

УДК 541.13

Ә. Б. БАЕШОВ, Д. Ә. ӘБІЖАНОВА, М. Ж. ЖҮРЫНОВ

ӨНДІРІСТІК АЙНЫМАЛЫ ТОКПЕН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАНГАН ИНДИЙДІҢ КҮКІРТ ҚЫШҚЫЛЫ ЕРІТІНДІСІНДЕГІ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТІ

Жиілігі 50 Гц өндірістік айнымалы токпен поляризацияланған индийдің күкірт қышқылы ерітіндісіндеғі еру мүмкіншіліктері алғаш рет зерттелді. Индийдің еруінің ток бойынша шығымына және еру жылдамдығына: айнымалы және тұрақты ток тығыздығының, күкірт қышқылы концентрациясының, электролиз үзактығының, электролит температурасының және айнымалы ток жиілігінің әсерлері қарастырылды. Айнымалы токпен поляризацияланған индий электродының жогарғы ток шығымымен еритіндігі алғаш рет көрсетілді.

Қазіргі кезде айнымалы ток – электрохимиялық зерттеу өдістерінде, сондай-ақ әртүрлі электродтық процестерді іске асыру үшін кеңінен қолданыс тауып келеді [1].

Электрохимиялық жүйелерде тізбектен айнымалы ток өткен кездегі электрод процестерін зерттеу қазіргі заманғы электрохимияның алдыңғы қатарлы эксперименттік өдістерінің бірі болып табылады. Бұл тәсіл әртүрлі принципиальді мәселелерді шешуге мүмкіндік бере алады. Ол электрод-электролит шекараларындағы қос электрод қабаты құрылымын зерттеуінен бастап, электрохимиялық процестер механизмінің нәзік құбылыстарын анықтаумен аяқталады. Импеданссты өдістің электрохимияда санды түрде қолданылуының басталуы өткен ғасырдың орта кезіндегі электрохимик мамандармен тұрғызылған.

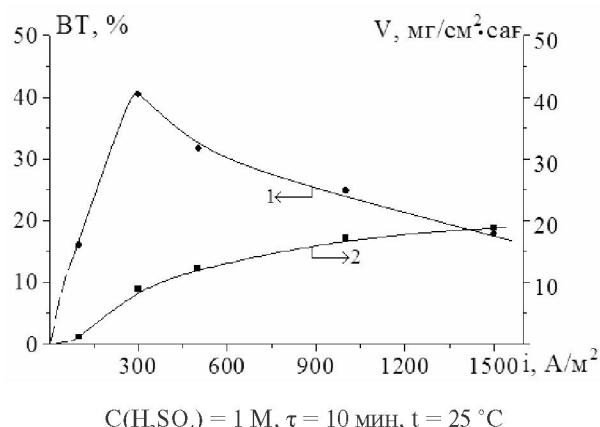
Электрохимиялық реакцияларды зерттеу максатымен айнымалы токты қолданудың бірінші сынағы XIX ғ. аяғында басталған болатын. Бірақ айнымалы ток өдісі, тек қана 1940 ж. кейін А. Н. Фрумкин және оның қызметкерлерімен платина электродында сутегі иондарына қатысты электродты процесс механизмін анықтап білумен байланысты электрохимиялық кинетиканың принципиалды сұраптарын шешу үшін қолданылғаннан кейін ғана қолданыла бастады [2].

Қазіргі кезде өнідірістік қалдықтарды өндеу, оларды екіншілік шикізат ретінде пайдалану, сондай-ақ олардан бағалы компоненттерді бөліп алушың экологиялық тиімді өдістерін жасау өзекті мәселенің бірі болып отыр [1, 3, 4].

Біздің ұсынып отырған жұмысымызда, күкірт қышқылы ерітіндісінде индийдің еруінің ток бойынша шығымына әртүрлі электрохимиялық

негізгі параметрлердің әсерлері қарастырылды: айнымалы және тұрақты ток тығыздығының, күкірт қышқылы концентрациясының, электролиз үзактығының, электролит температурасының және айнымалы ток жиілігінің әсері. Электродтың еруінің ток бойынша шығымы, айнымалы токтың анод жартылай периодына және индийдің үш валентті иондары түзіледі деп есептелінді.

Алдымен айнымалы токпен поляризацияланған екі индий электродының еруінің ток бойынша шығымына ток тығыздығының әсері қарастырылды (1-сурет).



