

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

Volume 2, Number 300 (2015), 85 – 90

UDC 541.1.38

**Investigation of the electrochemical properties of the copper electrode  
in the solution of potassium iodide by taking removal  
of potentiodynamic polarization curves****Bayeshov<sup>1</sup> A.B., Kadirbayeva<sup>2</sup> A.S., Bayeshova<sup>3</sup> A.K., Adaybekova<sup>4</sup> A.A.**  
[altinay\\_aidyn2789@mail.ru](mailto:altinay_aidyn2789@mail.ru), [bayeshov@mail.ru](mailto:bayeshov@mail.ru)<sup>1, 4</sup>«Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry of D.V. Sokolsky», Almaty, Kazakhstan<sup>2</sup>Kazakh-British technical university<sup>3</sup>Kazakh national university named after Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan**Key words:** potassium iodide, electrode, polarization, electrolysis, period, electrolyte.

**Abstract.** The regularities of copper dissolution during polarization industrial alternating current in a solution of potassium iodide were investigated. The electrochemical property of copper electrode in a solution of potassium iodide was studied by taken the removal of the anode-cathode and cathode-anode cyclic potentiodynamic polarization curves in a solution of potassium iodide. The effects of different parameters for anodic dissolution of copper were investigated. Which: potential sweep rate, electrolyte concentration and temperature of the electrolyte. The results showed that the electrode reactions proceed in a complicated mechanism and iodide copper formed on the electrode surface.

**Калий иодиді ерітіндісіндегі мыс электродының  
электрохимиялық қасиетін потенциодинамикалық  
поляризациялық қисықтар түсіру арқылы зерттеу****Баешов Ә.Б.,<sup>1</sup> Кадирбаева<sup>2</sup> А.С., Баешова<sup>3</sup> А.Қ., Адайбекова<sup>4</sup> А.А.**  
[Altinay\\_aidyn2789@mail.ru](mailto:Altinay_aidyn2789@mail.ru)<sup>1, 4</sup>«Д.В.Сокольский атындағы органикалық катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан<sup>2</sup> Қазақстан-Британ техникалық университеті, Алматы, Қазақстан<sup>3</sup> Әл-Фараби атындағы Қазақ-Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан**Кілт сөздер:** калий иодиді, электрод, поляризация, электролизер, период, электролит.

**Аннотация.** Өндірістік айнымалы токпен поляризацияланған мыстың, калий иодиді ерітіндісінде еру заңдылықтары анықталды. Калий иодиді ерітіндісіндегі мыс электродының электрохимиялық қасиеттері анод-катодты және катод-анодты циклді потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру арқылы зерттелінді. Калий иодиді ерітіндісінде мыс электродының тотығу процесіне ерітінді концентрациясының, потенциал өзгеру жылдамдығының, электролит температурасының әсерлері зерттелінді. Зерттеу нәтижелері электродта жүретін реакциялардың өте күрделі механизммен жүретіндігі және электрод бетінде мыс (I) иодиді қосылысының түзілетіндігі алғаш рет көрсетілді.

Мыс – ертеден қолданыс тапқан ең алғашқы металдардың бірі. Қазіргі таңда оның қосылыстарын электрохимиялық жолмен таза, әрі сапалы етіп алудың маңызы артуда. Мысты әр түрлі орталарда электрохимиялық қасиеттерін зерттеген еңбектер де бар [1-6], бірақ калий иодиді ерітіндісінде мыстың электрохимиялық қасиеті жайында дерек жоқ. Осы мақалада мыстың калий иодиді ерітіндісіндегі электрохимиялық еру заңдылықтары қарастырылған.

Алдын-ала жүргізілген зерттеулер мыс электродын КІ ерітіндісінде айнымалы токпен

поляризациялағанда мыс (I) иодидінің түзілетіндігін көрсетті.

