

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

ҚЫСҚА ТҰЙЫҚТАЛҒАН ТЕМІР-ГРАФИТ ГАЛЬВАНИКАЛЫҚ ЖҰБЫНДА ТЕМІР (II) ХЛОРИДІНІҢ ТҮЗІЛУІ

Аннотация

Құрамында темір (III) иондары бар тұз қышқылы ерітіндісінде қысқа тұйықталған темір-графит гальваникалық жұбының электрохимиялық қасиеті зерттелді. Темір-графит гальваникалық жұбында электродтар арасында мәндері 200-600 мВ аралығында электр қозғаушы күш (ЭҚК) пайда болатындығы және, сәйкесінше, эксперимент жағдайларына байланысты 40-120 мА шамасында қысқа тұйықталған ток (ҚТТ) күші пайда болатындығы көрсетілді. Қарастырылып отырған жағдайда, құрамында үш валентті темір иондары бар хлоридт ерітіндіде, темір электроды екі валентті темір хлоридін түзе ерітіндігі анықталды. Бұл реакцияның жылдамдығы, темір (III) және тұз қышқылы концентрациясының артуымен, одан басқа электролит температурасының жоғарылауымен артатындығы көрсетілді.

Кілт сөздер: электрқозғаушы күш, темір, гальваникалық жұп.

Ключевые слова: электродвижущая сила, железо, гальваническая пара.

Keywords: Electromotive power, iron, galvanic pair.

Әдебиеттен белгілі [1,2], егер темір (III) иондары бар тұз қышқылы ерітіндісіне темір электродын салса, электродты токпен поляризацияламаған кездің өзінде, төменгі еакция бойынша металдың еріп, екі валентті темір иондарының түзілуі іске асады:



Бұл реакция белгілі тепе-теңдік орнағанға дейін оңға қарай жүреді ($1 \cdot 10^{41}$).

Түзілетін екі валентті темір тұздарының концентрациясының мөлшері және 1- реакция жылдамдығының мәні, ерітіндідегі үш валентті темір иондарының мөлшеріне, ерітінді рН-ына және температураға тәуелді.

Темір электродын үш валентті темір иондары бар тұз қышқылы ерітіндісіне салып поляризациялағанда, электрод бетінде төмендегі реакциялар орын алады:



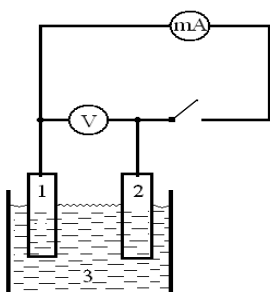
Әдеби деректер бойынша, темір электроды анодты еру кезінде, ерітіндіге алғашқыда екі валентті ион түрінде өтеді, ал темір (III) иондары катодты тотықсызданғанда да, ол металл күйіне дейін тотықсызданудан бұрын оның аралық екі валентті иондары түзілетіндігі белгілі.

Бұл ұсынылып отырған зерттеуде құрамында үш валентті темір иондары бар тұз қышқылы ерітіндісінде «темір-графит» жұбындағы темірдің еру заңдылықтарын және бұл электродтар арасындағы электр қозғаушы күштердің (ЭҚК), тізбектен өтетін токтардың туындауын және олардың мөлшерлерін анықтауды мақсат еттік.

Тәжірибе әдістемесі

Зерттеулер 50 мл-лік шыны стаканда жүргізілді. Темір және графит электродтарының беттік ауданы – 4,5 см². Эксперимент жүргізу үшін 1-суретте көрсетілгендей қондырғы жинақталды.

Зерттеулерде, тұз қышқылды темір (III) ерітіндісінде «темір-графит» электродтары жұбында пайда болатын электр қозғаушы күш ток мөлшері және темір электродының еру жылдамдығының әртүрлі параметрлерге тәуелділігі анықталды.



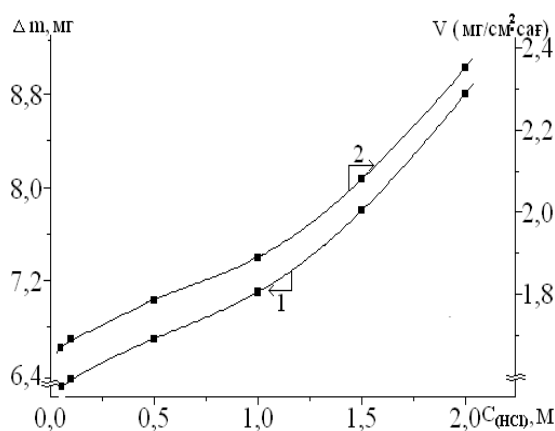
1-сурет – «Темір-графит» электродтар жұбындағы электро-химиялық құбылыстарды зерттеуге арналған қондырғы:
1 – темір электроды, 2 – графит электроды, 3 – құрамында темір (III) иондары бар тұз қышқылы ерітіндісі.

