

BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ISSN 1991-3494
Volume 5, Number 5(2014), 35 – 42

UDC: 541.13

DEVELOPMENT OF A CHEMICAL SOURCE OF CURRENT WHEN USING TITANIUM ELECTRODE

A. B. Baeshov, Z. M. Mussina, A. E. Konurbaev, M. Zh. Zhurinov

bayeshov@mail.ru

D.V.Sokolskii Institute of Organic Catalysis & Electrochemistry, JSC, Almaty

Key words: Galvanic cells, electromotive force (EMF), short-circuit current (SCC).

Abstract. This paper proposes a method for the development of available chemical current source (CCS) using the "titanium – graphite" galvanic couple. The values of the electromotive force (EMF) and the short-circuit current (SCC) are determined, forming between the "titanium – graphite" electrodes.

The values of electromotive force (EMF) and short-circuit current (SCC) in a chain of the CCS are defined. Electromotive force of the current source is investigated in a water solution of iron sulphates and sodium fluoride, at the room temperature, in absence of external loading. Thus maximum value of electromotive force (EMF) was - 1100 mV, in solution FeSO₄ - 5 g/l, Fe₂(SO₄)₃ - 30 g/l, NaF - 5 g/l, H₂SO₄ - 50 g/l.

Now chemical current source (CCS) is used in all the areas of technics and national economy. The chemical sources of a current continue to play the big role in the various branches of a science and technics. In some areas, for example, in the portable radio-electronic equipment and communication equipment, they occupy absolutely special position as in these cases having no substitutes to itself. It is impossible to imagine a life of the modern society which is not using the chemical sources of a current. The CSC is a device in which chemical energy directly turns to the electric. A basis of the CSC work is oxidation-reduction reactions to electrodes. In the course of interaction the oxidizer, being reduced, attaches the electrons, and the reducer, being oxidized, gives electrons.

УДК: 541.13

ТИТАН ЭЛЕКТРОДЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ХИМИЯЛЫҚ ТОК КӨЗІН ЖАСАУ

А.Б. Баешов, З.М. Мусина, А.Е. Қоңырбаев, М. Ж. Жұрынов

«Д.В.Сокольский атындағы органикалық катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы қаласы

Тірек сөздер: Гальваникалық элемент, электр қозғаушы күш (ЭҚК), қысқа тұйықталған ток (ҚТТ).

Аннотация. Мақалада «титан – графит» гальваникалық жұбын қолдану арқылы қарапайым химиялық ток көзін (ХТК) жасау ұсынылған. «Титан – графит» электродтары арасында туындайтын электр қозғаушы күштің (ЭҚК) және тізбектегі қысқа тұйықталған токтың (ҚТТ) мәндері анықталды.

Қазіргі қоғамда химиялық ток көздерін қолдану кең өріс алуда. Ол, алуан түрлі электрондық аппараттарды (компьютер, радиотелефон, ұялы телефон және т.б.) қоректендіру үшін қолданылатын автономды электр энергияның негізгі көзі болып табылады [1-4].

Көп жағдайда, ХТК жасауда электр қозғаушы күш (ЭҚК) пен сәйкесінше жұмыс күші мәндерінің жоғары болуына аса мән береді. Сондықтан, тотықтырғышты таңдаған кезде электродтық потенциалы анағұрлым оң мәнін, ал тотықсыздандырғышты – теріс мәндеріне ие материалдар алынады [5-10]. Біздің жағдайымызда ХТК жасауда, анод материалы ретінде титан электродын қолдандық. Оның стандартты электродтық потенциалы теріс мәнге ие, сонымен қатар

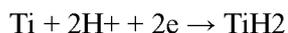
эквивалентті салмағы мен көлемі аз болып келеді. Осы көрсеткіштер химиялық ток көзін жасаудың негізгі талаптарына сәйкес келеді.

«Д. В. Сокольский атындағы органикалық катализ және электрохимия институтындағы», «Электрохимиялық технологиялар» зертханасының қызметкерлері химиялық ток көздерін жасау бағытында бірқатар ғылыми еңбектері жүргізіліп жатыр [11-14]. Жүргізілген жұмыстардың нәтижелерінің ғылыми және практикалық құны зор. Зерттеу жұмыстарының нәтижелері, темір – графит, қорғасын – графит, титан – графит, Fe_2O_3 – Fe жүйесін қолдана отырып ХТК алудың қарапайым тәсілдерін жасау мүмкіншіліктерін көрсетіп, олардың жаңалығы ҚР алдын-ала патентімен қорғалған.