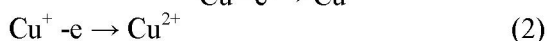
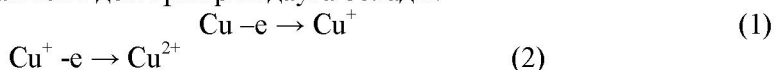
Мыс (I) иодидінің айнымалы токпен поляризациялау кезінде түзілуінің механизмін анықтау мақсатында мыс электродының калий иодиді ерітіндісінде анод-катодты және катод-анодты циклді потенциодинамикалық поляризациялық қисықтары түсірілді.

Потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру үшін «Autolab» потенциостаты қолданылды. Эксперименттер электрод кеңістіктері бөлінген үш электродты ұяшықта жүргізілді. Жұмыс электроды ретінде диаметрі 1,5 мм мыс сымының беткі шеті пайдаланылды, екінші қосымша электрод ретінде платина сымы алынды. Барлық потенциал мәндері қаныққан калий хлориді ерітіндісіне салынған күмісхлорлы салыстыру электродына салыстыра келтірілген (+0,203В).

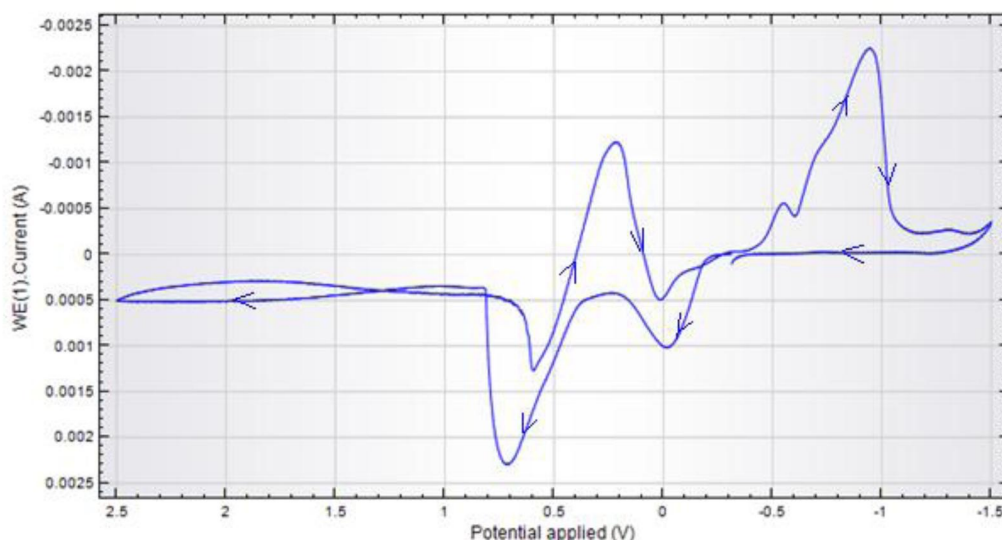
Мыс электродының калий иодиді ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеттері, негізінен концентрациясы 50 г/л калий иодиді ерітіндісінде анодты-катодты және катодты-анодты циклді поляризациялық қисықтар түсіру арқылы зерттелді.

Әрбір тәжірибе алдында электродты ұнтақтылығы 2000 болатын түрпі (наждак) материалында тегістеп, спиртпен майсыздандырып, сумен шайып соңынан фильтр қағазымен мұқият сүртілді.

Калий ерітіндісінде мыс электродының анод-катодты циклді вольтамперлік қисығының анод бағытында «минус» 0,2 мВ және «плюс» 0,8 мВ потенциалдарында екі максимум байқалады (1-сурет). Бұл құбылысты мыстың бір және екі валентті иондарының немесе қосылыстарының түзілуімен байланысты деп тұжырымдауға болады:



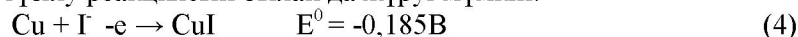
Мыс иодиді (CuI) қосылысының ерігіштік көбейтіндісі өте төмен [7] ( $E_{\text{CuI}} = 5,06 \cdot 10^{-12}$ ), сол себепті түзілген мыс (I) иондары иодид иондарымен әрекеттесіп мыс (I) иодидінің қосылысы түзіледі, электрод бетінде сарғыш қызыл түсті тұнбаның пайда болғанын байқауға болады:



50 г/л – KI, V=100мВ/с, t=25<sup>0</sup>С;

1-сурет- Мыс электродының калий иодиді ерітіндісіндегі анод-катод циклді потенциодинамикалық поляризациялық қисығы

Мыс (I) иодидінің түзілу реакциясын былай да жүруі мүмкін:

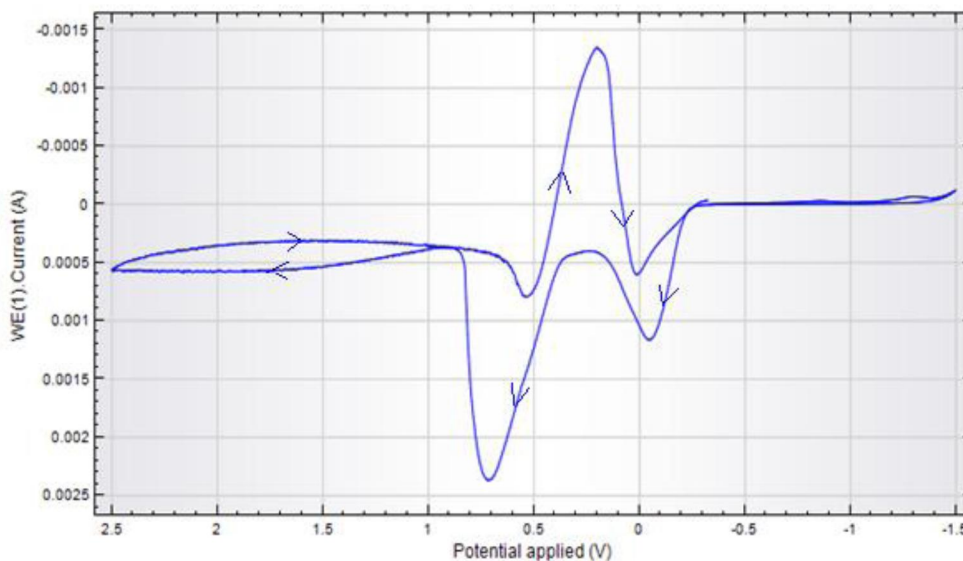


Поляризациялық екінші максимум төменгі (5) реакцияның жүруімен байланысты болуы мүмкін:



Бұл жағдайда анод электроды аумағында мыс (I) иодидінің (6) реакция бойынша қайта түзілуі іске аса алады деп жорамалдауға болады:

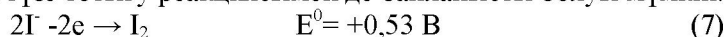




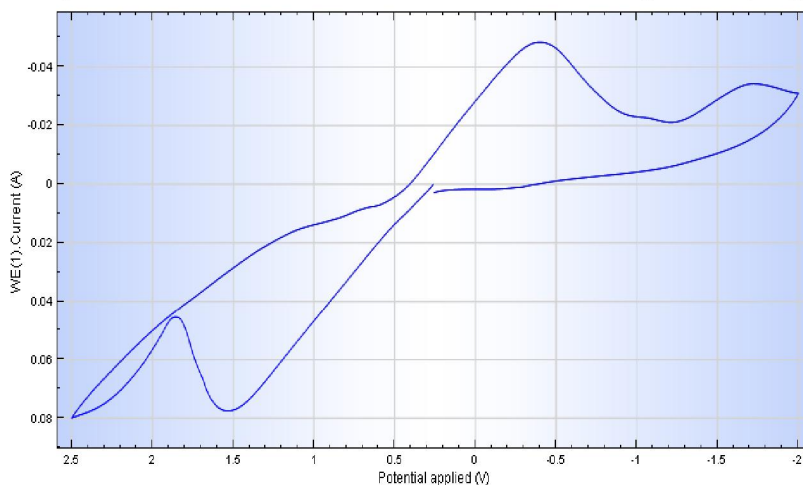
50 г/л - KI, V=100мВ/с, t=25<sup>0</sup>С;

