

ISSN 1991-3494

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Ш Ы С Ы

---

---

**ВЕСТНИК**

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**THE BULLETIN**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА  
PUBLISHED SINCE 1944

6

---

---

АЛМАТЫ  
АЛМАТЫ  
ALMATY

2015

ҚАРАША  
НОЯБРЬ  
NOVEMBER

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

**М. Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Айтхожина Н.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байпақов К.М.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байтулин И.О.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Берсімбаев Р.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Газалиев А.М.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Дүйсенбеков З.Д.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Елешев Р.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; фил. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Нысанбаев А.Н.**; экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА академигі **Сатубалдин С.С.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбжанов Х.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішева З.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Абсадықов Б.Н.** (бас редактордың орынбасары); а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баймұқанов Д.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Байтанаев Б.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Давлетов А.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Медеу А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Огарь Н.П.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Таткеева Г.Г.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Үмбетаев И.**

Р е д а к ц и я к е ñ е с і:

Ресей ҒА академигі **Велихов Е.П.** (Ресей); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Гашимзаде Ф.** (Әзірбайжан); Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Джрбашян Р.Т.** (Армения); Ресей ҒА академигі **Лаверов Н.П.** (Ресей); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Москаленко С.** (Молдова); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Рудик В.** (Молдова); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Сагиян А.С.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Тодераш И.** (Молдова); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Якубова М.М.** (Тәжікстан); Молдова Республикасының ҰҒА корр. мүшесі **Лупашку Ф.** (Молдова); техн. ғ. докторы, профессор **Абиев Р.Ш.** (Ресей); техн. ғ. докторы, профессор **Аврамов К.В.** (Украина); мед. ғ. докторы, профессор **Юрген Аппель** (Германия); мед. ғ. докторы, профессор **Иозеф Банас** (Польша); техн. ғ. докторы, профессор **Гарабаджиу** (Ресей); доктор PhD, профессор **Ивахненко О.П.** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Изабелла Новак** (Польша); хим. ғ. докторы, профессор **Полещук О.Х.** (Ресей); хим. ғ. докторы, профессор **Поняев А.И.** (Ресей); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); техн. ғ. докторы, профессор **Хрипунов Г.С.** (Украина)

Главный редактор

академик НАН РК

**М. Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.А. Айтхожина**; доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **К.М. Байпаков**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **И.О. Байтулин**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Р.И. Берсимбаев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор с.-х. наук, проф., академик НАН РК **З.Д. Дюсенбеков**; доктор сельскохоз. наук, проф., академик НАН РК **Р.Е. Елешев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор фил. наук, проф., академик НАН РК **А.Н. Нысанбаев**; доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **С.С. Сатубалдин**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.М. Абжанов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **З.С. Абишева**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Н. Абсадыков** (заместитель главного редактора); доктор с.-х. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Д.А. Баймуканов**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.А. Байтанаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Е. Давлетов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор геогр. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А. Медеу**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.П. Огарь**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Г.Г. Таткеева**; доктор сельскохоз. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И. Умбетаев**

Редакционный совет:

академик РАН **Е.П. Велихов** (Россия); академик НАН Азербайджанской Республики **Ф. Гашимзаде** (Азербайджан); академик НАН Украины **В.В. Гончарук** (Украина); академик НАН Республики Армения **Р.Т. Джрбашян** (Армения); академик РАН **Н.П. Лаверов** (Россия); академик НАН Республики Молдова **С. Москаленко** (Молдова); академик НАН Республики Молдова **В. Рудик** (Молдова); академик НАН Республики Армения **А.С. Сагиян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **И. Тодераш** (Молдова); академик НАН Республики Таджикистан **М.М. Якубова** (Таджикистан); член-корреспондент НАН Республики Молдова **Ф. Лупашку** (Молдова); д.т.н., профессор **Р.Ш. Абиев** (Россия); д.т.н., профессор **К.В. Аврамов** (Украина); д.м.н., профессор **Юрген Аппель** (Германия); д.м.н., профессор **Иозеф Банас** (Польша); д.т.н., профессор **А.В. Гарабаджиу** (Россия); доктор PhD, профессор **О.П. Ивахненко** (Великобритания); д.х.н., профессор **Изабелла Новак** (Польша); д.х.н., профессор **О.Х. Полещук** (Россия); д.х.н., профессор **А.И. Поняев** (Россия); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); д.т.н., профессор **Г.С. Хрипунов** (Украина)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан». ISSN 1991-3494

