

Ә. БАЕШОВ<sup>1</sup>, А.К. БАЕШОВА<sup>2</sup>, А. ҚОҢЫРБАЕВ<sup>1</sup>, А. ДӘУЛЕТБАЕВ<sup>1</sup>

## “ТЕМІР-ГРАФИТ” ГАЛЬВАНИКАЛЫҚ ЖҰБЫНДАҒЫ ЭЛЕКТР ҚОЗГАУШЫ КУШТІҢ ТҮЗІЛУІ

«Д.В.Сокольский атындағы Органикалық катализ және электрохимия институты»<sup>1</sup> АҚ, Алматы қ.  
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті<sup>2</sup>, Алматы қ.

Құрамында темір иондары бар аммоний хлориді ерітіндісіне салынған темір-графит гальваникалық жұбында орнығатын электр қозгауышы күштің мәндеріне әртүрлі параметрлердің әсері қарастырылды. Зерттелген гальваникалық жұпта электр қозгауышы күштің мәні 1,0 В дейін жететіндігі көрсетілген.

Қазіргі күні электр энергиясына деген қажеттілік жыл өткен сайын күрт өсіп келеді. Фарадей ашқан электролиз заңдылықтарынан кейін электр тоғы мен химиялық реакциялар арасында байланыстар бар екендігі анықталды. Қандай химиялық реакциялардың нәтижесінде электр тоғын алуға болатындығы туралы ғылыми зерттеулер бүтінгі күнге дейін жалғасып келеді.

Энергетикалық мәселелерді шешудегі автономды электрохимиялық ток көздерінің орны ерекше. Олар – гальваникалық элементтер, аккумуляторлар және отын элементтері (топливный элемент) [1-5].

Айта кету керек, XIX ғасырдың 60-жылдарына дейін электр тоғын алу үшін тек қана гальваникалық элементтер қолданылып келген. Сол уақыттан кейін ғана ток алатын динамомашиналарды ойлап таба бастаған. Динамо-машиналар арзан ток көзі болғандықтан, химиялық ток көздерінің орны біршама төмендегені белгілі.

Қазіргі кезде айнымалы ток беретін генераторлардан алынатын электр тоғының қуаты өндіріс және халық шаруашылығы қажеттіліктеріне толығынан жеткілікті деуге болады. Бірақ телефон, радиотехника, ғарышта, өндірісте және ауыл шаруашылығында, автономды женіл, ынғайлы, сенімді электр ток көздерін қажет ететін аспаптар, қондырғылар өте көп және олардың саны күн санап көбеюде. Мысалы, іштен жанатын двигательдері бар машиналарға, ұшаққа, ғарыш кемелеріне, ұялы телефондарға, транзисторлы радиоқабылдағыш және теледидарға тек қана автономды химиялық ток көздері қажет. Автономды химиялық ток көздерінің осы кезде қолданылмайтын жері жоқ деуге болады.

Мардымды мөлшерде электр қозгауышы құш беретін, онай жасауға болатын қарапайым зертханалық химиялық ток көзін жасау да қажетті нәрселеңдердің бірі.

Біз ұсынып отырған жұмыста темір(II) және темір (III) иондары бар аммоний хлориді ерітіндісіне салынған темір-графит гальваникалық жұбындағы электродтардың арасында орнығатын электр қозгауышы күштің түзілу заңдылықтары қарастырылды. Графит электродында Fe(II) және Fe(III) концентрацияларының ара катынасына сәйкес ( $\text{Fe}^{3+} + e \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$ ,  $E^0 = +0.77\text{V}$ ) тотығу-тотықсыздану әлеуеті орнығады және оның мәні Нернст тендеуімен есептелінеді:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]}$$

Темір иондары бар ерітіндіге салынған темір электроды бірінші текті электрод болып, сол ортадағы жағдайға байланысты белгілі бір электрод әлеуеттерінің мәні орнығады:



Нәтижесінде көрсетілген жүйеде темір мен графит электродтары арасында белгілі бір электр қозгауышы күші (ЕҚҚ) пайда болады. Теория түрғысында, стандартты жағдайда төмендегідей ЕҚҚ мәндеріне ие болуы мүмкін:

$$\Delta E = E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} + E_{Fe^{2+}/Fe} = (0,77) - (-0,44) = 1.21B$$

