

ISSN 2224-5286

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ХИМИЯ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ  
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ  
ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ**



**SERIES  
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**

**1 (415)**

**ҚАҢТАР – АҚПАҢ 2016 ж.  
ЯНВАРЬ – ФЕВРАЛЬ 2016 г.  
JANUARY – FEBRUARY 2016**

**1947 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1947 ГОДА  
PUBLISHED SINCE JANUARY 1947**

**ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR**

**АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK**

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:

хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әдекенов С.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғазалиев А.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ерғожин Е.Е.** (бас редактордың орынбасары); хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Пірәлиев К.Д.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баешов А.Б.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Бүркітбаев М.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жүсіпбеков У.Ж.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Итжанова Х.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Молдахметов М.З.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рахымов К.Д.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сатаев М.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Тәшімов Л.Т.**; хим. ғ. докторы, проф. **Мансұров З.А.**; техн. ғ. докторы, проф. **Наурызбаев М.К.**

Р е д а к ц и я к е ң е с і:

Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **Агабеков В.Е.** (Беларусь); Украинаның ҰҒА академигі **Волков С.В.** (Украина); Қырғыз Республикасының ҰҒА академигі **Жоробекова Ш.Ж.** (Қырғызстан); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Мангашян А.А.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Туртэ К.** (Молдова); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Фарзалиев В.** (Әзірбайжан); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Халиков Д.Х.** (Тәжікстан); хим. ғ. докторы, проф. **Нараев В.Н.** (Ресей Федерациясы); философия ғ. докторы, профессор **Полина Прокопович** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Марек Сикорски** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

**М. Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Адекенов**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **Е.Е. Ергожин** (заместитель главного редактора); доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **К.Д. Пралиев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Б. Башов**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.М. Буркитбаев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.Ж. Джусипбеков**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.И. Итжанова**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.З. Мулдахметов**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **К.Д. Рахимов**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.И. Сатаев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Л.Т. Ташимов**; доктор хим. наук, проф. **З.А. Мансуров**; доктор техн. наук, проф. **М.К. Наурызбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Республики Беларусь **В.Е. Агабеков** (Беларусь); академик НАН Украины **С.В. Волков** (Украина); академик НАН Кыргызской Республики **Ш.Ж. Жоробекова** (Кыргызстан); академик НАН Республики Армения **А.А. Манташян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **К. Туртэ** (Молдова); академик НАН Азербайджанской Республики **В. Фарзалиев** (Азербайджан); академик НАН Республики Таджикистан **Д.Х. Халиков** (Таджикистан); доктор хим. наук, проф. **В.Н. Нараев** (Россия); доктор философии, профессор **Полина Прокопович** (Великобритания); доктор хим. наук, профессор **Марек Сикорски** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия химии и технологии». ISSN 2224-5286

Собственник: Республиканское общественное объединение «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 №10893-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142,  
Институт органического катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского,  
каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail:orgcat@nursat.kz

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

Editor in chief

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

Editorial board:

**S.M. Adekenov**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Ye.Ye. Yergozhin**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK (deputy editor); **K.D. Praliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **A.B. Bayeshov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.M. Burkhitbayev**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.Zh. Zhusipbekov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Kh.I. Itzhanova**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Z. Muldakhmetov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **K.D. Rakhimov**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.I. Satayev**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **L.T. Tashimov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.A. Mansurov**, dr. chem. sc., prof.; **M.K. Nauryzbayev**, dr. eng. sc., prof.

Editorial staff:

**V.Ye. Agabekov**, NAS Belarus academician (Belarus); **S.V. Volkov**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **Sh.Zh. Zhorobekov**, NAS Kyrgyzstan academician (Kyrgyzstan); **A.A. Mantashyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **K. Turte**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Farzaliyev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **D.Kh. Khalikov**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **V.N. Narayev**, dr. chem. sc., prof. (Russia); **Pauline Prokopovich**, dr. phylos., prof. (UK); **Marek Sikorski**, dr. chem. sc., prof. (Poland)

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.**  
**ISSN 2224-5286**

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 10893-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Editorial address: Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry named after D. V. Sokolsky  
142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22,  
e-mail: [orgcat@nursat.kz](mailto:orgcat@nursat.kz)

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 1, Number 415 (2016), 32 – 37