Нәтижелер және оларды талқылау

Алғашқыда құрамында 10 г/л темір (III) иондары бар 1 М тұз қышқылы ерітіндісіне жалғыз темір электродын салған кездегі, оның температураға байланысты 1-ші реакция бойынша еруі зерттелінді. Талдау нәтижелері темір электродының темір (II) хлоридін түзе еритіндігін көрсетеді.

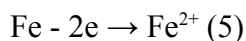
Егер темір (III) хлориді ерітіндісіне темір және графит электродтарын салсақ, екі электрод арасында белгілі бір қозғаушы күш пайда болады, ал микроамперметр арқылы қоссақ, тізбектен белгілі мөлшерде ток өтетініне көз жеткізуге болады. Демек, бұл кезде «Темір-графит» гальваникалық жұбында, темір электродының еру жылдамдығы күрт жоғарылайды. 2 және 3-суреттерде темір-графит гальваникалық жұбын

микроамперметрмен қысқа тұйықтаған кезіндегі, темір электродының тұз қышқылы және темір (III) иондары концентрацияларына байланысты екі валентті темір иондарын түзе еру жылдамдықтары көрсетілген (2-сурет).

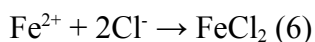


2-сурет – Қысқа тұйықталған «темір-графит» гальваникалық жұбындағы темір электродының еруіне тұз қышқылы концентрациясының әсері: Fe(III) = 10 г/л, τ = 30 минут; (1 – еріген масса, 2 – темірдің еру жылдамдығы)

Бұл гальваникалық жұпта, темір электроды мына реакция негізінде ерітіндіге өтеді:

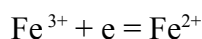


Түзілген екі валентті темір иондары ерітіндідегі хлорид иондарымен әрекеттесіп FeCl₂ қосылысы түзіледі:

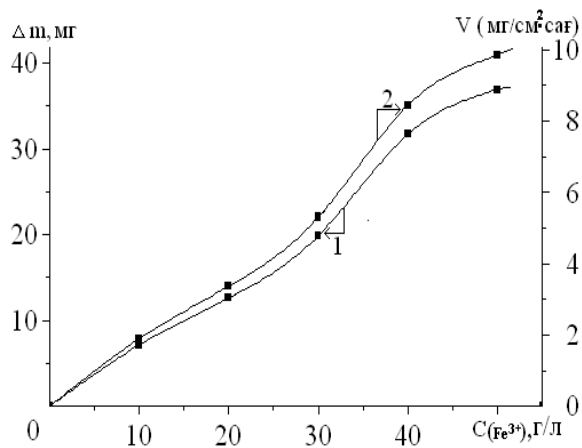


Тұз қышқылының және темір (III) иондарының концентрациясының жоғарылауы гальваникалық жұптағы темір электродының еру жылдамдығын өсіреді. Бұл құбылысты, темір (III) иондарының концентрацияларының өсуіне байланысты 1-ші реакциядағы тепе-теңдіктің оңға ығысуымен және тұз қышқылының концентрацияларының өсуіне байланысты хлорид қосылыстарының түзілуінің оңайлауымен түсіндіруге болады.

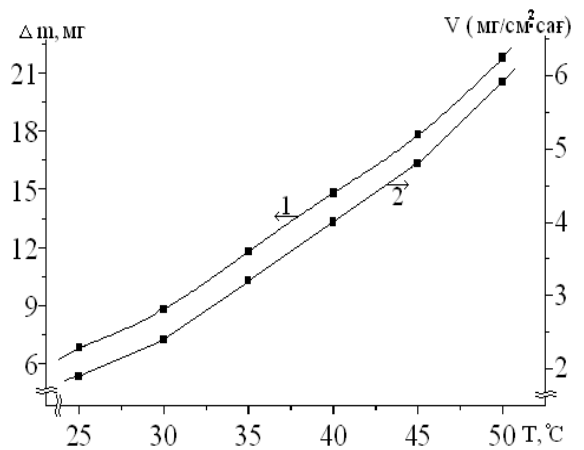
Айта кету керек, екі валентті темір иондары графит электродында да түзіледі:



Келесі зерттеулер «Темір-графит» гальваникалық жұбындағы темір электродының еру жылдамдығы ерітінді температурасының жоғарылауына байланысты өсетіндігін көрсетеді (4-сурет).



