

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

2016 • 6

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



Б а с р е д а к т о р ы
х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Адекенов С.М. проф., академик (Қазақстан) (бас ред. орынбасары)
Боос Э.Г. проф., академик (Қазақстан)
Величкин В.И. проф., корр.-мүшесі (Ресей)
Вольдемар Вуйчик 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. (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., корр.-мүшесі (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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2016

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.)
Боос Э.Г. проф., академик (Казахстан)
Величкин В.И. проф., чл.-корр. (Россия)
Вольдемар Вуйчик 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. (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., чл.-корр. (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

©Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016 г.

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

E d i t o r i n c h i e fdoctor 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)**Boos E.G.** prof., academician (Kazakhstan)**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)**Ilov 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. (Kazakhstan)**Otelbayv M.O.** prof., academician (Kazakhstan)**Sadybekov M.A.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Satayev M.I.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Severskiy I.V.** prof., academician (Kazakhstan)**Sikorski Marek** prof., (Poland)**Ramazanov T.S.** prof., corr. member. (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

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

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

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 6, Number 310 (2016), 62 – 69

UDC 669.292.2:669

N.M. Komekova¹, V.A. Kozlov², Zhurinov M.Zh³

(^{1,3}Kazakh-British Technical University, ²Kazakh National Research Technical University after named K.I.Satpayev,
The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan,) email: erkej@mail.ru

SULFURIC ACID ATMOSPHERIC PRESSURE LEACHING
OF VANADIUM BLACK SHALE

Annotation: This article discusses the sulfuric acid atmospheric -pressure leaching of vanadium black shale ore deposits Balasauskandyk. The proposed method can effectively leach vanadium from ore. Optimum atmospheric leach conditions are: temperature 70 °C, concentration of sulfuric acid 70 g/l, time -1 hour. Optimum pressure leach conditions are: temperature 140 °C, the sulfuric acid concentration of 150 g/l, time -2 hours. The sum of the two extraction stages of leaching was 94% vanadium.

Key words: vanadium, black shales, atmospheric-autoclave leaching

УДК 669.292.2:669

Н.М. Комекова¹, В.А. Козлов², Журинов М.Ж.³

(^{1,3}АО Казахстанско-Британский Технический Университет; ²НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева», Алматы, Казахстан, ³Национальная академия наук РК) email: erkej@mail.ru

СЕРНОКИСЛОТНОЕ АТМОСФЕРНО-АВТОКЛАВНОЕ
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ВАНАДИЯ ИЗ ЧЕРНЫХ СЛАНЦЕВ

Аннотация. В данной статье рассматриваются сернокислотное атмосферно-автоклавное выщелачивание черносланцевых руд ванадия месторождения Баласаускандык. Предложенный способ выщелачивания позволяет эффективно выщелочить ванадий из руды. Оптимальные условия атмосферного выщелачивания составляют: температура 70 °C, концентрация серной кислоты-70 г/л, время -1 час. Оптимальные условия автоклавного выщелачивания: температура 140 °C, концентрация серной кислоты-150 г/л, время -2 час. В сумме из двух стадий выщелачивания извлечение ванадия составляет 94%.

Ключевые слова: ванадий, черные сланцы, атмосферно-автоклавное выщелачивание.

Введение

Черные сланцы являются одними из самых больших природных источников ванадия. [1]. В Казахстане крупными и перспективными месторождениями ванадийсодержащих черносланцевых руд являются месторождения Большого – Каратау Баласаускандык, Курумсаг и Джебаглы [2,3], где содержание ванадия составляет в пересчете на пентоксид 0,8-1,2%. Полезными компонентами кроме ванадия, являются молибден 0,3%, уран 0,2-0,5% и редкоземельные металлы с содержанием 0,05-0,15%.

Основа породы черных сланцев составляет тонкозернистый кварц, сульфиды и слюды, присутствуют органические вещества и карбонаты [4]. Упорность руд обусловлена двумя факторами: низкой растворимостью минералов-концентраторов полезных компонентов и чрезвычайно мелкими размерами их выделений (ультрадисперсностью), поэтому механическими методами (гравитацией, флотацией) получить обогащенные концентраты не удаётся [5].

Неоднократно предпринимались попытки извлечения ванадия из черносланцевых руд. Ниже перечислены некоторые из разработок.

