

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 4, Number 418 (2016), 28 – 35

UDC 541.13

**SYNTHESIZING COAGULANT IN POLARIZATION VARIABLE SHOCK  
SERIES-CONNECTED ELECTROLYSER CONTAINING IRON  
AND ALUMINIUM ELECTRODES**

**A.E. Konurbaev, A.B Baeshov, G.N.Ibragimova**

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

[Abibulla.kon@mail.ru](mailto:Abibulla.kon@mail.ru), [bayeshov@mail.ru](mailto:bayeshov@mail.ru)

**Key words:** iron, aluminum electrolysis, the concentration of coagulant polarization coagulation reagent electrode AC

**Abstract.** The objective is synthesize a mixed salt precipitate which obtained by polarization with industrial frequency alternating current and connected in iron aluminum electrodes. Dissolution process was studied on aluminum electrode in aqueous solution of 0.63 N NaCl and 0.1 N NaOH as well on iron electrode in aqueous solution of 5 N HCl with the method of electrolysis where flowing under the influence of the Alternating current (AC). Electrolysis was carried out in two series-connected containers with undivided electrode spaces. It is shown that by changing electrode density in the range of 100 - 300 A/m<sup>2</sup>, current output of a pair iron electrode remained unchanged. But current output of a pair aluminum electrode was decreased from 132.6% to 20.8%. When increase the concentration of hydrochloric acid till 5 N where remained constant concentration of sodium hydroxide and sodium chloride, current output increased slightly on iron electrode from 60% to 64.7% and on pair of aluminum electrode from 118.1% to 120.1%. As the results of the studies in the range temperature of 20 -70°C, with its increase in dissolution of iron and aluminum is intensified. It is shown the possibility of synthesis mixed metal salts by polarized alternating current iron in hydrochloric acid, aluminum in chloride and sodium hydroxide. The composition of the salts were identified with Mossbauer spectroscopy and X-ray analysis.

ӘОЖ: 541.13

**ТЕМІР ЖӘНЕ АЛЮМИНИЙ ЭЛЕКТРОДТАРЫ БАР  
ЭЛЕКТРОЛИЗЕРЛЕРІН ТІЗБЕКТЕЙ ЖАЛҒАП  
АЙНЫМАЛЫ ТОҚПЕН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАУ АРҚЫЛЫ  
КОАГУЛЯНТТЫ СИНТЕЗДЕУ**

**А.Е. Конурбаев, А.Б. Баешов, Г.Н. Ибрагимова**

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

**Түйін сөздер:** темір, алюминий, электролиз, концентрация, коагулянт, поляризация, коагуляция, реагент, электрод, айнымалы ток.

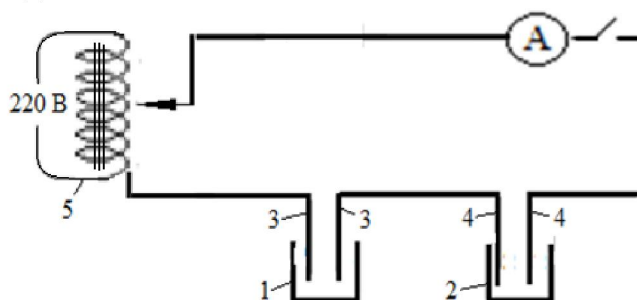
**Аннотация.** Жұмыстың мақсаты темір және алюминий электродтарын тізбектей жалғап өндірістік жиіліктегі айнымалы тоқпен поляризациялау арқылы түзілген аралас тұз тұнбасын синтездеу болып табылады. «Алюминий-темірден» құрылған электродтар жұбының жиілігі 50 Гц-ке тең айнымалы тоқтың әсерімен жүретін электролиз кезінде алюминий электродтары – NaCl 0,63 Н, NaOH – 0,1Н, ал темір электродтары – 5Н HCl сулы ерітінділерінде еру процесі зерттелген. Электролиз тізбектей жалғанған электродтық кеңістіктері бөлінбеген екі ыдыста жүргізілді. Тоқ тығыздығын 100 – 300 А/м<sup>2</sup> интервалында өзгертіліп отырған тоқ тығыздығының шамасына қарай темір жұп электродының еруінің тоқ бойынша

