

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

3

---

---

АЛМАТЫ  
АЛМАТЫ  
ALMATY

2016

МАМЫР  
МАЙ  
MAY

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 **Сагян 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, 2016

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, 2016

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

BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
ISSN 1991-3494  
Volume 3, Number 361 (2016), 131 – 137

## DISSOLUTION OF THE NICKEL ELECTRODE IN PHOSPHORIC ACID AT POLARIZATION BY STATIONARY AND NON-STATIONARY CURRENTS

A. B. Bayeshov<sup>1</sup>, S. S. Yegeubayeva<sup>1</sup>, A. S. Kadirbayeva<sup>1</sup>, A. K. Bayeshova<sup>2</sup>, B. S. Abzhalov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry of D. V. Sokolsky, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Kazakh national university named after Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan,

<sup>3</sup>K. A. Yassawi Kazakh-Turkish International University, Turkistan, Kazakhstan.

E-mail: bayeshov@mail.ru, altinay\_aidyn2789@mail.ru, azhar\_b@bk.ru

**Keywords:** electrolysis, alternating current, nickel, electrode, polarization.

**Abstract.** The aim of the work was to study the electrochemical dissolution of nickel in aqueous solutions of phosphoric acid at polarization of a pair "titanium-nickel" electrodes by alternating current of industrial frequency. Influence of density of current and concentration of acid on dissolution process is considered. At change of density of current on a titanic electrode in the range 10–125 A/m<sup>2</sup> the value of yield on dissolution current of nickel increases, reaches a maximum (99.6%) at 75 A/m<sup>2</sup> and further is decreased. At change of density of current on a nickel electrode in the range of 50–300 A/m<sup>2</sup> there is a reduction of the yield on dissolution current from 99.5 to 10%. The concentration of phosphoric acid affects the dissolution process, in accordance with its properties in the range of 25–100 g/l there is a considerable increase of the yield on current (20-98.9%). At increase in value of concentration from 100 to 200 g/l phosphoric acid as electrolyte, becomes weaker, and it leads to decrease in magnitude of the yield on current to 12%. For comparison process of electrochemical dissolution of nickel at polarization by a direct current is considered. It is found that process of dissolution of nickel at polarization by alternating current proceeds much more effectively.

## СТАЦИОНАРЛЫ ЖӘНЕ СТАЦИОНАРЛЫ ЕМЕС ТОКТАРМЕН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАНҒАН НИКЕЛЬ ЭЛЕКТРОДЫНЫҢ ФОСФОР ҚЫШҚЫЛЫ ЕРІТІНДІСІНДЕ ЕРУІ

А. Б. Баяшов<sup>1</sup>, С. С. Егеубаева<sup>1</sup>, А. С. Кадирбаева<sup>1</sup>, А. Қ. Баяшова<sup>2</sup>, Б. С. Абжалов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>«Д. В. Сокольский атындағы органикалық катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан,

<sup>3</sup>Қ. А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан

**Тірек сөздер:** электролиз, айнымалы ток, никель, электрод, поляризация.

**Аннотация.** Жұмыстың мақсаты өндірістік жиіліктегі айнымалы токпен «никель-титан» жұбын фосфор қышқылының сулы ерітінділерінде өндірістік жиіліктегі айнымалы токпен поляризациялау арқылы зерттеу болып табылады. Еру процесіне ток тығыздығының және қышқыл концентрациясының әсерлері қарастырылды. Титан электродындағы ток тығыздығын 10–125 А/м<sup>2</sup> аралығында өзгерткенде, никелдің еруінің ток бойынша шығымының мәні артып, 75 А/м<sup>2</sup> кезінде 99,6%-ға дейін жетеді, содан кейін азаяды. Ал никель электродындағы ток тығыздығын 50–300 А/м<sup>2</sup> аралығында өзгерткен кезде, ерудің ток бойынша шығымы 99,5%-дан 10%-ға кемиді. Фосфор қышқылының концентрациясы оның қасиетіне сәйкес әсер етеді, 25–100 г/л аралығында ток бойынша шығым мардымды түрде артады (20–98,9%). Қышқыл концентрациясын 100 г/л-ден 200 г/л-ге дейін өсіргенде фосфор қышқылы электролит ретінде әлсізденеді және осы ток бойынша шығымның 12%-ға дейін төмендеуіне әкеледі. Салыстыру мақсатында, никелдің электрохимиялық еруі тұрақты токпен поляризациялау кезінде қарастырылды. Никелдің еру процесі айнымалы токпен поляризациялау кезінде айтарлықтай тиімдірек жүретіні көрсетілді.

