

N E W S

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

ISSN 2224-5286

Volume 5, Number 413 (2015), 138 – 143

**CREATION OF THE CHEMICAL SOURCE OF CURRENT
WITH USE OF GALVANIC PAIR «LEAD-IRON OXIDE (III)»
IN THE CARBONATE SOLUTION**

A. B. Bayeshov¹, A. S. Kadirbayeva¹, A. K. Bayeshova²

¹«Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry after named D. V. Sokolsky», Almaty, Kazakhstan,

²Kazakh national university named after Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: altinay_aidyn2789@mail.ru, bayeshov@mail.ru, azhar_b@bk.ru

Key words: graphite, lead, chemical source of a current, the accumulator, sodium carbonate.

Abstract. In this work the laws of formation of electromotive force (EMF) between electrodes in galvanic pair «lead-iron oxide (III)» immersed in the sodium carbonate solution and used as a chemical source of current were considered. The presented galvanic cell scheme gives possibility for working out of a new chemical source of a current.

It was shown the influence of time duration and concentration of sodium carbonate solution to values of EMF and of the short circuit current (SCC) which forming between the electrodes in galvanic pair "lead-iron oxide (III)".

According to the research results the maximum value of the EMF was equal to 1100 mV, and the maximum value of SCC - 12 mA. The maximum value of EMF and SCC between the electrodes after charging ($I = 0.3 \text{ A}$, $E = 5.0 \text{ V}$, $t = 2\text{h}$) of galvanic pair was equal to 1500 mV and 36 mA, respectively. At the solution concentration of 50-100 g/l of sodium carbonates the values of SCC and EMF between electrodes in galvanic pair was 1150 mV and 36 mA, respectively. In presented galvanic cell on the basis of reaction oxidation - on lead electrode and reaction reduction - on a composite of iron oxide(III), by transformation of chemical energy into electric energy it is possible to create a cheap and accessible secondary chemical source of a current.

КАРБОНАТ ЕРІТІНДІСІНДЕ «ҚОРҒАСЫН - ТЕМІР (ІІІ)ОКСИДІ» ГАЛЬВАНИКАЛЫҚ ЖҰБЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ХИМИЯЛЫҚ ТОК КӨЗІН ЖАСАУ

А. Б. Баев¹, А. С. Кадирбаева¹, А. К. Баешова²

¹«Д. В. Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан,

²Әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: графит, қорғасын, химиялық ток көзі, аккумулятор, натрий карбонаты.

Аннотация. Жұмыста XTK ретінде натрий карбонаты ерітіндісіне батырылған «қорғасын – темір (ІІІ) оксиді» гальваникалық жұбындағы электродтар арасында түзілетін электр қозғаушы күшінің (ЭКК) түзілу заңдылықтары қарастырылды. Химиялық ток көзін жасауға мүмкіндік беретін гальваникалық элементтің сызба нұсқасы ұсынылды. Зерттеу кезінде «қорғасын – темір (ІІІ) оксиді» гальваникалық жұбындағы электродтар арасындағы ЭКК мен қысқа тұйықтаған ток (КТТ) мөндеріне натрий карботанының концентрациясының және уақыттың әсерлері қарастырылды. Зерттеу нәтижелері бойынша – ЭКК-ен жоғарғы мәні – 1100 мВ-ты, ал КТТ максималды мәні 13 мА-ді құрады. «Қорғасын – темір (ІІІ) оксиді» гальваникалық жұбын қайта зарядтағаннан кейін ($I=0.3$ А, $E=5.0$ В, $t=2$ сағ.) ЭКК алғашқы кездегі ең жоғарғы мәні – 1500 мВ-ты, ал КТТ максималды мәні 36 мА-ді құрады. Натрий карбонаты ерітіндісінің концентрациясын 50-100 г/л аралығында ЭКК мен КТТ максималды мөндері тіркелді, яғни ЭКК мәні 1150 мВ, ал КТТ мәні 36 мА-ді құрады. Ұсынылған гальваникалық элементте қорғасын электродында – тотығу реакциясы, ал темір (ІІІ) оксиді композитінде – тотықсыздану реакциясының журуі негізінде химиялық энергияның электр энергиясына айналдыру арқылы екіншілік XTK аудын арзан, әрі тиімді жолы қарастырылды. Қорыта айтқанда, «Қорғасын – темір (ІІІ) оксиді» гальваникалық жұбын, зертханаларда қолдануға мүмкіндік беретін екіншілік XTK ретінде ұзак уақыт бойы қолдануға болатындығын көрсетті. Сонымен алғаш рет натрий карбонаты ерітіндісінде «қорғасын – темір (ІІІ) оксиді» гальваникалық жұбын, электр тогын алу үшін және аккумулятор ретінде қолдануға болатындығын көрсетілді.

