

ISSN 2518-1483 (Online),  
ISSN 2224-5227 (Print)

2017 • 5

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

## БАЯНДАМАЛАРЫ

## ДОКЛАДЫ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## REPORTS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ЖУРНАЛ 1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1944 г.  
PUBLISHED SINCE 1944



Бас редакторы  
х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Редакция алқасы:

**Адекенов С.М.** проф., академик (Қазақстан) (бас ред. орынбасары)  
**Величкин В.И.** проф., корр.-мүшесі (Ресей)  
**Вольдемар Вуйцик** проф. (Польша)  
**Гончарук В.В.** проф., академик (Украина)  
**Гордиенко А.И.** проф., академик (Белорус)  
**Дука Г.** проф., академик (Молдова)  
**Илолов М.И.** проф., академик (Тәжікстан),  
**Леска Богуслава** проф. (Польша),  
**Локшин В.Н.** проф. чл.-корр. (Қазақстан)  
**Нараев В.Н.** проф. (Ресей)  
**Неклюдов И.М.** проф., академик (Украина)  
**Нур Изура Удзир** проф. (Малайзия)  
**Перни Стефано** проф. (Ұлыбритания)  
**Потапов В.А.** проф. (Украина)  
**Прокопович Полина** проф. (Ұлыбритания)  
**Омбаев А.М.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Өтелбаев М.О.** проф., академик (Қазақстан)  
**Садыбеков М.А.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Сатаев М.И.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Северский И.В.** проф., академик (Қазақстан)  
**Сикорски Марек** проф., (Польша)  
**Рамазанов Т.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Такибаев Н.Ж.** проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары  
**Харин С.Н.** проф., академик (Қазақстан)  
**Чечин Л.М.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Харун Парлар** проф. (Германия)  
**Энджун Гао** проф. (Қытай)  
**Эркебаев А.Э.** проф., академик (Қырғыстан)

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.)  
Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 01.06.2006 ж.  
берілген №5540-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,  
<http://nauka-nanrk.kz>, [reports-science.kz](http://reports-science.kz)

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

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

Главный редактор  
д.х.н., проф., академик НАН РК **М. Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

**Адекенов С.М.** проф., академик (Казахстан) (зам. гл. ред.)  
**Величкин В.И.** проф., чл.-корр. (Россия)  
**Вольдемар Вуйцик** проф. (Польша)  
**Гончарук В.В.** проф., академик (Украина)  
**Гордиенко А.И.** проф., академик (Беларусь)  
**Дука Г.** проф., академик (Молдова)  
**Илолов М.И.** проф., академик (Таджикистан),  
**Леска Богуслава** проф. (Польша),  
**Локшин В.Н.** проф. чл.-корр. (Казахстан)  
**Нараев В.Н.** проф. (Россия)  
**Неклюдов И.М.** проф., академик (Украина)  
**Нур Изура Удзир** проф. (Малайзия)  
**Перни Стефано** проф. (Великобритания)  
**Потапов В.А.** проф. (Украина)  
**Прокопович Полина** проф. (Великобритания)  
**Омбаев А.М.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Отелбаев М.О.** проф., академик (Казахстан)  
**Садыбеков М.А.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Сатаев М.И.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Северский И.В.** проф., академик (Казахстан)  
**Сикорски Марек** проф., (Польша)  
**Рамазанов Т.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Такибаев Н.Ж.** проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.  
**Харин С.Н.** проф., академик (Казахстан)  
**Чечин Л.М.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Харун Парлар** проф. (Германия)  
**Энджун Гао** проф. (Китай)  
**Эркебаев А.Э.** проф., академик (Кыргызстан)

Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (Print)

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 №5540-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г.Алматы, ул.Шевченко, 28, ком.218-220, тел. 272-13-19, 272-13-18

<http://nauka-nanrk.kz> [reports-science.kz](http://reports-science.kz)

---

©Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017 г.

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:****Adekenov S.M.** prof., academician (Kazakhstan) (deputy editor in chief)**Velichkin V.I.** prof., corr. member (Russia)**Voitsik Valdemar** prof. (Poland)**Goncharuk V.V.** prof., academician (Ukraine)**Gordiyenko A.I.** prof., academician (Belarus)**Duka G.** prof., academician (Moldova)**Ilolov M.I.** prof., academician (Tadjikistan),**Leska Boguslava** prof. (Poland),**Lokshin V.N.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Narayev V.N.** prof. (Russia)**Nekludov I.M.** prof., academician (Ukraine)**Nur Izura Udzir** prof. (Malaysia)**Perni Stephano** prof. (Great Britain)**Potapov V.A.** prof. (Ukraine)**Prokopovich Polina** prof. (Great Britain)**Ombayev A.M.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Otelbayv M.O.** prof., academician (Kazakhstan)**Sadybekov M.A.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Satayev M.I.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Severskyi I.V.** prof., academician (Kazakhstan)**Sikorski Marek** prof., (Poland)**Ramazanov T.S.** prof., academician (Kazakhstan)**Takibayev N.Zh.** prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief**Kharin S.N.** prof., academician (Kazakhstan)**Chechin L.M.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Kharun Parlar** prof. (Germany)**Endzhun Gao** prof. (China)**Erkebayev A.Ye.** prof., academician (Kyrgyzstan)**Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.****ISSN 2224-5227****ISSN 2518-1483 (Online),****ISSN 2224-5227 (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 5540-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> / [reports-science.kz](http://reports-science.kz)

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

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

**S. Baimakhanova, A.O. Baikonurova, G.A. Ussoltseva, S.S. Konyratbekova**

Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpaev, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: [baymahanova@mail.ru](mailto:baymahanova@mail.ru); [nota-vesna@yandex.kz](mailto:nota-vesna@yandex.kz).

