

ISSN 2518-1467 (Online),
ISSN 1991-3494 (Print)

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

3

АЛМАТЫ
АЛМАТЫ
ALMATY

2017

МАМЫР
МАЙ
MAY

Б а с р е д а к т о р ы

х. ғ. д., проф., ҚР ҰҒА академигі

М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Абиев Р.Ш. проф. (Ресей)
Абишев М.Е. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Аврамов К.В. проф. (Украина)
Аппель Юрген проф. (Германия)
Баймуқанов Д.А. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Байпақов К.М. проф., академик (Қазақстан)
Байтулин И.О. проф., академик (Қазақстан)
Банас Иозеф проф. (Польша)
Берсимбаев Р.И. проф., академик (Қазақстан)
Велихов Е.П. проф., РҒА академигі (Ресей)
Гашимзаде Ф. проф., академик (Әзірбайжан)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Давлетов А.Е. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Джрбашян Р.Т. проф., академик (Армения)
Қалимолдаев М.Н. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Лаверов Н.П. проф., академик РАН (Россия)
Лупашку Ф. проф., корр.-мүшесі (Молдова)
Мохд Хасан Селамат проф. (Малайзия)
Мырхалықов Ж.У. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Новак Изабелла проф. (Польша)
Огарь Н.П. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Полещук О.Х. проф. (Ресей)
Поняев А.И. проф. (Ресей)
Сагиян А.С. проф., академик (Армения)
Сатубалдин С.С. проф., академик (Қазақстан)
Таткеева Г.Г. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Умбетаев И. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Хрипунов Г.С. проф. (Украина)
Якубова М.М. проф., академик (Тәжікстан)

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының Хабаршысы».

ISSN 2518-1467 (Online),

ISSN 1991-3494 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы»РҚБ (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде
01.06.2006 ж. берілген №5551-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 2000 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р
д. х. н., проф. академик НАН РК
М. Ж. Журинов

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

Абиев Р.Ш. проф. (Россия)
Абишев М.Е. проф., член-корр. (Казахстан)
Аврамов К.В. проф. (Украина)
Апель Юрген проф. (Германия)
Баймуканов Д.А. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Байпаков К.М. проф., академик (Казахстан)
Байтулин И.О. проф., академик (Казахстан)
Банас Иозеф проф. (Польша)
Берсимбаев Р.И. проф., академик (Казахстан)
Велихов Е.П. проф., академик РАН (Россия)
Гашимзаде Ф. проф., академик (Азербайджан)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Давлетов А.Е. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Джрбашян Р.Т. проф., академик (Армения)
Калимолдаев М.Н. проф., чл.-корр. (Казахстан), зам. гл. ред.
Лаверов Н.П. проф., академик РАН (Россия)
Лупашку Ф. проф., чл.-корр. (Молдова)
Мохд Хасан Селамат проф. (Малайзия)
Мырхалыков Ж.У. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Новак Изабелла проф. (Польша)
Огарь Н.П. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Полещук О.Х. проф. (Россия)
Поняев А.И. проф. (Россия)
Сагиян А.С. проф., академик (Армения)
Сатубалдин С.С. проф., академик (Казахстан)
Таткеева Г.Г. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Умбетаев И. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Хрипунов Г.С. проф. (Украина)
Якубова М.М. проф., академик (Таджикистан)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан».

ISSN 2518-1467 (Online),
ISSN 1991-3494 (Print)

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, 2017

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

E d i t o r i n c h i e f

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK

M. Zh. Zhurinov

E d i t o r i a l b o a r d:

Abiyev R.Sh. prof. (Russia)
Abishev M.Ye. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Avramov K.V. prof. (Ukraine)
Appel Jurgen, prof. (Germany)
Baimukanov D.A. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Baipakov K.M. prof., academician (Kazakhstan)
Baitullin I.O. prof., academician (Kazakhstan)
Joseph Banas, prof. (Poland)
Bersimbayev R.I. prof., academician (Kazakhstan)
Velikhov Ye.P. prof., academician of RAS (Russia)
Gashimzade F. prof., academician (Azerbaijan)
Goncharuk V.V. prof., academician (Ukraine)
Davletov A.Ye. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Dzhrbashian R.T. prof., academician (Armenia)
Kalimoldayev M.N. prof., corr. member. (Kazakhstan), deputy editor in chief
Laverov N.P. prof., academician of RAS (Russia)
Lupashku F. prof., corr. member. (Moldova)
Mohd Hassan Selamat, prof. (Malaysia)
Myrkhalykov Zh.U. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Nowak Isabella, prof. (Poland)
Ogar N.P. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Poleshchuk O.Kh. prof. (Russia)
Ponyaev A.I. prof. (Russia)
Sagiyani A.S. prof., academician (Armenia)
Satubaldin S.S. prof., academician (Kazakhstan)
Tatkeyeva G.G. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Umbetayev I. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Khripunov G.S. prof. (Ukraine)
Yakubova M.M. prof., academician (Tadjikistan)

Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

ISSN 2518-1467 (Online),

ISSN 1991-3494 (Print)

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, 2017

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

A. B. Baeshov, A. A. Adaybekova, T. E. Gaipov, U. A. Abduvalieva, M. J. Jurinov

Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry of D. V. Sokolsky, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: bayeshov@mail.ru, 777altin@mail.ru

INVESTIGATION OF CONDUCT RHODIUM ELECTRODES IN HYDROCHLORIC ACID SOLUTION METHOD OF REMOVAL OF POTENTIODYNAMIC POLARIZATION CURVES

Abstract. For the first time the regularities of dissolution of rhodium electrode in hydrochloric acid a solution by the method of removing the cyclic potentiodynamic polarization curves. The influence of the concentration of hydrochloric acid, the potential sweep rate and temperature of the solution in the oxidation of rhodium electrode.