шығымы өзгеріссіз қалып, ал алюминий жұп электродының еруінің тоқ бойынша шығымы 132,6%-дан 20,8% дейін төмендейтіні көрсетілген. Натрий хлориді мен натрий гидроксидінің концентрациясын тұрақты етіп, тұз қышқылы концентрациясы 5Н дейін жоғарылаған кезде, темірдің еруінің тоқ бойынша шығымы 60%- дан 64,7%- дейін, ал алюминий жұп электроды 118,1%- дан 120,1% дейін аздап өседі. 20 -70<sup>0</sup>С аралығындағы интервалда жүргізілген эксперименттер көрсеткендей, температура жоғарылығы сайын темір мен алюминийдің еруі қарқындай түседі. Темір тұз қышқылында, ал алюминийдің натрий хлориді мен натрий гидроксидінде айнымалы токпен поляризациялау кезінде аталмыш металдардың аралас тұздарын синтездеуге болатыны көрсетілді. Тұздардың құрамы мессбауэрлік және рентгенофазалық анализбен идентификацияланды.

Темір және алюминий металдары – механикалық, физика-химиялық және химиялық қасиеттерінің ерекшеліктерінің арқасында – құрылыста, машина құрасыруда, электротехникада, прибор жасауда және т.б. көптеген салаларда кеңінен қолданыс тауып келеді. Осыған орай, көрсетілген кәсіпорындарда олардың лом және жаңқа түріндегі металл қалдықтары өте көп мөлшерде түзіледі. Бұлар әдетте белгілі рентабелсіз гидрометаллургиялық, химиялық және термиялық әдістермен қайта өңделеді, ал көп жағдайда мүлдем өңделмейді. Сондықтан, қалдықтар түріндегі шыққан бұл металдардан, ауыз су тазалау технологиясында коагулятор ретінде қолданылатын қосылыстарын алудың қарапайым, принципіальді жаңа әдістерін жасау бүгінгі актуальді проблемалардың бірі. Ауыз су тазалау мен дайындауда қолданылып жүрген барлық әдістер, коагулянттарды пайдаланумен, яғни алюминий мен темір тұздарының көмегімен іске асырылып келеді [1-4,12-20]. Осыған байланысты аталған қосылыстарға деген сұраныс өте жоғары және оларды алудың тиімді және арзан әдісін жасау өзекті мәселенің бірі және келешегі зор.

Экономикалық тұрғыдан қарағанда металдарды электросинтездеу арқылы қосылыстарын алу еңбек жағдайын оңайлатады. Сондай-ақ, өндірістік жиіліктегі айнымалы токты қолдану басқа әдістермен салыстырғанда анағұрлым арзандау және ұтымды екендігін көптеген кейінгі ғылыми жұмыстарда көрсетілген [6-11].

Осы ғылыми зерттеу жұмысымызда өндіріс қалдықтары болып табылатын алюминий және темір электродтары салынған бір-бірімен тізбектеліп жалғанған электролизерлерде бөлме температурасында жиілігі 50 Гц өндірістік айнымалы токпен (алюминий электродтарын - NaCl 0,63 Н, NaOH – 0,1Н сулы ерітінділерінде, ал темір электродтарын – 5Н HCl ерітіндісінде) поляризациялағандағы электрохимиялық еру заңдылықтары зерттелді. Электролиз тізбектей жалғанған екі бөлек көлемдері 100 мл электролизерлерде жүргізілді (1-сурет). Электролиз барысында әрбір ұяшықтардан өткен электр мөлшерінің шамасы бірдей болды және алюминий, темір электродтарының ауданы -10 см<sup>2</sup> бірдей болғандықтан, әр электродтағы тоқ тығыздықтары да өзара тең мәнге ие болады.