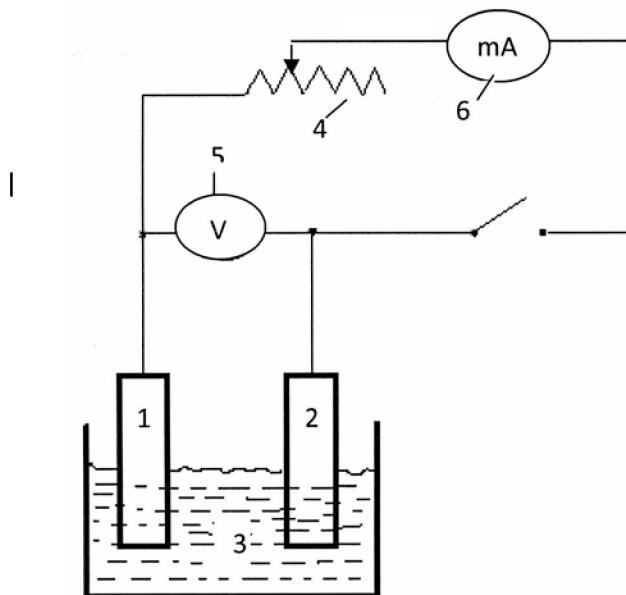
немесе

$$\Delta E = E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} + E_{Fe^{3+}/Fe} = (0,77) - (-0,04) = 0.81B$$

Демек, темір иондары бар ерітіндіге салынған темір-графит гальваникалық жұбында 0,81 – 1,21 В аралығында электр қозғауышы күш пайда бола алады. Ал қандай мөлшерде ЭҚҚ пайда болатындығын зертханалық эксперимент нәтижелері көрсете алады.

Зерттеулер электрод кеңістіктері бөлінбеген, көлемі 50 мл-ге тең шыны ыдыста жүргізіледі. Темір және графит электродтарының ауданы – 2 см<sup>2</sup>. Тәжірибе бөлме температурасында жүргізіледі және төменде көрсетілген қоңдырығы арқылы жүзеге асырылады (1-сурет). Темір иондары бейтарап ортада гидратацияға түсіп кету мүмкіншілігі болғандықтан, оның гексацианды кешенді қосылыстарын қолданады.

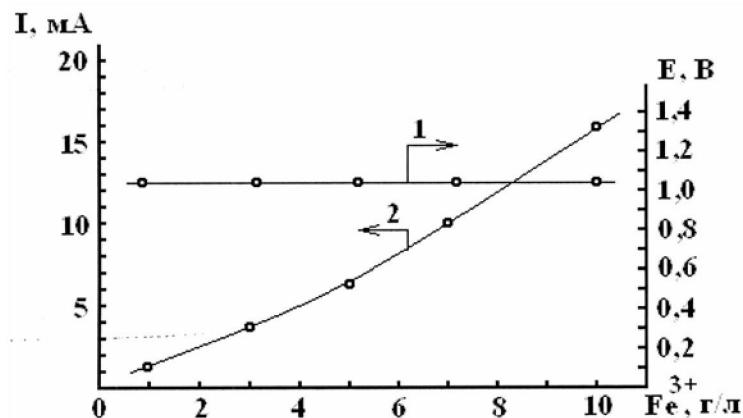
Әртүрлі параметрлердегі электр қозғауышы күштің (E) мәніне және қысқа тұйықталған кездегі ток (I) мәніне әсері зерттелінді.



**1-сурет.** Темір-графит гальваникалық жұбындағы электрохимиялық құбылыстарды зерттеуге арналған қоңдырығы:  
1 – темір электроды; 2 – графит электроды; 3 – құрамындағы темір иондары бар аммоний хлориді ерітіндісі;  
4 – реостат; 5 – вольтметр; 6 – миллиамперметр

Алғашында темір-графит гальваникалық жұбындағы ЭҚҚ пен қысқа түрде тұйықталған ток (ҚТТ) мөлшеріне темір (ІІІ) иондарының әсері қарастырылды. Темір (ІІІ) иондарының концентрациясы көбейген сайын ЭҚҚ мен тізбектегі ток күшінің көбейетіндігі көрсетілді (2-сурет). Темір (ІІІ) иондарының концентрациясын 2-10 г/л аралығында өзгертуенде электродтар арасында түзілетін ЕҚҚ-нің мәні өзгермейді (оның мәні 1003 мВ-ке тең), ал ол ҚТТ мөлшеріне мардымды әсер етеді. Темір (ІІІ) иондарының концентрациясы 2 г/л болғанда ҚТТ мәні (сыртқы кедергі R=0 болғанда) 2,5 мА болса, 10 г/л болғанда 16,0 мА-ге тең, демек 6 еседен аса артады.