It is shown that during obtaining the cathode-anodic and the anode-cathodic cyclic polarization curves on a rhodium electrode at the increase of concentration of hydrochloric acid a maximum of current of oxidation of rhodium electrode is increasing. It is explained as follows: the increase in the concentration of chloride ions results in the formation of complex compounds of rhodium ions. It is found that with increasing concentration of hydrochloric acid in the range 25–200 g/l, and the sweep rate of the potential (25–200 mV/s), the oxidation current value increased linearly.

The influence of the temperature of the electrolyte in the process of anodic oxidation of sulfur was studied and it is shown that with increasing temperature in the range of 25–65 °C the amount of current sulfur recovery grows. The effective activation energy of the calculated depending $\lg i - 1/T$ is 5,47 kJ/mol, which indicated the occurrence of oxidation reaction of rhodium in diffusion mode.

Key words: hydrochloric acid, rhodium, electrode, polarization, electrolyzer, period, the electrolyte.

ӨОЖ. 541.1.38

Ә. Б. Баешов, А. А. Адайбекова, Т. Э. Гаипов, У. А. Абдувалиева, М. Ж. Журинов

«Д. В. Сокольский атындағы Жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан

ТҰЗ ҚЫШҚЫЛЫ ЕРІТІНДІСІНДЕГІ РОДИЙ ЭЛЕКТРОДЫНЫҢ ҚАСИЕТІН ПОТЕНЦИОДИНАМИКАЛЫҚ ПОЛЯРИЗАЦИЯЛЫҚ ҚИСЫҚТАР ТҮСІРУ АРҚЫЛЫ ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Алғаш рет родий электродының тұз қышқылы ерітіндісінде электрохимиялық еру заңдылықтарыанодтық, катодтық және циклдік потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру арқылы анықталды. Родий электродының тотығу процесіне тұз қышқылы концентрациясының, потенциал өзгеру жылдамдығының және электролит температурасының әсерлері зерттелді.

Родий электродында тұз қышқылы ерітіндісінде анодты-катодты және катодты-анодты циклдік потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсіргенде, тұз қышқылының концентрациясы жоғарылаған сайын родий электродының тотығу максимумының биіктігі өсетіндігі байқалды, яғни бұл құбылыс хлор иондарының концентрациясы өскен сайын родий иондарының хлорлы комплекстерінің түзілуімен байланысты деп түсіндірілді. Тұз қышқылының концентрациясы (25–200 г/л) мен потенциал беру жылдамдығы (25–200 мВ/с) артуы кезінде родийдің тотығу тогының мәні сызықты түрде өсетіндігі анықталды.

Электролит температурасы 25–65 °C интервалында өскенде, вольтамперметрлік қисықтағы анодтық ток мәндерінің өсетіндігі көрсетілді. Температура және ток логарифмі тәуелділіктері

$(\lg i - \frac{1}{T})$ негізінде есептелген эффективті активтендіру энергиясының мәні 5,47 кДж/моль-ге тең, бұл тұз қышқылы ерітіндісінде родий электродының анодты тотығуы диффузиялық режимде жүретіндігін көрсетеді.

Түйін сөздер: тұз қышқылы, родий, электрод, поляризация, электролизер, период, электролит.

Родий – платиналық металдарға жатады және химиялық инертті металдардың бірі болғандықтан, қышқылдарда ерімейді, тіпті патша сұйықтығында да тұрақты [1, 2].

Родий – тұрақтылығына, шағылуқабілетіне және коррозияға төзімділік қасиеттеріне қарай, ғылыми зерттеулерде, әр түрлі техника салаларында қолданыс тауып келеді. Басқа платиналық металдарға қарағанда, родийдың артықшылықтары көп, катализ процестерінде бұл металл жоғары көрсеткішке ие. Родий катализаторлары органикалық химияда (бензол алуда және т.б.) әр түрлі гидрогенизациялық процестерде тасымалдағыш ретінде кеңінен қолданылады. Родий қоспалары – мыс, никель, палладий және платина катализаторларының белсенділігіне мардымды әсер етеді [3]. Сол себепті, пайдаланылған катализаторлардан, техникалық құралдардың беттік қабатынан, сонымен қатар лом (қиқым) түріндегі әртүрлі металл қалдықтарынан родийды бөліп алу өзекті проблемалардың бірі болып табылады. Бұл кездегі алғашқы негізгі мәселе – родийді еріту, демек, иондар күйінде ерітіндіге өткізу. Әдебиеттегі [4] мәліметтер бойынша, родийді ерітіндіге өткізу үшін BaO_2 немесе Na_2O_2 қоспасын пайдалануға болады. Дегенмен, олардың кемшілігі - еңбекті, энергияны көп қажет етуі, ұзақ жүруі және қосымша реагенттерді қолдануы. Әдеби деректер бойынша, родий анодты поляризациялағанда пассивтелініп ерімейді. Родийдің анодты пассивациялануы, теріс полюстері металдың бетінен ерітіндіге қарай бағытталған дипольдар түзетін оттегі атомдарының адсорбциялануы арқылы жүзеге асуымен түсіндіріледі. Осы құбылыс родийдің ерітіндіге өтуіне қиындық туғызады [5-7].