## STUDY OF KINETICS OF SULFURIC ACID LEACHING OF OXIDIZED NICKEL-CONTAINING ORE OF THE KEMPIRSAI DEPOSIT

**Abstract.** The purpose of the performed scientific work is to reveal the kinetic regularities of leaching of the oxidized nickel-containing ore of the Kempirsai deposit by solutions of sulfuric acid and the influence of various factors on the extraction of elements of the iron triad. As a result of the work it was found that the process of leaching of nickel-bearing ore in the initial stages passes in the kinetic region (iron) - activation energy 52 kJ / mol, leaching of nickel and cobalt limits internal diffusion. The calculated values of activation energies amounted to 21.5 kJ / mol for nickel, and 14.5 kJ / mol for cobalt. It is shown that the speed of the process of leaching metals from ore raw materials will be determined, first of all, by the rate of internal diffusion with negligible influence of kinetic factors. When studying the influence of individual technological factors, it was found that the process of leaching is influenced by the mixing speed, the size of the grinding, the temperature, the concentration of sulfuric acid, and the preliminary preparation of the ore material.

The field of application of the results is hydrometallurgical processing of nickel-containing ores and materials.

**Keywords:** nickel-containing ore, leaching, solvent, kinetics, leaching rate, activation energy, reaction rate constant.

УДК 669.334.22

**С. Баймаханова, Ә.Ө. Байқоңырова, Г.А. Усольцева, С.С. Қоныратбекова**

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

## КЕМПІРСАЙ КЕН ОРЫНЫНЫҢ ТОТЫҚҚАН НИКЕЛЬҚҰРАМДЫ КЕНДЕРІН КҮКІРТ ҚЫШҚЫЛДЫ ШАЙМАЛАУ КИНЕТИКАСЫН ЗЕРТТЕУ

**Аннотация.** Орындалған ғылыми жұмыстың мақсаты – Кемпірсай кен орынының тотыққан никель-құрамды кенін күкіртқышқылды ерітіндімен шаймалаудың кинетикалық заңдылықтарын айқындау және темір үштігі элементтерін бөліп алуға әртүрлі факторлардың әсерін зерттеу. Жұмысты орындау нәтижесінде никельқұрамды кеннің шаймалау процесі бастапқы сатыларда кинетикалық аймақта өтетіні анықталды (темір), оның активтілік энергиясы – 52 кДж/моль, никель мен кобальттың шаймалануы ішкі диффузиямен шектеледі. Активтілік энергиясының есептелген мәндері келесідей шамада болды: никель үшін 21,5 кДж/моль, ал кобальт үшін – 14,5 кДж/моль. Сыртқы диффузиялық факторлардың әсерін болдырмаған жағдайда, кенді шикізаттан металдарды шаймалау процесінің жылдамдығы ең алдымен кинетикалық факторлардың әсерімен ішкі диффузияның жылдамдығымен анықталатыны көрсетілді. Жекелеген технологиялық факторлардың әсерін зерттеу кезінде, шаймалау процесіне араластыру жылдамдығының, ұнтақтау ірілігінің, температураның, күкіртқышқылды концентрациясының және кенді материалды алдын ала дайындаудың әсері болатыны белгіленді.

Алынған нәтижелердің қолданылу аймақтары – никельқұрамды кендер мен материалдарды гидрометаллургиялық өңдеу бағыты.

**Тірек сөздер:** никельқұрамды кен, шаймалау, еріткіш, кинетика, шаймалау жылдамдығы, активтілік энергиясы, реакция жылдамдығының константасы.

**Кіріспе.** Менделеев кестесінде қатар жайғасқан және сегізінші топқа кіретін никель, кобальт және темірдің «темір үштігін» құрайтыны белгілі. Тотыққан никель кендері, көбінесе, байытуға түспейді, өйткені никель мен кобальттың мөлшері төмен. Барлық кендерде темір бар, оның мөлшері өңделетін кеннің типіне сәйкес кең шектерде өзгереді. Қасиеттердің мұндай ұштасуы металлургиялық өңдеу талаптарын бірқатар күрделендіреді.

Никель-кобальтты шикізатты өңдеу пиро- және гидрометаллургиялық процестермен орындала алады. Энергия сақтау технологияларын дамыту мақсатында, қазіргі кезде никель-кобальтқұрамды шикізатты гидрометаллургиялық әдістермен өңдеу басымдылық танытуда [1].

Тотыққан никельді кендерді өңдеудің гидрометаллургиялық әдісі никель мен кобальтты жеке дара тауарлы өнім ретінде бөліп алуға мүмкіндік береді. Гидрометаллургиялық әдістерге ерекше көңіл аудару ауа бассейнінің атмосферасының ластануын төмендету, технологиялық операцияларды механикаландыру және автоматтандыру, еңбек жағдайын жақсарту және процестің энергиялық шығынының төмендету мүмкіндіктермен байланысты.

Тотыққан никель кендерін өңдеудің негізгі әдістері:

- алдын ала тотықсыздандырылған кенді аммиакты-карбонатты шаймалау;
- жоғары температуралы күкіртқышқылды автоклавты шаймалау [2].

Аммиакты-карбонатты шаймалау технологиясы Австралияның (Таунсвилл), Бразилияның (Токантис), Филиппиннің (Суригао), Кубаның: Никаро және Пунта Горда никель өндіруші зауыттарында енгізілген. Бұл әдістің кемшілігі – басқа өнеркәсіптік технологиялармен салыстырғанда никельдің (68-70 %) және кобальттың (~20 %) бөліну дәрежесінің төмендігі.

Жоғары температуралы күкірт қышқылды автоклавты шаймалау технологиясы алғаш рет Моа зауытында (Куба) 1959 ж., магний оксидінің төменгі мөлшері (0,7-1,5 %) болатын тотыққан никель кендерін өңдеу үшін енгізілді. Никельмен және кобальтпен бірмезгілде ерітіндіге магнийдің өтуі, күкірт қышқылының эквиваленттік шығынын талап етеді. Бұл әдіс ерітіндіге никель мен кобальттың жоғары дәрежеде (~95 %) бөлінуін және температураның ~250 °С кезінде темір мен алюминийдің терең гидролиттік шөгуін қамтамасыз етеді. Күкірт қышқылының шығыны сульфидтік концентраттың өзіндік құнынан орташа ~38 % құрайды. Осы себепті Моа зауытының оң дәрежелі тәжірибелік жұмысы магний оксидінің мөлшері жоғарғы кенді өңдеу үшін тәжірибелік қолданыс таппады. Одан өзге, автоклавты шаймалау – қымбат процесс және оны кең көлемді өндірісте қолдану көп жағдайда тиімсіз болып жатады [3].