1-сурет. Fe-Fe және Al-Al электродтары бар электролизерлерді өндірістік айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі металдардың еруін зерттеуге арналған қондырғының принципіальді схемасы: 1, 2- электролизерлер; 3- алюминий электродтары; 4- темір электродтары; 5- айнымалы ток көзі - ЛАТР; 1-электролизерде: NaCl-0,63Н, NaOH-0,1Н ерітіндісі, 2-электролизерде: 5Н HCl электролиті

Қалыптасқан түсінік бойынша айнымалы токпен поляризацияланған металл, анодтық жартылай периодта өз иондарын түзе тотығып, ал катодтық жартылай периодта ол иондар қайта тотықсыздануы керек. Әдетте, потенциалы теріс металл электродтарын айнымалы токпен поляризацияланғанда, анодтық жартылай периодта тотығу реакциясы жүреді:



ал электрод айнымалы тоқтың катодты жартылай периодында болғанда, потенциалдары теріс болғандықтан металл иондары қайта тотықсыздана алмайды, сол себепті бейтарап ортада - су молекуласының тотықсыздану реакциясы іске асады:



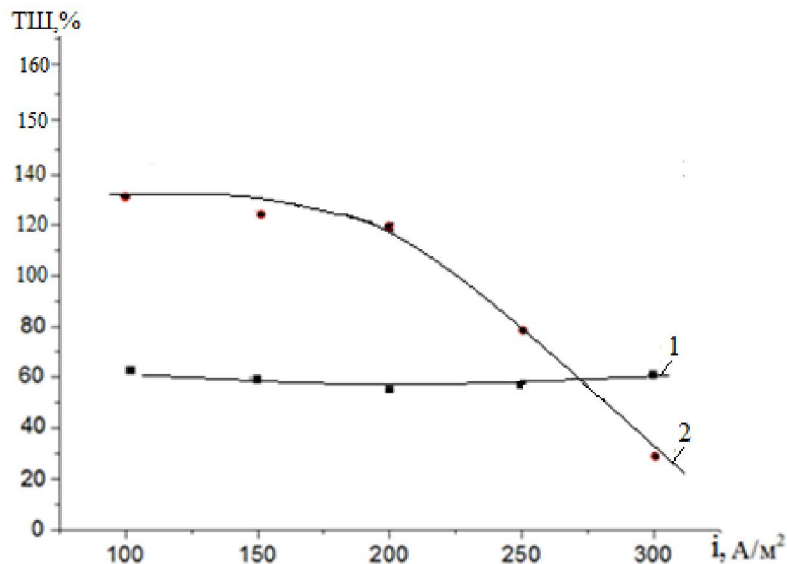
ал, қышқыл ортада- сутек иондары разрядталады:



Ластанған суды коагулянттармен тазалау кезінде ерітінді көлемінде гидроксид және металл иондары бір-бірімен әрекеттесіп, әдетте металл гидроксидтері түзілуіне жағдай туындайды. Металл гидроксидтердің ерігіштігінің төмендігіне байланысты тұнба түзіледі де, күрделі физика-химиялық процестер мен гидролиз нәтижесінде суда жүзгіндер пайда болады.

Алдымен, электролиз процесінде тізбектеп жалғанған электролизерлерде темір-темір, алюминий-алюминий жұп электродтарының (темір электродтары – 5Н НСІ ерітіндісінде, ал алюминий электродтары - NaCl – 0,63 Н, NaOH – 0,1Н ерітіндісінде) сулы ерітінділерінде өндірістік жиілігі 50 Гц айнымалы тоқпен поляризациялау кезінде еруінің тоқ бойынша еру шығымына (ТШ), электродтардағы тоқ тығыздығының әсері қарастырылды (2-сурет).