Профессор Ә.Баешов шәкірттерімен родий электродының және оның иондарының электрохимиялық қасиеттерін зерттеу мақсатында біршама ғылыми жұмыстар жүргізген [8-18].

Бұл жұмыста родий электродының тұз қышқылы ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеті потенциалдинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру арқылы зерттелді. Яғни, родий электродында тұз қышқылы ерітіндісінде анодты, катодты, анод-катодты және катод-анодты циклді потенциалдинамикалық поляризациялық қисықтар түсірілді.

Потенциалдинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру үшін «Autolab» потенциостаты қолданылды. Эксперименттер электрод кеңістіктері бөлінген үш электродты ұяшықта жүргізілді. Жұмысшы электрод ретінде ($d = 2$ мм) родий сымының беткі шеті пайдаланылды, екінші қосымша электрод ретінде платина сымы алынды. Барлық потенциал мәндері қаныққан калий хлориді ерітіндісіне салынған салыстырмалы күмісхлорлы электродына салыстыра келтірілген (+0,203В).

Родий электродының тұз қышқылы ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеттері, негізінен, концентрациясы 25г/л-ге тең тұз қышқылы ерітіндісінде анодты-катодты және катодты-анодты циклді поляризациялық қисықтар түсіру арқылы зерттелді.

Әрбір тәжірибе алдында электрод майдалығы 2000 болатын түрпі (наждак) материалында тегістеліп, спиртпен майсыздандырып, дистилденген сумен шайылып, соңынан фильтр қағазымен мұқият сүртілді.

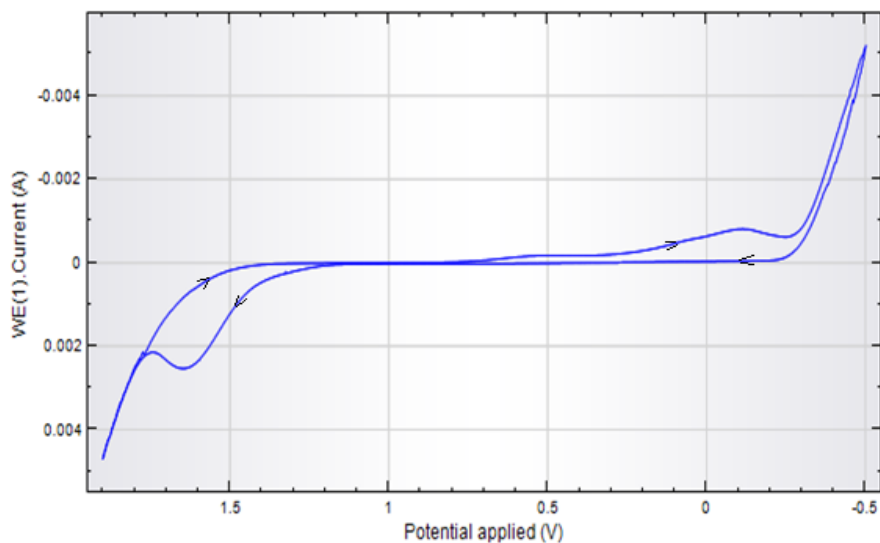
1-суретте тұз қышқылы ерітіндісінде родий электродында түсірілген анодты-катодты циклдік қисық келтірілген. Потенциал мәні анод бағытқа ығысқанда «плюс» 1,4В потенциалынан бастап родийдің тотығу толқыны және «плюс» 1,7 В-те хлор және оттегі газының бөліну тогы полярограммада тіркеледі.

Анодты поляризация кезінде келесі реакциялар орын алуы мүмкін [19]:

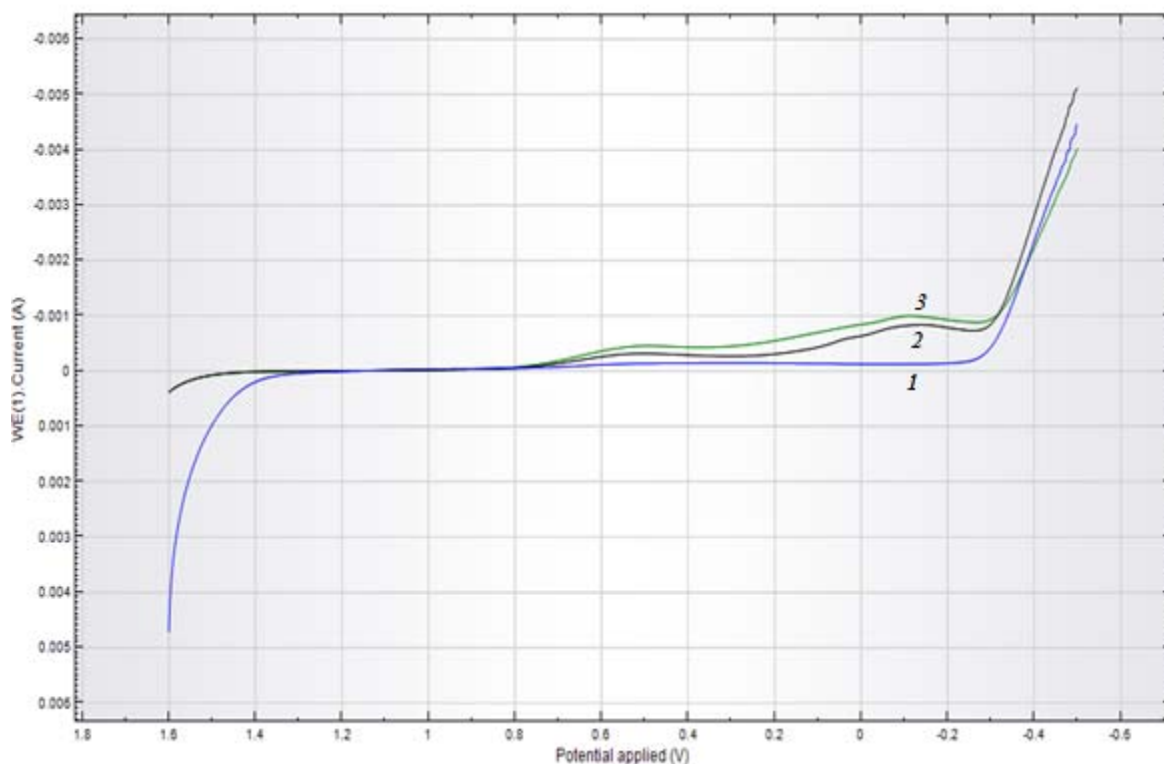


Потенциал мәні анодтан катод бағытына ығысқан кезде, түзілген родий иондарының сатылы түрде тотықсыздануы және «минус» 0,3В потенциалдар аумағында сутек газының түзілу тогы поляризациялық қисықта байқалады.

Полярограммада «плюс» 0,8В пен «минус» 0,3 В аралығында байқалған екі толқынның табиғатын түсіну мақсатында «плюс» 1,5В потенциалында родий электродын әр түрлі уақытта



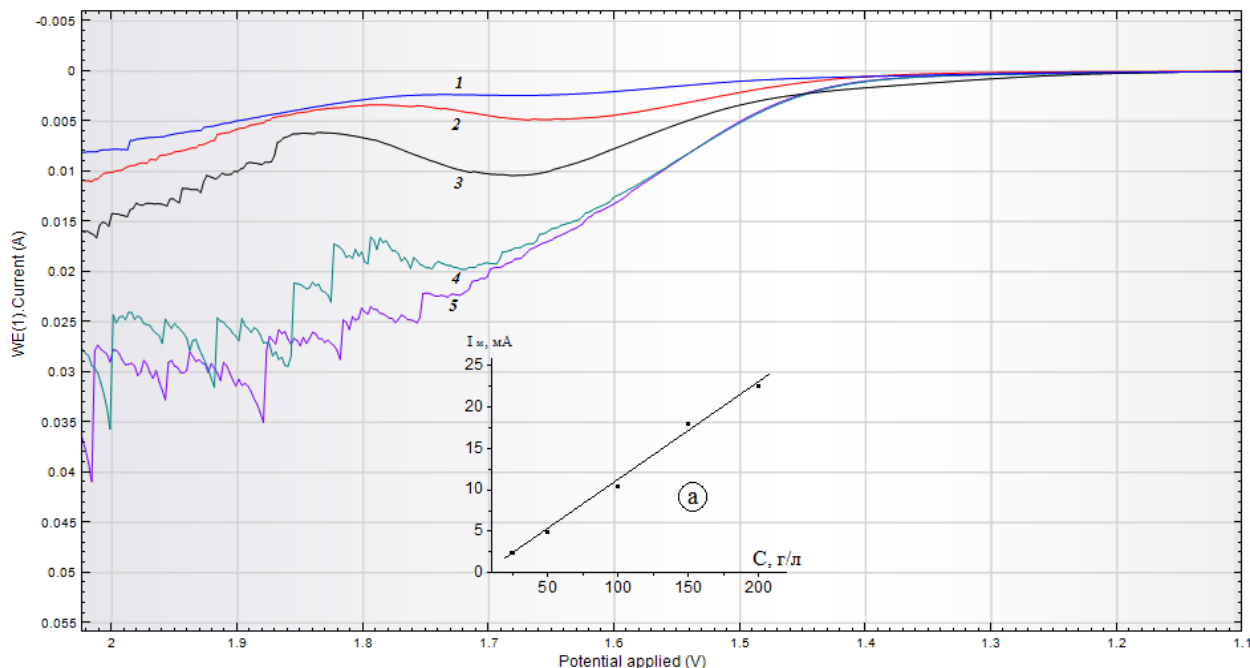
1-сурет – Родий электродының тұз қышқылы ерітіндісіндегі циклдік анодты-катодты потенциодинамикалық поляризациялық қисығы: $v = 50$ мВ/с; $t = 25$ °С; 25 г/л HCl



2-сурет – Алдын-ала «плюс» 1,5 В-та әр түрлі уақытта поляризацияланған родий электродының катодты потенциодинамикалық поляризациялық қисықтары:
 $v = 50$ мВ/с; 25 г/л HCl; $t = 25$ °С; $E_{\text{const}} = 1,50$ В; τ , мин; 1 – 0; 2 – 2; 3 – 6