**RESEARCH OF NICKEL'S ELECTROCHEMICAL PROPERTY  
IN POTASSIUM CHLORIDE SOLUTION  
BY USING POTENTIODYNAMIC POLARIZATION CURVE**

**G. S. Bekenova<sup>1</sup>, A. B. Bayeshov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>University named after Suleiman Demirel, Kaskelen, Kazakhstan,

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

E-mail: najen@mail.ru; Bayeshov@mail.ru

**Key words:** electrode, polarization curves, potentiometer.

**Abstract.** In the presented work in order to deeply study the mechanism of electrode processes that take place while polarizing the nickel electrode in potassium chloride solutions by alternating current, potentiodynamic polarization curves were obtained. The detailed study of shapes of polarization curves; their dependence on concentration, temperature, and other physical and chemical parameters, gives opportunity to obtain full information on the nature and kinesthetic of processes taking place on electrode surface. The electrochemical properties of nickel electrode were researched by estimating cyclic potentiodynamic polarization curves in neutral medium; and the influence of electrolyte concentration, potential giving speed, the temperature of solution on anodic and cathode processes were also studied. The meanings of transfer number ( $\alpha_n$ ) and diffusion (D) coefficient, the reaction order of metal ions during the process of nickel electrode's anode corrosion in sulfuric acid solution, and the activation energy is estimated. Result of the calculations showed that nickel's melting process goes in mixed, diffusion-kinetic regime.

УДК 541.13

**ПОТЕНЦИОДИНАМИКАЛЫҚ ПОЛЯРИЗАЦИЯЛЫҚ  
ҚИСЫҚТАР ТҮСІРУ АРҚЫЛЫ КАЛИЙ ХЛОРИДІ  
ЕРІТІНДІСІНДЕГІ НИКЕЛЬ ЭЛЕКТРОДЫНЫҢ  
ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ**

**Г. С. Бекенова, А. Б. Баешов**

<sup>1</sup>Сүлеймен Демирел атындағы университет, Қаскелен, Қазақстан,

<sup>2</sup>Д. В. Сокольский атындағы Органикалық катализ және электрохимия институты, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** электрод, поляризациялық қисықтар, потенциометр.

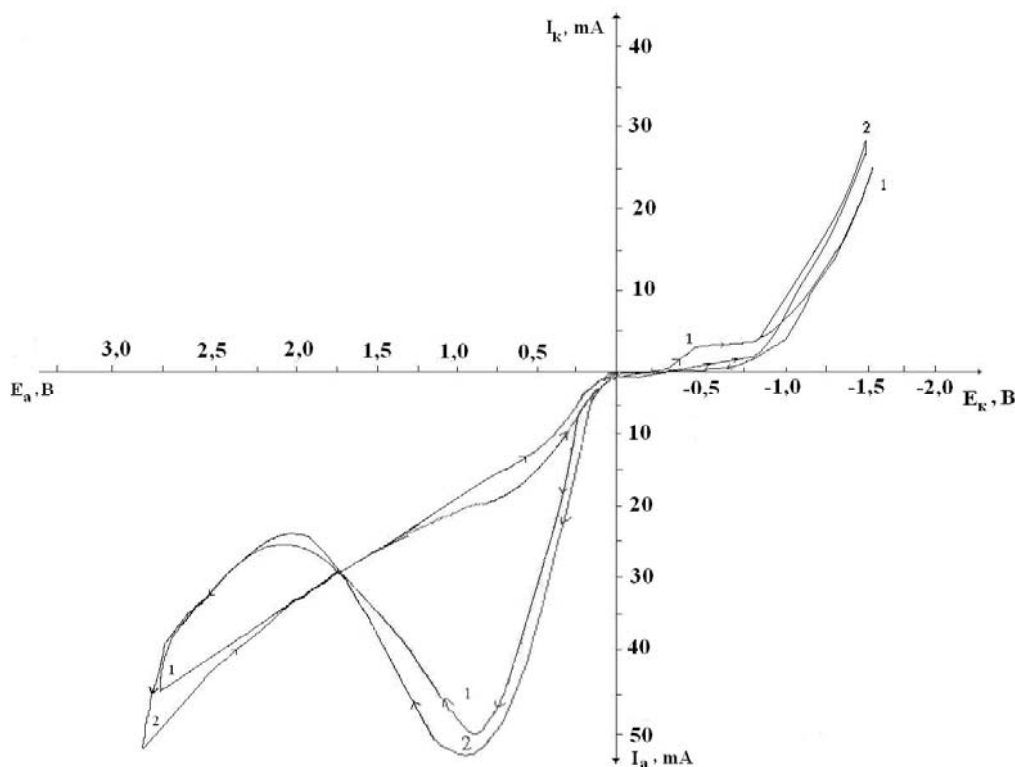
**Аннотация.** Мақалада, никельдің калий хлориді ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеті циклді анод-катод потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру арқылы зерттелді. Мұнда анод бағытында никельдің оксиді түзілетіндігі және өттегі газы бөлінетіндігі, ал катод бағытында түзілген металл оксидтерінің тотықсызданатындығы және сутегінің түзілетіндігі анықталды. Калий хлориді ерітіндісінде  $I_{gi} - I_{gc}[KCl]$  тәуелділігі бойынша никельдің тотығу реакциясы үшін есептелген реакция реті – 0,91, диффузия коэффициенті  $D=3,87 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2/\text{с}$ , тасымалдану саны –  $\alpha_n=3,37 \cdot 10^{-2}$ , активтендіру энергиясы 9,5 кДж/моль мәндері анықталып, осы процестің диффузиялық режимде жүретіндігін көрсетті. Сондай-ақ, төменгі температураларда никель (II) гидроксиді, ал жоғарғы температураларда никель (II) оксидінің түзілетіндігі көрсетілді.