Никелден коррозияға төзімді өнімдер, физика-химиялық өлшемдер жүргізетін аппараттар, машина бөлшектері дайындалады. Жалпы никелдің шамамен 10%-ы никелдеуге, мысалы, темірді, болатты, мысты, жезді және басқа да металдар мен олардың балқымаларын қаптауға қолданылады. Никелдеу гальваникалық тәсілмен іске асырылады. Техникада аса маңызды балқымалар алу үшін никель пайдаланылып жүр [1-4].

Электрохимиялық қасиеті бойынша никель аса кернеулігі жоғары және алмасу тогы өте төмен металдарға жатады. Сондықтан сулы ерітінділерде никель иондарының разряды жоғары поляризациямен жүреді. Темір тобындағы металдарға жататын никель – жоғары адсорбциялық қасиетке ие. Осы қасиетіне байланысты ауада тез пассивацияланады. Металдың бұл қасиеті, оның электрохимиялық қасиетіне де елеулі әсер етеді. Сондықтан никель қышқыл және нейтрал ерітінділерде анодты поляризациялау кезінде оңай пассивтеледі, ал сілтілі ортада мүлдем ерімейді. Никелдің стандартты потенциалы – 0,23 В-ке тең [5-8].

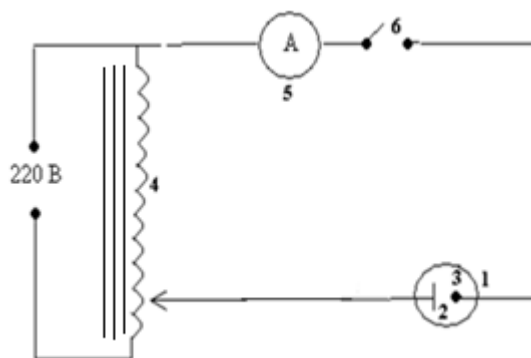
Никель электродының айнымалы токпен поляризациясы кезіндегі сулы ерітінділерде еруінің механизмдері бойынша бірқатар зерттеулер жүргізілген [9-23].

Тұрақты және айнымалы токтар арасындағы ерекшеліктердің анықталуы – металдарды электролиттік өңдеу кезінде байқалатын стационарлы болып табылатын тұрақты токтың кейбір кемшіліктерін толықтыруға мүмкіндік береді. Алайда, өндірістік айнымалы немесе стационарлы емес токпен поляризациялау кезіндегі электродтардағы процестер бүгінгі күнге дейін толық зерттелмеген. Сондықтан, металдардың, оның ішінде никелдің фосфор қышқылы ерітіндісінде айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі электрохимиялық қасиеттері қызығушылық тудырып отыр.

Алдын-ала жүргізілген зерттеулерде, екі никель электродын айнымалы токпен поляризациялағанда олардың еруі байқалмады. Ал никель электродтардың біреуін титан электродымен алмастырғанда, никелдің жоғары ток бойынша шығыммен ерітіндігі көрсетілді.

Осыған орай, жұмыстың мақсаты – жиілігі 50 Гц өндірістік айнымалы токпен никель-титан электродтар жұбын поляризациялау арқылы фосфор қышқылы ерітіндісіндегі никелдің электрохимиялық еру заңдылықтарын зерттеу.

Айнымалы токпен поляризациялау арқылы никель-титан жұбы электродтарын фосфор қышқылы ерітіндісінде ерітуге арналған электролиз қондырғысы 1-суретте келтірілген.