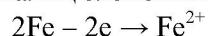
Тәжірибе кезінде темір және графит электродтары салынған электролитте темір электроды еріп, электролит түбіне қара көк түсті тұнбаның түзілуі байқалады. Бұл ерітіндіге өткен темір (ІІ) иондарының ерітінді құрамындағы кешенді темір (ІІІ) иондарымен әрекеттесіп турнбулл көгі түзілгендігін көрсетеді.



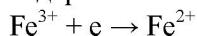
1 M NH<sub>4</sub>Cl

2-сурет. Темір-графит гальваникалық жұбындағы темір (ІІІ) иондарының ЭҚҚ (1) мен қысқа тұйықталған тоқ күшіне (2) әсері.

Түзілген турбуулл көгі суда ерімейді, ол бояу жасау өндірістерінде колданылатын химиялық қосылыс. Темір-графит гальваникалық жұбындағы ЭҚҚ мен тоқ күшін тудыратын электрохимиялық үдерістерді былайша өрнектеуге болады. Темір электроды тотығып екі валентті иондарын түзе ериді, нәтижесінде гальваникалық элементтің теріс полюсі рөлін атқарады:



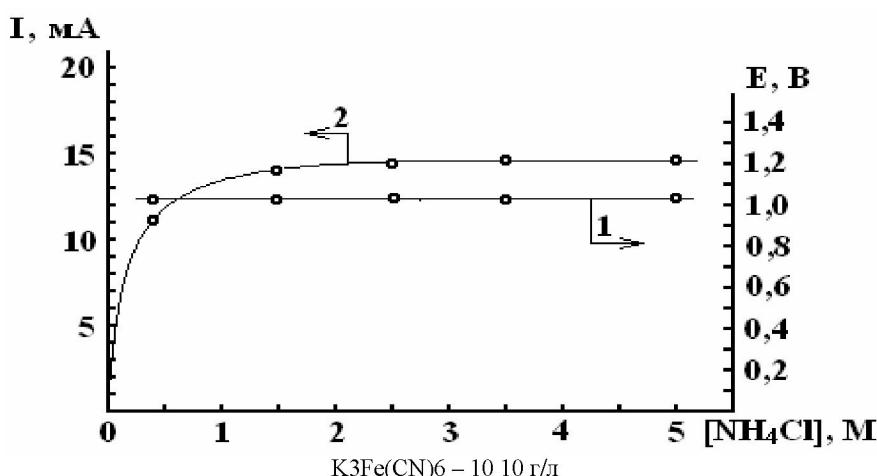
ал графит электродында үш валентті темір иондары екі валентті күйге дейін тотықсыздандады:



Электролит көлеміндегі үш валентті темір иондары толық екі валентті күйге өткенде, гальваникалық элементтен алынатын тоқтың мәні нөлге тең болады.

Үш валентті темір электродының концентрациясы тұрақты болған кезде, екі валентті темір иондарының әсері зерттелді. Зерттеу нәтижелері темір (ІІІ) иондарының концентрациясын 10 г/л дейін өсіргендеге, электродтар арасындағы электр қозғаушы күш мәнінің өзгермейтіндігін көрсетеді.