3-сурет – 1М тұз қышқылы ерітіндісінде «Темір-графит» гальваникалық жұбындағы темір электродының еру массасына (1) және жылдамдығына (2) темір (III) иондарының әсері: $\tau = 30$ минут



4-сурет – «Темір-графит» гальваникалық жұбындағы темір электродының температураға байланысты еруі: $\text{HCl} = 1 \text{ M}$; $\text{Fe(III)} = 10 \text{ г/л}$; $\tau = 30$ минут; (1 – еріген масса айырымы, 2 – еру жылдамдығы)

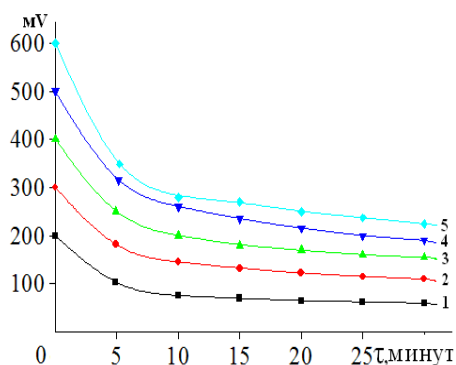
Жоғарыда көрсетілгендей, құрамында әртүрлі мөлшерде темір (III) иондары бар тұз қышқылы ерітіндісіне темір және графит электродтарын салғанда, олардың арасында электрқозғаушы күш (ЭҚК) пайда болады және оның мөлшері темір (III) иондары концентрациясына тәуелді. Мысалы, құрамында 10,20 және 30 г/л темір (III) иондары бар тұз қышқылы ерітіндісінде электродтар арасындағы ЭҚК алғашқыда, сәйкесінше, 200, 300, 400 мВ мәндеріне тең, брақ уақыт өткен сайын ЭҚК мөлшері біртіндеп төмендейді (5-сурет).

Өзінің үш валентті иондары бар ерітіндіге салынған темір бірінші текті электродқа жатады, олардың әлеуеті $\text{Fe}^0 - \text{Fe(III)}$ жүйесі негізінде анықталады. Сонда бұл әлеуеттің стандартты жағдайдағы мәні $E^0_{\text{Fe}^0/\text{Fe}^{3+}} = -0,04 \text{ В}$ -қа тең.

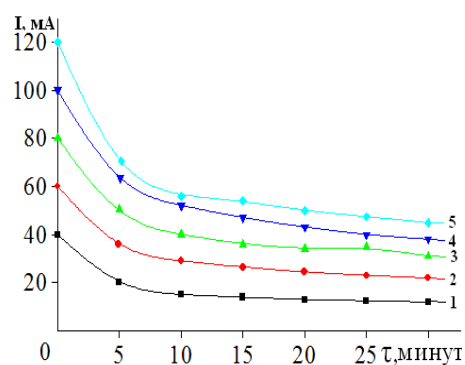
Ал инертті графит электродында, $\text{Fe(III)} - \text{Fe(II)}$ жүйесіне негізінде тотығу-тотықсыздану әлеуеті орнығып, оның стандартты жағдайдағы мәні $E^0_{\text{Fe(III)} - \text{Fe(II)}} = +0,77 \text{ В}$ -қа тең болады. Теориялық тұрғыда, темір және графит электродтары арасында мынадай ЭҚК (E) пайда бола алады:

$$E = 0,77 - (-0,04) = 0,81 \text{ В}$$

Электродтарды ерітіндіге салғанда, алғашқы кезде екі валентті темір иондарының концентрациясы нөлге жақын. Ал уақыт өткен сайын олардың концентрациясы біртіндеп көбейіп, графит электродындағы әлеует Нернст теңдеуі негізінде төмендей бастайды. Нәтижесінде «Темір-графит» гальваникалық жұбындағы ЭҚК мәні де төмендейді.