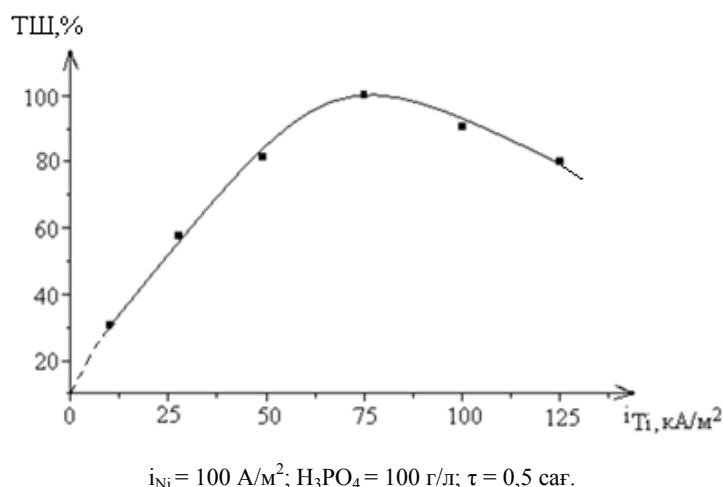


1-сурет – Айнымалы токпен поляризацияланған никель электродын фосфор қышқылы ерітіндісінде электрохимиялық ерітуге арналған қондырғының принципалды схемасы: 1 – электролизер; 2 – никель электроды; 3 – титан электроды; 4 – айнымалы ток көзі – ЛАТР; 5 – амперметр; 6 – кілт

Зерттеулер сыйымдылығы 100 мл-лік термостатты шыны электролизерде (1) жүргізілді. Электролизердегі электрод кеңістігі бөлінбеген. Электролит ретінде фосфор қышқылы (негізгі концентрациясы 100 г/л) ерітіндісі пайдаланылды. Электродтар ретінде – титан сымы (3) (ауданы  $3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ ) және никелден (2) жасалған (өлшемі  $8,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ) тік бұрышты пластинкасы қолданылды. Тізбектен өткен айнымалы ток зертханалық трансформаторлар (4) (ЛАТР) көмегімен реттеліп, ток күші айнымалы ток амперметрі (5) арқылы өлшенді. Ток бойынша шығымы айнымалы токтың анодты жартылай периодына есептелінді.

Айнымалы токты қолдану пассивацияға бейім металдардың, оның ішінде никелдің, еру процесін жеделдететіні белгілі. Осыған орай, никель электродын титан электродымен жұптастырып, фосфор қышқылы ерітіндісінде жиілігі 50 Гц айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі никелдің еруіне ток тығыздығы, қышқыл концентрациясының әсері қарастырылды. Айнымалы токпен поляризациялау кезінде никелдің еруінің ток бойынша шығымы анод жартылай периодына есептелді.

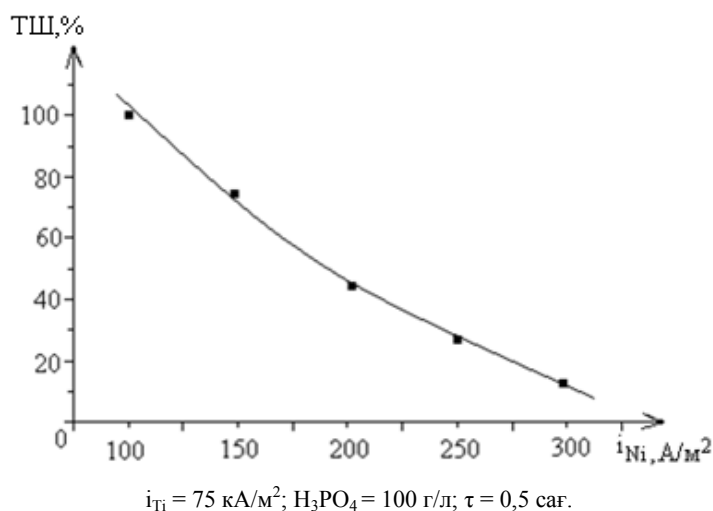
Фосфор қышқылы ерітіндісінде никель-титан электродтар жұбын айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі никелдің еруінің ток бойынша шығымына титан электродындағы ток тығыздығының әсері зерттелінді (2-сурет). Ток тығыздығын  $10\text{--}125 \text{ кА/м}^2$  аралығында өзгерткенде, никелдің еруінің ток бойынша шығымы максимум арқылы өтеді. Ол ток тығыздығы  $10\text{--}75 \text{ кА/м}^2$  аралығында, 30%-дан 99,6%-ға дейін жоғарылайды. Ал, ток тығыздығын одан ары қарай жоғарылату, никель электродының еруінің ток бойынша шығымын 99,6 %-дан 79,8%-ға дейін төмендеуіне әкеледі.



