі жиілігі 50 Гц өндірістік айнымалы токпен поляризациялау кезінде жүргізілді (1б-сурет).

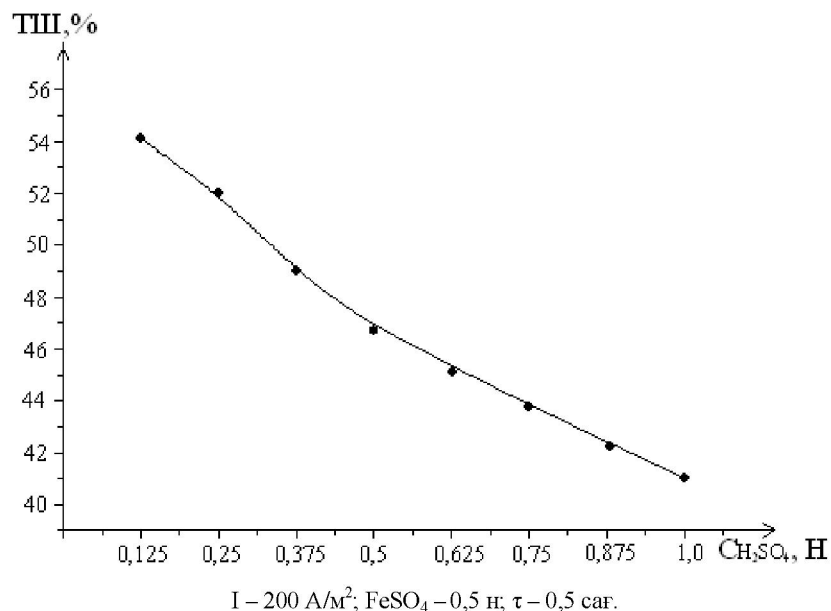
Бұл зерттеулер 1,0 н күкірт қышқылы және 0,5 н темір сульфаты бар электролит ерітіндісінде орындалды. Бұл жағдайда айнымалы токпен поляризацияланған алюминий электродтарының белсенді еруі байқалды. Ток бойынша шығым жоғарғы мәнге ие болды (58 %). Алюминий металының тұрақты токпен поляризациялағанда ерімегендігін ескерсек, алынған нәтиженің практикалық маңызы өте зор деп есептеуге болады.

2-суретте ток тығыздығының алюминий электродының еруінің ТШ-ға әсері туралы мәліметтер келтірілген. Ток тығыздығын 100-200 A/m^2 аралығында өсіргенде ТШ мәнінің 34-тен 41 %-ға дейін баяу жоғарылап, ток тығыздығын 400 A/m^2 мәнге жоғарылатқанда бірден 62 %-ға дейін өсіп, ең үздік нәтижеге қол жеткізілгенін байқауға болады. Бұл жағдайда айнымалы ток әсерінен алюминий электродының пассивтелуі жойылып, айнымалы токтың анод жартылай периодында еруі активтенеді. Ток тығыздығын 400 A/m^2 мәнен жоғарылату кезінде оттегі газының бөлінуі нәтижесінде ТШ-ның төмендеуі орын алады.