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

**M. Zh. Zhurinov**,  
academician of NAS RK

Editorial board:

**N.A. Aitkhozhina**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **K.M. Baipakov**, dr. hist. sc., prof., academician of NAS RK; **I.O. Baitulin**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **R.I. Bersimbayev**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Z.D. Dyusenbekov**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **R.Ye. Yeleshev**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **T.Sh. Kalmenov**, dr. phys. math. sc., prof., academician of NAS RK; **A.N. Nysanbayev**, dr. phil. sc., prof., academician of NAS RK; **S.S. Satubaldin**, dr. econ. sc., prof., academician of NAS RK; **Kh.M. Abzhanov**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.S. Abisheva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.N. Absadykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **D.A. Baimukanov**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.A. Baytanayev**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A.Ye. Davletov**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A. Medeu**, dr. geogr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.P. Ogar**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **G.G. Tatkeeva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **I. Umbetayev**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

**E.P. Velikhov**, RAS academician (Russia); **F. Gashimzade**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **V.V. Goncharuk**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **R.T. Dzhrbashian**, NAS Armenia academician (Armenia); **N.P. Laverov**, RAS academician (Russia); **S.Moskalenko**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Rudic**, NAS Moldova academician (Moldova); **A.S. Sagiyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **I. Toderas**, NAS Moldova academician (Moldova); **M. Yakubova**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **F. Lupaşcu**, NAS Moldova corr. member (Moldova); **R.Sh. Abiyev**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **K.V. Avramov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine); **Jürgen Appel**, dr.med.sc., prof. (Germany); **Joseph Banas**, dr.med.sc., prof. (Poland); **A.V. Garabadzhiu**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **O.P. Ivakhnenko**, PhD, prof. (UK); **Isabella Nowak**, dr.chem.sc., prof. (Poland); **O.Kh. Poleshchuk**, chem.sc., prof. (Russia); **A.I. Ponyaev**, dr.chem.sc., prof. (Russia); **Mohd Hassan Selamat**, prof. (Malaysia); **G.S. Khripunov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine)

**Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.**  
**ISSN 1991-3494**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

UDC 541.13

## ELECTROCHEMICAL BEHAVIOR OF COPPER IN AQUEOUS SOLUTIONS OF POTASSIUM BROMIDE

A.K. Bayeshova<sup>1</sup>, A.B. Bayeshov<sup>2</sup>, A.A. Adaybekova<sup>2</sup>

azhar\_b@bk.ru, bayeshov@mail.ru, 777altin@mail.ru

<sup>1</sup>Kazakh national university named after Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>«Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry named after D.V. Sokolsky», Almaty, Kazakhstan

**Key words:** copper, potassium bromide, electrode, polarization, electrolyser, electrolyte, potentiodynamic polarization curves

**Abstract.** For the first time there were established the regularities of copper dissolution in an aqueous solution of potassium bromide. The electrochemical behavior of copper in the solution of potassium bromide was studied by removal of cyclic and anodic potentiodynamic polarization curves. The effect of the potential sweep rate and temperature of the electrolyte were investigated in the process of oxidation of copper.

It was found that by the increasing of anodic potential sweep rate within the 25-200 mV/s on polarograms were increased value of the maximum current of the oxidation of copper and a shift of the maximum value of the potential in the anode region. It is shown that with increasing temperature of the electrolyte from 25 to 65°C on polarization curves as well increase in the anodic current maximum oxidation of copper was observed. From the temperature dependence of solution and the logarithm of the current there was calculated the effective activation energy of the anodic reaction and it is equal to 2.86 kJ / mol, and it allows to assume that the anodic oxidation of the copper in the solution of potassium bromide takes place in the diffusion regime.

It is found that the electrode reactions which take place at the copper electrode in a solution of potassium bromide proceed by a complex mechanism and shows that the anodic polarization copper is oxidized with a formation of monovalent and divalent copper ions. For the first time it was suggested that the surface of the copper electrode is formed by copper (I) bromide.

ӘОЖ 541.13

## МЫСТЫҢ СУЛЫ КАЛИЙ БРОМИДІ ЕРІТІНДІСІНДЕГІ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

A.K. Baeshova<sup>1</sup>, A.B. Baeshov<sup>2</sup>, A.A. Adaybekova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ-Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

<sup>2</sup>«Д.В. Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан

**Түйін сөздер:** мыс, калий бромиді, электрод, поляризация, электролизер, электролит, потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар.