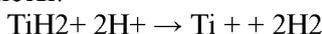
Титан және оның қосылыстары атмосфералық жағдайда коррозиялық тұрақтылық қасиетін көрсетеді. Титанның аса күшті коррозиялық тұрақтылық қасиеті, оның металл бетінде өте жұқа, инертті оксидтік қабатының болуымен түсіндіріледі. Қиын балқитын металдардың электрохимиялық қасиеттерінің бір ерекшелігі – олар ион түрінде ерітіндіге өтпей, оксидтік қабатпен пассивтеліп қалады [15]. Титанның бетінде жоғары төзімділік көрсететін оксидтік қабаттың түзілуі оның коррозияға тұрақтылық қасиетін арттырады. Бірақ, активаторлардың қатысында (иод, хлор және фтор иондары) пассивті қабаттың бұзылуымен және коррозия жылдамдығының жоғарылауымен потенциал мәнінің өсу мүмкіншіліктері туады.

Л.Л. Кузьмин, А.М. Агаповтың ғылыми еңбектерінде [16] титанның фторсутек қышқылындағы коррозиялық және анодтық жағдайы туралы мәліметтер толық келтірілген.

Активатор ретінде фтор иондарын қолданған кезде, титанның коррозия жылдамдығы өте тез өседі. Бірақ, концентрлі фторсутек қышқылында титанның коррозия жылдамдығы төмендейді. Мысалы, 40% ерітіндіге қарағанда, 60 – 70 % фторсутек қышқылының коррозия жылдамдығы 100 есе аз, ол титанның бетінде гидридтік жұқа қабаттың түзілуімен түсіндіріледі. Оны келесі теңдеумен көрсетуге болады:

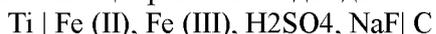


Бұл жағдайда коррозия жылдамдығы потенциалға байланысты болмайды, ол гидридтік қабаттың еру жылдамдығымен байланысты:



Біздің жұмысымызда «титан – графит» гальваникалық жұбын қолдану арқылы құрылымы қарапайым ток көздерін жасауды ұсынып отырмыз.

Құрамында Fe (II) және Fe (III) иондары бар натрий фториді ерітіндісінде «титан – графит» гальваникалық жүйесінде түзілетін электр қозғаушы күштің түзілуіне әртүрлі параметрлердің әсерлері қарастырылды. Бұл гальваникалық жүйені төмендегідей етіп жазуға болады:



Ток көздері ретінде қолданылған титан электроды ерітіндіде элементтің теріс полюсі болса, ал графит - оң полюсі қызметін атқара алады.

Графит электродында Fe (II) және Fe (III) иондарының ара қатынасына сәйкес тотығу-тотықсыздану потенциалы орнығады:



Фторид иондары бар ерітіндіге титан электродын салғанда төмендегідей тепе - теңдіктер орын алады:



Теориялық тұрғыдан қарағанда (1) және (2) жартылай реакциялар нәтижесінде «титан – графит» гальваникалық жұбында түзілетін ЭҚК мәні 1961 мВ – қа тең болуы керек:

$$E = + 771 - (- 1190) = 1961 \text{ мВ} \quad (3)$$

Тәжірибелер сыйымдылығы 50 мл ыдыста жүргізілді. Электрод ретінде титан және графит электродтары қолданылды. Электрод кеңістіктері бөлінбеген және электродтар арасындағы арақашықтық 2 см-ге тең. Титан электродының ауданы 12,7 см², ал графит электроды – графитті стерженінен жасалған, ауданы – 6,47 см² құрайды.

I – кестеде «титан – графит» гальваникалық жұбындағы ЭҚК пен ҚТТ мәндерінің темірдің (III) иондарына тәуелділігі қарастырылған. Темір (III) ионының концентрациясын 30 г/л – ге дейін жоғарылатқан кезде ЭҚК мәні 18 мВ – қа дейін көтеріліп, одан әрі қарай 70 г/л-ге дейін концентрацияны жоғарылатқан кезде 15 мВ – қа дейін аздап төмендегенін байқадық. Осы

жағдайды тұйықталған ток мәнінен де байқауға болады, яғни ҚТТ – ның жоғарғы көрсеткіші 30 г/л-де - 0,03 мА болса, ал 70 г/л-де - 0,015 мА-ге дейін төмендейді.