Қазіргі кезде металдарды өңдеу саласында әдістердің бірі, сол металдардың бейорганикалық қосылыстарын алудың қарапайымдылығы. Мысалы, электрохимиялық жолдармен, яғни айнымалы токпен поляризациялау арқылы никельдің түрлі қосылыстарын алуға болады [1]. Сондықтан никельдің сулы ерітінділеріндегі химиялық қасиеттерін зерттеудің маңызы зор. [2-5] Еңбектерде никельдің және оның қосылыстарының айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі қасиеттері зерттелген. Алайда никельдің нейтралды ерітінділердегі электрохимиялық қасиеттері туралы мәліметтер жоқтыңқасы. Осыған орай, никель электродын калий хлоридінің сулы ерітіндісінде айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі электродтардағы электрохимиялық процестердің механизмдерін түсіну мақсатында циклді анод-катод потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсірілді.

**Алынған нәтижелер және оларды талдау.** Поляризациялық қисықтардың формаларын жан-жақты талдау жасау және олардың концентрациясы мен температураға және басқа да физико-химиялық параметрлерге тәуелділігін зерттеу, электрод бетінде жүретін процестердің кинетикасы және табиғаты туралы толық мәлімет алуға мүмкіндік береді.

Осыған орай никельдің электрохимиялық қасиеттерін зерттеу СВА – 1БМ потенциостатында, потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру әдісі бойынша жүргізілді. Полярограмма 5-100 мВ/с потенциал өзгеру жылдамдықтарында түсірілді. Негізгі поляризациялық қисықтар потенциалдың 10 мВ/с өзгеру жылдамдығында түсірілді, ал қисықтарды жазу екі координаты планшетті потенциометрде – Н307/1 жүзеге асырылды. Бұл жұмыста потенциалдың мәні хлор-күміс электродына салыстырыла келтірілген. Поляризациялық қисық беттік ауданы 0,02 см<sup>2</sup> никель электродында түсірілді. Поляризациялық қисықтарды түсіру алдында электродтарды әрдайым зімпара (наждак) қағазымен тазалап, дистилденген сумен шайып, фильтр қағазымен сүртіліп отырды. Зерттеулерді тұрақты температурада жүргізу үшін ІТЖ-0.03 маркалы термостат және арнайы ЯСЭ-2 маркалы электрохимиялық ұяшық қолданылды.

Калий хлориді ерітіндісінде никель электродын өндірістік айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі электродтағы жүретін процестерді зерттеу үшін циклді поляризациялық қисықтар түсірілді (1-сурет).