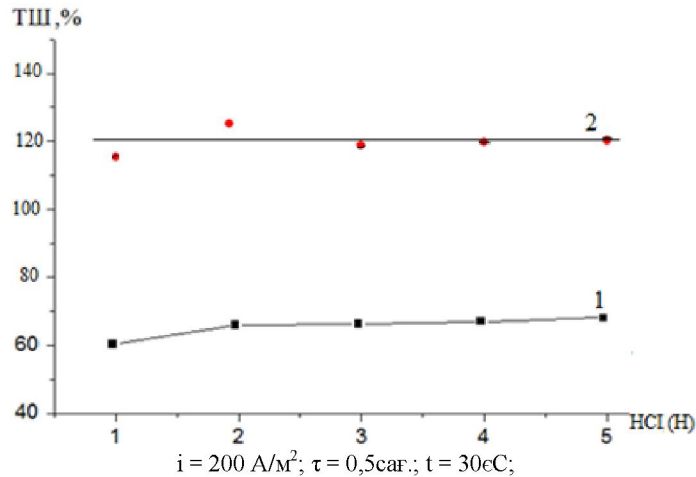
Зерттеу нәтижелері электродтағы тоқ тығыздығын 300 А/м<sup>2</sup> дейін жоғарылатқанда, темір жұп электродының еруінің тоқ бойынша шығымы өзгеріссіз қалып (1-қисық), ал алюминий жұп электродының еруінің тоқ бойынша шығымы 132,6%-дан 20,8% дейін төмендейтінін (2-қисық) көрсетті. Алюминий бетінде әр уақытта оксидтік қабаттың болуына байланысты, анодтық жартылай периодта, металдың еру кезінде тізбектен өтіп жатқан тоқтың формасы біршама өзгеретіндігі белгілі [5]. Шамалы осыған байланысты тізбектегі электролизердағы темір электролизері арқылы өтіп жатқан тоқ мөлшері мен формасы да өзгеріске ұшырайды. Сондықтан, темір электродтарының тоқ бойынша шығымы біршама тежелінеді. Ал осы электролизерлерді жекелей айнымалы тоқ электр тізбегіне жалғағанда, темір электродтарындағы еру тоқ шығымы 58,2-53 % мәндерінде тұрақтылық көрсетсе, алюминий электродтарының тоқ шығымы 165,5-51,3 % аралығында өзгеретінін анықтадық.



1-электролизерде - NaCl – 0,63 Н; NaOH – 0,1Н; 2-электролизерде - НСІ – 5Н;  $\tau = 0,5$  сар;  $t = 25\text{eC}$ ;  
2- сурет – Айнымалы тоқпен поляризацияланған темір және алюминий жұптарының еруінің тоқ бойынша шығымына электродтағы тоқ тығыздығының әсері

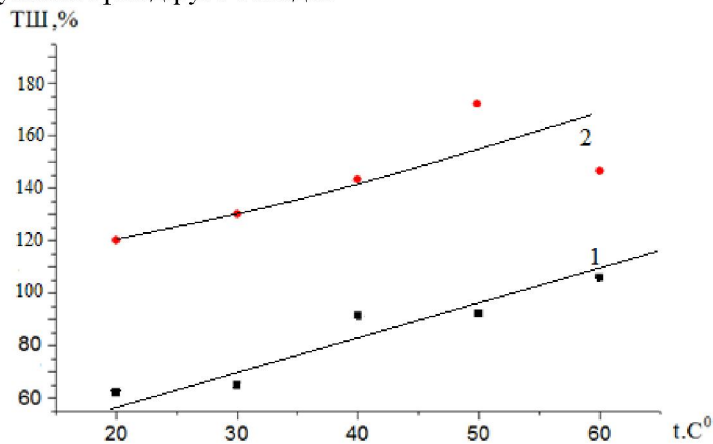
Зерттеулер нәтижесі электролизерлерді тізбектей жалғау кезінде металдардан айтарлықтай жоғары еру тоқ шығымымен жүретіндігін көрсетеді. Бұл алюминий электродының тотықты қабатының түзілу кезіндегі "фарадейлік түзету" құбылысы, металдардың еру процесін төменгі ток тығыздықтарында интенсификацияланғанын көрсетті.