2-сурет – Никель-титан жұбы электродтарын айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі никель электродының еруінің ток бойынша шығымына титан электродындағы ток тығыздығының әсері

Жоғары ток тығыздықтарында айнымалы токпен поляризацияланған никель электродының еруінің ток бойынша шығымының өсуі, айнымалы токпен поляризациялау кезінде катодты жартылай периодта бөлінетін сутек иондарының анодты жартылай периодта түзілетін оксидтік қабатты тотықсыздандыруымен түсіндіруге болады. Никель электродының еруінің ток бойынша шығымының жүз пайызға жуық еруі, бұл металдың фосфатты қосылысын алу үшін айнымалы токты қолданудың өте тиімді екендігін көрсетеді.

Никель-титан жұбы электродтарын фосфор қышқылы ерітіндісінде айнымалы токпен поляризациялау кезінде, никель электродының еруінің ток бойынша шығымына осы электродтағы ток тығыздығының әсері  $100\text{--}300\text{ А/м}^2$  аралығында зерттелінді (3-сурет). Көрсетілген ток тығыздығы аралығында никель электродының еруінің ток бойынша шығымының максимум мәні  $100\text{ А/м}^2$  кезінде орын алып,  $99,5\%$ -ды құрайды, содан кейін аздап төмендейді. Никелдегі ток тығыздығы  $300\text{ А/м}^2$  болғанда, оның еруінің ток бойынша шығымы  $20\%$ -дан төмен.



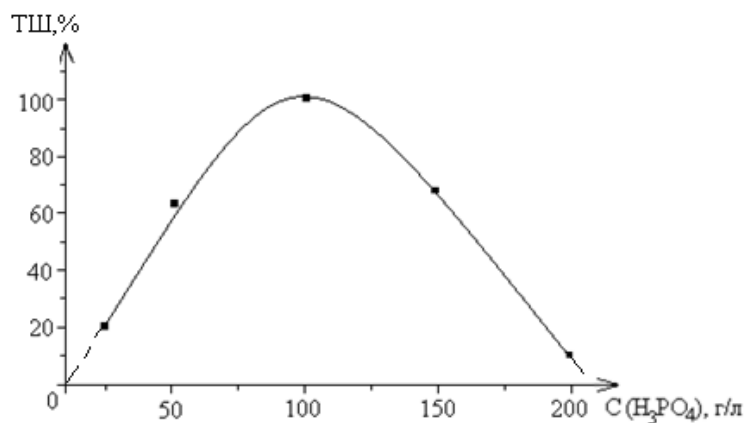
3-сурет – Никель-титан жұбы электродтарын айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі никель электродының еруінің ток бойынша шығымына никель электродындағы ток тығыздығының әсері

Айнымалы токпен поляризацияланған никель электродының еруінің ток бойынша шығымына фосфор қышқылы концентрациясының әсері  $25\text{--}200\text{ г/л}$  аралығында зерттелінді. Фосфор қышқылының концентрациясы артқан сайын ток бойынша шығымның мәні алғашқыда жоғарылап, сонан соң төмендейді. Зерттеу нәтижелері бойынша, фосфор қышқылының концентрациясы  $25\text{--}100\text{ г/л}$  аралығында, никель электродының еруінің ток бойынша шығымы  $20\text{--}98,9\%$  аралығында жоғарылайтындығын, ал қышқыл концентрациясын  $100\text{--}200\text{ г/л}$  аралығында арттырғанда, электродтың еруінің ток бойынша шығымы  $12\%$ -ға дейін төмендейтіндігін байқауға болады. Мұны фосфат иондарының концентрациясының өсуіне байланысты электрод бетінде никель фосфатынан тұратын фазалық қабат түзіліп, электрод бетін қаптап қалып, пассивация құбылысының орын алуымен байланысты деп түсіндіруге болады.

Стационарлы тұрақты ток пен айнымалы токтың никель электродының электрохимиялық еруіне әсер ету айырмашылықтарын анықтау және салыстыру мақсатында, кейінгі зерттеу жұмыстары никель электродтарын тұрақты анодты токпен поляризациялау арқылы жүзеге асырылды.