1-сурет – Никель электродының калий хлориді ерітіндісіндегі анод-катод (1) және катод-анод (2) циклді поляризациялық қисықтары [KCl]= 150 г/л;  $v = 10$  мВ/с;  $t = 20^{\circ}\text{C}$

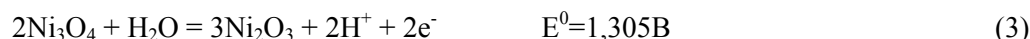
Құрамында 150 г/л KCl бар ерітіндіде, анод-катод циклді поляризациялық қисықтағы потенциалдың анод бағытында ығысқан сәтінде байқалатын алғашқы ток төмендегі реакция арқылы жүретін никельдің өз иондарын түзе тотығуына сәйкес келеді.



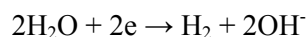
Никель иондары нейтрал ортада гидролизге түсіп оның гидроксидтері түзіледі:



Электрод потенциалы оң мәніне өзгерген сайын никельдің гидроксидтері мен оксидтерінің түзілу максимумдері және толқындары байқалады. Потенциалдың «плюс» 2,75 В мәнінде оттегі газының түзілу тоғы тіркеледі:



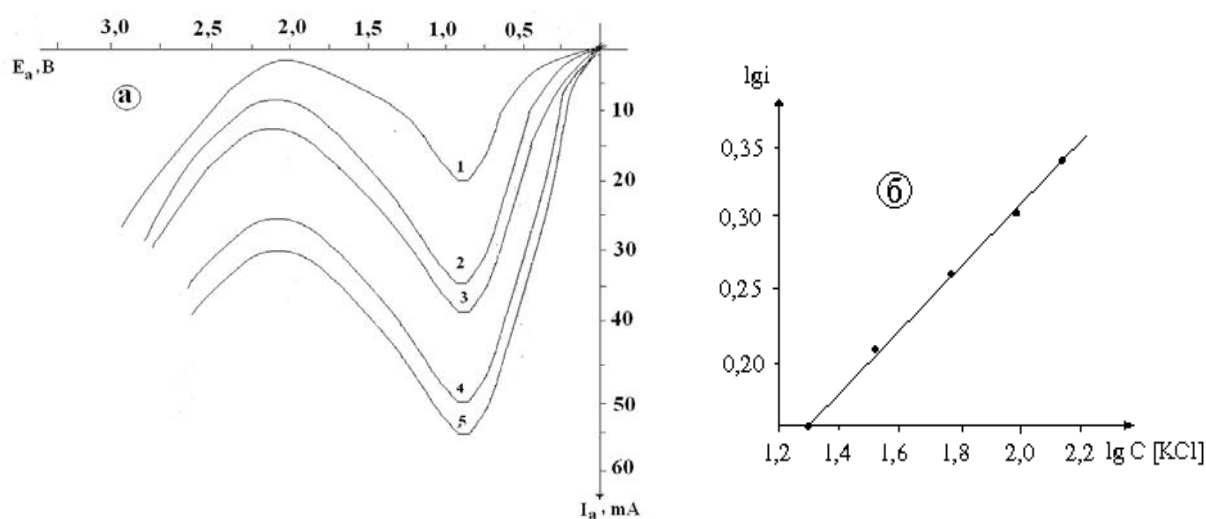
[6, 7] жұмыстарда бейтарап орталарда никель электродындағы элек-трохимиялық реакциялардың жоғары аса кернеулікпен жүретіндігі және анодтық поляризациясы кезінде пассивацияға бейім екендігі анықталған. Ал [8] еңбектерде хлоридті ерітінділерде сульфатты ерітінділерге қарағанда никель иондарының оңай разрядталатыны көрсетілген. Циклді поляризациялық қисықтың катод бағытында «минус» 0,5 В потенциал аумағында анодта түзілген никель оксидінің тотықсыздану толқыны, ал «минус» 1,2 В болғанда сутегі газының бөліну тоғы байқалады (6-реакция).



