

Ә.Б. БАЕШОВ, Н.Б. СӘРСЕНБАЕВ

(«Д.В.Сокольский атындағы Органикалық катализ және электрохимия» институты» АҚ,
Алматы қ.)

МЫС(II) - МЫС(I) ЖҮЙЕСІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН ЖЫЛУ ЭНЕРГИЯСЫНАН

ЭЛЕКТР ТОҒЫН АЛУ

Аннотация

Құрамында мыс(II) - мыс(I), тотығу-тотықсыздану жүйесі бар ерітіндінің температурасының өзгеруіне байланысты – электрод кеңістіктеріндегі электрохимиялық жүйеде пайда болатын электр қозғаушы күшінің және қысқа тұйықталу тоғының өзгерістері зерттелді.

Кілт сөздер: электролиз, мыс иондары, электр қозғаушы күш, қысқа тұйықталған ток.

Ключевые слова: электролиз, ионы меди, электродвижущая сила, ток короткого замыкания.

Key words: electrolysis, electromotive force, currents short circuit.

Қазіргі таңда техника мен технология дамыған заманда әлемдік қауымдастық алдындағы ең өзекті мәселелердің бірі – ғаламдық энергетикалық дағдарыстың тереңдей түсуі. Адамзат баласы жаратылғалы табиғи энергия көздерін пайдаланып, сонымен қатар балама энергия көздерін іздестіруде. Ғаламшарымызда бізге қажет энергия көздері тікелей мақсатты қолдануға жарамсыз. Сол себепті көп жағдайда энергия көздерін бір түрден екінші түрге, екінші түрден үшіншісіне айналдырған жағдайда ғана пайдалануға жарамды. Бұл процестер әдетте көптеген шығындарға алып келеді.

Біздің еліміз энергия көзі болып саналатын қазба байлықтарға бай деп айта аламыз, дегенмен бұл қазба байлықтардың бәрі де сарқылатын энергия көздері болып саналады. Ғалымдардың жорамалдауы бойынша, мұнайдың қоры 50–70 жылға жетсе, көмірдің қоры 200–300 жылға ғана жетеді екен. Сол себепті адамзат баласы сарқылмайтын энергия көздеріне көшуі яғни «Жасыл экономика» жолына түсу, баламалы энергия көзіне көшу – қазіргі күні біздің ғана емес, бүкіл әлем алдында тұрған маңызды мәселе. Себебі баламалы энергияны пайдалану энергия қорларын үнемдеудің басты тетігі болуымен қатар, экологиялық проблемалармен күресудің де тиімді амалы болып саналады. Осыған орай бүкіл адамзат соңғы жылдары бұл бағытты дамытуға барынша күш салып, айрықша назар

аударуда [1]. Бұндай негізгі энергия көздері – жел, күн, су және басқа да сарқылмайтын энергия көздері. Осы энергия көздерінен қажетті энергия алу – экологиялық таза, экономикалық тиімді әдістер болып саналады [2].

Соңғы жылдары әлем елдері бойынша энергетикалық күрделілік мәселелері елдің экономикалық дамуына өз өрнегін салып, болжамдық көрсеткіштерден бастап болашақ жоспарларға дейін қайта пысықтауға итермелегені анық. Соның ішінде энергетикаға қатысты ұстанымдар да ауқымды түрде өзгерістерге ұласып отырғаны белгілі. Әрі энергетика мәселесі экономикалық дамудың ең алғашқы сұранысын тудыратын сала. Сондықтан да дәл осы салаға баса назар аудару – Қазақстан үшін бірінші кезектегі шаруаның бірі. Оның үстіне еліміздің алдыға мақсат етіп қойған даму жолын алып қарастырсақ, ең басты сүйенеріміз де энергетика саласы болып қалмақ. Сол себепті біз де осы жаңа энергия көздерін іздестіріп, ғылыми зерттеу жұмыстарын жүргізіп отырмыз

Біздің бұл ұсынып отырған ғылыми зерттеу жұмысымызда Күннің сәулесінен емес, оның жылу энергиясынан немесе геотермалды судың энергиясынан электр энергиясын алудың жолдарын қарастырдық. Еліміздің оңтүстік бөлігі геотермалды су қорларына бай екені бұрыннан белгілі. Бұл қорларды баламалы энергия көзі ретінде қолдануға болады. Ғылыми зерттеу жұмыстың негізгі мақсаты – жылу энергиясынан электр энергиясын электрохимиялық жолмен тікелей алу болып табылады.