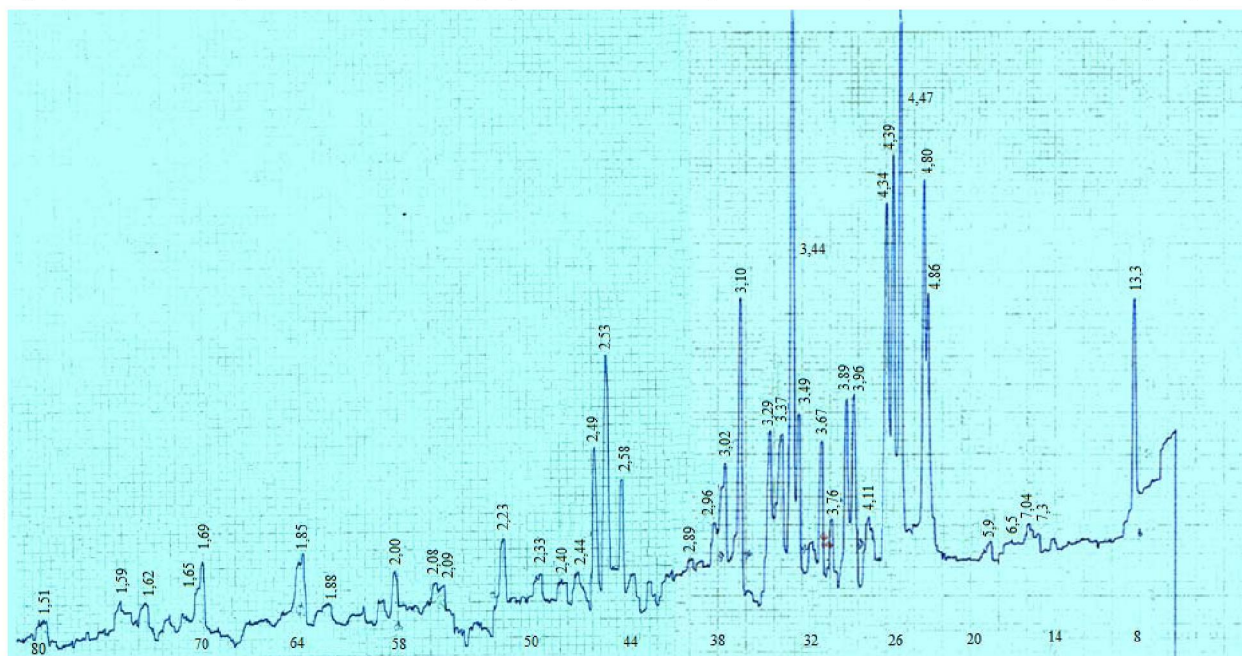
2-сурет – Айнымалы токпен поляризацияланған алюминидің еруіне электродтардағы ток тығыздығының әсері

Келесі жұмыстар алюминий электролизінде еру процесінің ток бойынша шығымына негізгі параметрлерінің бірі саналатын қышқыл концентрациясының әсерін зерттеуге бағытталды (3-сурет). Пайдаланылған күкірт қышқылы концентрацияларының әсері 0,125-1,0 н аралығында қарастырылды.



3-сурет – Айнымалы токпен поляризацияланған алюминидің еруіне күкірт қышқылының концентрацияларының әсері

Электролит құрамындағы күкірт қышқылының 0,125 н концентрациясында алюминий электродының белсенді еруі байқалып, нәтижесінде ТШ 54,8 %-ға тең мәнге ие болды. Қышқыл концентрациясын ары қарай жоғарылату электродта қосымша реакциялардың жүруіне мүмкіндік беріп, ТШ мәні баяу төмендеп, 1,0 н күкірт қышқылды ортада ТШ 40,9 %-ға тең болды. [16, 17]



Рефлекстер, Å: 7,3; 7,0; 6,5; 5,9; 4,86; 4,47; 4,39; 4,34; 4,11; 3,96; 3,89; 3,67; 3,49; 3,10; 3,02; 3,0; 2,96;
– $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ (ASTM 26-1010).

Рефлекстер, Å: 3,44; 3,37; 3,29; 2,53; 2,49; 2,08; – $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (ASTM 21-925)

4-сурет – Анодтық еру нәтижесінде түзілген реагент Al-Fe коагулянттың рентгенді дифрактограммасы

әдебиеттерде күкірт қышқылды электролит ортасында SO_4^{2-} иондары оттегіні тасымалдау қызметін атқарады деген болжамдар бар. Осыған орай алынған мәліметтерге күкірт қышқылының концентрациясының арытуы оттегінің көбірек бөлінуіне жағдай жасауы мүмкін деген тұжырым жасауға болады.

Рентгенограмма 2θ масштабта, 8° – 80° интервалда сатылы тәртіппен түсірілді (саты – $0,1$ град), әр бір саты 2 секунд сайын тіркеліп отырды. Алынған нәтижелерді өңдеу және элементарлы ұяшық параметрлерінің есептеулері STOE WIN XPOW Version 1.04 және «Powder-2» программалар көмегімен іске асырылды (4-сурет).