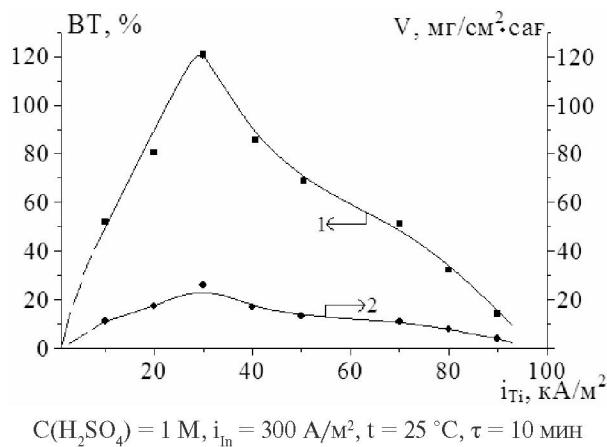
1-сурет. Күкірт қышқылы ерітіндісінде индийдің еруінің ток бойынша шығымына (1) және еру жылдамдығына (2) айнымалы ток тығыздығының әсері

1-суретте көрініп түрғандай, электродтың еруінің максимальды ток бойынша шығымы, электродтардағы ток тығыздығы 300 A/m² болғанда байқалады және оның мәні 40,5% тең.

Алдын ала жүргізілген эксперименттер, екі электродтың бірін титан электродымен ауысты-

рғанда, индий электродының еруінің ток бойынша шығымы мардымы өсетіндігін көрсетеді. Сол себептен индийдің еруінің ток бойынша шығымына титан электродындағы ток тығыздығының өсере зерттелді. Әртүрлі токтың тығыздығында титаның бетінде әртүрлі жартылай өткізгіштік қасиеттері бар әртүрлі құрамды оксидтік қабаттар түзілетіндігі белгілі [3, 4]. Титан бұл жағдайда қосымша электрод рөлін және айнымалы токтың түзеткіші рөлін атқаратындығы да бұрынғы зерттеулерде көрсетілген.

Титан электродында токтың тығыздығы 30 kA/m^2 болған кезде, индий электродының максимальді еруі байқалады және оның мәні шамамен 120 % құрайды (2-сурет).

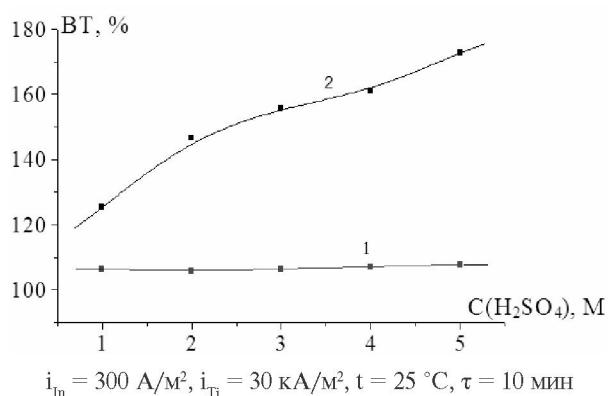


2-сурет. Құқірт қышқылы ерітіндісінде титан электродындағы токтың тығыздығының индийдің еруінің ток бойынша шығымына (1) және еру жылдамдығына (2) өсере

Зерттеулер нәтижелері көрсеткендегі, индий айнымалы токпен поляризацияланған кезде негізінен үш валентті иондарын түзе еритіндігін көрсетеді.

Құқірт қышқылының концентрациясы жоғарылаған сайын, индийдің еруінің ток бойынша шығымы да көтеріледі (3-сурет). Металдың еруінің ток бойынша шығымының тіпті тұрақты токпен поляризацияланған кезде де 100 % жоғары болуы, индийдің үш валентті иондарымен бірге бір және екі валентті иондарын да түзе жүретінін көрсетеді.