Химиялық ток көзі (ХТК) – активті заттардың арасында тотығу-тотықсыздану процесінің журуінен пайда болатын химиялық энергияның электр энергиясына айналдыратын гальваникалық элемент. Химиялық ток көзі біріншілік және екіншілік болып екіге бөлінеді. Біріншілік химиялық ток көздеріне – элементтер, ал екінішілікке – аккумуляторлар жатқызылады. Элементтер активті заттардың энергиясы сарқылғанша пайдаланылады да, қолданыстан шығып қалады. Ал, аккумуляторлар ұзак уақыт қолданыста бола алады, себебі онда падаланылатын активті заттардың энергиясын зарядтау арқылы қайта қалпына келтіруге болады [1-4].

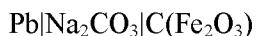
Электродтардағы тотығу-тотықсыздану реакцияларының журуі есебінен химиялық энергия электр энергиясына айналады. Ішкі тізбектегі энергияның пайда болуы үшін электродтар бір-бірімен электролит арқылы байланыса отырып, бірінде – тотығу, ал екіншісінде – тотықсыздану реакциялары орын алуы тиіс [5-8].

Жаңатехниканың және жана технологияның дамуымен XTK қолданылуы ұлғаюда. XTK ауылшаруашылығында, әскери салада, авиацияда, темір жол және автобусийдік транспорттарда, көптеген электронды қондырығыларда және ракеталық техникаларда қолданылады [9-12].

Әртүрлі тотығу-тотықсыздану реакциялары негізінде XTK жасауга болатын бірнеше жұмыстар белгілі [13-20].

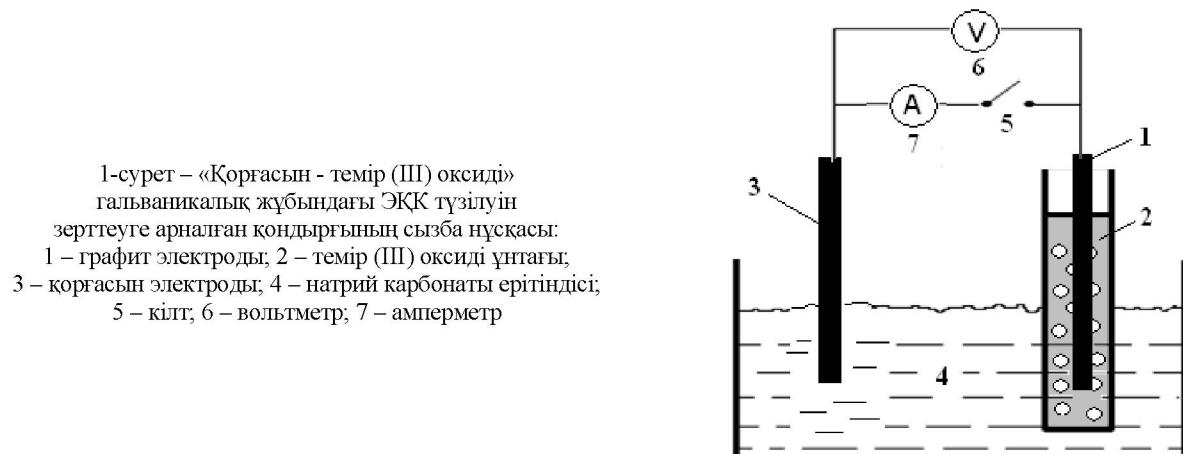
Осы мақалада Pb-Fe₂O₃ жұбын қолдану арқылы екіншілік химиялық ток көзін, яғни аккумулятор дайындауға негіз болатын мәліметтер көлтірлген.