Талдау нәтижесінде алынған рефлекстер түзілген өнім құрамы $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ және FeSO_4 қосылыстарынан тұратындығын көрсетіп отыр.

Қорыта айтқанда жиілігі 50 Гц өндірістік айнымалы ток қатысында жүргізілген электродтық процестер нәтижесінде, стационарлы емес жағдайларда алюминиді еріту арқылы қажетті өнімдерді алуға болатындығына көз жеткізілді. Алюминий металын айнымалы ток қатысында құрамында темір иондары бар электролитте ерітіп, электролиз соңында дайын, аралас коагулянт ретінде пайдалануға болатын Al-Fe коагулянты алынды. Алюминий электродын ерітуде электролиз процесінің тиімді параметрлері ретінде – $0,1$ н күкірт қышқылы, $0,5$ н FeSO_4 қосылысы бар электролит ортасы және 400 A/m^2 ток тығыздығы таңдалды. Көрсетілген мәндерді ұстай отырып еріту процесін жүргізгенде, ең жоғары нәтижеге қол жеткізуге болатындығын зерттеу мәліметтері байқатты. Электролиз соңында жасалған талдау мәліметтері ерітінді құрамына өткен қосылыстар алюминий және темір сульфатына тиесілі екендігін көрсетті.

Қазақстан көлдеріне құятын өзендердің басым бөлігі шет ел мемлекеттерінен бастау алатындығын ескерсек, болашақта таза ауыз су мәселесі ең ауқымды проблемаларға айналуы мүмкін [18–20]. Өзен-көлдердің суын пайдалану мақсатында жасалатын тазарту жұмыстары еліміз үшін қашанда маңызды [21, 22]. Осыған байланысты суды тазартуда қолданатын тиімді реагент – Al-Fe аралас коагулянтының көрсетілген әдіс негізінде алу жұмыстарын жан-жақты зерттеу, сулардың ластануы мен ластанған суларды қалпына келтіру мәселелерін шешуге мүмкіндік береді.

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] Драгинский В.Л. Коагуляция в технологии очистки природных вод. – М.: ГУП ВИМИ, 2005. – 576 с.
- [6] Кульский Л.А. Указания по применению смешанного алюможелезного коагулянта для обезцвечивания и осветления воды. – Изд-во Акад. Архитектуры УССР, 1985. – 106 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] Баешов А.Б. Электрохимические процессы при поляризации нестационарными токами // Известия НАН РК. – 2011. – С. 3–23.
- [10] Экология және таза су проблемалары. – Алматы: Дәнекер, 2003. – 270 б.
- [11] Баешов А.Б. Баешова А.К. Электрохимические способы получения неорганических веществ. – Lambert, Academic Publishing, Германия, 2012. – 72 с.
- [12] Потанина В.А. Эффективность применения алюможелезного коагулянта для очистки сточных вод. – М., 2005. – 369 с.
- [13] 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.
- [14] Сороченко В.Ф. Комплексная химическая обработка воды с использованием алюмосодержащих отходов. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1984. – 166 с.
- [15] Бабенков Е.Д. Воду очищают коагулянты. – М.: Знание, 1983. – 464 с.
- [16] Цыганов Г.А., Мурашкина И.И. К вопросу о кинетике и механизме реакции катодного восстановления труднорастворимых соединений // Узб. Хим. журн. – 1965. – № 4. – С. 51–53.
- [17] Mishra D. Effect of anions during hydrothermal preparation of boehmites / D. Mishra, S. Anand, R.K. Panda, R.P. Das // Materials Letters. – 2002. – N 53. – P. 133–137.
- [18] Шутько А.П. Очистка воды основными хлоридами алюминия АЛ I. – Киев: Техника, 1984/ – 236 с.
- [19] 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.