Катод-анод циклді поляризациялық қисықта негізгі процестер қайталанады. Ерітінді көлеміндегі 6-реакция салдарынан түзілген гидроксил иондары никель иондарымен әрекеттесіп никель гидроксиді түзіле алады (7-реакция):

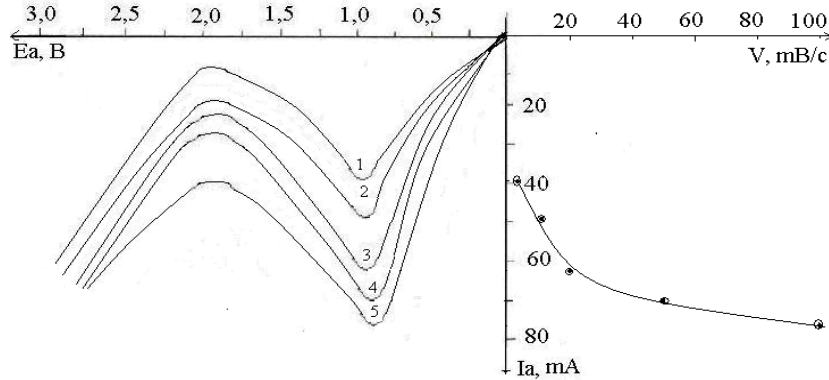


Зерттеу жұмыстары негізінде никельдің еруінің жылдамдығына калий хлориді концентрациясының әсерлері анықталды. Калий хлориді концентрация-сын арттырған сайын никель еруінің максимум тоғы жоғарылайтыны байқалды (2-сурет).  $\lg[\text{KCl}]$ - $\lg i$  координатасында түсірілген тәуелділік бойынша есептелген никельдің тотығу реакциясы үшін реакция реті 0,92 шамасын құрайды.



2-сурет – Калий хлоридінің әр түрлі концентрацияларында түсірілген никель электродының анодты поляризациялық қисықтары (а) мен оның концентрациясына шектелген ток биіктігінің логарифмдік тәуелділігінің (б) қисықтары [KCl], г/л: 1 – 25; 2 – 50; 3 – 100; 4 – 150; 5 – 200

Потенциал берілу жылдамдығын 5-100 мВ/с интервалында никельдің (II) еруінің анодтық поляризациялық қисықтары түсірілді (3-сурет). Потенциал берілу жылдамдығының артуымен тотығу ток максимумының шамасы жоғарылайды. Мұндай потенциал берілу жылдамдығы мен шектелген ток мөлшері арасындағы байланыстың пропорционалды жуық түрде өсуі, никельдің анодты тотығуының диффузиялық режимде жүретіндігін көрсетеді.



3-сурет – Потенциалдың әр түрлі жылдамдықта өзгеруіне байланысты никель электродында түсірілген анодтық поляризациялық қисықтар [KCl] = 150 г/л; t = 20 °C; v, (мВ/с): 1 – 5; 2 – 10; 3 – 20; 4 – 50; 5 – 100

Осы поляризациялық қисықты Галлос әдістемесі бойынша [9] өңдеу негізінде никель иондарының тасымалдану саны ( $\alpha_n$ ) және диффузия (D) коэффициенті анықталды. Потенциал берілудің сызықты жылдамдығындағы электрохимиялық поляризация үшін, поляризациялық қисық, Рендлс-Шевчик теңдеуімен сипатталады:

$$I = \alpha_n F A C^0 D b (\beta \tau), \text{ мұнда } b = \alpha_n F v / RT \quad (8)$$

Мұнда, A – электрод ауданы;  $\alpha_n$  – тасымалдау саны; D – деполяризатордың диффузиялық коэффициенті, см<sup>2</sup>/с; v – потенциал берілу жылдамдығы, В/с; RT – газ тұрақтысы және Кельвин шкаласы бойынша температура, τ – уақыт, (βτ) – потенциал функциясы.

25<sup>0</sup>С кезінде ток биіктігінің теңдеуі келесі тәуелділікпен өрнектеледі:

$$I = 3,0 \cdot 10^5 \cdot \alpha_n (\alpha_n)^{1/2} \cdot A D^{1/2} \cdot v^{1/2} \cdot C^0 \quad (9)$$

8 және 9-теңдеулерден көрініп тұрғандай, ток биіктігі – диффузия коэффициентімен потенциал берілу жылдамдығының квадратты түбіріне пропорционал. Никольсон мен Шейн теориялық түрде есептеген (βτ) функциясының потенциалға тәуелділігі (потенциал мәнін қою арқылы ток биіктігін анықтайды), толқын потенциалын ( $E_n$ ) берілу жылдамдығы бойынша анықтауға мүмкіндік береді [10]:

$$E_n = E^0 - R [0,78 - \ln K + \ln D b] / \alpha_n F = P - RT \ln v / 2 \alpha_n F = a + b \ln v \quad (11)$$