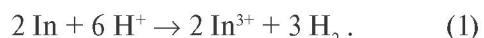
Индий поляризацияланбаған кезде өте тәмен жылдамдықпен – $0,2 \text{ mg/cm}^2\cdot\text{саf}$ еритінін және құқірт қышқылының концентрацияның $1\text{--}5 \text{ M}$ аралығында өзгеруі еру процесіне өсер еттейтінін айта кету керек. Ал 1 M құқірт қышқылы ерітін-



3-сурет. Индийдің еруінің ток бойынша шығымына құқірт қышқылы концентрациясының өсере: 1 – тұрақты токпен, 2 – айнымалы токпен

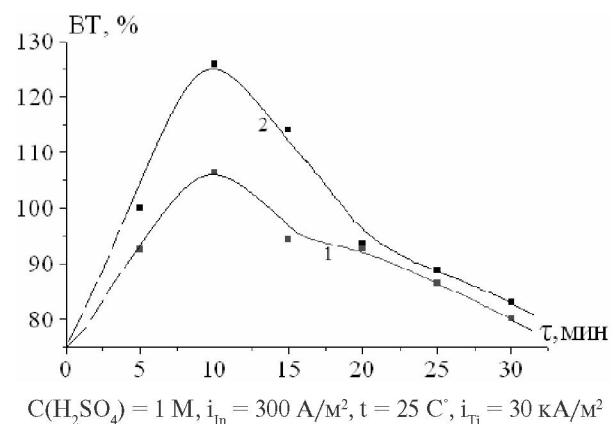
дісінде, индийдің токтың тығыздығы 300 A/m^2 , титанда – 30 kA/m^2 болғанда, индийдің еру жылдамдығы $18,0 \text{ mg/cm}^2\cdot\text{саf}$ болады. Демек, айнымалы токпен поляризациялау кезінде индийдің еруінің жылдамдығы 90 есеге жуық жоғарылады.

Индийдің химиялық еруі, теріс потенциалды метал ретінде $E^\circ(\text{In}^{3+}/\text{In}^0) = -0,342 \text{ В}$ қышқыл ерітінділерден сутегін ығыстырып шығаруымен түсіндіріледі:



Құқірт қышқылы концентрация өсken сайын сутегі иондарының саны өсіп, бұл (1) реакция бойынша индий электродының химиялық еру мүмкіншілігін жоғарылатады. Айнымалы токпен поляризациялау кезінде, бұл реакцияның жылдамдығы құрт жоғарылады (3-сурет).

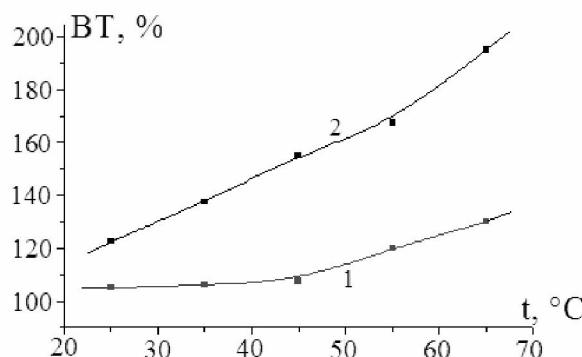
Айнымалы токпен поляризацияланған индийдің еруінің ток бойынша шығымына электролиз ұзақтығының өсере қарастырылды (4-сурет).



4-сурет. Құқірт қышқылы ерітіндісіндегі индийдің еруінің ток бойынша шығымына уақыт ұзақтылығының өсере: 1 – тұрақты токпен, 2 – айнымалы токпен

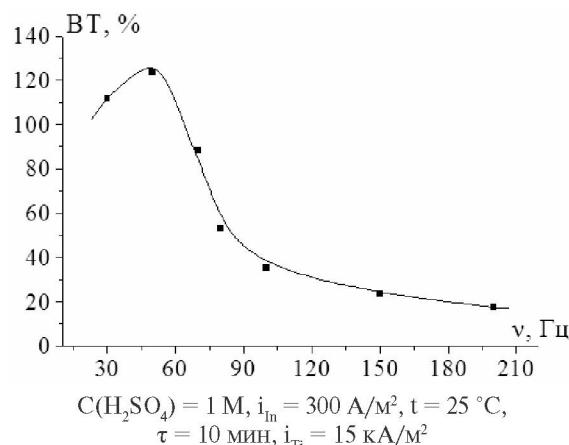
Уақыт өткен сайын индийдің еруінің ток бойынша шығымы алғашқы кезде жоғарылап (10 минутка дейін), содан соң төмөндегін анықталды.