Жұмыста екіншілік XTK ретінде қолдануға болатын, натрий карбонаты ерітіндісіне батырылған «қорғасын – темір (ІІІ) оксиді» гальваникалық жұбындағы электродтар арасында орнастылған электр қозғаушы күшінің түзілу заңдылықтары қарастырылды:



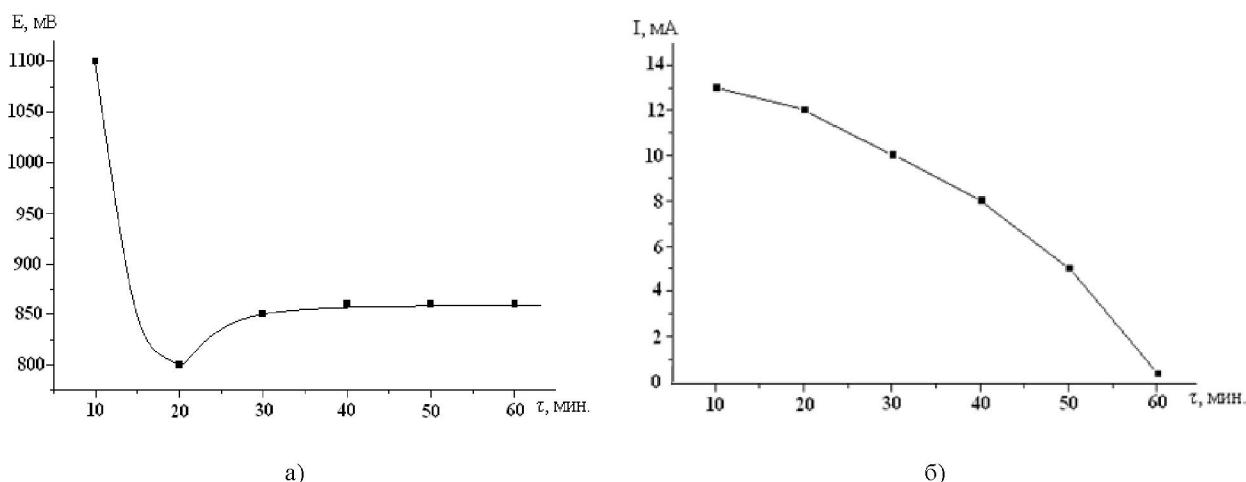
Яғни, осы көрсетілген гальваникалық жұбындағы электр қозғаушы күшінің (ЭКК) түзілуі зерттелінді.

Екіншілік ХТК алуға негізделген зерттеу жұмыстары сыйымдылығы 100 мл шыны электролизерде жүрізді. Электролизер - концентрациясы 100 г/л натрий карбонаты ерітіндісімен толтырылды. Электродтар ретінде «қорғасын» мен «темір (III) оксиді» композиті қолданылды. «Қорғасын» электроды – гальваникалық элементтің – терісполюсі, ал «темір (III) оксиді» композиті – оң полюсі кызметін атқарады. 1-суретте қондырғының сұзба нұсқасы келтірілген. Электродтар вольтметрге тікелей жағанды, электр қозғаушы күшінің (ЭҚК) мәні тұрақты өлшеніп отырылды. Ал, белгілі уақыттан соң (10мин. сайын) жүйедегі қыска тұйықталған ток (ҚТТ) мәндері өлшенді. Графит электроды ($S = 3,4 \text{ см}^2$) майдада тесіктегі бар пластмассадан жасалынған диаметрі 10 мм цилиндрдің ортасына орналастырылып, ток бергіш ролін атқарады, жан-жағы темір (III) оксиді ұнтағымен толтырылды. Қорғасын электродының беттік ауданы $3,6 \text{ см}^2$.