2–сурет- Мыс электродының калий иодиді ерітіндісіндегі катод-анод цикліді потенциодинамикалық поляризациялық қисығы

Екінші максимум иодид-иондарының элементті иодқа дейін және оның басқа да жоғарғы валентті иондарын түзе тотығу реакциясымен де байланысты болуы мүмкін:



Бұл жағдайды дәлелдеу келесі қосымша зерттеулер арқылы іске асырылды. Графит электродында калий иодиді ерітіндісінде анод-катод цикліді потенциодинамикалық поляризациялық қисығында «плюс» 0,4-0,55 потенциалдар аумағында байқалатын екінші максимум иодид-иондарының элементті иодқа дейін тотығатынын көрсетеді (3-сурет).



50 г/л - KI; V=100мВ/с, t=25<sup>0</sup>С;

3-сурет – Графит электродының калий иодиді ерітіндісіндегі анод-катод цикліді потенциодинамикалық поляризациялық қисығы

Жаңадан түзілген активті иод атомдары мыс электроды бетімен әрекеттесіп те мыс (I) иодиді түзіле алады:

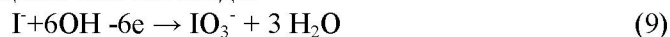


Айта кету керек «плюс» 2,5 В-қа дейін электродта оттегі газының бөліну тоғы байқалмайды.

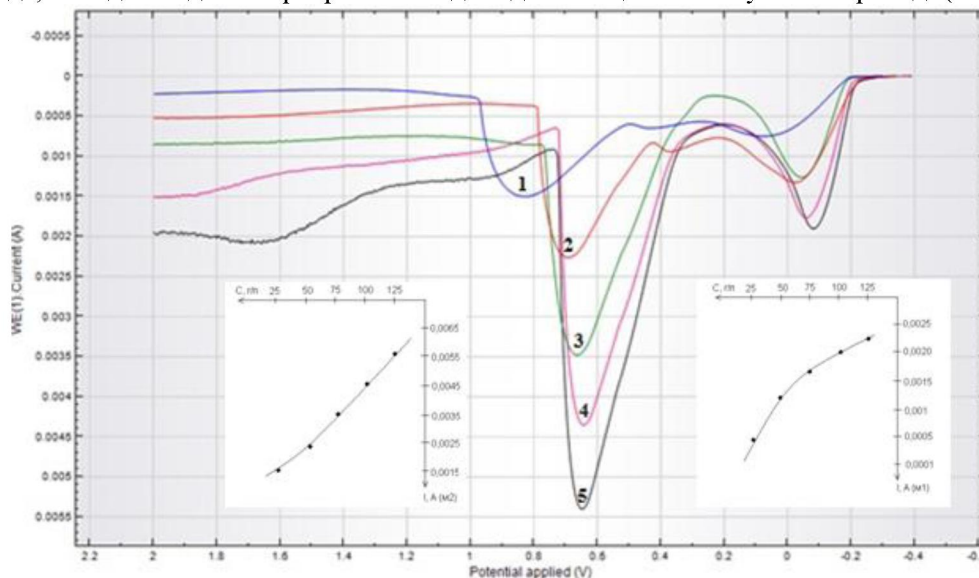
Мыс электродының потенциалы мәндерін анодтан катод бағытына қарай ығыстырғанда, мыс (I) иодидінің анық тотықсыздану максимумы полярограммада тіркеліп, онан кейін түзілген иод иондарының бірнеше тотықсыздану толқындары тіркелді (1-сурет).