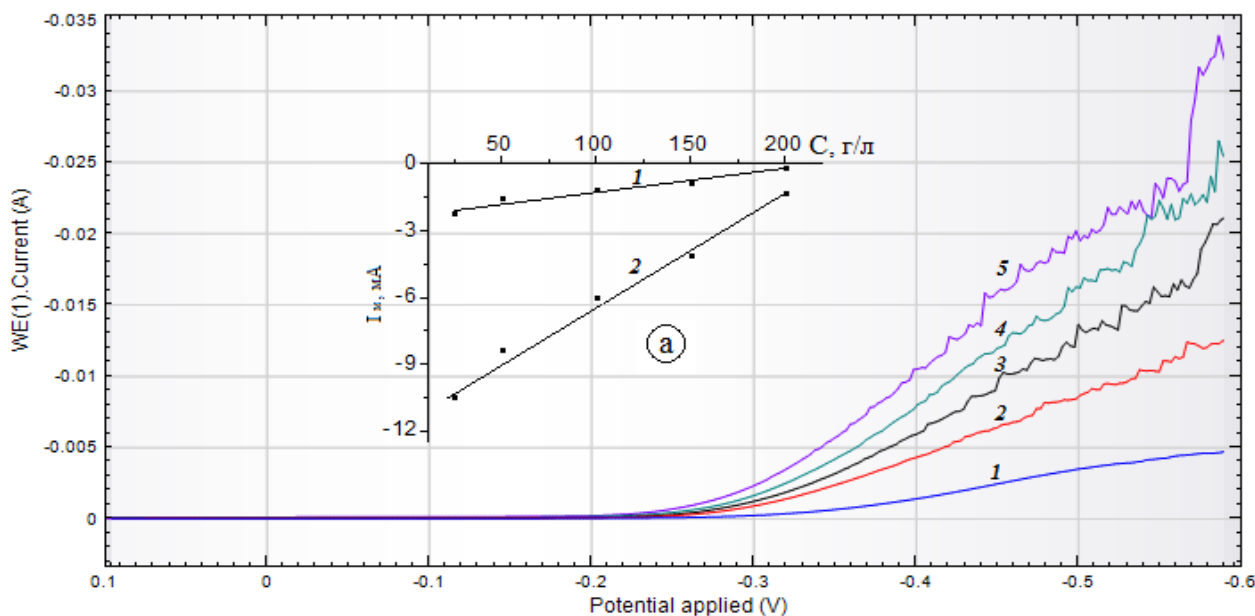
алдын-ала поляризациялап, сонан соң катод бағытындағы поляризациялық қисықтар түсіріледі (2-сурет). Алдын-ала поляризациялау уақыты өскен сайын, анодты тотығу максимумдарының өсетіні байқалады. Бұл құбылыс, уақыт өскен сайын родий иондарының концентрациясының өсуімен байланысты деп түсіндіруге болады.

3,4-суреттерде родий электродының 25-200 г/л тұз қышқылы ерітінділерінде түсірілген анодты және катодты потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар келтірілген. 3-суреттен көрініп



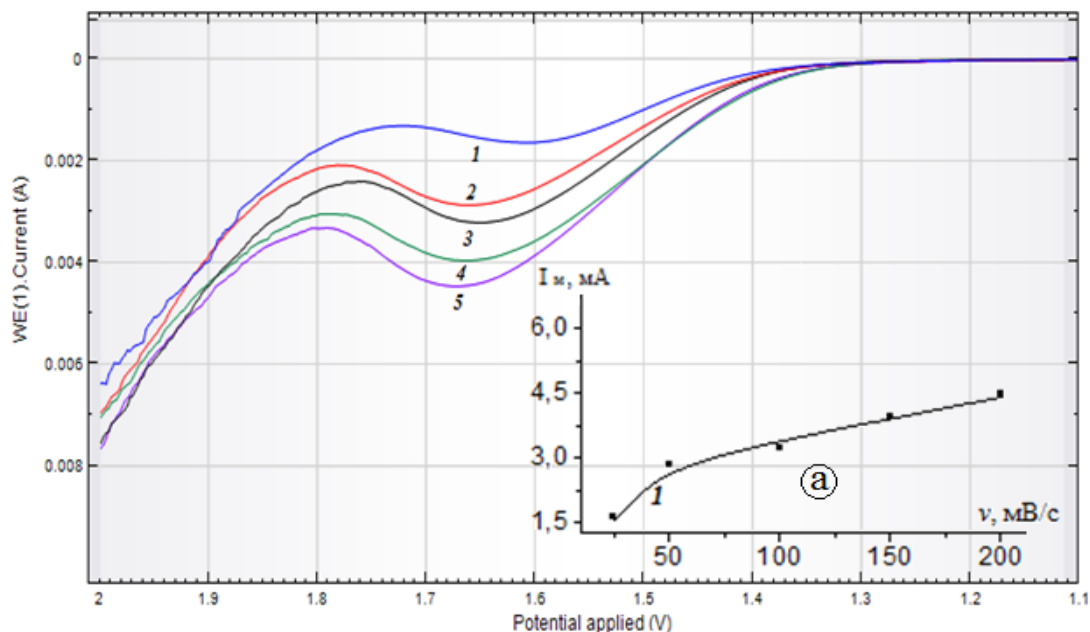
3-сурет – Родий электродының тұз қышқылы ерітінділеріндегі анодты потенциодинамикалық поляризациялық қисықтары (а – анодтық максимум ток мәндерінің тұз қышқылы концентрациясына тәуелділігі):
 $v = 50 \text{ мВ/с}$; $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$; HCl , г/л: 1 – 25; 2 – 50; 3 – 100; 4 – 150; 5 – 200

тұрғандай, тұз қышқылының концентрациясы жоғарылаған сайын родий электродының тотығу максимумының биіктігі өседі. Бұл құбылысты хлор иондарының концентрациясы өскен сайын родий иондарының хлорлы комплекстерінің түзілуімен байланысты деп түсіндіруге болады. Әдебиетте родийдің RhCl_6^{2-} және RhCl_6^{3-} ионды комплекстері түзетіндігі көрсетілген [2, 3]. 3-суреттен көрініп тұрғандай 25 г/л HCl ерітіндісінде родийдің тотығу максимумының мәні 2,5 мА болса, 200 г/л – 22,5 мА-тен.