**Аннотация.** Алғаш рет мыстың сулы калий бромиді ерітіндісінде электрохимиялық еру заңдылықтары циклдық және анодты потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру арқылы зерттелді. Мыс электродының тотығу процесіне потенциал өзгерту жылдамдығының және электролит температурасының әсерлері қарастырылды.

Потенциал беру жылдамдығының 25 – 200 мВ/с аралығында жоғарылауы кезінде анодтық ток максимумдарының биіктігі өсетіні және олардың потенциалдарының мәнінің анодтық бағытқа ығысатындығы анықталды.

Электролит температурасы 25-65°C интервалында өзгергенде, вольтамперлік қисықтағы анодтық ток максимумының биіктігі жоғарылайды. Температура және ток логарифмі тәуелділіктері қисығы негізінде

есептелген эффективті активтендіру энергиясының мәні 2,86 кДж/моль, ол мыстың көрсетілген ерітіндідегі анодты тотығуы диффузиялық режимде жүретіндігін көрсетеді.

Зерттеу нәтижесінде электродта жүретін реакциялардың өте күрделі механизммен іске асатындығы және анодты поляризация кезінде мыс электроды бір және екі валентті иондарын түзе тотығатындығы көрсетілді. Мыс электроды бетінде мыс (I) бромидінің түзілетіндігі туралы алғаш рет жорамал айтылған.

Бұрынғы жүргізілген зерттеулерде мыстың электрохимиялық қасиеттері сульфатты, хлоридті, иодидті және қышқылды орталарда қарастырылған [1-6], ал калий бромиді ерітінділерінде жүргізілген жұмыстарды кездестірмедік. Жұмысымыздың мақсаты мыстың электрохимиялық қасиетін калий бромидінің сулы ерітінділерінде потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру арқылы зерттеу болып табылады.

Потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру үшін «Autolab» потенциостаты қолданылды. Вольтамперометрлік зерттеулер үш электродты термостатталған электролизерде жүргізілді. Салыстырмалы электрод ретінде ( $E = +203$  мВ) күміс-хлор электроды және көмекші электрод ретінде платина сымы қолданылды. Жұмысшы электрод ретінде тефлонмен қапталған диаметрі 1,5 мм болатын мыс (99,9%) сымның шеті пайдаланылды.

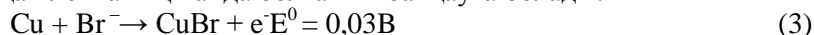
Әрбір тәжірибе алдында жұмысшы электродты ұнтақтылығы 2000 болатын түрпі (наждак) материалында тегістеп, майсыздандырып, сумен шайып, сонынан фильтр қағазымен мұқият тазаладық. Электролит ретінде КВг сулы ерітіндісі қолданылды.

Мыс электродының калий бромиді ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеттері, негізінен, концентрациясы 1М калий бромиді ерітіндісінде циклды анодтық-катодтық, катодтық-анодтық және анодтық потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру арқылы зерттелді.

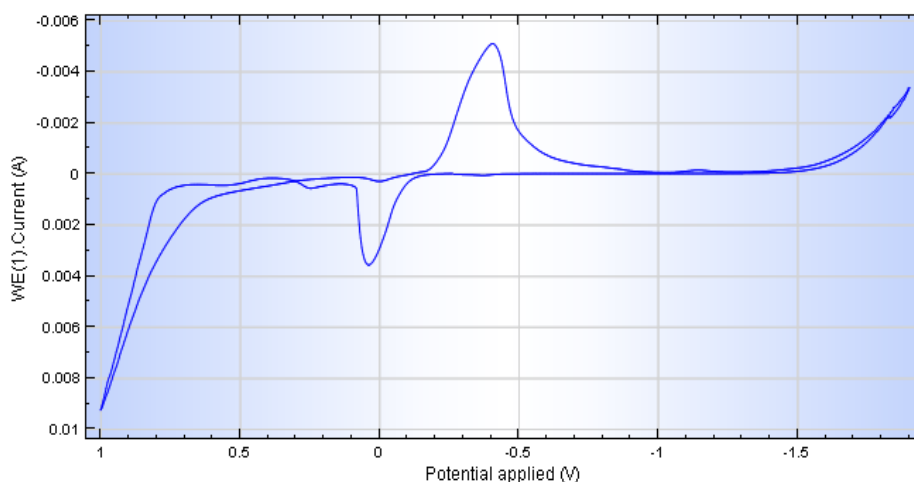
Циклдыанодтық-катодтық вольтамперлік қисығының анод бағытында «плюс» 0,03 В және «плюс» 0,28 В потенциалдарында екі ток максимумдарыбайқалады (1-сурет). Бұл құбылыс мыстың бір және екі валентті иондарының сатылы түзілуімен байланысты деп тұжырымдауға болады:



Мыс бромиді ( $\text{CuBr}$ ) қосылысының ерігіштік көбейтіндісі өте төмен [7] ( $E_{\text{CuBr}} = 5,9 \cdot 10^{-9}$ ), сол себепті түзілген мыс (I) иондары бромид иондарымен әрекеттесіп мыс (I) бромидінің қосылысы түзіліп, электрод бетінде жұқа пленканың пайда болғанын байқауға болады:

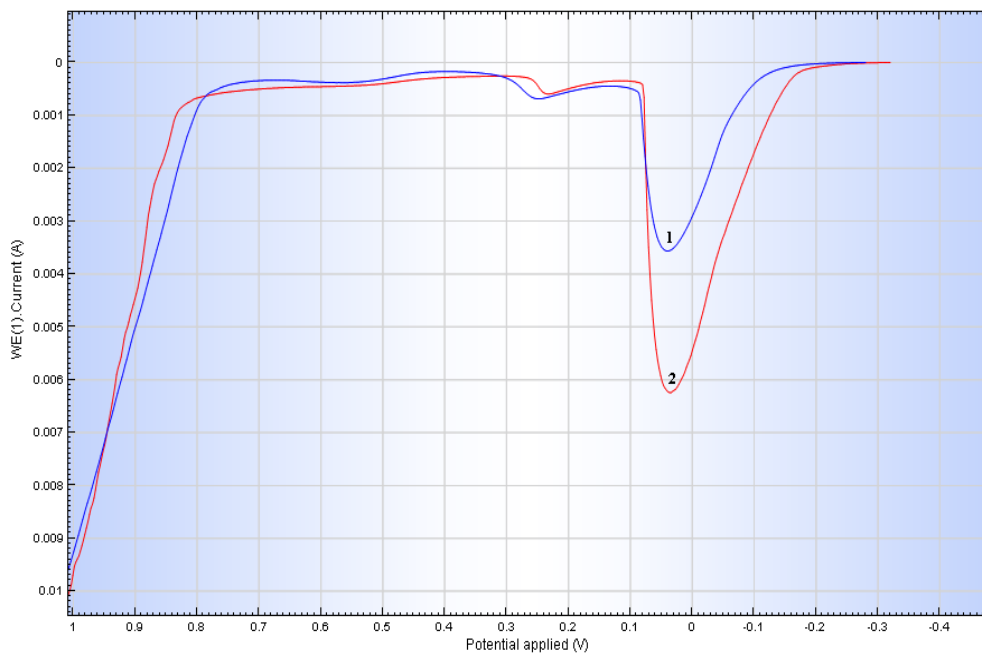


Бұл қосылыс біздің жорамалдауымыз бойынша – мыс (I) бромиді.



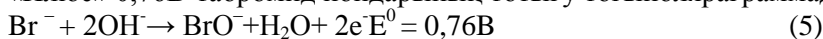
$V=100\text{мВ/с}$ ;  $t=250\text{С}$ ;  $C=1\text{МКВг}$ ;

1-сурет- Мыс электродының калий бромиді ерітіндісіндегі циклдыанодтық-катодтық потенциодинамикалық поляризациялық қисығы