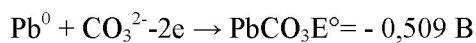
Зерттеу кезінде «қорғасын – темір (III) оксиді» гальваникалық жұбындағы электродтар арасындағы ЭҚК пен ҚТТ түзілуіне натрий карботанының концентрациясының және уақыттың әсерлері қарастырылды.

2-суретте «қорғасын – темір (III) оксиді» гальваникалық жұбындағы электродтар арасындағы ЭҚК (а) пен ҚТТ (б) мәлшерінің уақыт бойынша өзгеруі келтірілген. ЭҚК мен ҚТТ мәндері 10-60 мин. аралығында өлшенді. Зерттеу нәтижелері бойынша ЭҚК ең жоғарғы мәні – 1100 мВ-ты, ал ҚТТ максималды мәні 13 мА-ді құрады. 1 сағат ішінде ЭҚК мәні 850 мВ-ка дейін, ал ҚТТ мәні 0,35 мА-ге дейін төмендейді.



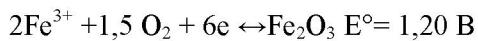
2-сурет – «Қорғасын - темір (III) оксиді» гальваникалық жұбындағы электродтар арасындағы ЭҚК (а) мен ҚТТ (б) мәндерінің уақыт бойынша өзгеруі

Жүйедегі қорғасын электродында төмендегідей тотығу реакциясы орын алады:



Қорғасын карбонаты ерімейтін қосылыс, оның ерігіштік көбейтіндісі $-E\text{K}\text{PbCO}_3 = 7,5 \cdot 10^{-14}$.

Атмосфера жағдайында темір(III) оксидібетінде төмендегі тотығу-тотықсыздану реакциясы орын алады [21] деп жорамалдауға болады:



Салыстырмалы хлор күміс электроды көмегімен «Қорғасын – темір (III) оксиді» гальваникалық жұбындағы электродтардың потенциалдары дәлдігі жоғыры вольтметрде өлшенді. Жүйедегі қорғасын электродының потенциалы $-0,509$ В-қа ал, $\text{C}(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ композитінің потенциалы $0,896$ В-қа тең болды.

Теориялық есептеулер, бұндай гальваникалық элементтің ЭКК-нің мәнінің $1,709$ В-қа жете-тіндігін көсетеді:

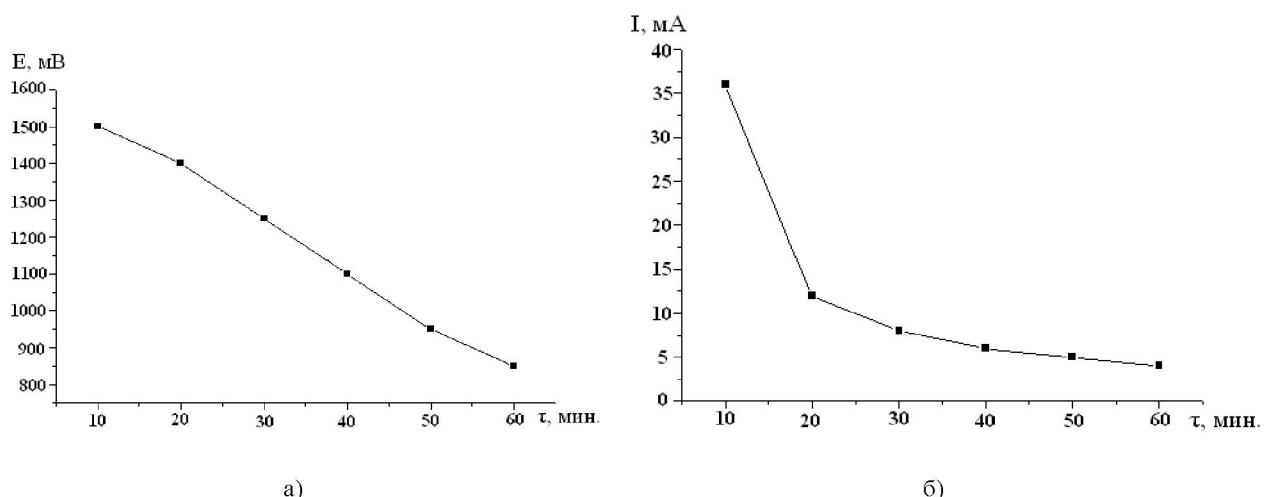
$$E = 1,20 - (-0,509) = 1,709 \text{ В}$$