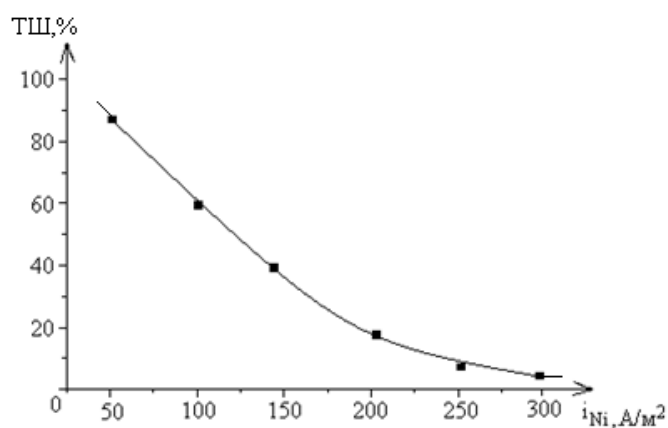
Стационарлы анодты токпен поляризацияланған никель электродтарының еруінің ток бойынша шығымына электродтардағы ток тығыздығының әсері қарастырылды. Анодтағы ток тығыздығының өсуімен никель электродтарының еруінің ток бойынша шығымының мардымды төмендейтіндігі анықталды (5-сурет). Ток тығыздығы  $50\text{ А/м}^2$  кезінде, никелдің еруінің ток бойынша шығымының максималды мәні  $88\%$ -ды құрады. Ал, ток тығыздығын одан ары жоғарылату кезінде, никелдің еруінің ток бойынша шығымы  $5\%$  аумағында болды. Фосфор қышқылы ерітіндісінде тұрақты токпен поляризацияланған никель электродтарының еруінің ток бойынша шығымының төмендеуін жоғары ток тығыздықтарында металдың пассивациялануына байланысты электродтардың бетінде қосымша реакциялардың жүру жылдамдығының артуымен түсіндіруге болады.





$$i_{\text{Ni}} = 100 \text{ A/m}^2; i_{\text{Ti}} = 75 \text{ кA/m}^2; \tau = 0,5 \text{ сағ.}$$

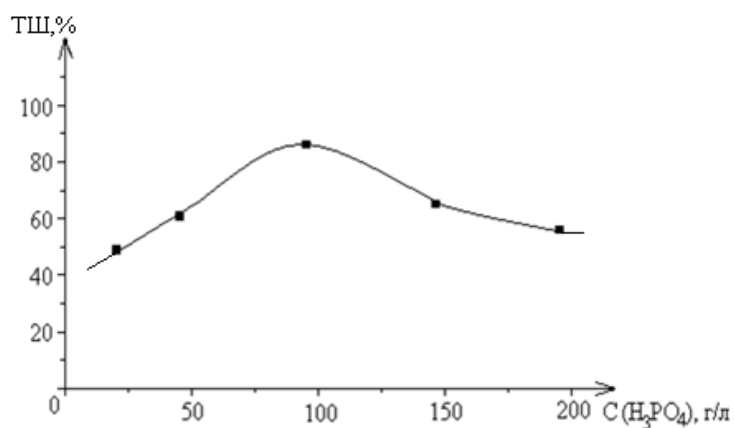
4-сурет - Никель-титан жұбы электродтарын айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі никель электродының еруінің ток бойынша шығымына фосфор қышқылы концентрациясының әсері



$$\text{H}_3\text{PO}_4 = 50 \text{ г/л}; \tau = 0.5 \text{ сағ.}$$

5-сурет – Никелді анодты токпен поляризациялау кезіндегі оның еруінің ток бойынша шығымына электродтағы ток тығыздығының әсері

Никель электродтарын анодты токпен поляризациялау кезіндегі никель электродының еруінің ток бойынша шығымына фосфор қышқылы ерітіндісінің концентрациясының әсері (25–200 г/л) зерттелінді (6-сурет). Зерттеу нәтижелері, қышқыл концентрациясын 100 г/л дейін арттырғанда,



$$i_{\text{Ni}} = 50 \text{ A/m}^2; \tau = 0,5 \text{ сағ.}$$

6-сурет – Никель электродтарын анодты токпен поляризациялау кезіндегі оның еруінің ток бойынша Шығымына фосфор қышқылы ерітіндісінің концентрациясының әсері

никель электродының еруінің ток бойынша шығымы 86,9%-ға дейін жоғарылап, ал, оның мөлшерін 100–200 г/л дейін арттырғанда, 58,6%-ға дейін төмендейтіні анықталды. Мұны электролит концентрациясы жоғарылаған сайын, иондар қозғалысының баяулауымен және никель электроды бетінің пассивациялана басталуымен байланысты деп түсіндіруге болады.