Сонымен қатар индийдің электрохимиялық еруіне электролит температурасының өсері зерттелінді. Зерттеу нәтижелері көрсеткендегі, температура көтерілген сайын, индийдің еруінің ток бойынша шығымы да сызықты түрге жуық заңдалықпен өсетіні анықталды (5-сурет). Бұл құбылыс индийді айнымалы токпен поляризацияланған кезде оның электрохимиялық еруімен катар теріс потенциалды металл ретінде химиялық еру жылдамдығының да өсетінімен түсіндіріледі.



5-сурет. Құқырт қышқылы ерітіндісіндегі индийдің еруінің ток бойынша шығымына электролит температурасының өсері (1 – тұракты ток, 2 – айнымалы ток)

Айнымалы токтың әртүрлі жиілігінде жүргізілген зерттеулер, индийдің еруінің максимальді ток бойынша шығымы 50 Гц жиілігінде байқалтынын, ал 80 Гц жиіліктен асқанда металл еруі баяулап, 300 Гц аумағында токтай бастайтынын көрсетеді (6-сурет).



6-сурет. Құқырт қышқылы ерітіндісіндегі индийдің еруінің ток бойынша шығымына айнымалы ток жиілігінің өсері

Ал өдейі жүргізілген эксперименттер поляризацияланбаған индий электродының еруінің химиялық жылдамдығы, температураның өсуімен оншалықты өзгермейтінін көрсетеді (кесте). Бірақ айнымалы токпен поляризациялау кезінде, индийдің химиялық еру жылдамдығы температура өсken сайын күрт өседі.

**Поляризацияланбаған индий электродының ерітіндінің әртүрлі температурасындағы еру жылдамдығы
($H_2SO_4 - 1 \text{ h}, \tau - 10 \text{ мин}$)**

t, °C	25	35	45	55	65
V, мг/см ² ·сaf	0,25	0,26	0,27	0,30	0,31

Корыта айтқанда, жиілігі 50 Гц өндірістік айнымалы токпен поляризацияланған индийдің құқырт қышқылы ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеті алғаш рет зерттелді. Айнымалы токпен поляризацияланған индий электродының құқырт қышқылы ерітіндісінде жоғары ток бойынша шығымымен еритіндігі алғаш рет анықталды. Онтайлы жағдайда индийдің еруінің ток бойынша шығымы 100% асатындығы көрсетілді. Айнымалы токпен поляризациялау кезінде индийдің химиялық жылдамдығының күрт өседіндігі көрсетілді.

ӘДЕБИЕТ

1. Баевов А. Электрохимические процессы при поляризации промышленным переменным током // Мат-лы междуна. научно-практич. конф. «Современное состояние и перспектива развития науки и образования в Центральном Казахстане». Караганда, 2008. С. 209-214.

2. Фрумкин А.Н., Долин П.И., Эршлер Б.В. // Ж. Физ. химии. 1940. Т. 14. С. 886; С. 916 (1940); Acta physicochim. URSS. Т. 13. С. 747; С. 793 (1940); цит. По Б. М. Графов, Е. А. Укше. Электрохимические цепи переменного тока. М.: Наука, 1973. 128 с.

3. Баевов А.Б. Электрохимические методы извлечения меди, халькогенов и синтеза их соединений. Алматы: Наука, 1990. 107 с.

4. Баевов А.Б. Применение новых электрохимических методов в решении проблем металлургии, химии и экологии // Труды междунар. школы-семинара. Проблема электрохимии XXI века. Алматы, 2007. С. 37-46.

Резюме

Впервые исследовано электрохимическое поведение индия в сернокислой среде при поляризации промышленным переменным током частотой 50 Гц. Исследовано влияние различных параметров на выход по току растворения индия: плотности тока на индивом и титановом электродах, концентрации серной кислоты, продолжительности электролиза, температуры раствора и частоты тока. Установлено, что в оптимальных условиях индий

при поляризации переменным током растворяется с высоким выходом по току, превышающим 100%.

Summary

For the first time electrochemical behaviour of indium in sulphate medium has been investigated at polarisation by industrial alternating current of 50 Hz frequency. Influence of various parametres on current efficiency of indium dissolution has been investigated: current density on indium and titanium

electrodes, concentration of sulfuric acid, duration of electrolysis, temperature of solution and current frequency. It is established that in optimal conditions at polarisation by alternating current indium dissolves with high current efficiency exceeding 100 %.

Д. В. Сокольский атындағы

Органикалық катализ

және электрохимия институты

15.09.09 ж. түсмі