Жүйедегі химиялық энергияның электр энергиясына айналуы (1 тәулік ішінде) тоқтағаннан кейін «қорғасын – темір (III) оксиді» гальваникалық жұбындағы электродтар поляризациялау ($I=0,3 \text{ A}$, $E=5.0 \text{ В}$, $t=2\text{сағ.}$) арқылы зарядталды.

Зарядтау кезінде «қорғасын – темір (III) оксиді» гальваникалық жұбындағы электродтар арасында жүретін негізгі тотығу-тотықсыздану реакциялары кері бағытта жүреді де, жүйедегі қосылыстар бастапқы қалпына келтіріледі. Осылайша, аталған гальваникалық жұптың аккумулятор жасауға негіз бола алатындығына көз жеткізілді.

Демек, зарядтаған «қорғасын – темір (III) оксиді» гальваникалық жұбынан қайта екіншілік ХТК алу мүмкіншілігіне ие бола алады.

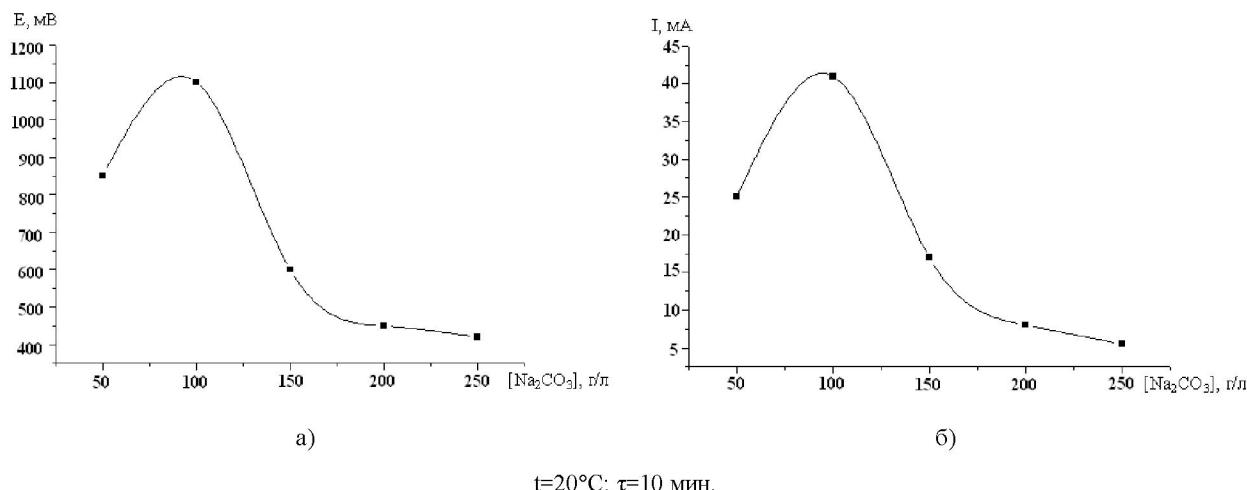
«Қорғасын – темір (III) оксиді» гальваникалық жұбындағы электродтарының зарядтағаннан кейінгі ЭКК (а) мен ҚТТ (б) мәндерінің уақыт бойынша өзгеруі 3-суретте көтірілген. Суретке сәксес, ЭКК ең жоғарғы мәні – 1500 мВ -ты, ал ҚТТ максималды мәні – 36 мА -ді құрады. Бір сағат ішінде ЭКК мәні – 800 мВ -қа дейін, ал ҚТТ мәні – 4 мА -ге дейін төмендейді. Гальваникалық жұптың химиялық энергиясының электр энергиясына айналумүмкіншілігі 3 тәулік ішінде толық біtedі. Демек, электродтардағы тотығу-тотықсыздану реакциялары тоқтайды.