Әртүрлі температураға ие термопара электродтары арасындағы пайда болатын электр қозғаушы күштің мәні өте төмен, бір градус айырмашылықта 0,034 мВ аспайтыны әдебиеттерден белгілі. Сондықтан бұл әдіс практика жүзінде айтарлықтай іске аспай отыр. Зерттеу жұмыстарында термоэлектродтар ретінде таза металдар немесе олардың қоспалары қолданылған. Жартылай өткізгіш қасиеті бар термоэлектродтарды қолдану, электродтар арасында пайда болатын электр қозғаушы күштің біршама жоғарылауына септігін тигізетіндігі анықталған [3]. Мұнда жартылай өткізгіштерде температураның жоғарылауы ток көзін тасымалдайтын электрондар саны жоғарылайтыны белгілі болды. Термоэлектрод ретінде құрамы өте күрделі жартылай өткізгіштерді Bi_2Te_3 – Bi_2Se_3 жүйесін қолданғанда ЭҚК коэффициенті 0,2мВ/град шамасына жетті. Алайда бұл электродтарды қолданудың өзіндік қиындықтары бар. Олар термоэлектродтарды белгілі бір құрамда дайындаудың күрделі болуымен және олардың төмен электрөткізгіштігімен байланысты [4-5].

Зерттеу барысында екі инертті электродты ерітіндіге салғанда электродтар кеңістіктерінде температура айырмасы болатын болса, электродтар арасында ЭҚК пайда болатыны анықталды. ЭҚК мен қысқа тұйықталу тогы мәндері электродтар кеңістіктеріндегі температура айырмашылығына тәуелділігі анықталды.

Электролит ретінде бейорганикалық қышқылдар мен тұздардың сулы ерітінділерін қолдануға болады. Ал электродтар ретінде өндірісте шығарылатын кез келген электрөткізгіш материалдарды қолдануға болады. Біз графит, мыс және титан электродтарын қолдандық. Графит электродын тотыққан және тотықсызданған иондар бар ерітіндіге салатын болсақ, электродтарда тотығу-тотықсыздану әлеуеті пайда болады, оның мәні Нернст теңдеуі арқылы анықталады.

$$E = E_{Cu^+/Cu^{2+}}^0 + \frac{RT}{nT} \lg \frac{a_{Cu^{2+}}}{a_{Cu^+}}$$

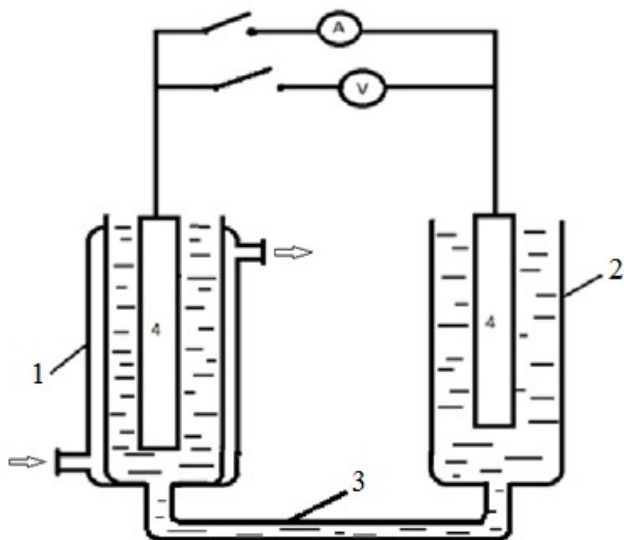
Көрсетілген Нернст теңдеуі бойынша графит электродында пайда болған тотығу - тотықсыздану әлеуетінің мәні ерітіндідегі иондардың жоғарғы және төменгі тотығу дәрежесіндегі мәндерінің қарым қатынасына және ерітінді температурасының мәніне тәуелді. Осы жағдайда бірдей ерітіндіге батырылған, әртүрлі температурадағы электродтар арасында ЭҚК пайда болады. Дәл осы жүйе ток көзі ретінде жұмыс жасауы үшін, сәйкесінше электродтарда қайтымды тотығу - тотықсыздану реакциясы жүруі тиіс (мысалы Fe^{2+} Fe^{3+} ; Cu^+ Cu^{2+} ; Se^0 Se^{2-} және т.б.)

Инертті графит электродтар беттерінің бірінде тотығу, ал екіншісінде тотықсыздану реакциясы жүргендіктен электролит құрамы ешқашан да өзгермейді, бұл электродтың 10–20 жыл бойы немесе одан да көп уақыт қызмет етуіне мүмкіншілігі бар екенін көрсетеді.