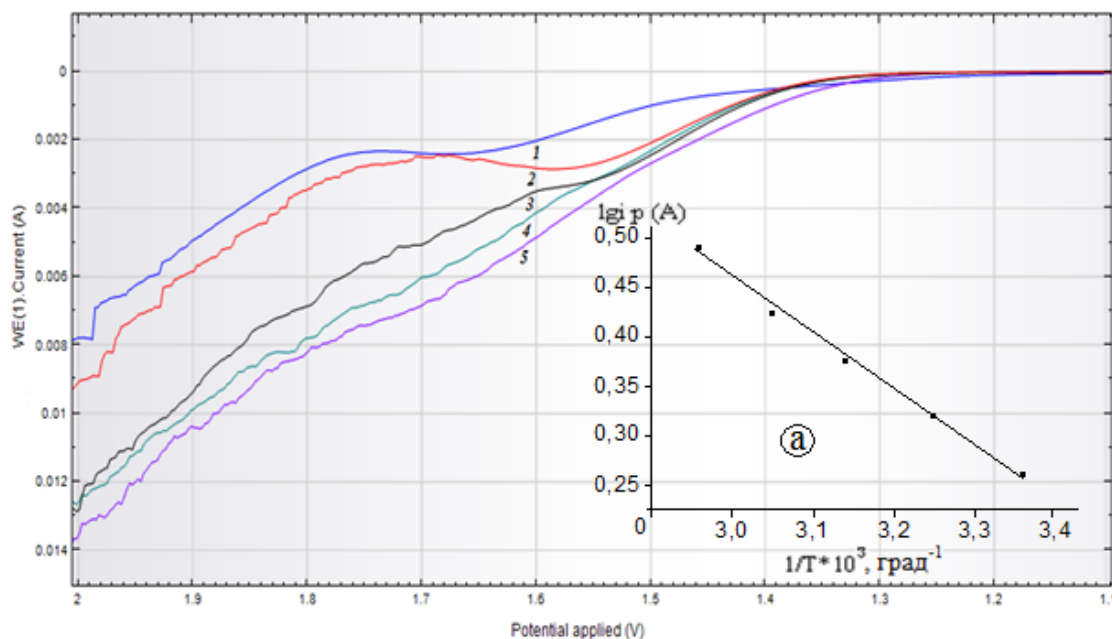


4-сурет – Родий электродының тұз қышқылы ерітінділеріндегі катодты потенциодинамикалық поляризациялық қисықтары (а) 1 – $E_1 = -0,3 \text{ В}$; 2 – $E_2 = -0,4 \text{ В}$):
 $v = 50 \text{ мВ/с}$; $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$; HCl , г/л: 1 – 25; 2 – 50; 3 – 100; 4 – 150; 5 – 200

4-суретте әр түрлі концентрациялы тұз қышқылы ерітіндісінде родий электродында түсірілген катодты потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар келтірілген. Тұз қышқылының концентрациясы артқан сайын, сутек газының бөліну аса кернеулігі төмендейді. 4-суретте «минус» 0,3 В және «минус» 0,4В потенциалдарында тұз қышқылы концентрациясы мен сутектің бөліну тогы мәні арасындағы тәуелділік графигі көрсетілген. Тұз қышқылының концентрациясы өскен сайын, ерітіндідегі сутек иондарының да мөлшері көбейді, осының нәтижесінде сутек газының бөліну аса кернеулігі төмендеп, оның бөліну жылдамдығы артады.



5-сурет – Родий электродындағы әр түрлі потенциал беру жылдамдығында түсірілген анодты потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар (а – родий электродындағы анодтық тотығу максимумының мәндерінің (I_m) потенциал беру жылдамдығына (v) тәуелділігі):
 $C = 25$ г/л HCl; $t = 25$ °C; v , мВ/с: 1 – 25; 2 – 50; 3 – 100; 4 – 150; 5 – 200



6-сурет – Родий электродының әр түрлі температурадағы анодты потенциодинамикалық поляризациялық қисықтары (а – $lg I$ мәнінің ерітінді температурасына ($1/T$) тәуелділігі, $\Delta E = 1500$ мВ):
 $v = 50$ мВ/с; 25 г/л HCl; t , °C: 1) 25; 2) 35; 3) 45; 4) 55; 5) 65

Родий электродының анодты тотығу реакциясына берілген потенциалдың өзгеру жылдамдығының әсері 25–200 мВ/с аралығында зерттелді. 5-суреттен көріп тұрғанымыздай, потенциал беру жылдамдығы өскен сайын, родий электродының анодтық еру максимумының да мәні өседі. Егер, 25 мВ/с-та тотығу максимумның мәні – 1,64 мА болса, ал 200 мВ/с-та – 4,47 мА тең болады (5а-сурет). Бұл дерек родийдің тотығу реакциясы диффузиялық режимде жүретіндігін көрсетеді.