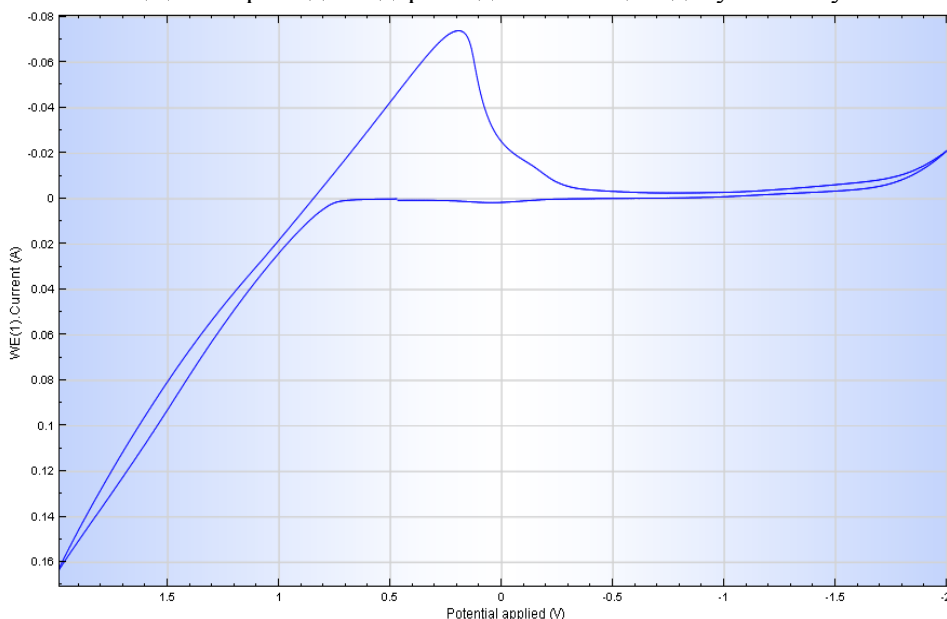


V=100mB/c, t=25<sup>0</sup>C; 1) C= 1МКВr; 2) C= 2МКВr;  
 2–сурет- Мыс электродының калий бромиді ерітіндісіндегі анодтық потенциодинамикалық поляризациялық қисықтары

«Плюс» 0,76В-табромид иондарының тотығу тогыполярграммада тіркеледі (1,2 – сурет):



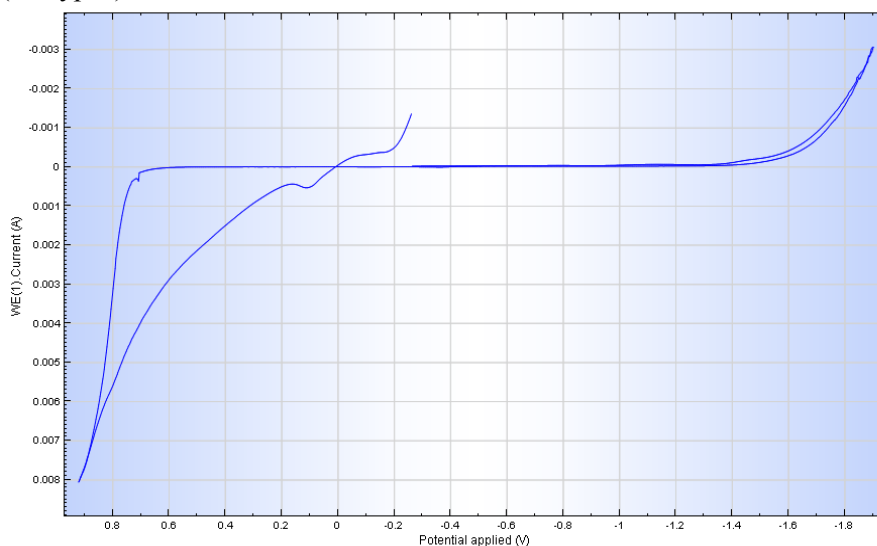
Бұл потенциалдар аумағында су молекуласы да оттегі газын түзе тотыға алады. Бромид-иондарының анод реакциясына қатысуын немесе қатыспауын дәлелдеу мақсатында графит электродында поляризациялық қисықтар түсірілді. Графит электродында калий бромиді ерітіндісінде циклыанодтық-катодтық потенциодинамикалық поляризациялық қисығында «плюс» 0,76В потенциалдар аумағында 5-реакция бойынша бромид иондарының тотығу тоғын көруге болады (3-сурет). Ал потенциалды теріс потенциалдар аумағына қарай ығыстырғанда, «плюс» 0,23В-та  $\text{BrO}^-$  ионының қайта бромид-иондарына дейін тотықсыздану максимумы байқалды.



V=100mB/c, t=25<sup>0</sup>C; C= 2МКВr;  
 3–сурет- Калий бромиді ерітіндісіндегі графит электродының циклыанодтық-катодтық потенциодинамикалық поляризациялық қисығы