Жылу энергиясын электр энергиясына айналдыруды зерттеуге арналған қондырғының түбегейлі схемасы 1- суретте келтірілген. Зерттеу жұмыстарына сүйене отырып жылу энергиясын электр энергиясына айналдыруға болатынын эксперимент нәтижелерінен көруге болады. Тұрақты жылу көзі ретінде Күн энергиясының жылуын немесе геотермалды сулардың жылу энергиясын қолдануға болады.

Тәжірибелерде қолданылған қондырғы екі шыны электролизерден (1,2), оларды бір бірімен қосатын көпіршеден (3) тұрады. Бірінші электролизер термостатталған (термостат арқылы). Қажет болған жағдайда электродтық кеңістіктерде температураны 20⁰С пен 90⁰С арасындағы айырмашылықта ұстап тұруға болады. Электролизерге құйылған электролиттің көлемі – 100 мл.

Электрод ретінде графит (4) немесе мыс және титан электродтары қолданылды. Графит электродының ауданы – 28,4 см². Бірінші термостатталған электролизердегі температураны өзгертіп отырып, екі электролизерде орналасқан электродтар арасында пайда болатын электр қозғаушы күші (ЭҚК) және қысқа тұйықталу тоғының (ҚТТ) мәндері анықталынды.

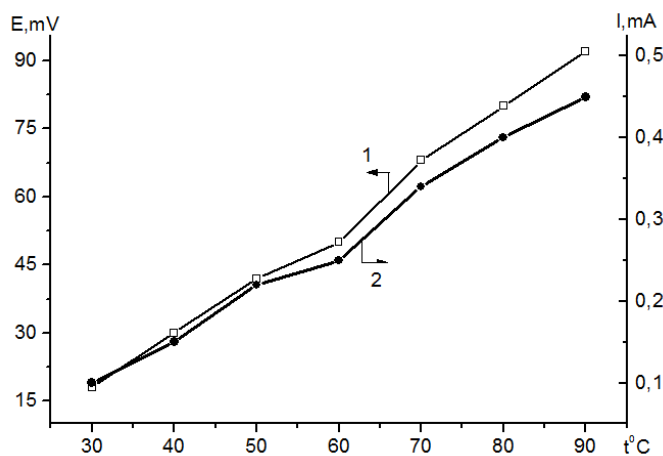


- 1 – Термостатталған электролизер;
- 2 – термостатталмаған электролизер;
- 3 – электродтар кеңістігін қосатын көпірше,
- 4 – графит электроды

1-сурет – Жылу энергиясын электр энергиясына айналдыру мүмкіншіліктерін зерттеуге арналған лабораториялық қондырғының түбегейлі схемасы

Зерттеу жұмыстарында тұз қышқылды ерітіндіде бір және екі валентті мыс иондары концентрацияларының және электролизердегі ерітіндінің температура айырмашылықтарының «графит-графит» жұбындағы пайда болатын ЭҚК мәніне әсері зерттелді.

Алғашқы зерттеулер Cu^{2+} және Cu^+ иондарының қатысында тұз қышқылды ерітіндіде, электродтар арасында пайда болатын ЭҚК және ҚТТ мәндеріне, термостатталған электролизердегі температураға байланысты өзгеруін зерттеуге бағытталды (2 – сурет).

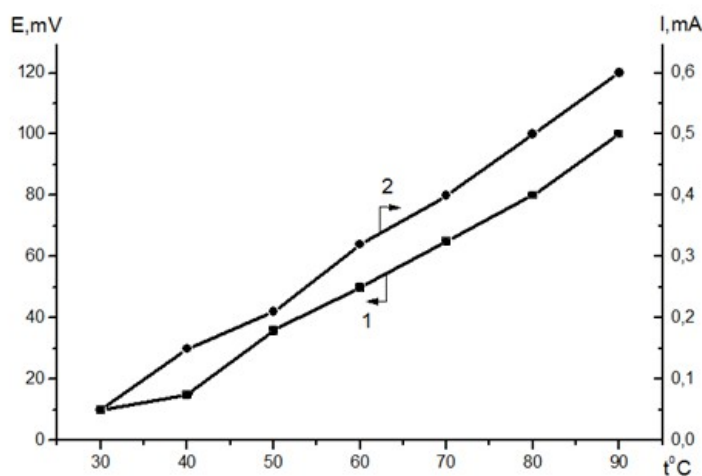


$C(\text{CuCl}_2) - 20\text{г/л}$; $C(\text{CuCl}) - 10\text{г/л}$;
 $\text{HCl} - 50\text{г/л}$. ($t_0 = 22^\circ\text{C}$)