Тізбектей жалғанған электролизердағы темір және алюминий жұп электродтарының еруінің тоқ бойынша шығымына ерітінділер концентрациясының әсері зерттелді (3-сурет). Бірінші электролизердегі натрий хлориді мен натрий гидроксидінің концентрациясын тұрақты етіп, ал екінші электролизердегі тұз қышқылы концентрациясын 5Н дейін жоғарылатқанда, темір және алюминий жұп электродтарының еруінің тоқ бойынша шығымының аздап жоғарылайтындығын көруге болады. Темір жұп электродының еруінің тоқ бойынша шығымы 1Н - 5Н концентрациясының аралығында 60%- дан 64,7%- дейін, ал алюминий жұп электроды 118,1%- дан 120,1% дейін аздап өседі. Демек, темір электродтарының еруінің ТШ алюминиймен салыстырғанда барлық уақытта төмен. Тұз қышқылы концентрациясын жоғарылатқанда, сутек және оттегі газдарының электрод бетінде бөліну жылдамдығының артуына байланысты, электрод маңындағы электролиттің рН мәнінің өзгерісі орын алады.



3-сурет – Айнымалы токпен поляризацияланған темір (1) – алюминий (2) жұп электродтарының еруінің тоқ бойынша шығымына ерітінді концентрациясының әсері

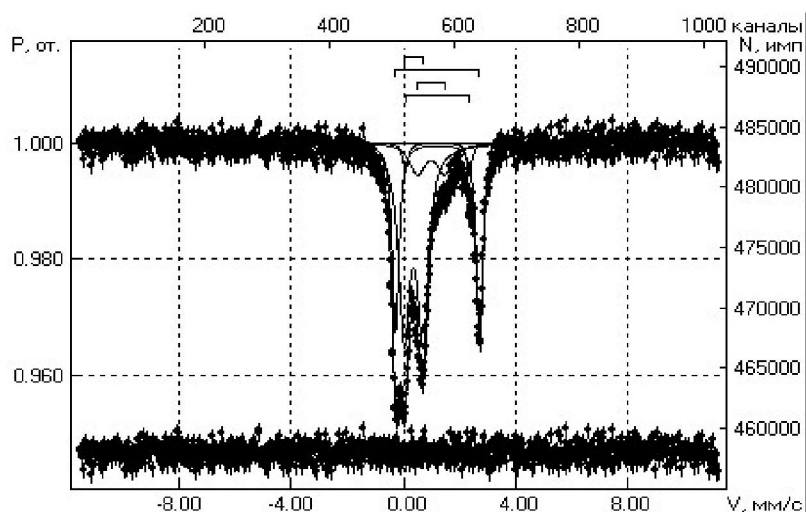
Келесі тәжірибелерде айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі темір және алюминий жұбының еруінің тоқ бойынша шығымына температураның әсері зерттелінді (4-сурет). Айнымалы токпен поляризациялау барысында электролит температурасын  $60^\circ\text{C}$  дейін жоғарылатқанда, темір жұп электродының еруінің тоқ бойынша шығымы 64,8%-дан 105,8%-ға дейін өсетіндігі көрсетілді. Ал алюминий жұп электродының тоқ бойынша шығымы (ТШ) 120,5%-дан 170,3% дейін жоғарылады. Бұл құбылыстарды жоғары температурада темір және алюминий беті оксидтік қабыршақтан аздап арылып, бұл металдардың электрохимиялық еруімен қатар химиялық еруі жылдамдығының артуымен түсіндіруге болады.