Поляризациялық қисықтар электролит температурасының артуымен родий электродының тотығу толқынының биіктігі өсетінін, хлор иондарының разрядталу аса кернеулігінің төмендейтіндігін көрсетеді (6-сурет). Электролит температурасы артқан сайын вольтамперлік қисықтағы анодты тотығу ток максимумдарының мәні жоғарылайды. Горбачев [20, 21] әдісі бойынша $I_{g_{ip}} - 1/T$ тәуелділік графигінен эффективті активтену энергиясының мәні есептелді (6а-сурет), оның мәні 5,47 кДж/моль-ге тең болды, бұл тұз қышқылы ерітіндісінде родий электродының анодты тотығу реакциясы диффузиялық шектеумен жүретіндігін көрсетеді.

Қорыта айтқанда, алғаш рет родий электродының тұз қышқылы ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеті циклді потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру арқылы зерттелді. Анодты поляризация кезінде родий электродының тотығу толқыны полярограммада тіркелгендігі көрсетілді және бұл реакцияның диффузиялық режимде жүретіндігі анықталды.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Стыркас А.Д. Растворение платиновых металлов // Тезисы докладов 8-го Совещания по химии, анализу и технологии благородных металлов – Новосибирск. – 1969. – С. 407-412.
- [2] Бимиш Ф.Е. Аналитическая химия благородных металлов // Мир. – 1969. – Ч. 1.
- [3] Бимиш Ф.Е. Аналитическая химия благородных металлов // Мир. – 1969. – Ч. 2.
- [4] Федоров И.А. Родий. – М.: Наука, 1966. – 275 с.
- [5] Лобанов Е.М., Хуснутдинов Р.И. Приготовление эталонных растворов иридия и родия для радиоактивационного анализа // Ж.: Анал. химии. – 1966. – Т. XXI, вып. 6. – С. 743-745.
- [6] Каданер Л., Дик Т. Новый метод приготовления электролитов для электроосаждения металлов платиновой группы // Ж.: прикл. химии. – 1962. – Т. XXXV, вып. 1. – С. 196-197.
- [7] Гинзбург С.И., Езерская Н.А., Прокофьева И.В. и др. Аналитическая химия платиновых металлов. – М.: Наука, 1972. – 616 с.
- [8] Баешов А.Б., Гаипов Т., Баешов А.К. Способ получения хлорида родия // Инновационный патент РК №21697 от 05.09.08., бюл. № 9, 2009.
- [9] Баешов А.Б., Гаипов Т.Э., Иванов Н.С. Способ получения ультрадисперсного порошка родия // Инновационный патент РК № 23413 от 19.11.09, бюл. № 11, 2010.
- [10] Баешов А.Б., Гаипов Т.Э., Иванов Н.С., Баешова А. Электрохимический способ восстановления ионов родия (III) // Инновационный патент РК № 24860 от 28.12.10 бюл. № 11, 2011.
- [11] Баешов А.Б., Гаипов Т.Э. Изучение электрохимических свойств родия в солянокислой среде при поляризации промышленным переменным током // Известия НАН РК. – 2007. – № 1. – С. 22-25
- [12] Баешов А.Б., Гаипов Т.Э. Электрохимическое растворение родиевых электродов в сернокислой среде при поляризации промышленным переменным током // Известия НАН РК. – 2007. – № 3(363). – С. 62-66.
- [13] Баешов А.Б., Гаипов Т.Э. Изучение электрохимических свойств родия в хлорсодержащем растворе (HCl-NaCl) при поляризации переменным током // В сб. Трудов республиканской научно-технической конференции «современная технология переработки местного сырья и продуктов». – Ташкент, 2007. – С. 185-186.
- [14] Баешов А.Б., Гаипов Т.Э., Иванов Н.С. Электрохимические свойства родия в кислых средах при поляризации промышленным переменным током // Труды научно-практической конференции «Современные проблемы инновационных технологий в образовании и науке». – Шымкент, 2009. – С. 21-24.
- [15] Баешов А.Б., Гаипов Т.Э., Иванов Н.С. Изучение электрохимических свойств родия в растворе гидроксида натрия при поляризации промышленным переменным током // Известия научно-технического общества «Кахак». – 2009. – № 2(24). – С. 21-24.
- [16] Баешов А.Б., Иванов Н.С., Гаипов Т.Э., Мырзабеков Б.Э., Журинов М.Ж. Электрохимическое поведение Pd, Rd, Pt при поляризации промышленным переменным током в водных растворах // «Евразийский Симпозиум по инновациям в катализе и электрохимии»: Тезисы докладов. – Алматы, 2010. – С. 216.
- [17] Баешов А.Б., Иванов Н.С., Гаипов Т.Э., Мырзабеков Б.Э., Журинов М.Ж. Электрохимическое получение порошков платиновых металлов при различных видах поляризации и в присутствии окислительно-восстановительных систем // «Евразийский Симпозиум по инновациям в катализе и электрохимии»: Тезисы докладов. – Алматы, 2010. – С. 216.
- [18] Баешов А.Б., Гаипов Т.Э., Иванов Н.С., Рафикова Х.С. Электрохимическое восстановление родия (III) на титановом электроде // IV – International Conference «Innovative ideas and technologies – 2011». – Almaty, 2011. – С. 14-18.
- [19] Сухотина А.М. Справочник по электрохимии. – Л.: Химия, 1981. – 488 с.
- [20] Левин А.И. Теоретические основы электрохимии. – М.: Металлургия, 1972. – 432 с.
- [21] Горбачев С.В. Влияние температуры на электролиз как кинетический метод исследования природы электрохимических процессов // Труды IV всесоюзного совещания по электрохимии. – М.: Наука, 1959. – С. 61-71.