2 сурет – Тұз қышқылды ерітіндісінде графит электродтар арасында түзілетін ЭҚК(1) және ҚТТ (2) мәндеріне термостатталған электролизердегі температураның әсері

Зерттеу нәтижелері ерітінді температурасының жоғарылауы электродтар арасында пайда болатын ЭҚК және ҚТТ мәндерін біртіндеп өсуіне әкелетінін көрсетті. Зерттеу жағдайында электродтар кеңістіктері арасындағы температура айырмашылығы 60°C болғанда ЭҚК мәні – 92мВ , ал ҚТТ – $0,45\text{ мА}$ -ге тең болды.

Тұз қышқылды ерітіндісінде Cu^{2+} және Cu^+ иондарының концентрациялары жоғары болғанда электродтар аралық кеңістікте пайда болатын ЭҚК және ҚТТ мәндерінің өсетіні көрсетілді (3 – сурет).



$C(\text{CuCl}_2) - 100\text{г/л}$; $C(\text{CuCl}) - 100\text{г/л}$; $\text{HCl} - 50\text{г/л}$. ($t_0 = 22^\circ\text{C}$)

3 сурет – Тұз қышқылды ерітіндісінде мыс иондарының жоғары концентрацияларында

графит электродтар арасында
түзілетін ЭҚК(1) және ҚТТ (2)
мәндеріне термостатталған
электролизердегі
температураның әсері

Термостатталған кеңістікте ерітінді температурасы 90°C болғанда ЭҚК – 100 мВ, ал ҚТТ – 0,63 мА.

Алдын ала зерттеулерге сүйеніп, нәтижелерді ескере отырып, келесі тәжірибеде электродтар тізбегінде өзгерістер жасадық. Нақтылап айтар болсақ, «графит - графит» электродтар жұбының орнына «мыс - графит» жұбын қолдандық. Мыс электродының ауданы – $16,8\text{ см}^2$.

Тәжірибе барысында температура айырмашылығы 60°C болғанда электрод аралық кеңістікте пайда болатын ЭҚК мәні – 246 мВ, ал ҚТТ – 0,49 мА мәнге ие болды. Көрсеткіштер (1-кесте) басқа тәжірибелердегі көрсеткіштермен салыстырғанда біршама жоғары болғанымен, мыс электрод бетінде электролиз ұзақтығына байланысты мыс иондарының тотықсыздану процесі жүретіндігі анықталды, бұл процесс өз кезегінде жүйеде пайда болатын ЭҚК және ҚТТ мәндерінің біртіндеп төмендеуіне алып келуі мүмкін. Бұл тәжірибелерде мыс электроды электролизердің термостатталмаған бөлігінде, ал графит электроды термостатталған бөлігінде орналастырылған.

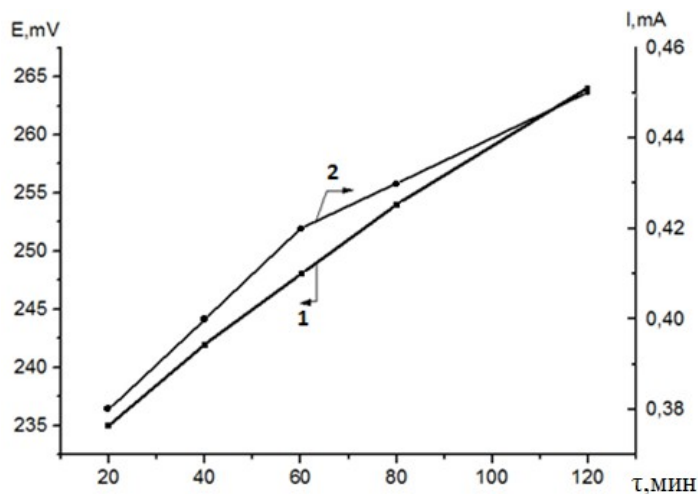
1-кесте. Мыс - графит жұбында тұз қышқылды ерітіндісінде электрод аралық кеңістікте пайда болатын ЭҚК және ҚТТ мәндерінің температураға тәуелділігі

$t^{\circ}\text{C}$	30	40	50	60	70	80	90
E.mV	160	172	180	200	215	230	246
I.mA	0,30	0,33	0,36	0,39	0,42	0,46	0,49

Ескерту: $\text{C}(\text{CuCl}_2)$ – 10г/л ; $\text{C}(\text{CuCl})$ – 20г/л HCl - 50г/л мыс электроды электролизердің термостатталмаған бөлігінде орналастырылған.