Сондықтан осы орындалған зерттеу никельқұрамды кенді агитациялық шаймалаудың кинетикалық заңдылықтарын айқындауға бағытталған және алынған нәтижелер кинетикалық факторларды анықтауға және, сонымен қатар, шаймалау процесін қарқындатуға және кенді материалды шаймалау процесіне алдын ала дайындауды оңтайландыруға мүмкіндік береді. Ендеше, орындалған жұмыстың міндеті – Кемпірсай кен орынының никельқұрамды кенін күкірт қышқылында шаймалау кинетикасын айқындау өзекті және маңызды мәселе болып табылады.

**Зерттеу объектісі және орындау әдістемесі.** Орындалған зерттеу жұмыстары Кемпірсай никельді массиві кен орынының тотыққан никельді кенімен жүргізілді және ол талап етілген мөлшерге дейін ұсақталды.

Рентгенқұрылымды талдаудың нәтижелері кен құрамында смектит, серпентин, кристобалит, магнетит, гематит, гетит, кварц минералдарының болатынын көрсетті. Кендегі мақсатты металдардың мөлшері, %: темір – 18,2; никель – 0,98; кобальт – 0,09. Мұндай кенді өңдеудің күрделілігі олардың құрамында тотыққан минералдармен қатар, сульфидті минералдардың болуымен, темір үштігі минералдарының өте жақын қауышпалылығымен және металл-коспа-лардың болуымен байланысты болады [4, 5].

Кенді материалдарды шаймалауға алдын ала дайындау операциялары ұнтақтау мен сұрыптаудан тұрды. Кенді алдын ала 0,74 мм дейінгі ірілікте ұнтақтадық. Шаймалау бойынша әрбір тәжірибе үшін массасы 30 г орташаландырылған сынама алынды, алынған сынамалар берілген концентрациядағы күкірт қышқылы ерітіндісімен шаймаланды, фазалардың қатынасы, шаймалау температурасы және орындау ұзақтығы алдын ала белгіленді. Әдебиеттер көздерінен алынатын мәліметтерге сүйенсек [6], тотыққан никельқұрамды кендерді төменгі концентрациялы

қышқылдармен шаймалау тиімділігі айтарлықтай жоғары емес, ал оны экономикалық тұрғыдан тиімді ету үшін, шаймалау кезіндегі сулы және қатты фазалардың қатынасын 4:1-10:1 шекте ұстау ұсынылады [7].

Орындалған жұмыста ерітінділердегі күкірт қышқылының концентрациясы 100-ден 250 г/л дейін ұсталды. Шаймалау процесі фазалардың С:Қ = 10:1 қатынасы кезінде жүргізілді.

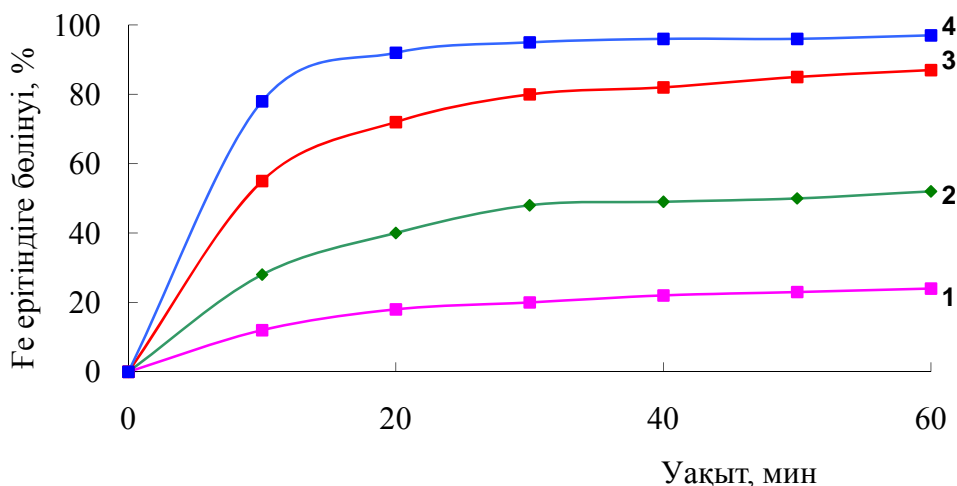
**Кемпірсай кен орынының тотыққан кенін шаймалаудың кинетикалық заңдылықтарын айқындау.** Тотыққан никельқұрамды кендерді күкірт қышқылды шаймалаудың шектеуші сатыларын анықтау мақсатында процестің кинетикасын зерделеу бойынша тәжірибелер орындалды. Кемпірсай кен орынының тотыққан никельқұрамды кендерін шаймалау кезінде араластыру қарқындылығының әсері анықталды.

Араластыру жылдамдығын тұрақты температурада, берілген уақытта бақылау, жылдамдықтың минутына 700 айн. дейінгі шамада мәндерінің өзгеретінін, ал одан жоғарылатқан жағдайда нәтижеге әсер ете қоймайтынын көрсетті. Никельдің сулы ерітіндіге бөлінуінің ең жоғары нәтижесі 78,7 % араластыру жылдамдығының 700 айн./мин байқалды (1 кесте).

Никельқұрамды шикізаттың құрамында никельмен және кобальт жақын қауышпалы темірдің де басымдығы белгілі, сондықтан шаймалау процесінің активтілік энергиясын анықтауды осы үші элемент бойынша, 1 сағат уақыт ішінде, температураның 20-80 °С интервалында, күкірт қышқылының тұрақты шығынымен (250 г/л) жүргіздік (1-2 суреттер).