REFERENCES

- [1] Stircas A.D. Tezisy докладov 8-go Soveshania po himiy, analizu i tehn. blagorod. met. . *Novosibirsk*, **1969**, 407 - 412 (in Russ).
- [2] Bimish F.E. Analytical chemistry noble metals. *Moskva , Myr*, **1969**,1,297 (in Russ).
- [3] Bimish F.E. Analytical chemistry noble metals. *Moskva , Myr*, **1969**,2,400 (in Russ).
- [4] Fedorov Y.A. Rhodium. *M.: Nauka*, **1966**, 275 (in Russ).
- [5] Lobanov E.M., Husnutdinov R.Y. Preparation of standard solutions of iridium and rhodium for activation analysis. *Jh.: Anal. Himiy*. **1966**, 11, 6, 743 – 745(in Russ).
- [6] Kadaner L, Dyk T. A new method of preparation of electrolytes for the electroplating of platinum group metals. *Jh.: Pryn. Himiy*. **1962**, 35, 1, 196-197 (in Russ).
- [7] Gynzburg S.Y. Ezerskaiky N.A. Procofeva Y.B. Analytical chemistry of platinum metals. *M.: Nauka*, **1972**, 616 (in Russ).
- [8] Baeshov A.B., Gaipov T.E., Yvanov N.S. *Innovatsionniy patent RK № 21697*, **2009**, 05.09.08., 9 (in Russ).
- [9] Baeshov A.B., Gaipov T.E., Yvanov N.S. *Innovatsionniy patent RK. № 23413*, **2010**, 19.11.09,11 (in Russ).
- [10] Baeshov A.B., Gaipov T.E., Yvanov N.S., Baeshova A.K. *Innovatsionniy patent RK. № 24860*, **2011**, 28.12.10,11 (in Russ).
- [11] Baeshov A.B., Gaipov T.E. *Izvestiya NAN RK*, **2007**, 1, 22-25 (in Russ).
- [12] Baeshov A.B., Gaipov T.E. *Izvestiya NAN RK*, **2007**, 3(363), 62-66 (in Russ).
- [13] Baeshov A.B., Gaipov T.E. *Trudov respub. nauch-tehn. konferensii*, **2007**, 185-186 (in Russ).
- [14] Baeshov A.B., Gaipov T.E., Yvanov N.S *Trudi nauchno-prak. konferensii*, **2009**, 21-24 (in Russ).
- [15] Baeshov A.B., Gaipov T.E., Yvanov N.S *Izvestia nauch-tehn. Kahak*, **2009**, 2, 21-24 (in Russ).
- [16] Baeshov A.B., Yvanov N.S., Gaipov T.E., Myrzabekov B.E., Zhurinov M.Jh. *Tezisi dokladov*, **2010**, 216 (in Russ).
- [17] Baeshov A.B., Yvanov N.S., Gaipov T.E., Myrzabekov B.E., Zhurinov M.Jh. *Tezisi dokladov*, **2010**, 216 (in Russ).
- [18] Baeshov A.B., Gaipov T.E., Yvanov N.S IV – *International Conferense «Innovative ideas and technologies – 2011*, **2011**, 14-18 (in Russ).
- [19] Suhotina A.M. Spravochnik po elektrokhemii. L.: Himiya, **1981**, 488 (in Russ).
- [20] Levin A.I. Teoreticheskie osnovy ehlektrokhemii. M.: *Metallurgiya*, **1972**, 432 (in Russ).
- [21] Gorbachev S.V. Trudy IV vsesoyuznogo soveshaniya po ehlektrokhemii. M.: *Nauka*, **1959**, 61-71 (in Russ).

А. Б. Баешов, А. А. Адайбекова, Т. Э. Гаипов, У. А. Абдувалиева, М. Ж. Журинов

АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского», Алматы, Казахстан

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ РОДИЕВОГО ЭЛЕКТРОДА
В РАСТВОРЕ СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ МЕТОДОМ СНЯТИЯ
ПОТЕНЦИОДИНАМИЧЕСКИХ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ КРИВЫХ**

Аннотация. Впервые установлены закономерности электрохимического растворения родиевого электрода в растворе соляной кислоты методом снятия анодных, катодных и циклических потенциодинамических поляризационных кривых. Изучено влияние концентрации соляной кислоты, скорости развертки потенциала и температуры электролита на процесс окисления родиевого электрода.

Характер катодно-анодных и анодно-катодных циклических поляризационных кривых, полученных на родиевом электроде, показывает, что при увеличении концентрации соляной кислоты максимум тока окисления родиевого электрода повышается. Это объясняется тем, что при увеличении концентрации ионов хлора образуются хлоридные комплексные соединения родия. Установлено, что при повышении концентрации соляной кислоты (25–200 г/л) и скорости развертки потенциала (25–200 мВ/с) величина тока окисления прямолинейно увеличивается.

Установлено, что с увеличением температуры электролита в интервале 25–65 °С, величина анодного тока на вольтамперных кривых растет. Величина эффективной энергии активации, рассчитанной из зависимости $\lg i - \frac{1}{T}$ составляет 5,47 кДж/моль, что свидетельствует о протекании анодного окисления родиевого электрода в солянокислом растворе в диффузионном режиме.

Ключевые слова: соляная кислота, родий, электрод, поляризация, электролизер, период, электролит.

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

ISSN 2518-1467 (Online), ISSN 1991-3494 (Print)

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

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т. М. Апендиев*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 24.05.2017.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
19,4 п.л. Тираж 2000. Заказ 3.