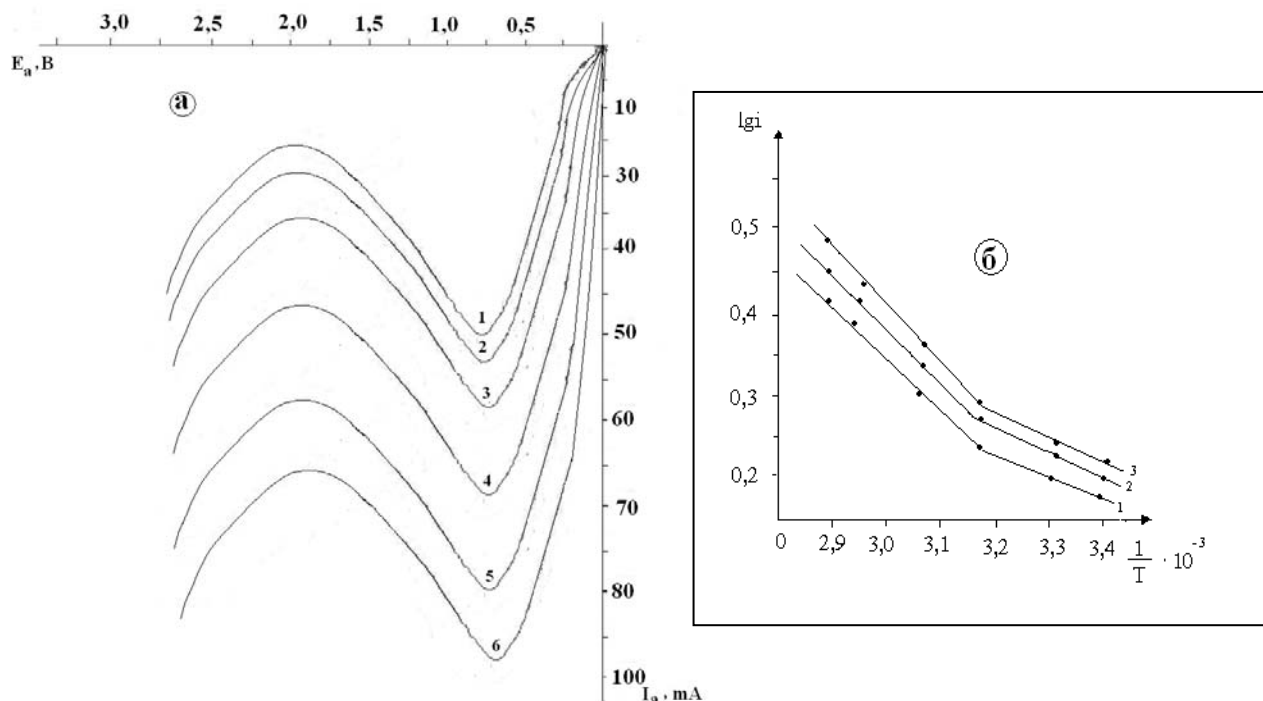
яғни, ол потенциал берілу жылдамдығының логарифміне пропорционал. Сонымен, жоғарыда келтірілген теңдеулер көмегімен поляризациялық қисықтарды өңдеу, никель иондарының тасымалдау ( $\alpha_n$ ) санын, диффузия (D) коэффициентін анықтауға мүмкіндік береді.

$E - \ln v$  тәуелділігінен кіші квадраттар тәсілімен «a» және «b» коэффициенттері анықталады, бұл жерде соңғысы  $RT/(2\alpha_n F)$ -ке тең. Осы алынған мәнінен  $\alpha_n$  есептеледі. Бұрыштық коэффициенттен 9-теңдеуге  $\alpha_n$  мәнін қоя отырып, диффузия коэффициентінің мәні анықталады.

Сонымен, никель иондарының есептелген тасымалдау санының ( $\alpha_n$ ), диффузия (D) коэффициентінің мәндері: ( $\alpha_n$ ) = 3,37 · 10<sup>-2</sup>, D = 3,87 · 10<sup>-2</sup> см<sup>2</sup>/с, құрады.