$[\text{Na}_2\text{CO}_3] = 100 \text{ г/л}$; $t = 20^\circ\text{C}$; $I = 0,3 \text{ А}$, ЭКК = 5.0 В , $t = 2\text{сағ.}$

3-сурет – «Қорғасын – темір (III) оксиді» гальваникалық жұбындағы электродтардың зарядтағаннан кейінгі электродтар арасындағы ЭКК (а) мен ҚТТ (б) мәндерінің уақыт бойынша өзгеруі

ЭКК мен ҚТТ түзілуіне натрий карбонаты ерітіндісінің концентрациясының әсері 50-250 г/л интервалы аралығында зерттелінді (4-сурет). Натрий карбонаты ерітіндісінің концентрациясы 50-100 г/л аралығында ЭКК мен ҚТТ максималды мәндері тіркелді, яғни ЭКК мәні 1150 мВ, ал ҚТТ максималды мәні 36mA-ді құрады. Бұл электролиттің электр өткізгіштігінің жоғарылауымен байланысты. Ерітінді концентрациясын ары қарай жоғарылату кезінде, ЭКК мен ҚТТ мәндерінің біртіндеп төмендеуі байқалды.



4-сурет – «Қорғасын - темір (III) оксиді» гальваникалық жұбындағы электродтардың арасындағы ЭКК (а) мен ҚТТ (б) мәндерінің натрий карботаны ерітіндісінің концентрациясы бойынша өзгеруі

Бұл құбылысты натрий карбонаты ерітіндісінің жоғары концентрацияларында темір карбонатының түзіліп кетуімен байланысты деп жорамалдауға болады.

Корыта келгенде, ұсынылған электрохимиялық жұпты қорғасын электродында тотығу реакциясы (1), ал темір (III) оксидінде тотықсыздану реакциясының (2) журуі есебінен химиялық энергияның электр энергиясына айналдыруға болатындығы және екіншілік ХТК алудың арзан, ерітимді жолы қарастырылды.