1 - кесте. «Титан – графит» гальваникалық жұбындағы ЭҚК пен ҚТТ мәндерінің Fe₂(SO₄)₃ концентрациясына тәуелділігі

| Fe ₂ (SO ₄) ₃ , г/л | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 70 |
|---|-------|------|------|-------|-------|-------|
| E, mV | 0,6 | 10 | 18,0 | 17,5 | 16,2 | 15,0 |
| I, mA | 0,005 | 0,01 | 0,03 | 0,025 | 0,020 | 0,015 |
| Ескерту: FeSO ₄ - 0 г/л, τ - 15 мин | | | | | | |

Келесі зерттеу жұмысында темірдің (II) ионы тұрақты болған кездегі ЭҚК пен ҚТТ мәндеріне темірдің (III) иондарының әсері қарастырылған (2-кесте). Темірдің (II) ионы ЭҚК мәнінің өзгеруіне әсерін тигізетіні анықталды. Мысалы, темірдің (III) ионының 10 г/л-де - 0,6 мВ – ке тең болса, ал темірдің (II) ионының қатысында 6 есеге дейін (4 мВ) жоғарылағанын байқауға болады. Бірақ, бұл ҚТТ мәндеріне оншалықты әсерін тигізбейді.

2 - кесте. «Титан – графит» гальваникалық жұбындағы ЭҚК пен ҚТТ мәндерінің Fe₂(SO₄)₃ концентрациясына тәуелділігі

| Fe ₂ (SO ₄) ₃ , г/л | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
|---|-------|-------|-------|------|------|------|
| E, mV | 3,0 | 4,0 | 4,5 | 5,2 | 7,4 | 9,0 |
| I, mA | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Ескерту, FeSO ₄ - 5 г/л, τ - 15 мин | | | | | | |

Келесі 3 - кестеде темірдің (III) ионы тұрақты болған жағдайда ЭҚК пен ҚТТ мәндеріне темір (II) иондарының әсері қарастырылған. Кестеден көрініп тұрғандай, темір (II) иондарының концентрациясы жоғарылаған сайын ЭҚК пен ҚТТ мәндерінің төмендегенін байқадық.

Жүргізілген зерттеу жұмыстарының алынған нәтижелері, бейтарап ортада, яғни темір (II) және (III) сульфат иондарының - ЭҚК пен ҚТТ мәндерінің жоғарылауына көп әсерін тигізбейтіндігі анықталды.

3 - кесте. «Титан – графит» гальваникалық жұбындағы ЭҚК пен ҚТТ мәндерінің FeSO₄ концентрациясына тәуелділігі

| FeSO ₄ , г/л | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 30 |
|---|------|------|------|------|------|------|
| E, mV | 4,0 | 4,0 | 3,5 | 3,3 | 2,7 | 2,0 |
| I, mA | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Ескерту: Fe ₂ (SO ₄) ₃ - 10 г/л, τ - 15 мин | | | | | | |