Исследования по пиро-гидрометаллургическому способу показали возможность извлечения ванадия методом окислительного обжига с натриевыми добавками с последующим водным или кислотным выщелачиванием, гидролитическим осаждением. Основные операции технологической схемы включают дробление руды до фракции +10-50мм; плавку гранулированной кусковой руды совместно с фосфоритами в электропечах. В итоге получают железо-фосфор-ванадиевый сплав, рафинируют феррофосфор и получают шлак с содержанием 10-25% V_2O_5 [6-10].

Анализ ранее выполненных работ по переработке черных сланцев месторождения Балаусаускандык методом кучного выщелачивания и низкотемпературной сульфатизацией с последующим кучным выщелачиванием показал, что при таких методов вскрытия не достигается высокого извлечения ванадия в водную фазу, степень извлечения не превышает 52% [11,12].

Технологические схемы: кучное, агитационное выщелачивание, высокотемпературный обжиг, низкотемпературная сульфатизация, достигли предела своих технико-экономических возможностей.

На основе имеющегося данных и полученных собственных результатов нами разработана атмосферно-автоклавная технология переработки черных сланцев м.«Балаусаускандык» с извлечением ванадия в растворе до 94%.

1. Экспериментальная часть

В качестве исходного материала для проведения экспериментов использовалась руда черных сланцев месторождения «Балаусаускандык». Проба представляла собой однородный черный сухой порошок крупностью $\sim 53,2\% - 0,063$ мм с содержанием ванадия V - 0,45 %; C $\sim 15\%$, $SiO_2 - 67,6\%$. Химический и гранулометрический состав руды представлен в таблицах 1 и 2.

Исследования проводились в два этапа, первый атмосферный, второй-автоклавный.

1) *Определение оптимальных параметров атмосферного выщелачивания.* Эксперименты проводили в стеклянном реакторе с механическим перемешиванием и электрическим нагревом. Пульпу готовили из навески пробы сланца и раствора серной кислоты. Объем пульпы в течение опыта поддерживался на постоянном уровне. После окончания пульпу фильтровали на воронке Бюхнера при комнатной температуре, промывали кек на фильтре водой до нейтральной реакции (рН 6-7) и сушили при температуре 105 °С до постоянной массы. Выход сухого отмытого кека относили к массе исходного сланца.

Условия проведения опытов: масса пробы -50 гр, соотношение твердое к жидкому Т:Ж=1:2. Для определения оптимальных параметров атмосферного выщелачивания проведены следующие исследования:

- влияние температуры;
- влияние продолжительности обработки;
- влияния расхода серной кислоты.

2) *Определение оптимальных параметров автоклавного выщелачивания*

кек после атмосферного отправляют в автоклав для до извлечения ванадия. Эксперименты проводили в лабораторном автоклаве ёмкостью 2 дм³, оборудованным быстроходным двухступенчатым механическим (импеллерным) перемешивающим устройством с регулируемым числом оборотов и электрическим нагревателем. Конструкционный материал - нержавеющая сталь.

Пульпу готовили из навески кека и серной кислотой. Оптимальное соотношение твердого к жидкому составило 1:0,8. Затем пульпу помещали во фторопластовый стакан, плотно устанавливаемый в корпусе автоклава. Перемешивающее устройство ($\omega=700$ об/мин) включали после герметизации автоклава, а затем включали нагреватель. Общее давление в автоклаве составляло $\sim 10,0-13,0$ атм. (1,0-1,3 МПа). По окончании опыта, отключали нагреватель и перемешивающее устройство, охлаждали пульпу и после сброса остаточного давления разгружали автоклав. После фильтровали пульпу, кек промывали на фильтре водой до нейтральной реакции (рН 6-7) и сушили при температуре 105 °С до постоянной массы.

Для определения оптимальных параметров автоклавного выщелачивания проведены следующие исследования:

- влияние температуры;
- влияние продолжительности обработки;

- влияния расхода серной кислоты.

2. Результаты и их обсуждения

3.1.1 Влияние температуры при атмосферном выщелачивании. Опыты по уточнению влияния температуры на степень извлечения ванадия в раствор при выщелачивании черносланцевой руды проведены при следующих постоянных условиях: Т:Ж=1:2, время – 2 ч; концентрация кислоты (H_2SO_4) – 100 г/л. Исследуемый температурный интервал-25, 50, 70, 85 °С. Растворы после фильтрования пульпы имеют слабо сине- зеленую окраску, характерную для сульфата ванадила – $VOSO_4$ и сульфата железа. Высокие значения окислительно-восстановительного потенциала (О.В.П.) растворов 450-490 мВ также свидетельствуют о том, что в растворе после выщелачивания сланцев присутствует значительное количество ионов железа (4-5 г/л), которые находятся в трехвалентной форме. Результаты опытов приведены на рисунке 1.