Корыта айтқанда, зерттеу нәтижелері «Қорғасын – темір (III) оксиді» гальваникалық жұбын, зертханаларда қолдануға мүмкіндік беретін екіншілік ХТК ретінде ұзақ уақыт бойы қолдануға болатындығын көрсетті. Гальваникалық жұпта ЭКК максималды мәні – 1500 мВ-қа, ал ҚТТ мәні – 36mA-ді құрайтындығы анықталды. Сонымен алғаш рет натрий карбонаты ерітіндісінде «қорғасын – темір (III) оксиді» гальваникалық жұбын, электр тогын алу үшін және аккумулятор ретінде қолдануға болатындығы көрсетілді.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Варышаев В.Н., Дасян М.А., Никольский В.А. Химические источники тока. – М.: Высшая школа, 1990. – 240 с.
- [2] Льзов А.Л. Химические источники тока // Соросовский Образовательный Журнал. – 1998. - № 4. – С. 45-49.
- [3] Романов В.В., Хашев Ю.М. Химические источники тока. – М.: Сов. радио, 1978. – 264 с.
- [4] Шпак И.Г. Химические источники тока. – Саратов: СГТУ, 2003. – 95 с.
- [5] Лебедев О.А. Химические источники тока. – СПб.: ЛЭТИ, 2002. – 55 с.
- [6] Гинделис Я.Е. . Химические источники тока (курс лекций). – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1984. – 174 с.
- [7] Ковалев В.З. Химические источники тока. – Омск: Изд-во ОМГТУ, 2005. – 66 с.
- [8] Кромптон Т. Первичные источники тока. – М.: Мир. 1986. – 326 с.
- [9] Абакумова Ю.П. . Химические источники тока. - СПб: СПбГУПС, 2004. – 26 с.
- [10] Томилин А.Н. Мир электричества. – М.: Дрофа, 2004. – 304 с.
- [11] Багоцкий В.С., Скундин А.М. Химические источники тока. – М.: Энергоиздат, 1981. – 360 с.
- [12] Коровин Н.В. Электрическая энергия. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 264 с.
- [13] Баешов А.Б., Мусина З.М., Конъябаев А.Е. Темір және графитті қолдану арқылы химиялық ток көздерін жасау // Известия НАН РК. – 2013. - №3. – Б. 40-43.
- [14] Мусина З.М., Баешов А.Б., Конъябаев А.Е., Журинов М.Ж. Күкірт қышқылы ерітіндісінде қорғасын металын қолдану арқылы химиялық ток көзін жасау // VI Межд. научно-практич. конференции проблемы инновационного развития нефтегазовой индустрии. – Алматы. – 2014. – С. 48-51.

- [15] Баешов А.Б., Адайбекова А.А., Баешова А.К., Конырбаев А.Е. Құқірт(графит)-қорғасындиоксіді гальваникалық жұбындағы электр қозгаушы күштің түзілу заңдылықтары // КР ҰҒА Хабарлары. – 2015. – №3. – 97-101 б.
- [16] Баешов А.Б., Егебаева А.С., Баешова А.К. Темір электродтарын қолдану арқылы электрохимиялық әдіспен жылу энергиясынан электр тогын алу // Тр. пятой межд. научно-практич. конф. «проблемы инновационного развития нефтегазовой индустрии». – Алматы. – 2013. – С. 51-54.
- [17] Иннов. Патент № 22448 РК. Химический источник тока / Баешов А.Б., Асабаева З.К., Баешова А.С., Баешова А.К. опубл. Бюл. -№ 4, 2010.
- [18] Иннов. Патент № 26304 РК. Химический источник тока / Баешов А.Б., Конурбаев А.Е., Журинов М.Ж. и др. опубл. Бюл. -№ 10, 2012.
- [19] Баешов А., Баешова А.К., Конурбаев А.Е. Об электрохимическом преобразовании тепловой энергии в электрическую // Доклады НАН РК. – 2013. -№3. – С. 28-35.
- [20] Баешов А., Баешова А.К., Конырбаев А.Е., Даuletbaev A. «Темір-графит» гальваникалық жұбындағы электр қозгаушы күштің түзілуі // Известия НАН РК. – 2012. -№5. Б. 12-16.
- [21] Справочник по электрохимии / под ред. А.М. Сухотина. – Л.: Химия, 1981. – С. 16-17.