Көптеген жағдайларда, электрохимиялық реакциялардың жүруі кезінде реакция жылдамдығына температураның әсерін анықтау, тұрақты поляризация кезінде температураның ток тығыздығына әсерін зерттеу болып табылады, яғни  $\lg i - 1/T$  координаталарындағы түзу сызықты кескін, концентрациялық және химиялық поляризация кезінде байқалатыны белгілі. Электрохимиялық реакцияның активтендіру энергиясын, түзу сызықты кескінің бұрыштық коэффициент мәніне байланысты табады. Зерттеу жұмыстарымызда, никельдің тотығуына температураның әсері де қарастырылды (4-сурет).





4-сурет – Никель электродының әр түрлі температурадағы анодтық поляризациялық қисықтары (а) және ерітінді температурасына тотығу тогы биіктігі логарифімінің тәуелділігі (б) [KCl] = 150 г/л;  $v = 10$  мВ/с; (t, °C): 1 – 20; 2 – 30; 3 – 40; 4 – 50; 5 – 60; 6 – 70

Мұнда ерітінді температурасы жоғарылаған сайын шектік токтың биіктігі артады (4-сурет а). Бұл құбылысты, температураның жоғарылауы, депассивациялаушы фактор ретінде аса кернеулікті төмендетіп, ток алмасуды арттыратындығымен түсіндіруге болады [8]. Температуралы-кинетикалық әдіспен анықталған активтендіру энергиясының мәні -  $\Delta E_1=0,8$  В үшін 8,7 кДж/моль, 2 -  $\Delta E_2=1,0$  В үшін 9,6 кДж/моль, 3 -  $\Delta E_3=1,2$  В үшін 10,3 кДж/моль, ал орта мәні 9,5 кДж/моль, шаманы құрады. Егер назар аударсақ  $lgi - 1/T \cdot 10^3$  тәуелділіктегі түзу сызықты байланыста күрт өзгеру байқалады (4-сурет б). Бұл құбылыс, ерітінді температурасы өскен сайын, никельдің еру механизмінің өзгеруін көрсетеді. Төменгі температураларда никель электроды металл гидроксидін түзе ерісе, ал жоғарғы температураларда никель оксидін түзе ериді. Жоғарғы температураларда никель электродының бетінің қараюы осы тұжырымдамамызға дәлел.

Қорыта келгенде, алғаш рет вольтамперлік зерттеулер нәтижесінде никельдің еру процесіне – электролит концентрациясының, потенциал берілу жылдамдығының және ерітінді температурасының әсерлері қарастырылды.  $lgi - \lg[KCl]$  тәуелділігі бойынша калий хлориді ерітіндісінде никель иондарының реакция реті, активтендіру энергиясы, сондай-ақ, тасымалдау санының ( $\alpha_n$ ) және диффузия коэффициенттерінің (D) мәндері есептелінді.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Предпатент 16403 РК. Способ получения хлорида никеля (II). / Баешов А.Б., Бекенова Г.С., Баешова А.К.; опубл. 15.11.2005, Бюл. № 11, - 3 с.
- [2] Резник И.Д., Ермаков Г.П., Шнеерсон Я.М. Никель. – Москва: Наука и технологии, 2003. –1460 с.
- [3] Брюквин В.А., Цыбин О.И., Попов И.О., Задиранов А.Н. О механизме взаимодействия металлических сплавов на основе никеля с растворами сульфата меди //Цветные металлы. - 2002. -№ 97. - С. 36-39
- [4] Белов С.Ф., Брюквин В.А., Левин А.М., Кузнецова О.Г. Исследование процесса растворения металлического никеля под действием переменного тока промышленной частоты в серноокислых электролитах //Цветные металлы.- 2005. -№ 17. - С.39-41.
- [5] Брюквин В.А., Винецкая Т.Н., Макаренкова Т.А. Исследование гидроэлектрохимического поведения сульфидов никеля и меди в серноокислых растворах под действием переменного электрического тока. //Цветные металлы.- 2005. - № 1. - С.59-62.