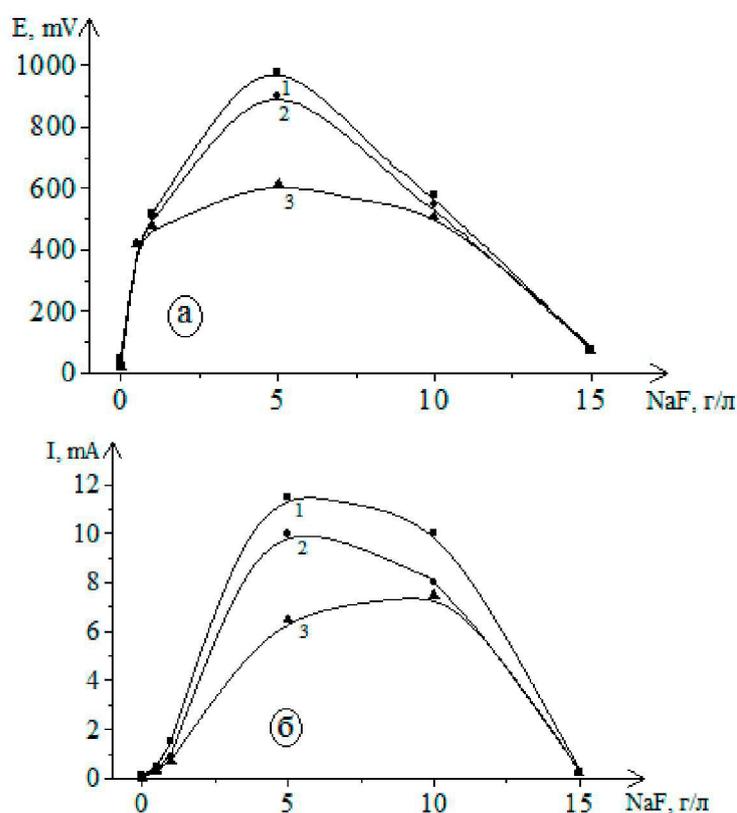
4 – кестеде «титан – графит» гальваникалық жұбындағы ЭҚК пен ҚТТ мәндерінің күкірт қышқылы иондарының концентрациясына тәуелділігі қарастырылған. Бұл тәжірибелер темірдің екі және үш валентті иондарының қатысында жүргізілді және алдыңғы бейтарап ортада жүргізілген зерттеу жұмыстарына қарағанда ЭҚК – тің мәні 3 - 4 есеге жоғарылағанын, яғни күкірт қышқылының концентрациясы 10 г/л – де 12 мВ – тан, максимальді көрсеткіш 50 г/л – де 27 мВ – қа дейін көтеріліп, концентрацияны одан әрі 100 г/л-ге көбейткен кезде 19 мВ – қа дейін сәл төмендесе, ал ҚТТ мәні керісінше 0,045 – 0,1 мА аралықтарында бірқалыпты төмендегенін байқадық.

4 - кесте. «Титан – графит» гальваникалық жұбындағы ЭҚК пен ҚТТ мәндерінің H₂SO₄ концентрациясына тәуелділігі

| | | | | | | | |
|--|-------|-----|-----|------|------|------|-------|
| H ₂ SO ₄ , г/л | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 100 |
| E, mV | 4 | 12 | 19 | 21 | 24 | 27 | 19 |
| I, mA | 0,005 | 0,1 | 0,1 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,045 |
| Ескерту, FeSO ₄ - 5 г/л, Fe ₂ (SO ₄) ₃ - 10 г/л, τ - 15 мин | | | | | | | |

1-суретте «титан - графит» гальваникалық жұбындағы ЭҚК пен ҚТТ мәндеріне 5 – 15 г/л аралықтарында алынған NaF концентрациясының әсері қарастырылған. Зерттеу нәтижелері бойынша ЭҚК мәні - 0,5 г/л – де 420 мВ, одан соң 1 г/л – де 520 мВ құраса, максималды көрсеткіші 5 г/л – де 980 мВ көрсетіп, әрі қарай фторид иондарының концентрациясын 10 – 15 г/л жоғарылатқан кезде 76 мВ – қа дейін төмендегенін байқадық (1а - сурет, 1 - қисық). Сәйкесінше, ҚТТ мәні де 5 г/л – де 11,5 мА – ге дейін көтеріліп, 15 г/л – де 0,25 мА – ге дейін төмендеді (2б - сурет, 1 - қисық).

Фторид – иондары титанның оксид пленкасымен әрекеттесіп, титанның еруіне толық мүмкіншіліктер тудырады. 5 – кестеде фторид ионының концентрациясын 0,5 г/л – ден 15 г/л – ге дейін жоғарылатқан кездегі титанның еру мөлшері көрсетілген.



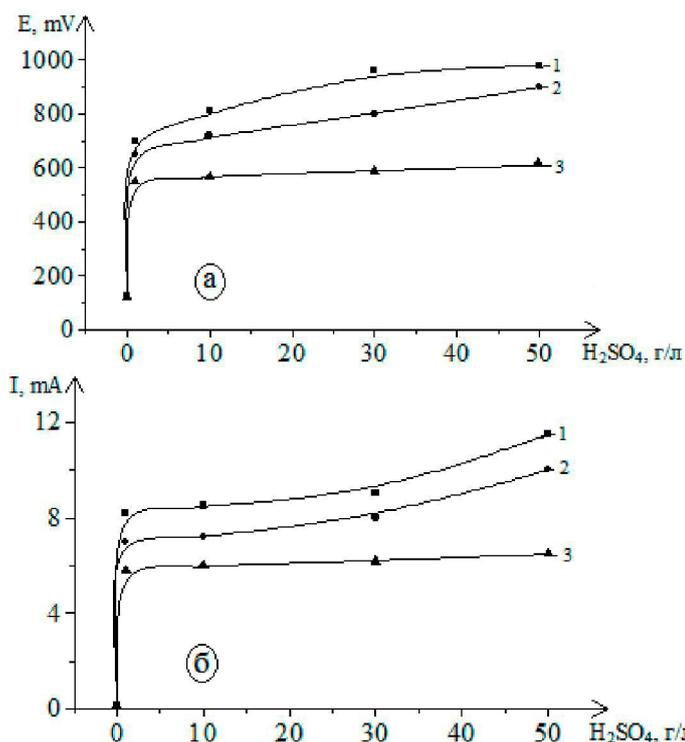
1 - сурет. «Титан – графит» гальваникалық жұбындағы ЭҚК (а) пен ҚТТ (б) мәндерінің NaF концентрациясына тәуелділігі:
(FeSO₄ - 5 г/л, Fe₂(SO₄)₃ - 10 г/л, H₂SO₄ - 50 г/л; τ, мин: 1 - 5; 2 - 15; 3 - 30)