5-сурет – Құрамында әртүрлі мөлшерде темір (III) иондары бар «темір-графит» гальваникалық жұбындағы электр қозғаушы күшінің уақытқа тәуелділігі: $\text{HCl}=1 \text{ M}$; $\text{Fe (III)г/л: 1 – 10; 2 – 20; 3 – 30, 4 – 40, 5 – 50}$



6-сурет – Құрамында әртүрлі мөлшерде темір (III) иондары бар «темір-графит» гальваникалық жұбындағы ток мөлшерінің уақытқа тәуелділігі: $\text{HCl} = 1 \text{ M}$; $t = 20^\circ\text{C}$; $\text{Fe (III) г/л: 1 – 10; 2 – 20; 3 – 30, 4 – 40, 5 – 50}$

Тұз қышқылды темір (III) хлориді ерітіндісіне темір және графит электродтарын салсақ, оларды тікелей микроамперметр арқылы жалғағанда, электродтар аралығында ток пайда болатындығы анықталды. Эксперимент нәтижелері тізбектен өтетін ток мөлшері, ерітіндідегі темір (III) иондарының концентрациясы және ерітінді температурасына тәуелділігін көрсетеді (6- сурет).

Ертіндіде темір (III) иондары аз болғанда тізбектен өтетін токтың мөлшері де аз. Темір (III) иондарының концентрациясының өсуі тізбектегі ток күшінің өсуіне мүмкіншілік тудырады. Мысалы, темір (III) иондарының концентрациялары 10, 20 және 30 г/л болғанда, тікелей жалғанған амперметрдегі ток мөлшері, сәйкесінше, 40, 60 және 80 мА-ге тең. Тізбектен өтетін ток мәнінің 60 минут аралығында біртіндеп төмендеуі байқалады.

Қорыта айтқанда, темір электродының темір (III) хлориді ерітіндісінде еруі «Темір-графит» гальваникалық жұбында екі валентті темір иондарының түзілуі күрт өседі. Бұл гальваникалық жұпты электрохимиялық ток көзі ретінде де пайдалануға болады. Темір электродының, темір (III) хлориді ерітіндісінде, ерітіндіге салынған графит электродына тікелей жалғау арқылы, екі валентті темір хлоридін алуға болатындығы алғаш рет көрсетілді. Бұл зерттеулер нәтижесінде темірдің екі валентті хлоридін синтездеудің жаңа әдісін ұсынуға болады.

ӘДЕБИЕТ

- 1 Латимер В.М. Окислительные состояния элементов и их потенциалы в водных растворах. М., 1954. -228 с.
- 2 Карякин Ю.В. Чистые химические вещества. М., 1974. 108 с.

REFERENCES

- 1 Latimer V.M. Oxidation States of the elements and their potentials in aqueous solutions, Moscow, **1954**. 228.
- 2 Karjakin Y. V. fine chemicals, Moscow, **1974**. 108с.

Резюме

А.Б. Баешов, А.М. Сартжан, А.К. Баешова

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

ФОРМИРОВАНИЕ ХЛОРИДА ЖЕЛЕЗА(II) В ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ ПАРЫ «ЖЕЛЕЗО-ГРАФИТ»

Исследовано электрохимическое поведение гальванической пары «железо-графит» в растворе соляной кислоты, содержащем ионы железа (III). В гальванической паре «железо-графит» между электродами формируется электродвижущая сила (ЭДС) величиной 200-600 мВ и возникает ток короткого замыкания в пределах 40-120 мА в зависимости от условий эксперимента. Установлено, что в растворе, содержащем ионы железа (III), железный электрод растворяется с образованием хлорида двухвалентного железа, скорость растворения повышается с увеличением концентраций ионов железа (III), соляной кислоты и температуры электролита.

Ключевые слова: электродвижущая сила, железо, гальваническая пара.

Summary

A.B. Baeshov, A.M. Sartzhan, A.K. Baeshova

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

FORMATION OF IRON CHLORIDE (II) IN A CLOSED SYSTEM GALVANIC COUPLE "IRON-GRAPHITE"

The electrochemical behavior of the galvanic couple "iron-graphite" in hydrochloric acid solution containing ions of iron (III). In galvanic couple "iron-graphite" electrodes formed between the electromotive force (EMF) size 200-600 mV and short circuit current occurs in the range 40-120 mA, depending on the experimental conditions. Found that the solution containing ferrous ions (III), iron electrode dissolves to form ferrous chloride, the dissolution rate increases with increasing concentrations of iron (III), hydrochloric acid and the electrolyte temperature.

Keywords: Electromotive power, iron, galvanic pair.

Поступила 17.05.2013 г.