1 - NaCl – 0,63 Н; NaOH – 0,1Н; 2 - HCl - 5Н;  $i = 200 \text{ A/m}^2$ ;  $\tau = 0,5 \text{ сар.}$ ;  
4-сурет – Айнымалы токпен поляризацияланған темір (1)-алюминий (2) жұп электродтары еруінің тоқ бойынша шығымына электролит температурасының әсері

Айнымалы және тұрақты тоқтармен поляризацияланған электродтардың еру жылдамдығының әсері, тоқ берілмеген кездегі (холостой опыт) электродтың еру мөлшерлерімен салыстыра зерттедік. Бұл кезде химиялық еру процесінің үлесі 0,0003% -ды ғана құрады.

Электролизден кейін, электролиттерді өз-ара араластырып, буландыру, сүзу және кептіру нәтижесінде алынған аралас тұз тұнбасына мессбауэрлік (5-сурет), 1-кесте және рентгенфазалық (6-сурет) талдаулар жүргізілді.



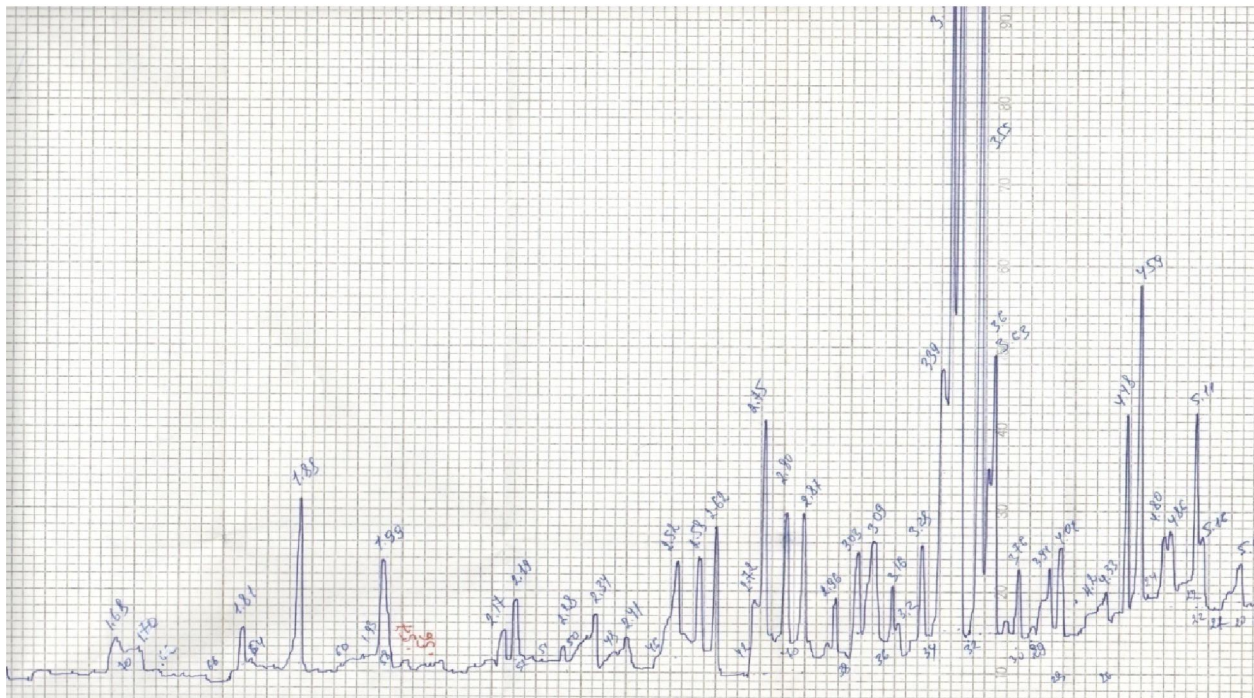
5-сурет – Тұз қышқылы және натрий хлориді мен натрий гидроксиді ерітінділерінде Al және Fe электродтарын ерітіп алынған қосылыстардың қоспасына Мессбауэрлік спектроскопия анализі