5 - кесте. «Титан – графит» гальваникалық жұбындағы NaF концентрациясының өзгеруіне байланысты титанның еруі

| | | | | | | |
|---|---|-----|--------|--------|--------|--------|
| NaF, г/л | 0 | 0,5 | 1 | 5 | 10 | 15 |
| Δ m, г | 0 | 0 | 0,0211 | 0,0622 | 0,1320 | 0,1890 |
| Ескерту: FeSO ₄ - 5 г/л, Fe ₂ (SO ₄) ₃ - 10 г/л, H ₂ SO ₄ - 50 г/л | | | | | | |

Келесі тәжірибеде «титан – графит» гальваникалық жұбындағы ЭҚК пен ҚТТ мәндеріне 1 – 50 г/л аралығында алынған күкірт қышқылы концентрациясының әсері қарастырылды. Алғашында күкірт қышқылы қатыспаған жағдайда, тек қана темірдің екі және үш валентті иондарымен қатар фторид иондарының қатысында ЭҚК мәні 125 мВ, ҚТТ мәні 0,16 мА құрайды. Кейін, күкірт қышқылының концентрациясынан 1 г/л қосқанның өзінде ЭҚК мәні - 700 мВ көрсетіп 5 - 6 есеге дейін жоғарылағанын (2а - сурет, 1 - қисық), ал тұйықталған токтың мәні - 8,2 мА – ге жетіп, ҚТТ мәнінің 50 еседей жоғарылағанын байқадық (2б - сурет, 1 - қисық).

Айта кету керек, темірдің екі және үш валентті және фторид иондарымен қатар, күкірт қышқылының болуы, «титан – графит» системасында пайда болатын ЭҚК және ҚТТ мәндеріне айтарлықтай әсерін тигізетінін байқауға болады.

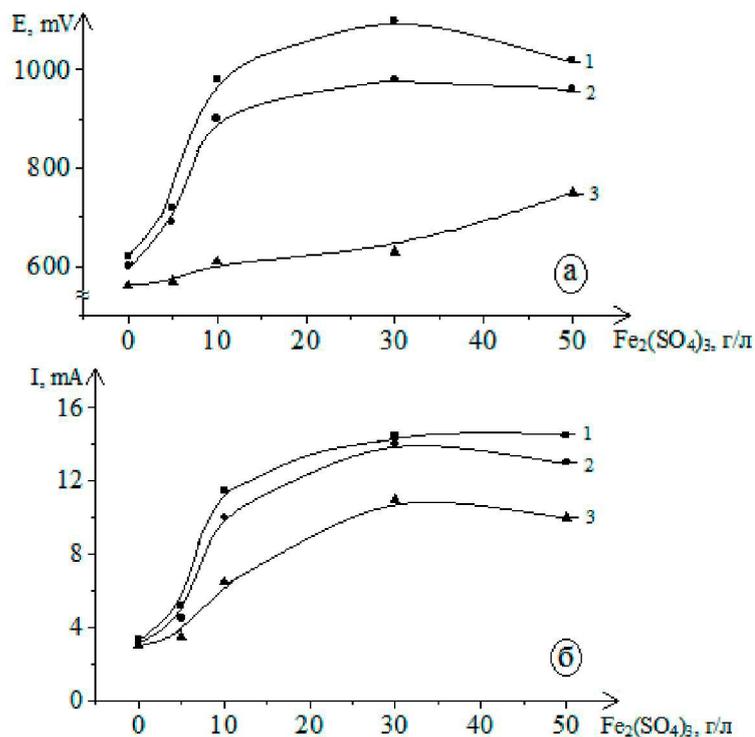


2 - сурет. «Титан – графит» гальваникалық жұбындағы ЭҚК (а) пен ҚТТ (б) мәндерінің H_2SO_4 концентрациясына тәуелділігі:

($FeSO_4$ - 5 г/л, $Fe_2(SO_4)_3$ - 10 г/л, NaF - 5 г/л; τ , мин: 1 - 5; 2 - 15; 3 - 30)

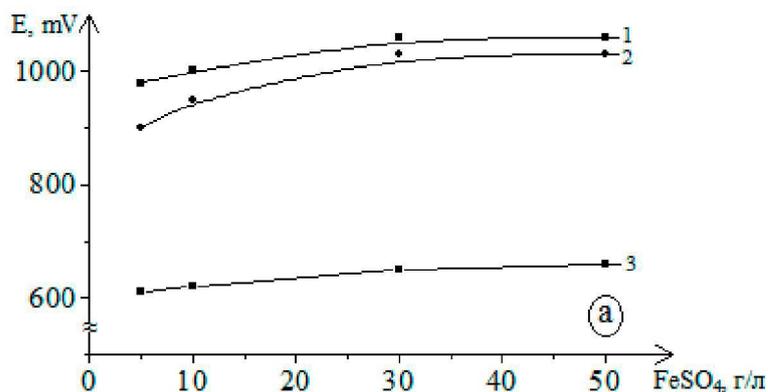
Титанның қышқылдарда еруінің нәтижесінде, ерітіндінің түсі бастапқы кезде күлгін түске боялады да, қаныққан ерітінді кезінде жасыл түске ауысады. Бұл, кейбір әдебиеттерде көрсетілгендей титан (III) тұздарының ерітіндіде гексагидрат $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$ формасындағы аквакомплексер түрінде болатындығын растайды. Концентрленген қышқыл ерітінділерінде, бұл комплексті қосылыстың су молекуласының жартысы сульфотобына ауысатындықтан, ерітінді түсі күлгін түстен, жасыл түске ауысады [10].

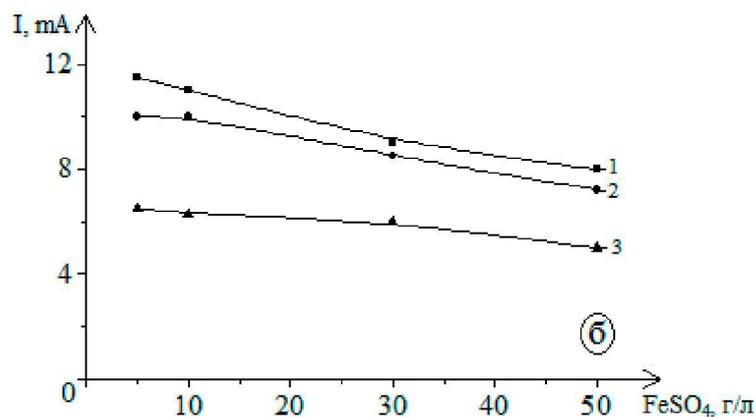
Зерттеу кезінде, ерітіндінің құрамындағы екі валентті темір мен фторид иондарының және күкірт қышқылының концентрациясы тұрақты болған кезде, үш валентті темір ионының ЭҚК пен ҚТТ мәндеріне әсері зерттелінді (3 - сурет). Зерттеу нәтижесі бойынша, темір (III) иондарының концентрациясын көбейткен сайын, ЭҚК пен ҚТТ мәндерінің жоғарылағанын анықтадық. Яғни, ЭҚК мәні - 5 г/л – де 720 мВ, 10 г/л – де - 980 мВ, 50 г/л – де - 1020 мВ көрсетсе (3а - сурет, 1 - қисық), сәйкесінше ҚТТ мәні де төмен концентрацияда 5,2 мА құраса, 10 г/л – де - 11,5 мА, ал 50 г/л – де - 14,5 мА –ге дейін жоғарылайтындығы көрсетілген (3б - сурет, 1 - қисық).