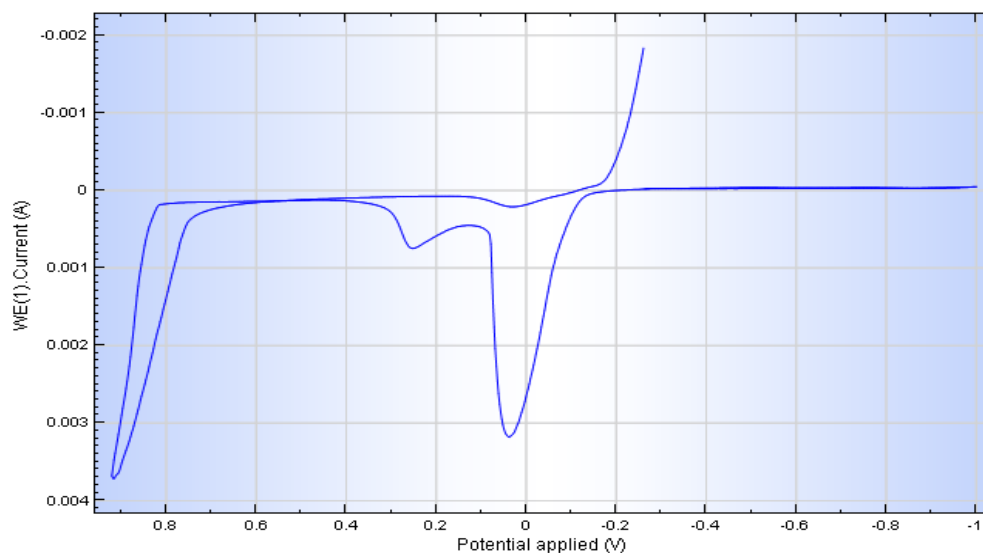
Калий бромиді ерітіндісінде мыс электродының циклды катодтық-анодтық вольтамперлік қисығын түсіру кезінде катод потенциалының мәнін «минус» 1,9В-қа дейін өсіргенде, «минус» 1,45 В потенциалдарынан бастап сутектің бөлінуі байқалады. Мыс электродының потенциалын катодтықтан анодтық потенциалдар аумағына қарай ығыстырғанда, вольтамперлік қисықта мыстың бір және екі валентті иондарын түзу максимумдары тіркелмейді, тек бромид иондарының тотығу тоғын ғана поляраграммадан байқауға болады (4-сурет).

Ал, егер циклды катодтық-анодтық поляризациялау кезінде катод потенциалының мәнін «минус» 1,0В-қа дейін ғана өсіріп, мыс электродының потенциалының мәнін қайтаанод бағытына қарай ығыстырсақ, мыстың бір және екі валентті иондарын түзетотығу максимумының тіркелгенін көруге болады (5- сурет).



$$V=100\text{mV/c, } t=25^{\circ}\text{C, } C=1\text{MKBr};$$

4-сурет- Мыс электродының циклды катодтық-анодтық потенциодинамикалық поляризациялық қисығы (катод потенциалы «минус» 1,9 В-қа дейін өзгертілді)

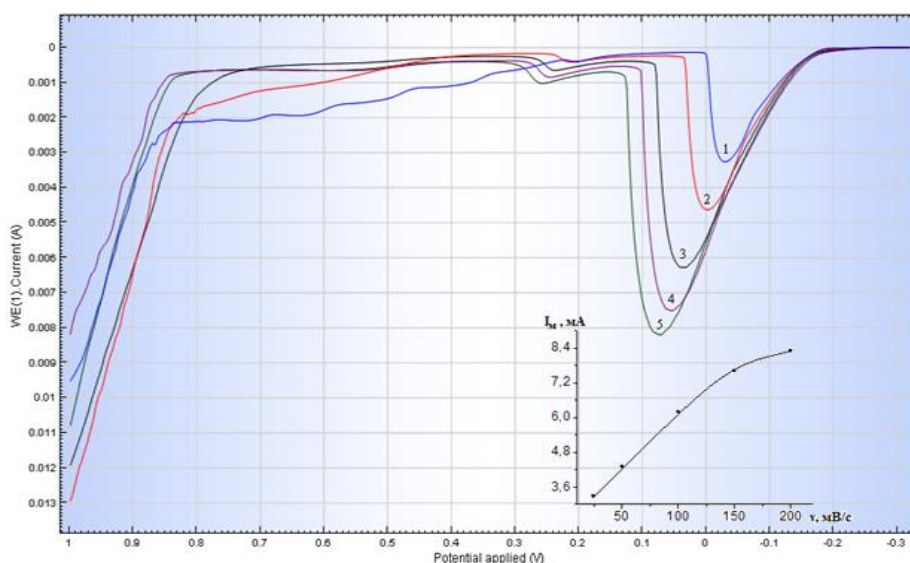


$$V=100\text{mV/c, } t=25^{\circ}\text{C, } C=1\text{MKBr, } E_0=-0,263\text{V};$$