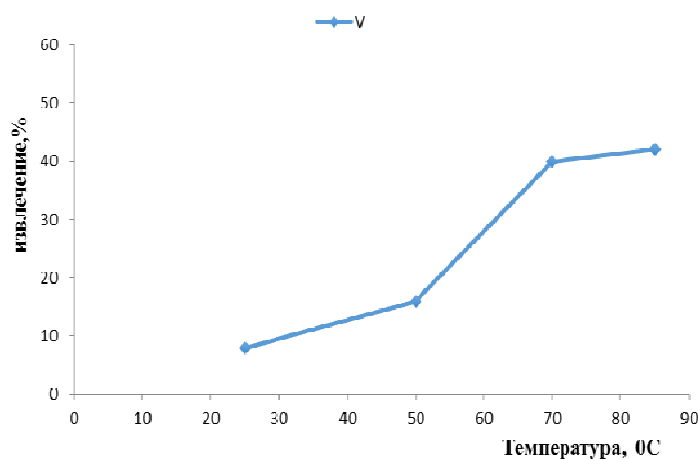


Рисунок 1 – Влияние температуры на извлечение ванадия при атмосферном выщелачивании

С повышением температуры О.В.П. снижается за счет преобладания ванадия в степени окисления 4^+ , при этом улучшается степень извлечения. Диапазон растворения ванадия в растворе 9-40 % при остаточной концентрации серной кислоты в жидкой фазе пульпы 84-62 г/л. Таким образом, чем выше температура обработки, тем лучше вскрывается материал, увеличение температуры выше 70°C приводит к незначительному повышению извлечения ванадия.

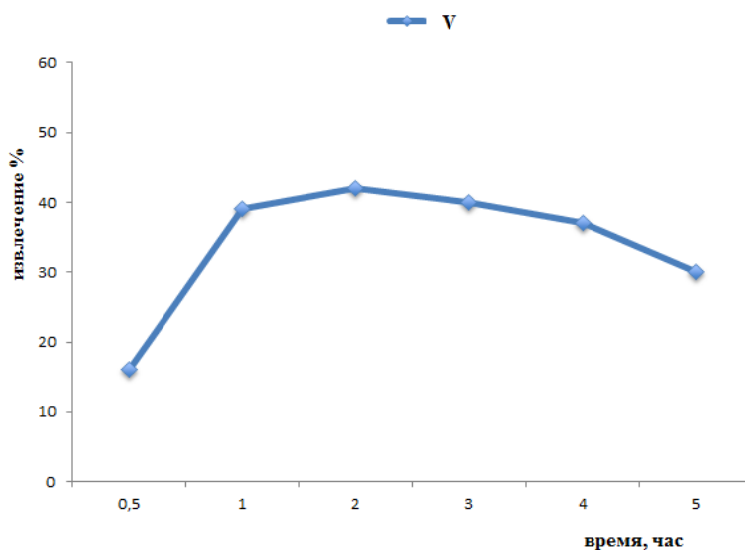


Рисунок 2 – Влияние продолжительности на извлечение ванадия при атмосферном выщелачивании

3.1.2 Влияния продолжительности обработки

Опираясь на данные вышеприведенных исследований наиболее оптимальной температуры обработки является 70°C и в дальнейших опытах по определению других параметров использовали эту температуру в виде константы. Эксперименты проводили при изменении продолжительности процесса выщелачивания в пределах 0,5- 5,0 часа. Концентрация H_2SO_4 составляло 70 г/л. результаты опытов показаны на рисунке 2.

Как видно из рисунка выщелачивание 0,5 часа недостаточно для завершения процесса взаимодействия карбонатов и других кислотопоглощающих минералов с серной кислотой. Проба черных сланцев, несмотря на изменение продолжительности обработки (0,5-5,0 ч) отличаются низкой кислотоемкостью. За 1 час извлечение ванадия достигает 39%, дальнейшее повышение продолжительности до 3 часов повышает извлечение на 2-3%. При этом степень извлечения ванадия достигает своего максимума при 3 часовой обработке. Однако, дальнейшее повышение продолжительности процесса выщелачивания свыше 3 ч становится неэффективным, поскольку происходит частичное окисление ванадия V^{4+} до V^{5+} , который сорбируется углеродом, находящимся в руде.

3.1.3 Влияния расхода серной кислоты атмосферном выщелачивании

Исследовано влияние расхода серной кислоты -50; 70; 100; 150; 300 г/л H_2SO_4 на степень извлечения ванадия в раствор. Эксперименты проводили при оптимальных параметрах атмосферного выщелачивания: продолжительность 1 час, температура 70°C

На рисунке 3 представлено влияние расхода серной кислоты на извлечение ванадия при атмосферном выщелачивании.