3 - сурет. «Титан – графит» гальваникалық жұбындағы ЭҚК (а) пен ҚТТ (б) мәндерінің $Fe_2(SO_4)_3$ концентрациясына тәуелділігі:
($FeSO_4$ - 5 г/л, H_2SO_4 - 10 г/л, NaF - 5 г/л; τ , мин: 1 - 5; 2 - 15; 3 - 30)

Келесі суретте «титан – графит» гальваникалық жұбындағы ЭҚК пен ҚТТ мәндерінің екі валентті темір иондарының концентрациясына тәуелділігі қарастырылған. Қышқылды ортада жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша, темірдің екі валентті иондарын 50 г/л-ге дейін көбейткен кезде, электродтар арасында туындайтын электр қозғаушы күш мәнінің оншалықты өзгермейтіндігін көрсетеді. Мәселен, темір (II) ионының концентрациясы 5 – 50 г/л аралығында ЭҚК мәні 980 – 1060 мВ көрсетсе (4а-сурет, 1-қисық), ал ҚТТ мәні 8,0 ден 11,5 мА дейін өзгергені байқалды (4б-сурет, 1-қисық).





4 - сурет. «Титан – графит» гальваникалық жұбындағы ЭҚК (а) пен ҚТТ (б) мәндерінің FeSO_4 иондарының концентрациясына тәуелділігі:
($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ - 5 г/л, H_2SO_4 - 10 г/л, NaF - 5 г/л; τ , мин: 1 - 5; 2 - 15; 3 - 30)

Жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша қорыта айтатын болсақ, фторид ионы бар күкірт қышқылы ортасында «титан – графит» және $\text{Fe}(\text{II}) - \text{Fe}(\text{III})$ тотығу – тотықсыздану системасын қолдана отырып қарапайым ток көздерін жасауға болатындығы көрсетілді. ЭҚК – тің максимальді мәні мынадай құрамдағы ерітінділерде байқалады: FeSO_4 - 5 г/л, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ – 30 г/л, NaF - 5 г/л, H_2SO_4 – 50 г/л және оның мәні 1100 мВ құрайтындығы анықталды.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Багоцкий В. С., Скундин А. М. Химические источники тока. М.: Энергоиздат, 1981. - 360 с.
- [2] Багоцкий В. С., Флеров В. Н. Новейшие достижения в области химических источников тока, М. – Л., Госэнергоиздат, 1963. - 256 с.
- [3] Нижниковский Е.А., Шимченко В.А., Кузовов В.В. Обеспечение резервного электропитания автономной радиоэлектронной аппаратуры длительного действия. Электрохимическая энергетика. 2000. № 1. - 68–73 с.
- [4] Романов В. В., Хашев Ю. М. Химические источники тока. Изд-во «Советское радио», 1968. - 384 с.
- [5] Таганова А. А., Пак И. А. Герметичные химические источники тока для портативной аппаратуры: Справочник. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2003. – 208 с.
- [6] Миомандр Ф., Садки С., Одебер П., Меалле–Рено Р. Электрохимия, Москва: Техносфера, 2008. – 360 с.
- [7] Бахчисарайцян Н. Г., Борисоглебский Ю. В., Буркат Г. К. и др. Практикум по прикладной электрохимии. Л.: Химия, 1990. – 304 с.
- [8] Коровин Н. В. Электрохимическая энергетика. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 264 с.
- [9] Эрдей – Груз Т. Химические источники энергии. М., «Мир», 1974. –304 с.
- [10] Зарецкий С. А., Сучков В. Н., Животинский П. Б. Электрохимическая технология неорганических веществ и химические источники тока: Учебник для учащихся техникумов. – М.: Вышп. школа, 1980. – 423 с.
- [11] Иннов.патент № 22448 РК. Химический источник тока / Башпов А.Б., Асабаева З.К., Башпова С.А., Башпова А.К., Тойшибекова Г.С.; опубл. Бюл. -№ 4, 2010.
- [12] Ә. Башпов, А.К. Башпова, А. Қоңырбаев, А. Дәулетбаев. «Темір –графит» гальваникалық жұбындағы электр қозғаушы күштің түзілуі // Известия НАН РК. Серия химии и технологии. 2012. № 5. 12 - 16 б.
- [13] Ә. Б. Башпов, З. М. Мусина, А. Е. Қоңырбаев. Темір және графитті қолдану арқылы химиялық ток көздерін жасау. Известия НАН РК. Серия химии и технологии. № 3. 2013. - 40 - 43 б.
- [14] Иннов. Патент № 26304 РК. Химический источник тока / Башпов А.Б., Қоңырбаев А., Башпова А.К., Журинов М.; опубл. Бюл.- №10, 2012.
- [15] Васью А. Т., Ковач С.К. Электрохимия тугоплавких металлов, Киев, 1983. - 160 с.
- [16] Лучинский Г.П. Химия титана.: Издательство "Химия", 1971. - 471 с.