1 кесте – Шаймалау процесіне араластыру қарқындылығының әсері

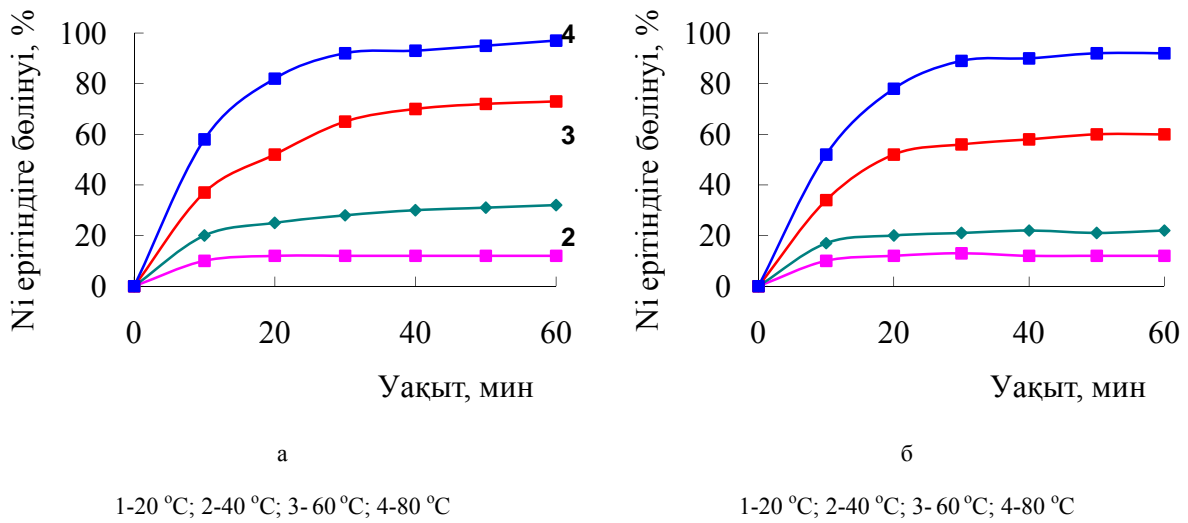
t, °C	С:Қ	τ, сағ.	V, айн./мин	Никельді бөліп алу, %
60	10:1	3	100	18,3
60	10:1	3	250	32,7
60	10:1	3	400	64,8
60	10:1	3	500	75,4
60	10:1	3	700	78,7
60	10:1	3	900	78,8



1-20 °C; 2-40 °C; 3-60 °C; 4-80 °C

1 сурет – Темірдің шаймалануының кинетикалық қисығы

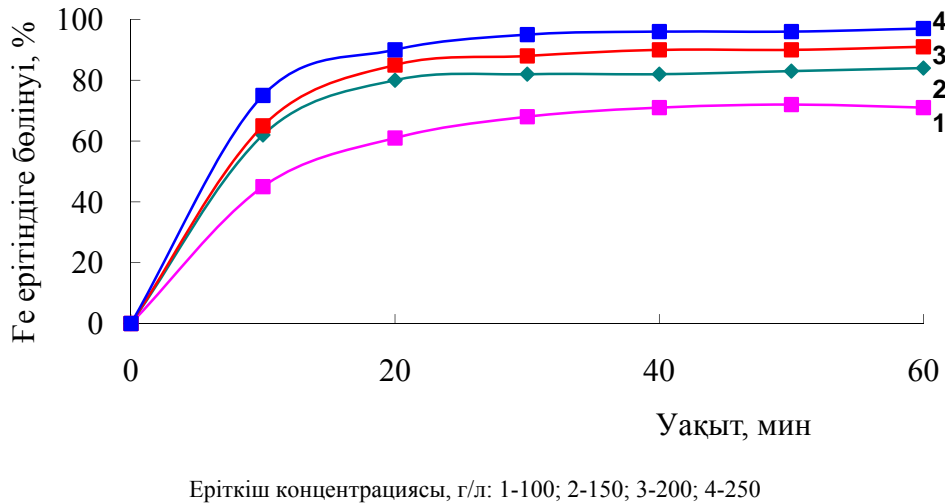
Алынған экспериментальдық мәліметтер негізінде күкірт қышқылды шаймалаудың активтілік энергиясы ( $E_a$ ) есептелінді, сонымен қатар темір үштігі элементтері үшін реагент бойынша қатар белгіленді. Темір үшін  $E_a$  сандық мәні жуық шамамен 52 кДЖ/моль болатыны анықталды.



2 сурет – Никельді және кобальтты шаймаладның кинетикалық қисықтары

Бұл мәліметтер процестің кинетикалық аймақта өтетінін көрсетеді. Никель мен кобальт үшін активтілік энергияларының есептеуі келесі мәндерге сәйкесті 21,5 кДЖ/моль және 14,5 кДЖ/моль, ал реакциялық қатар екі элемент үшін де 1 тең.

Реакция бойынша процесс қатарын анықтау үшін кинетикалық қисықтарды күкірт қышқылы концентрациясының 100-250 г/л, С:Қ = 5:1 және тұрақты температурада (80 °С) тұрғыздық (3, 4 суреттер).

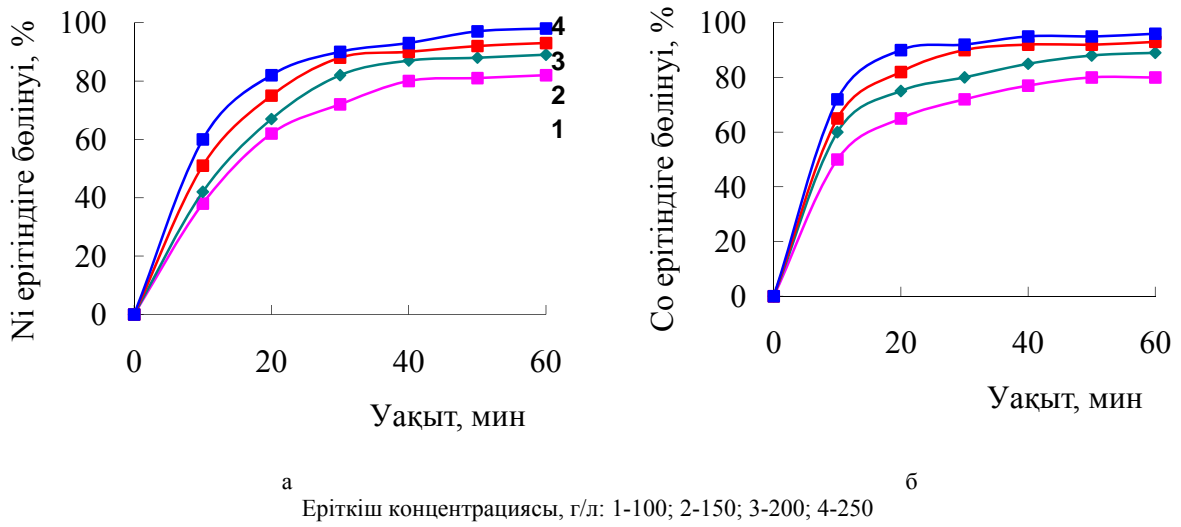


3 сурет – Темірді шаймалау процесіне қышқыл концентрациясының әсері

Есептеу теңдеулерін  $n = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\lg K_2 - \lg K_1}{\left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)}$  колданумен анықталған реакцияның көріністі