REFERENCES

- [1] Varipaev V.N., Dasoyan M.A., Nicolskii V.A. M. *Vishayashkola*, 1990, - 240 p(in Russ.).
[2] Lvov A.L *Sorosovskiiobrazovatelijournal*, 1998, 4, 45-49(in Russ.).
[3] Romanov V.V. Hashev Yu.M. M. Sov. Radio, 1978, 264 p(in Russ.).
[4] Shpak I.G. S. *SGTU*, 2003, 95 p(in Russ.).
[5] Lebedev O.A. SPb. *LETI*, 2002, 55 p(in Russ.).
[6] Gendelis Ya.E. S. *Saratovskogouniversiteta*, 1984, 174 p(in Russ.).
[7] Kovalev V.Z. Omsk. *OmGTU*, 2005, 66 p(in Russ.).
[8] Krompton T. M. *Mir*, 1986, 326 p(in Russ.).
[9] Abakumov Yu.P. SPb. *SPBGYPS*, 2004, 26 p (in Russ.).
[10] Tomilin A.N. M. *Drofa*, 2004, 304 p(in Russ.).
[11] Bagosckii B.S., Skundin A.M. M. *Energoizdat*, 1981, 360 p(in Russ.).
[12] Korovin N.V. M. *Energoatomizdat*, 1991, 264 p(in Russ.).
[13] Bayeshov A.B., Musina Z.M., Konurbaev A.E. *Izvestiya NAS RK*, 2013, 3, 40-43(in Kazakh).
[14] Musina Z.M., Bayeshov A.B., Konurbaev A.E., Zhurinov M.Zh. VI *Mejdunarodniinauchno-practicheskaya konferensya*, 2014, 48-51(in Kazakh).
[15] Bayeshov A.B., Adaibekova A.A., Konurbaev A.E. *Izvestiya NAS RK*, 2015, 3, 97-101(in Kazakh).
[16] Bayeshov A.B., Egeubayeva S.S., Bayeshova A.K. V *Mejdunarodniinauchno-practicheskaya konferensya*, 2013, 51-54 (in Russ.).
[17] Innov. Patent 22448. Bayeshov A.B., Asabaeva Z.K., Bayeshova A.S., Bayeshova A.K. 2010 (in Russ.).
[18] Innov. Patent 22448. Bayeshov A.B., Konurbaev A.E., Zhurinov M.Zh. 2012 (in Russ.).
[19] Bayeshov A.B., Bayeshova A.K., Konurbaev A.E. *Dokladi NAS RK*, 2013, 3, 28-35 (in Russ.).
[20] Bayeshov A.B., Bayeshova A.K., Konurbaev A.E., Dauletbaev A. *Izvestiya NAS RK*, 2012, 5, 12-16 (in Kazakh).
[21] Suhotina A.M. L. *Himia*, 1981, 16-17 (in Russ.).

СОЗДАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА ТОКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ ПАРЫ «СВИНЕЦ-ОКСИД ЖЕЛЕЗА (III)» В КАРБОНАТНОМ РАСТВОРЕ

А. Б. Баешов¹, А. С. Кадирбаева¹, А. К. Баешова²

¹АО « Институт топлива катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского», Алматы, Казахстан,

² Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: графит, свинец, химический источник тока, аккумулятор, карбонат натрия.

Аннотация. Рассмотрены закономерности формирования электродвижущей силы (ЭДС) между электродами в гальванической паре «Свинец-оксид железа (III)», погруженных в раствор карбоната натрия, используемых в качестве химического источника тока. Представлена схема гальванического элемента, который дает возможность разработки нового химического источника тока.

Показано влияние продолжительности времени и концентрации раствора карбоната натрия на величины ЭДС и ТКЗ формируемых между электродами в гальванической паре «Свинец-оксид железа (III)». По результатам исследований самое высокое значение ЭДС составляет – 1100 мВ, а максимальное значение ТКЗ равно – 12 мА. Максимальное значение величин ЭДС и ТКЗ между электродами после зарядки ($I=0.3$ А, $E=5.0$ В, $t=2$ ч.) гальванической пары составлял 1500 мВ и 36 мА соответственно. При концентрации раствора 50-100 г/л карбоната натрия значение ЭДС и ТКЗ между электродами в гальванической паре составляет 1150 мВ и 36 мА соответственно.

В представленной нами гальваническом элементе на основе реакции окисление – на свинцовом электроде и реакции восстановление – на композите оксид железа (III), превращением химической энергии в электрическую можно создать дешевый и доступный вторичный химический источник тока.

Поступила 29.07.2015г.