- [20] Қоңырбаев А.Е., Баешов А.Б., Ибрагимова Г.Н., Мырышова А.С. Темір және алюминийдің аралас тұздарын электродтарды айнымалы токпен поляризациялау арқылы алу // Известия НАН РК. – 2015. – № 5. – С. 126-133.
- [21] Қоңырбаев А.Е., Баешов А.Б., Ибрагимова Г.Н., Капсалимов Б.А. Алюминий электродтарын стационарлы емес токпен поляризациялау арқылы алюминий сульфатын алу // Международная научно-практическая конференция по Гидроэкологии «Гидрология и инновационные технологии в водном хозяйстве». – 2015. – С. 213-218.
- [22] Қоңырбаев Ә.Е., Баешов А.Б., Ибрагимова Г.Н., Мырышова А.С. Анодты импульсті токпен поляризацияланған алюминий электродының күкірт қышқылы ерітіндісіндегі еруі // Известия НАН РК. – 2016. – № 2. – С. 5-10.

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 "Ecwattech-98", 26-30 May, *Москва*, **1998**, 311 p. (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] Drakinskij V.L. Koagulyaciya v tehnologii ochildki prirodnyh V.L., Drakinskij, L.P., Alekseeva, S.V., Getmancev. M.: GUP VIMI, **2005**, 576 p. (in Russ.).
- [6] Kulskij L.A. Instructions on application of the mixed alyumozhelezny coagulant for decolouration and clarification of water. Izd-vo Akad. Arhitektury USSR, **1985**, 106 p. (in Russ.).
- [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] Baeshov A.B. // Izvestiya NAN RK **2011**, 3-23 p. (in Kaz.).
- [10] Baeshov A.B., Baeshov A.K. Electrochemical ways receiving inorganic substances. Lambert, Academic Publishing, Germany, **2012**, 72 p. (in Kaz.).
- [11] Potanina V.A. Efficiency of application of an alyumozhelezny 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. Kompleksnaya himicheskaya obrabotka vody s ispol'zovaniem aljunosoderzhashhih othodov. M.: CNITJeneftehim, **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] Konurbaev A.E., Baeshov A.B., Ibragimova G.N., Myryshova A.S. Mixed salts of aluminium and iron with electrodes, the polarization of alternating current // Proceedings of NAS RK. **2015**, 5, 126-133 p. (in Kaz.).
- [19] 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 p. (in Kaz.).
- [20] Konurbaev A.E., Baeshov A.B., Ibragimova G.N., Myryshova A.S. Dissolution of aluminum electrode polarized by anodic impulse current in sulfuric acid // proceedings of NAS RK **2016**. 2. 5-10 p. (in Kaz.).

А. Е. Конурбаев, А. Б. Баешов, Г. Н. Ибрагимова, А. Б. Маханбетов, У. А. Абдувалиева

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

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ СМЕШАННЫХ АЛЮМИНИЙ- И ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ КОАГУЛЯНТОВ

Аннотация. В статье рассмотрены способы электрохимического синтеза коагулянтов, применяемых в очистке воды. Исследовано влияние плотности тока на электродах и концентрации кислоты на электрохимическое растворение алюминий- и железосодержащих отходов и определены оптимальные их значения. Приведены результаты, полученные при растворении металла поляризацией постоянным и переменным током промышленной частоты. Первоначальные исследования показали, что в растворе серной кислоты при анодной поляризации алюминиевых электродов растворение не наблюдается, а на их поверхности образуется оксид алюминия. При проведении электролиза переменным током алюминиевых электродов в электролите, содержащем 0,5 н сульфат железа и 0,125 н серной кислоты, установлено интенсивное растворение алюминия с выходом по току 54,8 %. Дальнейшее увеличение кислотности раствора приводит к протеканию побочных реакций, что, в свою очередь, приводит к снижению ВТ растворения алюминия. При электролизе сернокислого раствора сульфата железа с увеличением плотности тока алюминиевых электродов в диапазоне 100-400 А/м² наблюдается увеличение ВТ с 34 до 62 %. С увеличением плотности тока до 500 А/м² ВТ незначительно снижается. Снижение ВТ растворения металла с увеличением плотности тока можно объяснить пассивацией поверхности электрода. Полученные после электролиза соединения анализированы методом РФА, в результате которого получены рефлексы железа и алюминия.

Ключевые слова: железо, алюминий, электролиз, коагулянт, коагуляция, поляризация, электрод, переменный ток.