REFERENCES

- [1] Bagotskii V. S., Skundin A. M. Chimicheskyye istochniki toka. M.: Energoizdat, 1981. - 360 p.
- [2] Bagotskii V. S., Flerov V. N. Noveyshiye dostizheniya v oblasti chimicheskikh istochnikov toka, M. – L., Gosenergoizdat, 1963. - 256 p.
- [3] Nizhnikovskii E. A., Shimchenko V. A., Kuzovov V. V. Obespecheniye rezervnogo elektropitaniya avtonomnoy radioelektronnoy apparatury dlitel'nogo deystviya. Elektrochimicheskaya energetika. 2000. № 1. - 68–73 p.
- [4] Romanov V. V., Khashev YU. M. Chimicheskyye istochniki toka. Izd-vo «Sovetskoye radio», 1968. - 384 p.

- [5] Taganova A. A., Pak I. A. Germetichnye chimicheskiye istochniki toka dlya portativnoy apparatury: Spravochnik. – SPb.:CHIMIZDAT, 2003. – 208 p.
- [6] Miomandr F., Sadki S., Odeber P., Mealle–Reno R. Elektrokhimiya, Moskva: Tekhnosfera, 2008. – 360 p.
- [7] Bakhchisarayts'yan N. G., Borisoglebskiy YU. V., Burkat G. K. i dr. Praktikum po prikladnoy elektrokhimii. L.: Khimiya, 1990. – 304 p.
- [8] Korovin N. V. Elektrokhimicheskaya energetika. – M.: Energoatomizdat, 1991. – 264 p.
- [9] Erdey – Gruz T. Khimicheskiye istochniki energii. M., «Mir», 1974. –304 p.
- [10] Zaretskiy S. A., Suchkov V. N., Zhivotinskiy P. B. Elektrokhimicheskaya tekhnologiya neorganicheskikh veshstv i chimicheskiye istochniki toka: Uchebnik dlya uchashchikh'sya tekhnikumov. – M.: Vyssh. shkola, 1980. – 423 p.
- [11] Innov.patent № 22448 RK. Khimicheskii istochnik toka / Bayeshov A. B., Asabayeva Z. K., Bayeshova S. A., Bayeshova A. K., Toyshibekova G. S.; opubl. Byul. -№ 4, 2010.
- [12] A. Bayeshov, A. K. Bayeshova, A. Konyrbayev, A. Dautbayev. «Temir –grafit» gal'vanikalyk, zhыbyndaғы elektr k, ozgаushy kыshтің tyзілуі // Izvestiya NAN RK. Seriya khimii i tekhnologii. 2012. № 5. 12 - 16 b.
- [13] A. B. Bayeshov, Z. M. Musina, A. Ye. Konyrbayev. Temir zhәне grafitті koldanu arkyly khimiyalyk, tok kөzderin zhasau. Izvestiya NAN RK. Seriya khimii i tekhnologii. № 3. 2013. - 40 - 43 b.
- [14] Innov. Patent № 26304 RK. Khimicheskii istochnik toka / Bayeshov A.B., Konurbayev A., Bayeshova A.K., Zhurinov M.; opubl. Byul. - №10, 2012.
- [15] Vas'ko A. T., Kovach S. K. Elektrokhimiya tugoplavkikh metallov, Kiev, 1983. - 160 p.
- [16] Luchinskiy G.P. Khimiya titana.: Izdatel'stvo "Khimiya", 1971. - 471 p.

РАЗРАБОТКА ХИМИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА ТОКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТИТАНОВОГО ЭЛЕКТРОДА

Башов А. Б., Мусина З. М., Қонурбаев А. Е., Журинов М. Ж.

АО «Институт Органического катализа и электрохимии имени Д.В.Сокольского», г. Алматы

Ключевые слова: Гальванический элемент, электродвижущая сила (ЭДС), ток короткого замыкания (ТКЗ).

Аннотация. В статье предложен метод разработки доступного химического источника тока (ХИТ) с использованием гальванической пары «титан - графит». Определены значения электродвижущей силы (ЭДС) и тока короткого замыкания (ТКЗ), образующихся между электродами «титан - графит».

Поступила 09.08.2014 г.