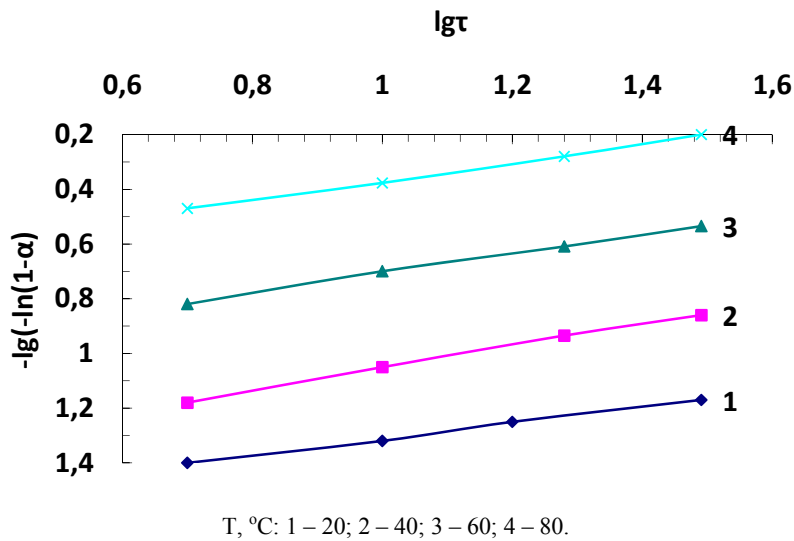
қатары ~ 0,75 тең екені байқалды.





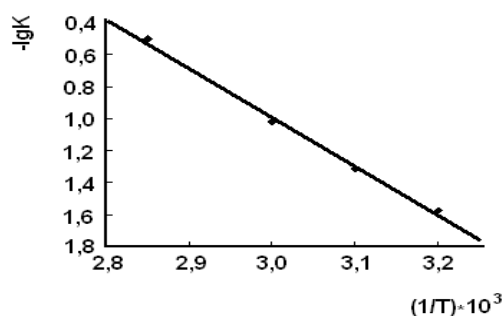
4 сурет – Тұрақты температурада қышқыл концентрациясының өзгеруімен никельді (а) және кобальтты (б) шаймалаудың кинетикалық қисығы

Эксперименттік зерттеулерден алынған нәтижелерді  $\alpha = 1 - e^{-kt^n}$  теңдеуі бойынша өңдеу (5 сурет) шаймалау нәтижелері  $\lg[-\ln(1 - \alpha)] = f(\lg t)$  координаталарында түзу сызық бойына қанағаттанарлықтай жайғасатынын көрсетеді. Талдаумен анықталған реакция жылдамдықтарының константалары:  $K_{20}^{\circ} = 0,02751$ ;  $K_{40}^{\circ} = 0,03998$ ;  $K_{60}^{\circ} = 0,0855$ ;  $K_{80}^{\circ} = 0,3426$  мәндерге тең.



5 сурет – Темірдің шаймалануының эксперименттік нәтижесін  $\alpha = 1 - e^{-kt^n}$  теңдеуі бойынша талдау нәтижелері

Анықталған  $\lg k$  көрсеткішінің  $1/T$  тәуелділігі (6 сурет) түзу сызықты құрайды, бұл шаймалау реакциясының Аррениус теңдеуіне бағынатынын көрсетеді.

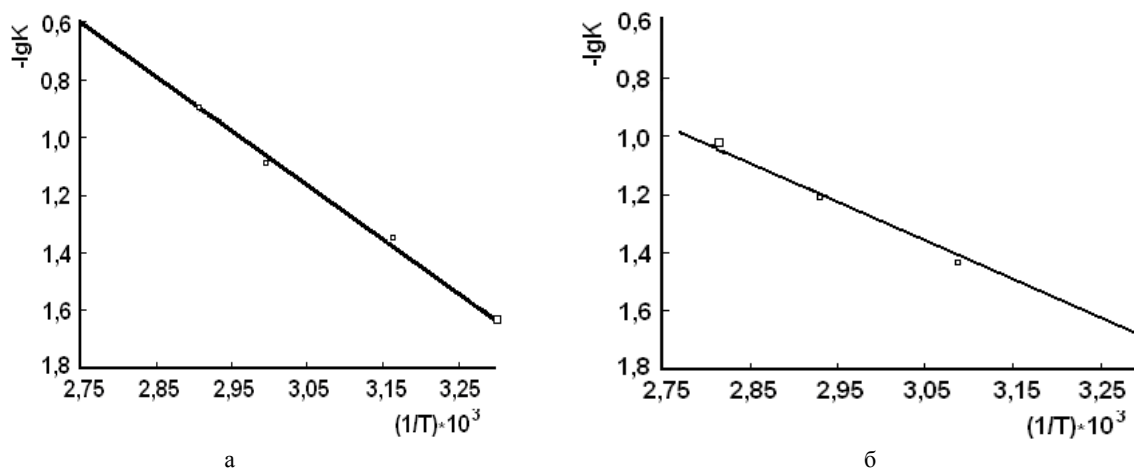


6 сурет – Күкірт қышқылында темірдің шаймалану процесінің  $\lg K$  кері температураға тәуелділігі

Аррениус теңдеуі бойынша темірді шаймалау процесінің активтілік энергиясы анықталды ( $E = 52$  кДж/моль). Реакция жылдамдығының температуралық коэффициенттері  $\gamma_{20^\circ} = 1,71$ ;  $\gamma_{40^\circ} = 1,67$ ;  $\gamma_{60^\circ} = 1,61$ ;  $\gamma_{80^\circ} = 1,55$ .