Стационарлы емес және стационарлы жағдайлардағы никель электродының еруін салыстыратын болсақ, никель электродында ток тығыздығы 100 А/м<sup>2</sup> болғанда айнымалы токпен поляризациялау кезінде металдың еруінің ток бойынша шығымы 99,6% болса, анодты поляризациялау кезінде 86,9%. Демек стационарлы емес жағдайда никель жоғары ток бойынша шығыммен ериді.

Сонымен, никель электродын титанмен жұптастырып фосфор қышқылы ерітіндісінде өндірістік жиіліктегі айнымалы токпен поляризациялау кезінде жоғары ток бойынша шығыммен никель фосфатын түзе еритіндігі алғаш рет анықталды. Сонымен қатар, никель электродтарын фосфор қышқылы ерітіндісінде анодты тұрақты токпен де поляризациялау кезінде бір қатар нәтижелерге қол жеткізілді. Зерттеу нәтижелері негізінде, қышқылды ортада айнымалы токпен поляризациялау кезінде никель электродының тұрақты токпен салыстырғанда жақсы еритіндігі және металдың еруінің ток бойынша шығымына электродтардағы ток тығыздығы және қышқыл концентрациясы әсер ететіндігі анықталды. Айнымалы токпен поляризациялау кезінде никелді ерітіп, оның фосфат қосылысының түзілуінің оптималды жағдайлары қалыптастырылды. Электролиздің тиімді жағдайларында никелдің еруінің ток бойынша шығымы 99,6%-ды құрайтындығы көрсетілді.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Береговский В. И. Никель и его значение для народного хозяйства. – М.: Металлургия, 1964. – 405 с.
- [2] Абрикосов А.А. Основы теории металлов. Учеб. руководство. – М.: Наука, 1987. – 520 с.
- [3] Лидин Р.А., Молочко В.А., Андреева Л.Л. Химические свойства неорганических веществ / Под ред. Р. А. Лидина. – М.: Химия, 2000. – 480 с.
- [4] Самсонова Г.В. Физико-химические свойства элементов. Академия наук Украинской ССР институт проблем материаловедения: Справочник / Под ред. чл.-корр. АН УССР. – Киев: 1965. – 806 с.
- [5] Латимер В.М. Окислительное состояние элементов и их потенциалы в водных растворах. – М.: Иностранная литература, 1954. – С. 187-189.
- [6] Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия: учеб. для вузов. – 4-е изд., испр. – М.: Высш. шк., Изд-во Центр Академия, 2001. – 743 с.
- [7] Кудрявцева Н.Т. Прикладная электрохимия. – Изд. 2-е, пер. и доп. – М.: Химия, 1975. – 350 с.
- [8] Федотьев Н.П. Прикладная электрохимия. – Л.: Химия, 1962. – С. 355-358.
- [9] Баешов А.Б., Бекенова Г.С., Баешова А.Қ. Нейтрал ортада айнымалы асимметриялық токпен поляризацияланған никель электродының электрохимиялық қасиеттері // «Шоқан тағылымы – 10» атты Халықаралық ғылыми конференциясы. – Көкшетау, 2005. – 216-222 б.
- [10] Бекенова Г.С., Баешов А.Б. Никель электродын айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі электрохимиялық қасиеті // «Электрохимия және катализ саласындағы инновациялық нанотехнологиялар» Халықаралық ғылыми конференциясының тезистері. – Алматы, 2006. – 54 б.
- [11] Бекенова Г.С., Баешов А.Б., Қоңырбаев А.Е. Никель электродын калий хлориді ерітіндісінде айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі электрохимиялық қасиеттері // Промышленность Казахстана. – 2004. – № 3(24). – 34-35 б.
- [12] Бекенова Г.С., Баешов А.Б., Қоңырбаев А.Е. Өндірістік жиіліктегі стационарлы емес токпен поляризацияланған никель электродының қышқыл ортадағы электрохимиялық еру процесін зерттеу // Қ. А. Ясауи атындағы ХҚТУ хабаршысы. – 2003. – № 6. – 9-14 б.
- [13] Баешов А.Б., Бекенова Г.С., Баешова А.Қ. Нейтрал ортада никель электродын айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі электрохимиялық қасиеттері // «Е. Бөкетовтің ғылыми мұрасы» атты халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары. – Петропавл, 2005. – 122-124 б.
- [14] Баешов А. Баешова А.К. Конурбаев А.К. Журинов М.Ж. Извлечение никеля из отработанных растворов в виде труднорастворимых соединений // Вестник МКТУ им. Х. А. Яссауи. – 1998. – № 2. – С. 5.
- [15] Бекенова Г.С., Баешов А.Б. Айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі никель электродтарының тұз қышқылы ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеттері // Қ. А. Ясауи атындағы ХҚТУ хабаршысы. – 2003. – № 2. – 40-43 б.
- [16] Баешов А.Б., Бекенова Г.С., Баешова А.Қ., Қоңырбаев А.Е. Айнымалы асимметриялық токпен қышқыл ортада поляризацияланған никель электродының электрохимиялық қасиеттері // ҚР Ұлттық Ғылым Академиясының хабаршысы. – 2004. – № 6. – 171-175 б.
- [17] Бекенова Г.С., Баешов А.Б., Қоңырбаев А.Е. Никелдің металл қалдықтарынан айнымалы токпен поляризациялау арқылы оның неорганикалық қосылыстарын синтездеу // Ізденіс. Жаратылыстану және техникалық ғылымдар сериясы. – 2004. – № 1(2). – 18-21 б.
- [18] Бекенова Г.С., Баешов А.Б. Азот қышқылы ерітіндісінде айнымалы токпен поляризацияланған никель электродының электрохимиялық қасиеттері // Ізденіс. Жаратылыстану және техникалық ғылымдар сериясы. – 2005. – № 1(2). – 18-21 б.