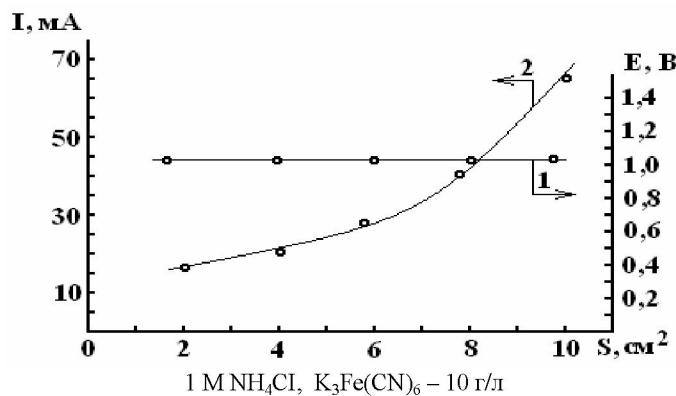
Келесі 3-суретте темір-графит гальваникалық жұбындағы ЭҚҚ мен тұйықталған тоқ күші мәндеріне аммоний хлориді концентрациясының әсері қарастырылған. Кейінгінің концентрациясының өсуі электродтар жұбындағы ЭҚҚ-тің мәніне әсер етпейді, ал ҚТТ мәнінің аздал өсуіне мүмкіндік тузызады. Әрине бұл гальваникалық тізбектегі электролит кедергісінің азаюмынан байланысты.



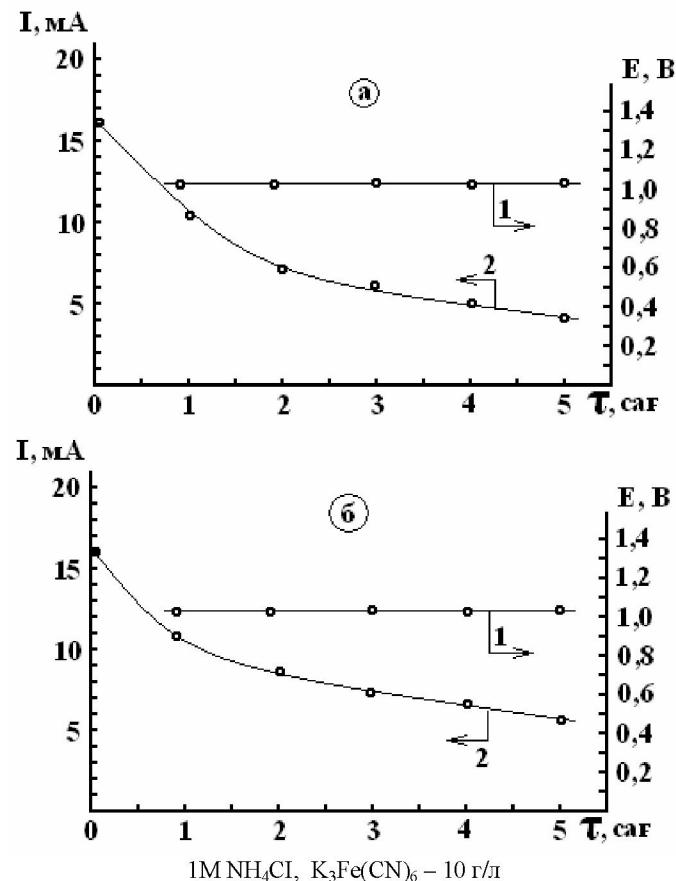
3-сурет. Темір-графит гальваникалық жұбындағы электролит концентрациясының ЭҚҚ (1) мен ҚТТ күші (2) мәндеріне әсері

Темір электродының ауданын өсіру, электр қозғаушы күштің мәніне әсерін тигізбейді, бірақ ол гальваникалық жұптағы тұйықталған тоқтың мәнін күрт өсіреді (4-сурет). Электрод ауданының 10 есе үлкеюі, тұйықталған тоқ мөлшерін 4 еседен артық өсіретіндігін көрсетіп отыр.

Темір-графит гальваникалық жұбының сыртқы тізбегіне жалғанған кедергінің әсері қарастырылды. Сыртқы тізбекке 5 Ом кедергі тізбектеліп жалғанған кезде электродтар арасындағы ЭҚҚ мәні 5 сағат бойы өзгермейді, ал ҚТТ мәні осы уақытта 16 мА-ден 4,5 мА-ге дейін төмендейді. Гальваникалық элементтің сыртқы тізбегіне 10 Ом кедергі тізбектеліп жалғанғанда да осы құбылыс байқалады, бірақ бұл кезде ҚТТ мәні аз мөлшерде азаяды. Ал сыртқы кедергінің мәні 1000 Ом болғанда, ҚТТ мәні ете аз мөлшерде төмендейді.