Күкірт қышқылында шаймалау кезіндегі кинетикалық режимдерді анықтау бойынша орындалған зерттеу жұмыстарының нәтижесі никель мен кобальттың шаймалану есептеулері де жоғарыдағы есептеуге ұқсас жүргізілді.

Төменгі суретте никель мен кобальттың күкірт қышқылында шаймалану реакциясының  $\lg k$  кері температураға тәуелділігі көрсетілген (7 сурет).



7 сурет – Никель (а) мен кобальттың тұз қышқылында шаймалану реакцияларының  $\lg K$  кері температураға тәуелділігі

Кинетикалық қисықтардың бастапқы бөлігінде никель мен кобальттың шаймалану жылдамдығы уақыттың квадратты түбіріне кері пропорционал болады. Бұл никель мен кобальттың шаймалану жылдамдығын ішкі диффузияның (пульпаның қатты бөлшектерінің ішінде күкірт қышқылының диффузиясы) шектейтінін көрсетеді. Сондықтанда барлық металдарды шаймалаудың ұзақтығын шикізатты майда ұнтақтау жолымен және температураны жоғарылатумен қысқартуға болады.

Жалпы зерттеу жұмысын орындау барысында байқалған құбылыс – никель минералдарының күкірт қышқылды ерітіндімен өзара әрекеттесу реакцияларының тәртібі бөлшекті болатыны. Бұл никельді шаймалау көпсатылы процесс екенін көрсетеді және оның жеке сатыларының өту тәртібі де әртүрлі. Одан өзге, кенде әртүрлі табиғатты минералдар бар, олардың әрқайсысының еруінің өзіндік тәртібі бар реакциялар бойынша өтеді. Сатылар мен паралель өтетін реакциялардың жылдамдықтары өлшемдес және бір-бірінен аз айырмашылықты болады.

Сонымен, Кемпірсай кен орынының тотыққан никельқұрамды кенін шаймалау процесін қарқынды араластыру кезінде, бастапқы материалдың ұнтақталуымен, күкірт қышқылының концентрациясын 200 г/л және температура 80 °С кезінде жүргізуге болады.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ашанов Р.А. Казахстан на мировом минерально-сырьевом рынке. Проблемы и их решение. Никель. Кобальт. – Алматы: Рауан, 2004. – С. 65-68.  
[2] Резник Е.Д., Ермаков Г.П., Шнеерсон Я.М. Никель // В 3 т. – М.: ООО Наука и технология, 2001. – Т. 1.- Т. 3.  
[3] Шнеерсон Я.М. Современное состояние гидрометаллургической переработки окисленных никель-кобальтовых руд // Цветные металлы. – 2000. – № 8. – С. 187-192.  
[4] Пименов Л. И., Михайлов В. И. Переработка окисленных никелевых руд. – М.: Metallurgia, 1972. – 336 с.  
[5] Муқанов Д. Metallurgia Kazakhstana: sostoyanie, innovatsionnyy potentsial, trend razvitiya. – Алматы: Ғылым, 2005. – Т. 5. – 290 с.  
[6] Оспанов Х.К. Кинетика гомогенных и гетерогенных химических процессов. – Алматы, 1997. – 195с.  
[7] Оспанов Х.К. Физико-химические основы избирательного растворения минералов. – М.: Недра, 1993. – 175 с.

REFERENCES

- [1] Ashanov R.A. Kazakhstan na mirovom mineralno-syrevom rynke. Problemy ikh reshenie. Nikel. Kobalt. Almaty: Rauan, 2004. S. 65-68.  
[2] Reznik E.D., Ermakov G.P., Shneerson Y.M. Nikel // 3 t. M.: OOO Nauka i tekhnologiya, 2001. T. 1.- T. 3.  
[3] Shneerson Y.M. Sovremennoe sostoyanie gidrometallurgicheskoi pererabotki okislennykh nikel-kobaltovykh rud // Tsvetnye metally. 2000. № 8. S. 187-192.  
[4] Pumenov L.I., Mikhailov V.I. Pererabotka okislennykh nikelovykh rud. M.: Metallurgia, 1972. 336 s.  
[5] Mukanov D. Metallurgiya Kazakhstana: sostoyanie, innovatsionnyy potentsial, trend razvitiya. Almaty: Gylym, 2005. T. 5. 290 s.  
[6] Ospanov H.K. Kinetika gomogenny i geterogennykh himicheskikh processov. Almaty, 1997. 195 s.  
[7] Ospanov H.K. Fiziko-himicheskie osnovy izbiratel'nogo rastvorenija mineralov. M.: Nedra, 1993. 175 s.

**С. Баймаханова, Ә.Ө. Байқоңырова, Г.А. Усольцева, С.С. Қоңыратбекова**

Казахский национальный исследовательский технический университет  
им. К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

**ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ СЕРНОКИСЛОТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ОКИСЛЕННЫХ  
НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩИХ РУД КЕМПИРСАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Аннотация.** Целью выполненной научной работы является выявление кинетических закономерностей выщелачивания окисленной никельсодержащей руды Кемпирсайского месторождения растворами серной кислоты и влияние различных факторов на извлечение элементов триады железа. В результате работы установлено, что процесс выщелачивания никельсодержащей руды на начальных стадиях проходит в кинетической области (железа) – энергия активации 52 кДж/моль, выщелачивание никеля и кобальта лимитирует внутренняя диффузия. Расчётные значения энергий активации составили для никеля – 21,5 кДж/моль, для кобальта – 14,5 кДж/моль. Показано, что скорость процесса выщелачивания металлов из рудного сырья будет определяться, прежде всего, скоростью внутренней диффузии с незначительным влиянием кинетических факторов. При изучении влияния отдельных технологических факторов было установлено, что на процесс выщелачивания влияет скорость перемешивания, крупность измельчения, температура, концентрация серной кислоты и предварительная подготовка рудного материала.

Областью применения результатов является гидрометаллургическая переработка никельсодержащих руд и материалов.

**Ключевые слова:** окисленная никельсодержащая руда, выщелачивание, растворитель, кинетика, энергия активации, константа скорости реакции.