[19] Баешов А., Нуруллаев М., Кулекеев К.Д. Электрохимическое поведение никелевых электродов в серноуксильном растворе при поляризации промышленным переменным током // Труды Республиканской научно-практической конференции «Ауезовские чтения-2». – Шымкент, 1999. – Б. 159.

[20] Баешов А., Бекенова Г.С. Потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру арқылы калий хлориді ерітіндісіндегі никель электродының электрохимиялық қасиетін зерттеу // ҚР ҰҒА Хабарлары. – 2016. – № 1. – 32-37 б.

[21] Bayeshov A., Bekenova G. Research of nikels electrochemical property in sulfuric Acid solution by using potentiodynamic curve // Ozieta journal of Chemistry. – 2015. – Vol. 31, N 1. – P. 141-147.

[22] Баешов А., Бекенова Г. Никель қалдықтарын қышқылды ортада айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі электрохимиялық қасиеті // ҚР ҰҒА Баяндамалары. – 2015. – № 1. – 68-72 б.

[23] Баешов А., Бекенова Г. Айнымалы токпен поляризацияланған никель электродының тұз қышқылы ерітіндісіндегі қасиеті // ҚР ҰҒА Хабаршысы. – 2015. – № 1. – 42-46 б.

#### REFERENCES

- [1] Beregovskii V.I. *Nikel i ego znachenie dlya narodnogo hozaystva*. M.: Metallurgiya, **1964**. 405 p. (in Russ.).
- [2] Abrikosov A.A. *Osnovi teorii metallov*. M.: Nauka, **1987**. 520 p. (in Russ.).
- [3] Lidin R.A., Molochko B.A., Andreeva L.L. *Himicheskie svoistva neorganicheskikh veshstv*. M.: Himiya, **2000**. 480 p. (in Russ.).
- [4] Samsonova G.B. *Fiziko-himicheskie svoistva elementov*. Kiev, **1965**. 806 p. (in Russ.).
- [5] Latimer V.M. *okislitelnoe sostoyanie elementov i ih potentsialy v vodnih rastvorah*. M.: inostrannaya literature, **1954**. P. 187-189. (in Russ.).
- [6] Ahmetov N.S. *Obshaya i neorganicheskaya himiya: ucheb. dlya vuzov*. 4-oe izd., ispr. M.: Vish. shk., Iz-vo Centre Akademii. **2001**. 743 p. (in Russ.).
- [7] Kudryavceva N.T. *Prikladnaya elektrohimiya*. Izd. 2-e, per. i dop. M.: Himiya, **1975**. 350 p. (in Russ.).
- [8] Fedotov N.P. *Prikladnaya elektrohimiya*. L.: Himiya, **1962**. P. 355-358.
- [9] Bayeshov A., Bekenova G.S., Bayeshova A.K. *Shokan tagilimi conference*, **2005**. 216-222 p. (in Kazakh).
- [10] Bekenova G.S., Bayeshov A. *Konferentsiya tezisi*, **2006**. 54 p. (in Kazakh).
- [11] Bekenova G.S., Bayeshov A., Konurbayev A.E. *Promishlennost Kazakhstana*, **2004**. N 3(24). - 34-35 p. (in Kazakh).
- [12] Bekenova G.S., Bayeshov A., Konurbayev A.E. *HKTU habarshisi*, **2003**. N 6. 9-14 p. (in Kazakh).
- [13] Bayeshov A., Bekenova G.S., Bayeshova A.K. E. *Buketov conference*, **2005**. 122-124 p. (in Kazakh).
- [14] Bayeshov A., Bayeshova A.K., Konurbayev A.E., Zhurinov M.Zh. *Vestnik MKTU*, 1998. N 2. P. 5.
- [15] Bekenova G.S., Bayeshov A. *HKTU habarshisi*, **2003**. N 2. 40-43 p. (in Kazakh).
- [16] Bayeshov A., Bekenova G.S., Bayeshova A.K., Konurbayev A.E. *Izvestiya NAS RK*, **2004**. N 6. 171-175 p. (in Kazakh).