4-сурет. Темір-графит гальваникалық жұбындағы графит электроды беті ауданының ЭҚҚ (1) мен ҚТТ күшіне (2) әсері



5-сурет. Сыртқы тізбекке кедергі косылған кездегі темір-графит гальваникалық жұбында ЭҚҚ (1) пен тізбектегі тоқ күшінің (2) уақытқа тәуелді өзгерүі: а)  $R = 5 \text{ Ом}$  б)  $R = 10 \text{ Ом}$

Қорыта айтқанда, құрамында темір (III) иондары бар аммоний хлориді ертіндісіне салынған темір-графит гальваникалық жұбы зертханада кеңінен қолдануға болатын қарапайым тоқ көзі рөлін атқара алатыны да көрсетілді. Көрсетілген гальваникалық жұбында электр қозғаушы күштің мөлшері 1,0 В, ал қысқа тұйықталған тоқ мөлшері алғашқы сәтте  $8 \text{ mA/cm}^2$  мөнді құрайды. Ұнтақты темір және графит электродтарын қолдану арқылы ұсынылған гальваникалық жұптың негізгі көрсеткіштерін мардымды өсіруге болады. Бұл бағытта зертханалық тәжірибелер жалғасуда.

#### ӘДЕБІЕТ

1. Кровин Н.В. Электрохимическая энергетика. -М.: Энергоатомиздат, 1991. -26с.
2. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство / Под. ред. проф. В.Н. Кудрявцева. – М.: Производственно-издательское предприятие “Глобус”, 1998. -302 с.:
3. Кромптон Т. Первичные источники тока / пер. С англ. – М.: Мир, 1986. -328 с.
4. Практикум по прикладной электрохимии / учеб. пособие для вузов/ Н.Г. Бахчисараян, Ю.Б. Борисоглебский, Г.К. Буркат и др.; Под. ред. В.Н. Варыпаева, В.Н. Кудрявцева. -3-е изд., перераб, -Л.: Химия, 1990. -304с.
5. Зарецкий С.А., Сучков В.Н., Животинский П.Б. Электрохимическая технология неорганических веществ и химические источники тока / Учебник для учащихся техникумов. –М.: Высш. школа, 1980. -423с.

#### REFERENCES

1. Krovin NV Electrochemical energy,-M.:Energoatomizdat, 1991. -26p.
2. S.S. Vinogradov, Environmentally safe galvanic production. / edited by professor V.N. Kudryavceva – M.: production and publishing company “Globus”, 1998.-302p.:
3. Krompton T. primary source of current: trans. from eng. – M.: World, 1986. – 328p.
4. Workshop on Applied Electrochemistry: A manual for universities / N.G. Bahchisaraytsyan, J.B. Boris, G.K. Burkat and others; edited by V.N. Varypaeva, V.N. Kudryavtseva. 3rd revised edition,-L.: Chemistry, 1990. – 304p.
5. Zaretsky S.A., Suchkov V.N., Zhivotinsky P.B., Electrochemical technology of inorganic substances and chemical power sources: a textbook for students of technical schools. – M.: Higher. School, 1980. – 423p.

*Баешов А.<sup>1</sup>, Баешова А.К.<sup>2</sup>, Конурбаев А.<sup>1</sup>, Даuletbaev А.<sup>1</sup>*

#### ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДВИЖУЩЕЙ СИЛЫ В ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ ПАРЕ “ЖЕЛЕЗО-ГРАФИТ”

Показано влияние различных параметров на величину электродвижущей силы, формирующейся в гальванической паре “железо-графит” в растворе хлорида аммония в присутствии ионов железа. Показано, что в вышеуказанной гальванической системе величина электродвижущей силы достигает 1,0 В.

*Bayeshov A., Bayeshova A.K., Konurbayev A., Dauletbayev A.*

#### FORMATION OF THE ELECTROMOTIVE POWER IN GALVANIC “IRON-GRAPHITE” COUPLE

Influence of various parameters on value of the electromotive power which is forming in galvanic “iron-graphite” couple in solution of ammonium in the presence of iron ions is shown. It is shown that at above system of galvanic electromotive force value reaches 1.0 V.