Эксперимент нәтижелерінен графит электродының орнына мыс электродын қолданғанда, электрод арасындағы ЭҚК мәні 2 - 3 еседей өсетінін байқауға болады.

Мыс(I) – мыс(II) жүйесінде «графит- мыс» электродтары арасында пайда болтын ЭҚК және ҚТТ мәндеріне электролиз ұзақтығының әсері зерттелінді.



$C(\text{CuCl}_2) - 20\text{г/л}$; $C(\text{CuCl}) - 10\text{г/л}$
;

$\text{HCl} - 50\text{г/л}$ $V - 100$ мл ($t_0 = 22^\circ\text{C}$)

4 сурет – Графит – мыс
электродтары арасында пайда
болатын ЭҚК (1) және ҚТТ (2)
мәндеріне электролиз
ұзақтығының әсері

Графит-мыс жүйесінде зерттеу уақыты өскен сайын, жүйеде пайда болатын ЭҚК және ҚТТ мәндері де жоғарылайтынын көрсетті. Тәжірибе барысында мыс электродының бетінде мыс иондарының тотықсызданатындығы анықталды.

Алынған нәтижелерге сүйеніп қорыта айтқанда, электрохимиялық әдіспен жылу энергиясынан электр энергиясын алуды жүзеге асыруға болатыны көрсетілді және де бұл әдіс қазіргі таңда қолданылып жүрген әдістерден тиімді және жақын болашақта өзінің қолданыс аясын тауып, ғаламшарымыздағы энергия тапшылығы проблемаларын шешуде өз орнын алады деген тұжырым жасауға болады.

ӘДЕБИЕТ

1 Назарбаев Н.А. Глобальная энерго-экологическая стратегия устойчивого развития в XXI веке. – Астана: Экономика, 2011. - 194с.

2 Надиров Н.К. Развитие возобновляемой энергетики или безальтернативная энергетика // Физико-химические основы преобразования солнечной энергии: Доклады III междунар. научно-практ. семинара, г. Алматы, ноябрь 2006 г. / Алматы, 2007. - С.3-15.

3 Попков М.М. Термометрия и колориметрия. – МГУ, 1954. - 452с.

4 Баймиров М.Е., Анисимов Б.Ф. Состояние и перспективы развития солнечной энергетики // Физико-химические основы преобразования солнечной энергии: Доклады II Междунар. научно-практ. семинара. - Алматы, 2005. - С.56-65.

REFERENCES

1 Nazarbayev N. A. Astana: ekonomika, **2011**. 194 p. (in russian)

2 Nadirov N.K. Doklady III mezhdunarodny konferenciyy Almaty, November, 2006 / Almaty, **2007**. P. 3-15 p. (in russian)

3 Popkov M. M. Thermometry and colorimetry. – MGU, **1954**. P. 452.

4 Baymirov M. E. Anisimov B. F. Doklady II mezhdunar. nuchno – prakt. konferenciyy Almaty, November, 2006 / Almaty, **2007**. P. 3-15 p. (in russian) Seminara. - Almaty, **2005**. P. 56-65

Резюме

А.Б. Баяшов, Н.Б. Сарсенбаев

(АО «Институт органического катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», г. Алматы)

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ В СИСТЕМЕ МЕДЬ(I) МЕДЬ(II) ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Исследован процесс возникновения электродвижущей силы и величины тока короткого замыкания в электрохимической системе (Cu^{2+} - Cu^+) в зависимости от разности температуры в электродных пространствах.

Ключевые слова: электролиз, ионы меди, электродвижущая сила, ток короткого замыкания

Summary

A.B.Bayeshov, N.B Sarsenbaev

(«Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry of D.V. Sokolsky», Almaty)

TRANSFORMATION OF THERMAL ENERGY TO ELECTRIC ENERGY IN THE SYSTEM COPPER (I) AND COPPER (II) BY ELECTROCHEMICAL METHOD

Process formation of the electromotive force and size only currents short circuit of electrochemical system in water solution which containing cations of metals(Cu^{2+} , Cu^+) depending on a difference of electrolyte temperature in electrode space of the electrolyzer is investigated.

Key words: electrolysis, electromotive force, currents short circuit.