Мысалы, анодты поляризация кезінде иодид иондарының иодат ионға дейін тотығуы мына

реакция арқылы іске аса алады:



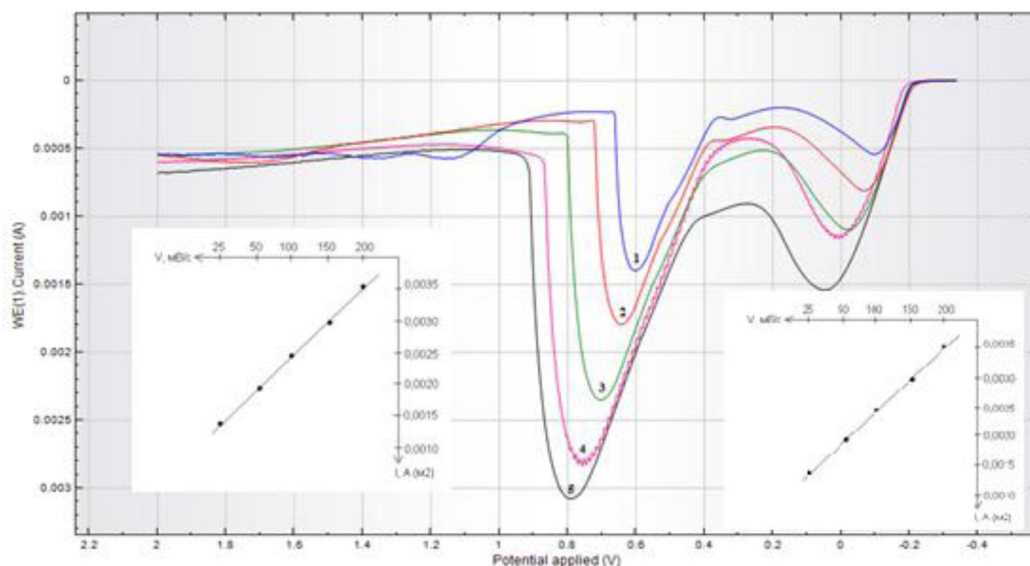
Катод-анодты циклды потенциодинамикалық поляризациялық қисығында, мыс электродының потенциалын катод бағытына қарай ығыстырғанда «минус» 1,5 В шамасында сутегі иондарының разрядталу тогы байқала бастайды. Ал оның потенциалын катодтан анод бағытына қарай ығыстырғанда, «анод-катод» полярограммасындағыдай анық екі тотығу тогы тіркелді (2-сурет).



$V=100\text{mV/c}$ ,  $t=25^\circ\text{C}$ ; г/л: 1- 25; 2 - 50; 3 - 75; 4 - 100; 5 - 125

4-сурет- Калий иодиді ерітіндісінің әр түрлі концентрациясындағы мыс электродының анодтық потенциодинамикалық поляризациялық қисығы

Калий иодиді ерітіндісінің концентрациясын арттыру барысында, мыстың тотығу максимумы тогының мәні өседі (4-сурет). Ерітіндінің тығыздығының артуымен бірінші және екінші максимумның анодтық максимум мәндерінің жоғарылауы және оның потенциалдарының анодтық бағытқа қарай ығысуы байқалады.



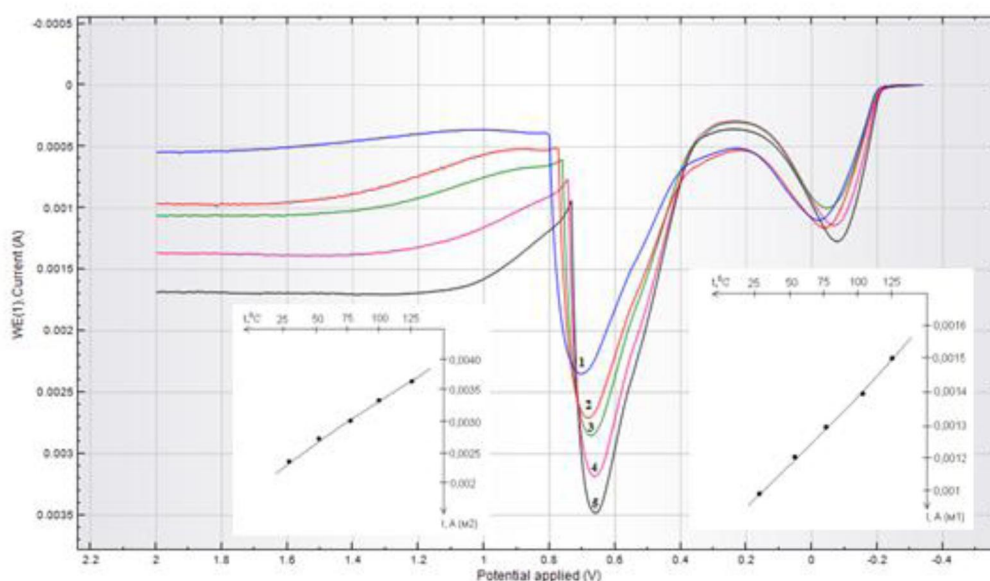
50 г/л - KI,  $t=25^\circ\text{C}$ ,  $V, \text{mV/c}$ : 1 - 25; 2 - 50; 3 - 100; 4 - 150; 5 - 200;