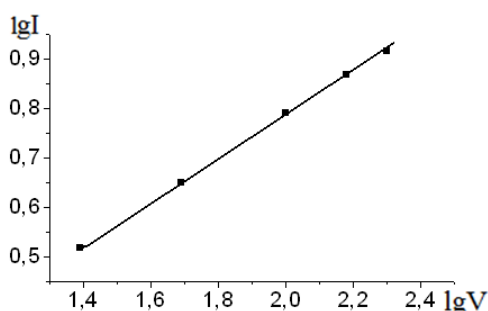
5-сурет- Мыс электродының циклды катодтық-анодтық потенциодинамикалық поляризациялық қисығы (катод потенциалы «минус» 1,0 В-ке өзгертілді)

Мыс электродын сутек бөліну потенциалына дейін поляризациялау кезінде, қайта анод бағытына бағыттағанда, мыстың бір және екі валентті иондарын түзе тотығу тоғының максимумының аномалды көрінбей қалуын түсіндіру қазірге қиын болып тұр.





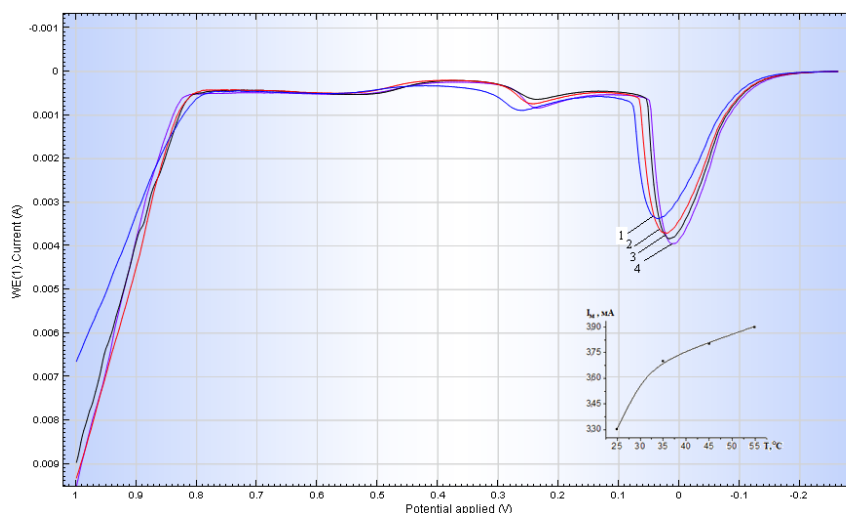
6-сурет- Мыс электродының анодтық потенциодинамикалық поляризациялық қисықтарының потенциал беру жылдамдығына тәуелділігі



7 – сурет. Мыстың тотығуының ток максимумы және потенциал беру жылдамдығы логарифмдерінің тәуелділігі

Мыс электродының тотығу процесіне потенциал өзгерту жылдамдығының әсері 25 – 200 мВ аралығында зерттелді. Потенциал беру жылдамдығының жоғарылауымен токтың анодтық максимумдарының өсуі және олардың потенциалдарының анодтық бағытқа ығысуы байқалады. 6-суреттен көріп тұрғанымыздай, потенциал беру жылдамдығы өскен сайын, мыс электродының анодтық еру максимумының да мәні өседі. Егер 25 мВ/с-та максимумның мәні 3,30 мА болса, 200 мВ/с-та 8,25 мА тең болады. Осы максимумдардың анодтық бағытқа қарай аздан ығысуы байқалады, яғни потенциал беру жылдамдығы 25 мВ/с-тан 200 мВ/с-қа өзгергенде, потенциал мәні, сәйкесінше, «минус» 30 мВ-тан «плюс» 70 мВ-қа дейін ығысады. Бұл мыстың тотығу реакциясының диффузиялық режимде жүретіндігін көрсетеді.

7-суретте мыстың тотығу максимумы потенциал беру жылдамдығы логарифмдерінің тәуелділігі берілген. Бұл тәуелділіктен есептелген реакция ретінің мәні 0,39-ға тең болды.



1M - KBr, T = 25 °C, V=100 мВ/с; t, °C: 1 – 25; 2 – 35; 3 – 45; 4 – 55;

8-сурет – Калий бромиді ерітіндісінде мыс электродының тотығуына электролит температурасының әсері

Калий бромиді ерітіндісінде мыс электродының тотығуына ерітінді температурасының әсері 25-65<sup>0</sup>С интервалында зерттелінді (8-сурет). Электролит температурасы артқан сайын вольтамперлік қисықтағы анодтық максимумының биіктігі жоғарылайды, максимум потенциалдары мәндерінің катодтық бағытқа қарай аздан ығысуы байқалады. Температураның әсерінен алынған тәуелділіктерді негізге ала отырып, активтену энергиясының мәні есептелді, ол 2,86 кДж/моль-ге тең.