- [6] Давыдов А.Д., Шалдаев В.С., Малофеева А.Н., Каспарова Л.В. Анодное поведение сплавов системы никель-хром в растворах хлорида натрия: питтингообразование и транспассивность // Электрохимия.- 2005. -Т 41, №10. - С. 1163-1169.
- [7] Прикладная электрохимия. Изд. 2-е, пер. и доп. Под ред. Н.Т.Кудрявцева.- Москва: Химия, 1975.- 350 с.
- [8] Хайфец В.А., Грань Т.В. Электролиз никеля.- Москва: Metallurgy, 1975. – 333 с.
- [9] Галюс З. Теоретические основы электрохимического анализа. - Москва: Мир, 1974. - 552с.
- [10] Nicolson K.S., Shain I., Calculation of chomovoltamperemetr measuring. \ Anal. Chem. V.36., 1964, p.706-708.

## REFERENCES

- [1] Provisional 16403 RK. A method of producing nickel chloride (II) ./ Baeshov A.B., Bekenova G.S., Baeshova A.K. ; publ. 15.11.2005, Bull. Number 11 - 3 p. (in Russ.).
- [2] Resnik I.D., Ermakov G.P., Schneerson Y.M. Nickel. - Moscow: Science & Technology, 2003. -1460p. (in Russ.).
- [3] Bryukvin V.A., Tsybin O.I., Popov I.O., Zadiranov A.N. On the mechanism of interaction of metal alloys based on nickel with copper sulfate solution // Non-ferrous metals. - 2002. -№ 97. - p. 36-39. (in Russ.).
- [4] Belov S.F., Bryukvin V.A., Levin A.M., Kuznetsova O.G. Investigation of the process of dissolution of metallic nickel under the influence of the AC power frequency in sulfuric acid electrolytes // Color metallurgy.- 2005. -№ 17. - p.39-41. (in Russ.).
- [5] Bryukvin V.A., Vinetsky T.N., Makarenkova T.A. Research of hydroelectrochemical behavior of nickel sulphides and copper in sulfuric acid solutions by the action of an alternating electric current // Colored metallurgy.- 2005. -№ 1. - p.59-62. (in Russ.).
- [6] Davydov A.D., Shaldaev V.S., Malofeeva A.N., Kasparova L.V. Anodic behavior of alloys of nickel-chromium in solutions of sodium chloride: pitting formation and transpassive //Electrochemistry.- 2005. V. 41, №10. -p. 1163-1169. (in Russ.).
- [7] Applied Electrochemistry. Ed. 2nd, Lane. and add. Ed. N.T.Kudryavtseva.- Moscow: Chemistry, 1975.- 350 p. (in Russ.).
- [8] Hayfets V.A., Gran T.V. Electrolysis nikelya.- Moscow: Metallurgy, 1975. - 333 p. (in Russ.).
- [9] Galyus Z. Theoretical Foundations of electrochemical analysis. - Moscow: Mir, 1974. - 552p. (in Russ.).
- [10] Nicolson K.S., Shain I., Calculation of chomovoltamperemetr measuring. \ Anal. Chem. V.36., 1964, p.706-708.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ НИКЕЛЯ  
ПРИ СНЯТИИ ПОТЕНЦИОДИНАМИЧЕСКИХ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ КРИВЫХ  
В РАСТВОРЕ ХЛОРИДА КАЛИЯ**

**Г. С. Бекенова<sup>1</sup>, А. Б. Бешов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Университет Сулеймана Демиреля, Каскелен, Казахстан,

<sup>2</sup>Институт Органического катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** электрод, поляризационные кривые, потенциометр.

**Аннотация.** В статье изучено электрохимическое поведение никеля в водных растворах путем снятия циклических и анодных потенциодинамических поляризационных кривых и электролиза в гальваностатических условиях. Для выяснения механизма электродных процессов, протекающих при поляризации переменным током, нами были сняты анодно-катодные и катодно-анодные циклические поляризационные кривые на никелевом электроде. На основании вольтамперных измерений рассчитаны основные кинетические величины: порядок реакции ( $n$ ), число переноса ионов никеля ( $\alpha_n$ ) и коэффициенты диффузии ( $D$ ), энергия активации ( $E_{акт}$ ) процесса окисления никеля, которые в растворе хлорида калия составили:  $n=0,91$ ,  $\alpha_n=1,4 \cdot 10^{-2}$ ,  $D=3,87 \cdot 10^{-2}$ ,  $E_{акт}= 9,5$  кДж/моль.

Поступила 03.12.2015г.

## **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.chemistry-technology.kz/index.php/ru/>

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

Подписано в печать 02.02.2016.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
6,75 п.л. Тираж 300. Заказ 1.