5-сурет- Калий иодиді ерітіндісінде мыс электродының тотығу процесіне потенциал өзгеру жылдамдығының әсері

Мыс электродының тотығу процесіне потенциал беру жылдамдығының жоғарылауымен анодтық ток максимумдарының өсуі максимум потенциалдарының анодтық бағытқа ығысады (5-

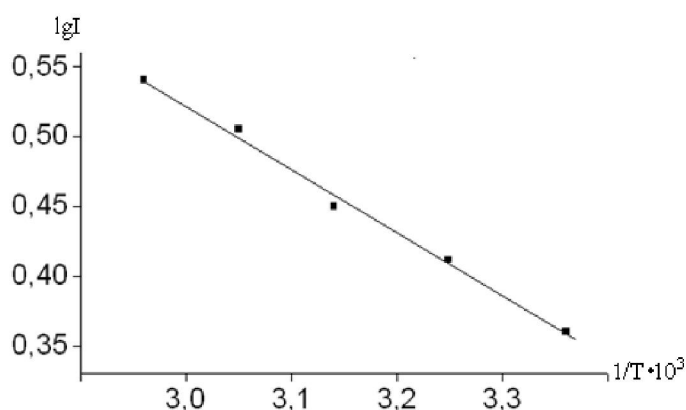
сурет). Мыстың калий иодидінде тотығу максимумымен потенциалдың беру жылдамдығы логарифмдерінің  $\lg I/\lg V$  тәуелділігі арқылы жүргізілген есептеулер реакция ретінің мәні 0,42-ге тең болатындығын көрсетті. Бұл құбылыс электрод процесінің диффузиялық режимде жүретіндігін көрсетеді.

Калий иодиді ерітіндісінде мыс электродының тотығуына ерітінді температурасының әсері 25-65<sup>0</sup>С интервалында зерттелінді (6-сурет). Электролит температурасы артқан сайын вольтамперлік қисықтағы анодтық максимум тогының биіктігі жоғарылайды, максимум потенциалдары мәндерінің катодтық бағытқа қарай өте аз мәнмен ығысуы байқалады. Температураның әсерінен алынған тәуелділіктерді негізге ала отырып, мыс (I) иодидінің түзілуінің активті энергиясы есептелінді, оның мәні 4,76 кДж/моль-ге тең, бұл процестің диффузиялық режимде өтетіндігін дәлелдейді (7-сурет).



50 г/л - KI, T = 25<sup>0</sup>С, V=100 мВ/с; t,<sup>0</sup>С: 1 – 25; 2 – 35; 3 – 45; 4 – 55; 5 – 65;

6-сурет – Калий иодиді ерітіндісінде мыс электродының тотығуына электролит температурасының әсері



7 – сурет – Калий иодиді ерітіндісінде  $\lg I$  мәнінің температураға ( $1/T \cdot 10^3$ ) тәуелділігі ( $\Delta E=0,55$ В)

Қорыта келгенде, мыстың калий иодиді ерітіндісінде анодтық еру процесі анодты және циклдық потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру арқылы алғаш рет зерттелді. Бұл кезде электродта жүретін реакциялардың өте күрделі механизммен жүретіндігі және электрод бетінде мыс (I) иодиді қосылысының түзілетіндігі алғаш рет көрсетілді.