- [17] Bekenova G.S., Bayeshov A., Konurbayev A.E. *Izdenis*, **2004**. N 1(2). 18-21 p. (in Kazakh).
- [18] Bekenova G.S., Bayeshov A. *Izdenis*, **2005**. N 1(2). 18-21 p. (in Kazakh).
- [19] Bayeshov A., Nurullaev M., Kulekeev K.D. *Konferentsiya tezisi, Shimkent, 1999*. 159 p. (in Russ.).
- [20] Bayeshov A., Bekenova G.S. *Izvestiya NAS RK*, **2016**. N 1. 32-37 p. (in Kazakh).
- [21] Bayeshov A., Bekenova G.S. *Ozieta journal of Chemistry*, **2015**, Vol. 31, N 1. P. 141-147. (in Eng).
- [22] Bayeshov A., Bekenova G.S. *Dokladi NAS RK*, **2015**. N 1. 68-72 p. (in Kazakh).
- [23] Bayeshov A., Bekenova G.S. *Vestnik NAS RK*, **2015**. N 1. 42-46 p. (in Kazakh).

#### РАСТВОРЕНИЕ НИКЕЛЕВОГО ЭЛЕКТРОДА В ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЕ ПРИ ПОЛЯРИЗАЦИИ СТАЦИОНАРНЫМИ И НЕСТАЦИОНАРНЫМИ ТОКАМИ

А. Б. Баешов<sup>1</sup>, С. С. Егеубаева<sup>1</sup>, А. С. Кадирбаева<sup>1</sup>, А. Қ. Башова<sup>2</sup>, Б. С. Абжалов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>«Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского», Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан,

<sup>3</sup>Международный казахско-турецкий университет им. Х. А. Ясави, Туркестан, Казахстан,

**Ключевые слова:** электролиз, переменный ток, никель, электрод, поляризация.

**Аннотация.** Целью работы явилось исследование электрохимического растворения никеля в водных растворах фосфорной кислоты при поляризации пары электродов «титан-никель» переменным током промышленной частоты. Рассмотрено влияние плотности тока и концентрации кислоты на процесс растворения. При изменении плотности тока на титановом электроде в интервале 10–125 А/м<sup>2</sup> величина выхода по току растворения никеля возрастает, достигает максимума (99,6%) при 75 А/м<sup>2</sup> и далее уменьшается. При изменении же плотности тока на никелевом электроде в интервале 50–300 А/м<sup>2</sup> происходит уменьшение выхода по току растворения от 99,5 до 10%. Концентрация фосфорной кислоты оказывает влияние на процесс растворения в соответствии с ее свойствами, в интервале 25–100 г/л происходит значительное возрастание выхода по току (20–98,9%). При увеличении значения концентрации от 100 до 200 г/л фосфорная кислота, как электролит, становится слабее, и это приводит к снижению величины выхода по току до 12%. Для сравнения рассмотрен процесс электрохимического растворения никеля при поляризации постоянным током. Установлено, что процесс растворения никеля при поляризации переменным током протекает значительно эффективнее.

Поступила 05.05.2016 г.

---

---

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

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

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

Подписано в печать 24.05.2016.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
11,5 п.л. Тираж 2000. Заказ 3.