МАЗМҰНЫ

**Техникалық ғылымдар**

<i>Жусупов Б., Hermosilla S., Терликбаева А., Айфah А., Жумадилов З., Абиьлдаев Т., Муминов Т., Исаева Р.</i>	
Қазақстанда туберкулездің жаңа жағдайлары бойынша уақыттық тізбекті талдау.....	5
<i>Бутурлакина Е.Г., Квасов И.А.</i> Инвестициялық шешімдерді қолдаудың таралған көпагентті ақпараттық жүйесі.....	12
<i>Азаматов Б.Н., Ожикенев Қ.А., Азаматова Ж.Қ.</i> ЖЭС гидравликалық күлжою жүйесінде геометриясы	
Басқарылатын гидроциклондар батареясын автоматты басқару .....	20
<i>Ahmetov B., Korchenko A., Alimseitova Zh., Zhumangalieva N.</i> A system for identifying abnormal state in informational systems.....	28
<i>Баймаханова С., Байқоңырова Ә.Ө., Усольцева Г.А., Қоныратбекова С.С.</i> Кемпірсай кен орынының тотыққан никельқұрамды кендерін күкірт қышқылды шаймалау кинетикасын зерттеу .....	38
<i>Генбач А.А., Бондарцев Д.Ю.</i> Электр станцияларының және оларды жасау ғылыми әдісін жылу-механикалық жабдықтарын жылу әдістері мен құрылғылар әзірлеу.....	45
<i>Казиев М.Т.</i> Заттардың сұйық күйіндегі құрылымының кванттық теориясы.....	53
<i>Нұрғалиева М.Т., Календарь Р.Н., Смағұлов А.Қ., Искакова Ж.А.</i> Ретротранспозон тізбектер негізінде ет шикізатын және ет өнімдерін сәйкестендіру үшін праймерлерды тестілеу.....	63
<i>Нуртай Ж.Т., Наукенова А.С., Аубакирова Т.С., Шапалов Ш.К.</i> Таулы аймақтардағы халықты табиғи сипаттағы төтенше жағдайдан құтқару мақсатында өндірістік қалдықтарды қолдана отырып композициялық материалдар алу.....	69

**Физика**

<i>Жантаев Ж.Ш., Шығайев Д.Т., Қалдыбаев А.А., Нұрақынов С.М., Бреусов Н.Г., Мамырбек Ф.Б., Мұқашева С.Н.</i>	
Шардара су кешенінің аумағын жер серіктік радиолокациялық интерферометрия деректері негізінде бақылау.....	75

**Химия**

<i>Закарина Н.А., Акурпекова А.К., Джумабаева Л.С., Жумадуллаев Д.А.</i> Al-Zr-мен пилларирленген монтмориллонитке қондырылған нанодисперсті Pd-катализаторлардағы H-гексан изомеризациясы.....	83
---	----

**Жер туралы ғылым**

<i>Жантаев Ж.Ш., Хачикян Г.Я.</i> Сейсмикалық болжамды мониторингінің мемлекетаралық жүйесін құру.....	93
--	----

**Биология және медицина**

<i>Есжан Б.Ф., Орынбаева З.С., Төлеуханов С.Т.</i> «Сүт безінің әртүрлі патологияларында даназол препаратының қолданылуының салыстырмалы сипаттамалары».....	100
<i>Турмагамбетова А.С., Алексюк П.Г., Алексюк М.С., Омиртаева Э.С., Анаркулова Э.И., Молдаханов Е.С., Богоявленский А.П., Березин В.Э.</i> Ағзадағы қабыну реакциясы бойынша индукцияға вирустық антигендерінің кеңістіктік құрылымын әсері.....	107
<i>Жамбакин К.Ж., Шамекова М.Х., Даурова А.К., Дауров Д.Л., Жанар К.К., Волков Д.В., Едилова А.К., Бакбергеннова М.О., Толегенова Д.А.</i> Рапстың ( <i>Brassica napus</i> ) қышабас ( <i>Brassica campestris</i> ) және қыша ( <i>Brassica juncea</i> ) өсімдіктерімен тұраралық будандарын алу.....	114

**Қоғамдық ғылымдар**

<i>Айтхожаева Е.Ж., Сейлова Н.А.</i> Сандық қоғам қауіптері.....	123
<i>Аюпова З.К., Құсайынов Д.Ө.</i> Ұлттық сана – отансүйгіштіктің қайнар бастауы ретінде.....	131
<i>Жұмақаева Б.Д.</i> Сайсаттанудағы саяси мінез құлық мәселесін зерттеудің концептуалдық негізгі.....	136

## СОДЕРЖАНИЕ

## Технические науки

<i>Жусупов Б., Hermosilla S., Терликбаева А., Aifan A., Жумадилов З., Абильдаев Т., Муминов Т., Исаева Р.</i> Анализ временных рядов по новым случаям туберкулеза в Казахстане.....	5
<i>Бутурлакина Е.Г., Квасов И.А.</i> Распределенная многоагентная информационная система поддержки инвестиционных решений.....	12
<i>Азаматов Б.Н., Ожикенев К.А., Азаматова Ж.К.</i> АСУ батарей гидроциклонов с управляемой геометрией в системе ГЗУ ТЭС.....	20
<i>Ахметов Б., Корченко А., Алимсеитова Ж., Жумангалиева Н.</i> Система выявления аномального состояния в информационных системах.....	28
<i>Баймаханова С., Байқоңырова Ә.Ө., Усольцева Г.А., Қоңыратбекова С.С.</i> Изучение кинетики сернокислотного выщелачивания окисленных никельсодержащих руд кемпирсайского месторождения.....	38
<i>Генбач А.А., Бондарцев Д.Ю.</i> Разработка тепловых способов и устройств для тепломеханического оборудования электростанций и научная методика их создания.....	45
<i>Казиев М.Т.</i> Квантовая теория структуры жидких состояний веществ.....	53
<i>Нургашиева М.Т., Календарь Р.Н., Смагулов А.К., Искакова Ж.А.</i> Тестирование праймеров для идентификации мясного сырья и мясных продуктов на основе последовательностей ретротранспозонов.....	63
<i>Нуртай Ж.Т., Наукенова А.С., Аубакирова Т.С., Шапалов Ш.К.</i> Получение композиционных материалов с использованием промышленных отходов с целью защиты население высокогорных районах от чрезвычайных ситуациях природного характера.....	69