ӘДБИЕТ

- [1] Башов А.Б. Электрохимические процессы при поляризации нестационарными токами // Известия НАН РК. Серия химии и технологии. - 2011. № 2. С. 3-23.
- [2] Boyu Yuan, Chao Wang, Liang Li, Shenhao Chen. Real in time observation of the anode dissolution of copper in NaCl solution with the digital holography // Electrochemistry Communications. – 2009. – V .11. – P. 1373-1376.
- [3] A. B. Baeshov, A.S. Kadirbayeva, M. J. Jurinov. Dissolution of a copper electrode in sulfuric Acid at polarization by an industrial Alternating current. International Journal of Chemical Science. Int. J. Chem. Sci.: 12(3), 2014, 1009-1014 ISSN 0972-768X
- [4] Гришина Е.П. Анодное окисление меди в концентрированных растворах серной кислоты / Е.П. Гришина, А.М. Удалова (Пименова) Е.М. Румянцев // Электрохимия. – 2002. –Т.38, № 9. – С. 1155-1158.
- [5] Башов А. Электрохимические методы извлечения меди, халькогенов и синтеза их соединений. «Наука» КазССР, 1990, - 107 с.
- [6] Башов А., Башова А.К. Электрохимические способы получения неорганических веществ. Lambert, Academic Publishing, Германия, 2012, - 72 с.
- [7] Справочник химика. Химия, 3-том, М-Л, 1964. – 1005 с.

REFERENCES

- [1] Bayeshov A.B. Electrohimicheskie procesy pri polarizacii nestacionarnimi tokami. Izvestiya NAN RK. Serya himiya i tehnologia, **2011**, № 2, P. 3-23 (in Russ.).
- [2] Boyu Yuan, Chao Wang, Liang Li, Shenhao Chen. Real in time observation of the anode dissolution of copper in NaCl solution with the digital holography. Electrochemistry Communications, **2009**, V .11, P. 1373-1376 (in Eng.).
- [3] A. B. Baeshov, A.S. Kadirbayeva, M. J. Jurinov. Dissolution of a copper electrode in sulfuric Acid at polarization by an industrial Alternating current. International Journal of Chemical Science. Int. J. Chem. Sci.: 12(3), **2014**, 1009-1014 ISSN 0972-768X (in Eng.).
- [4] Grishina E.P. Anodnoe okislenie medi v koncentrirovannih rastvorah sernoy kisloti7 E.P.Grishina, A.M. Udalova (Pimenova), E.M. Rumiancev. Electrohimia, **2002**. T.38, № 9. –P. 1155-1158 (in Russ.).
- [5] Bayeshov A. Electrohimicheskie metodi izvlecheniya medi, halkogenov i sinteza ih soedinenii. «Nauka» KAZ SSR, **1990**, 107 p (in Russ.).
- [6] Bayeshov A., Bayeshova A.K. Electrohimicheskie sposobi polucheniya neorganicheskikh vechestv. Lambert, Academic Publishing, Germaniya, **2012**, 72 p (in Russ.).
- [7] Spravochnic himika. Himiya, T.3. M-L. **1964**, 1005 p (in Russ.).

**Исследование электрохимических свойств медного электрода в растворе иодида калия методом снятием потенциодинамических поляризационных кривых**

**Башов А.Б., Кадирбаева А.С., Башова А.К., Адайбекова А.А.**

[Altinay\\_aidyn2789@mail.ru](mailto:Altinay_aidyn2789@mail.ru)

**Ключевые слова:** иодид калия, электрод, поляризация, электролизер, период, электролит.

**Аннотация.** Установлены закономерности растворения меди при поляризации промышленным переменным током в растворе иодида калия. Исследованы электрохимические свойства меди со снятием анодно-катодной и катодно-анодной циклической потенциодинамической поляризационной кривой в растворе иодида калия. Исследовано влияние различных параметров на анодное растворение меди: скорость развертки потенциала, концентрации электролита и температуры электролита. Результаты исследования показали, что в электроде протекают реакции сложного механизма и на поверхности электрода образуется иодид (I) меди.

Поступила 19.02.2015 г.