Кесте 1 - Al және Fe электродтарын ерітіп алынған қосылысты Мессбауэрлік спектроскопия әдісімен талдау нәтижесі

Үлгі	$I_s$ , мм/с	$Q_s$ , мм/с	$S^*$ отн., %	Үлгінің формуласы
Айнымалы тоқ	0,37	0,67	53	FeOOH мүмкін
	1,22	2,98	32	Fe <sup>2+</sup> Cl <sub>2</sub> *4H <sub>2</sub> O
	0,99	0,99	12	Fe <sup>2+</sup> тетраэдр
	1,21	2,27	4	Fe <sup>2+</sup> октаэдр

1-кестеде келтірілген Мессбауэрлік спектроскопиялық анализ нәтижелері, электролиз кезінде екі және үш валентті темір қосылыстары мен олардың гидроксидтері түзілетінін көрсетеді.

6-суреттегі рентгеннограммада көріп отырғанымыздай  $2,82\text{Å}^0$ ;  $1,99\text{Å}^0$ ;  $1,63\text{Å}^0$ ;  $1,41\text{Å}^0$  толқындарына сәйкес мәндер ASTM 6-696 картотекасында NaCl түзілгенін,  $5,5\text{Å}^0$ ;  $4,2\text{Å}^0$  толқындарына сәйкес мәндер ASTM 6-696 картотекасында – FeCl<sub>2</sub>• 2H<sub>2</sub>O түзілгенін, ал  $3,25\text{Å}^0$  толқындарына сәйкес мәндер Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> түзілгенін көрсетті.



6-сурет – Электролиз нәтижесінде алынған қосылыстың рентгенограммасы

Алынған нәтижелерге сүйене отырып және зерттеу жұмыстарын қорытындылай келе, айналымы токпен поляризацияланған тізбектей жалғанған электролизерлерде - алюминий және темір жұп электродтарын тұз қышқылы және натрий хлориді мен натрий гидроксидтері ерітіндісінде еріткенде темірдің төмен үлесімен ерекшеленген, ал электролизден кейін электролиттерді араластырғанда темір-алюминийдің аралас тұздары түзілетін көрсетті. Бұл қосылысты су тазалау технологиясында аралас коагулянттар ретінде қолдануға болады.

Зерттеу жұмысының қаржылану көзі- Қазақстан республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитеті мемлекеттік мекемесінің 2015-2017 жылдары аралығында орындалынатын ғылыми зерттеулер жұмысының № 0296-ГФ 4 гранты бойынша зерттелінді .

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Запольский А.К., Баран А. А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды. - Л.: Химия, 1987. -250с.
- [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] И.М. Астрелин, В.А. Запольский, С.В. Лысенко 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. 358с.
- [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, Lambert, Academic Publishing, Германия, 2012. -72с.
- [7] Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Современная электрохимия, Наука, Москва, 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 осветления и обезжелезивания воды. -Изд-во Акад. Архитектуры УССР, 1985. -106 с.
- [11] Потанина В.А. Эффективность применения алюможелезного коагулянта для очистки сточных вод. -М.: 2005. -369с.