## Физика

<i>Жантаев Ж.Ш., Шигаев Д.Т., Калдыбаев А.А., Нуракынов С.М., Бреусов Н.Г., Мамырбек Г.Б., Мукашева С.Н.</i> Мониторинг территории шардаринского гидрокомплекса на основе данных спутниковой радиолокационной Интерферометрии.....	75
--	----

## Химия

<i>Закарина Н.А., Акурпекова А.К., Джумабаева Л.С., Жумадуллаев Д.А.</i> Изомеризация н-гексана на нанодисперсных Pd-катализаторах, нанесенных на пилларированный Al-Zr- монтмориллонит.....	83
--	----

## Наука о Земле

<i>Жантаев Ж.Ш., Хачикян Г.Я.</i> О создании межгосударственной космической системы сейсмопрогнозного мониторинга.....	93
--	----

## Биология и медицина

<i>Есжан Б.Ф., Орынбаева З.С., Тулеуханов С.Т.</i> «Об лечебных и сравнительных особенностях препарата даназола при лечении разной патологии молочных желез».....	100
<i>Турмагамбетова А.С., Алексюк П.Г., Алексюк М.С., Омиртаева Э.С., Анаркулова Э.И., Молдаханов Е.С., Богоявленский А.П., Березин В.Э.</i> Влияние пространственной структуры вирусных антигенов на индукцию воспалительных реакций в организме.....	107
<i>Жамбакин К.Ж., Шамекова М.Х., Даурова А.К., Дауров Д.Л., Жапар К.К., Волков Д.В., Едилова А.К., Бакбергенова М.О., Толегенова Д.А.</i> Получение межвидовых гибридов рапса ( <i>Brassica napus</i> ) с сурепицей ( <i>Brassica campestris</i> ) и горчицей ( <i>Brassica juncea</i> ).....	114

## Общественные науки

<i>Айтхожаева Е.Ж., Сейлова Н.А.</i> Риски цифрового общества.....	123
<i>Аюпова З.К., Кусаинов Д.У.</i> Национальное сознание как основа патриотизма.....	131
<i>Жумакаева Б.Д.</i> Концептуальные основы исследования политического поведения в политологии.....	136

CONTENT

**Technical sciences**

<i>Zhussupov B., Hermosilla S., Terlikbayeva A., Aifah A., Zhumadilov Z., Abildayev T., Muminov T., Issayeva R.</i>	
Time-series analysis on new tb cases in Kazakhstan.....	5
<i>Buturlakina E.G., Kvasov I.A.</i> Multi-agent based distributed information system of investment decisions support.....	12
<i>Azamatov B.N., Ozhikenov K.A., Azamatova Zh. K.</i> ACS of the set of hydrocyclones with a variable geometry in the system of har TPP .....	20
<i>Ahmetov B., Korchenko A., Alimseitova Zh., Zhumangaliyeva N.</i> A system for identifying abnormal state in informational systems.....	28
<i>Baimakhanova S., Baikonurova A.O., Ussoltseva G.A., Konyratbekova S.S.</i> Study of kinetics of sulfuric acid leaching of oxidized nickel-containing ore of the kempirsai deposit.....	38
<i>Genbatch A.A., Bondartsev D.Yu.</i> Development of thermal methods and devices for thermal mechanical equipment of power plants and the scientific methodology for their creation.....	45
<i>Kaziev M.T.</i> Quantum theory of the liquid structure of condition substances.....	53
<i>Nurgaliyeva M.T., Kalendar R.N., Smagulov A.K., Iskakova Zh.A.</i> Testing of primers for identification of meat raw materials and meat products on the basis of the sequences retrotransposons.....	63
<i>Nurtai Zh.T., Naukenova A.S., Aubakirova T.S., Shapalov Sh.K.</i> The obtaining of compositional materials with industrial waste using with the purpose of hing – mountain areas people protection from emergency situations of natural character.....	69

**Physics**

<i>Zhantayev Zh.Sh., Shigayev D.T., Kaldybayev A.A., Nurakynov S.M., Breusov N.G., Mamyrbek G.B., Mukasheva S.N.</i>	
Monitoring of the territory of the chardara hydro complex based on satellite radar interferometry data.....	75

**Chemistry**

<i>Zakarina N.A., Akurpekova A.K., Djumabaeva L.S., Zhumadullaev D.A.</i> Isomerization of n-hexane over nanodisperse Pd-catalysts supported on al-Zr- pillared montmorillonite.....	83
--	----

**Earth science**

<i>Zhantayev Zh., Khachikyan G.</i> On creation of interstate space system for seismic-prognostic monitoring.....	93
---	----

**Biology and Medicine**

<i>Yeszhan B.G., Orynbayeva Z.S., Tuleukhanov S.T.</i> "On the medical and comparative features of danazol drug in treatment of different pathology of mammary gland".....	100
<i>Turmagambetova A.S., Alexyuk P.G., Alexyuk M.S., Omirtaeva E.S., Anarkulova E.I., Moldakhanov E.S., Bogoyavlenskiy A.P., Berezin V.E.</i> Influence of the spatial structure of viral antigens for ability to induce of inflammatory reactions in the organism....	107
<i>Zhambakin K.Zh., Shamekova M.Kh., Daurova A.K., Daurov D.L., Zhapar K.K., Volkov D.V., Edilova A.K., Bakbergenova M.O., Tolegenova D.A.</i> Production of rapeseed ( <i>Brassica napus</i> ) interspecific hybrids with rape ( <i>Brassica campestris</i> ) and mustard ( <i>Brassica juncea</i> ).....	114

**Social Sciences**

<i>Aytkhozhaeva E.Zh., Seilova N.A.</i> Digital society risks.....	123
<i>Ayupova Z.K., Kussainov D.U.</i> National consciousness as the bases of patriotism.....	131
<i>Zhumakayeva B.D.</i> Conceptual bases of research of political behavior are in political science.....	136

---

---

**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 work described 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 originality detection service Cross Check <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)

**ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)**

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

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов*  
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 13.10.2017.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
9 п.л. Тираж 2000. Заказ 5.

---

---

*Национальная академия наук РК*  
050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19