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

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Баешов 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] Баешов А.Б., Кадирбаева А.С., Баешова А.К., Адайбекова А.А. Калий иодиді ерітіндісіндегі мыс электродының электрохимиялық қасиетін потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру арқылы зерттеу // Доклады НАН РК. - 2015. №2. С. 85-91.
- [4] Баешов А.Б., Кадирбаева А.С., Баешова А.К., Адайбекова А.А. Тұз қышқылы ерітіндісіндегі мыс электродының электрохимиялық қасиетін потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру арқылы зерттеу // Вестник КБТУ. - 2015. №1 (32). С. 33-38.
- [5] Гришина Е.П. Анодное окисление меди в концентрированных растворах серной кислоты / Е.П. Гришина, Удалова А.М., Е.М. Румянцев // *Электрохимия*. – 2002. –Т.38, № 9. – С. 1155-1158.
- [6] Баешов А. Электрохимические методы извлечения меди, халькогенов и синтеза их соединений. «Наука» Каз ССР, 1990, - 107 с.
- [7] Справочник химика. Химия, 3-том, М-Л, 1964. – 1005 с.

#### REFERENCES

- [1] Baeshov A.B. Electrochemical polarization processes at stationary points // *News of NAS RK. Series of Chemistry and Technology*. - 2011. № 2. pp 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] Baeshov A.B., Kadirbaeva A.S., Baeshova A.K., Adaybekova A.A. Potassium iodide solution of copper electrode electrochemical properties of potentiodynamic polarization curves by shooting. *Reports of NAS RK*, 2015, 2, 85-91 (in Kaz).
- [4] Baeshov A.B., Kadirbaeva A.S., Baeshova A.K., Adaybekova A.A. *Hydrochloric acid soluble copper electrode electrochemical properties of potentiodynamic polarization curves by shooting // Herald of KBTU*. - 2015. №1 (32). p. 33-38. (in Kaz).

[5] Grishina E.P. The anodic oxidation of the copper in the concentrated solutions of sulfuric acid / IP Grishina, Udalova AM, EM Rummyantsev // *Electrochemistry*. - V.38 2002, № 9. - p. 1155-1158. (in Russ).

[6] Bayeshov A., Bayeshova A.K. Electrochemical methods for the extraction of copper, chalcogen compounds and synthesis. "Science" Kazakh SSR (in Russ).

[7] Guide of chemist. Chemistry, V.3. M-L. 1964, 1005 p. (in Russ).

#### **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ МЕДИ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ БРОМИДА КАЛИЯ**

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

**Ключевые слова:** медь, бромид калия, электрод, поляризация, электролизер, электролит, потенциодинамические поляризационные кривые.

**Аннотация.** Впервые установлены закономерности растворения меди в водном растворе бромида калия методом снятия циклических и анодных потенциодинамических поляризационных кривых. Исследовано влияние скорости развертки потенциала и температуры электролита на процесс окисления меди.

Установлено, что при увеличении скорости развертки анодного потенциала в пределах 25-200 мВ/с на полярограммеповышается величина максимумов тока окисления меди и наблюдается смещение потенциала максимума в анодную область. Показано, что с повышением температуры электролита от 25<sup>0</sup>С до 65<sup>0</sup>С на поляризационных кривых также наблюдается рост анодного максимума тока окисления меди. Из зависимости температуры раствора от логарифма тока рассчитана эффективная энергия активации анодной реакции и она равна 2,86 кДж/моль, это позволяет полагать, что анодное окисление меди в растворе бромида калия протекает в диффузионном режиме.

Установлено, что электродные реакции, протекающие на медном электроде в растворе бромида калия, протекают по сложному механизму и показано, что при анодной поляризации медь окисляется с образованием одно- и двухвалентных ионов. Впервые высказано предположение о том, что на поверхности медного электрода формируется бромид меди (I).

*Поступила 22.09.2015 г.*

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М.С. Ахметова, Д.С. Аленов, Т.А. Апендиев*  
Верстка на компьютере *С.К. Досаевой*

Подписано в печать 11.12.2015.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
15,2 п.л. Тираж 2000. Заказ 6.