- [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. -464с.
- [15] Mishra D. Effect of anions during hydrothermal preparation of boehmites / D. Mishra, S. Anand, R.K. Panda, R.P. Das // *Materials Letters*. 2002. у. 53.-P. 133-137.
- [16] Шутько А.П. Очистка воды основными хлоридами алюминия АЛ I. -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] 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.
- [19] Қоңырбаев А.Е., Баешов А.Б., Ибрагимова Г.Н., Капсалиямов 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.
- [20] Ә.Е.Қоңырбаев, А.Б. Баешов, Г.Н.Ибрагимова, А.С. Мырышова. 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**, 1987-250p ( 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, *Москва* , **1998**, 311 ( in Russ)
- [3] IM Astrelin, V.A. Zapolskiy, S.V. Prikl. 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**, 358p ( 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 Lambert, Academic Publishing, *Germany*, **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**, 372p ( in Russ)
- [9] Drakinskij V.L, Koagulyatsiya v tehnologii ochistki prirodnyh V.L, Drakinskij, L.P, Alekseeva, S.V, Getmancev, M.; *GUP VIMI*, **2005**, 576p ( in Russ)
- [10] Kulskij L.A Instructions on application of the mixed alyumozhelezny coagulant for decolouration and clarification of water, *Izd-vo Akad. Arhitektury USSR*, **1985**, 106p ( in Russ)
- [11] Potanina V.A. Efficiency of application of an alyumozhelezny coagulant for sewage treatment., *M.:* **2005**, 369p ( 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**, 176-180p ( in Kaz)
- [13] Sorochenko V.F. Kompleksnaja himicheskaja obrabotka vody s ispol'zovaniem aljumsoderzhashhih othodov *M.: CNIIIT Jeneftexim*, **1984**, 166p ( in Russ)
- [14] Babenkov E.D, Water is cleared by coagulants., *M.:* *Znanie*, **1983**, 464p ( 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**, 236p ( 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] A. E. Konurbaev, A.B Baeshov, G.N. Ibragimova, A.S. Myryshova. 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] A .E. Konurbaev, A.B., Bayeshov G. N., Ibragimova B. A., Kapsalyamov 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**. Page 213-218 p. ( in Kaz)
- [20] A.E. Konurbaev, A.B Baeshov, G.N. Ibragimova, A.S. Myryshova. Dissolution of aluminum electrode polarized by anodic impulse current in sulfuric acid // proceedings of NAS RK. **2016**. 2. 5-10 p. ( in Kaz)

**СИНТЕЗИРОВАНИЕ КОАГУЛЯНТОВ ПРИ ПОЛЯРИЗАЦИИ ПЕРЕМЕННЫМ ТОКОМ  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ,  
СОДЕРЖАЩИХ ЖЕЛЕЗНЫЙ И АЛЮМИНИЕВЫЙ ЭЛЕКТРОДЫ**

**А.Е.Конурбаев, А.Б. Башов, Г.Н.Ибрагимова**

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

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

**Аннотация.** Цель состоит в синтезировании осадка смешанной соли, полученной при поляризации переменным током промышленной частоты последовательно соединенных железного и алюминиевого электродов. Исследован процесс растворения алюминиевых электродов в водном растворе - NaCl 0,63 Н, NaOH – 0,1Н, а железных электродов в водном растворе 5Н HCl методом электролиза, протекающего под действием переменного тока частотой 50 Гц пары электродов «алюминий-железо». Электролиз проводили в последовательно соединенных двух емкостях с неразделенными электродными пространствами. Показано, что при изменении плотности тока в интервале 100 – 300 А/м<sup>2</sup> выход по току растворения пары железных электродов остается неизменным, а выход по току растворения пары алюминиевых электродов снижается с 132,6% до 20,8%. При повышении концентрации соляной кислоты до 5 Н, когда концентрации хлорида натрия и гидроксида натрия остаются постоянными, выход по току железа незначительно повышается с 60% до 64,7%, а пары алюминиевых электродов – с 118,1% до 120,1%. Как показывают результаты исследований, в диапазоне температур 20 -70 °С, с ее повышением растворение железа и алюминия интенсифицируется. Показана возможность синтеза смешанных солей металлов путем поляризации переменным током железа в соляной кислоте, алюминия в хлориде натрия и гидроксида натрия. Состав полученных солей идентифицирован мэссбауэровским и рентгенофазовым анализом.

*Поступила 02.07.2016 г.*