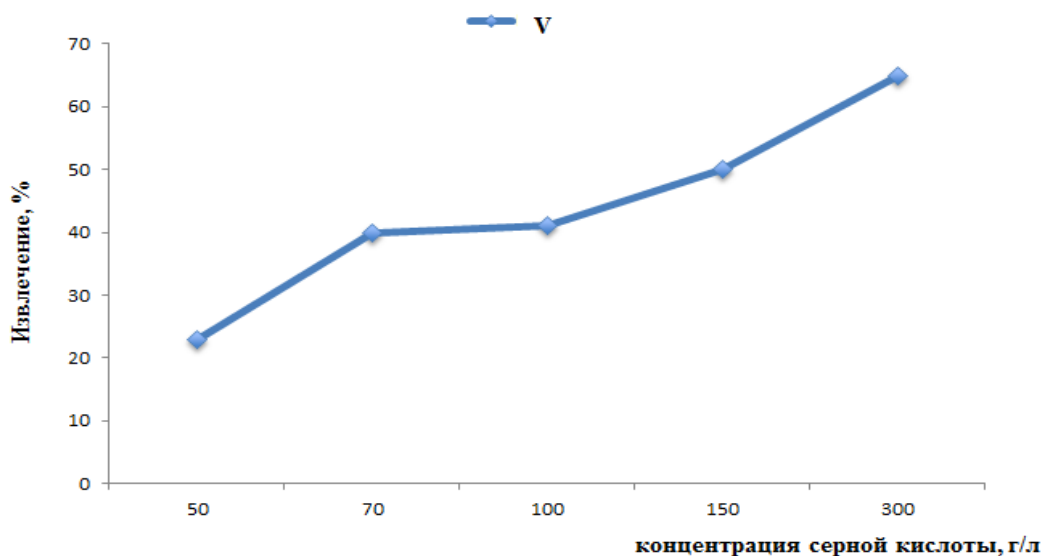


Рисунок 3 - Влияние расхода серной кислоты на извлечение ванадия при атмосферном выщелачивании

С увеличением расхода серной кислоты повышается содержание ванадия, при этом кислотность растворов повышается. Хорошие результаты по извлечению ванадия 65 % достигаются при расходе кислоты 300 г/л, однако при этом наблюдается высокая остаточная кислотность 255 г/л. Это экономически не оправдано, так как ведет к большим потерям серной кислоты. Оптимальный расход H_2SO_4 70 г/л, при этом извлечение ванадия составляет 41%, остаточная кислотность 29 г/л. Атмосферная обработка сопровождается большим газовыделением, за счет разрушения карбонатов и удаления гетерогенно-встроенного диоксида углерода.

Химический кека анализ после автоклавного выщелачивания представлен в таблице 1. По результатам проделанных экспериментов можно сделать следующий вывод, что при выщелачивании в атмосферных условиях исключается возможность создания рентабельной технологической схемы производства ванадия по причине низкой вскрываемости ванадиеносных минералов: сульфидов и шпинелидов.

Таблица 1- Содержания ценных компонентов после атмосферной обработки, %

V	U	Mo	Σ РЗМ	Al	Fe	Mg
0,3	0,04	0,015	0,023	1,31	0,5	0,13
Si	C	K	P	Ba	S	Cr
33,3	15	0,49	0,08	0,3	0,3	0,02

Из литературных источников показано, что для вскрытия сульфидов и шпинелидов ванадия необходимы более жесткие условия обработки [10], под давлением, при повышенных температурах и концентрациях растворителей. Наиболее эффективен процесс окисления и выщелачивания таких типов минералов осуществляется в автоклаве [11-13].

2.2 Автоклавная обработка кеков атмосферного выщелачивания

Подробное изучение свойств шпинелидных сульфидсодержащих минералов V, и рудовмещающих пород, ряд последовательных физико-химических процессов, протекающих в растворах с высоким солевым составом и постоянным Eh при повышенных температурах позволило разработать достаточно надежную, эффективную технологию автоклавного выщелачивания кеков атмосферной обработки.

3.2.1 Влияние температуры на процесс выщелачивания. Эксперименты по определению оптимальной температуры проводились в автоклаве при концентрации серной кислоты 150 г/л, время 2 часа, исследуемый интервал температуры 100-200 °С. Результаты приведены на рисунке 4.

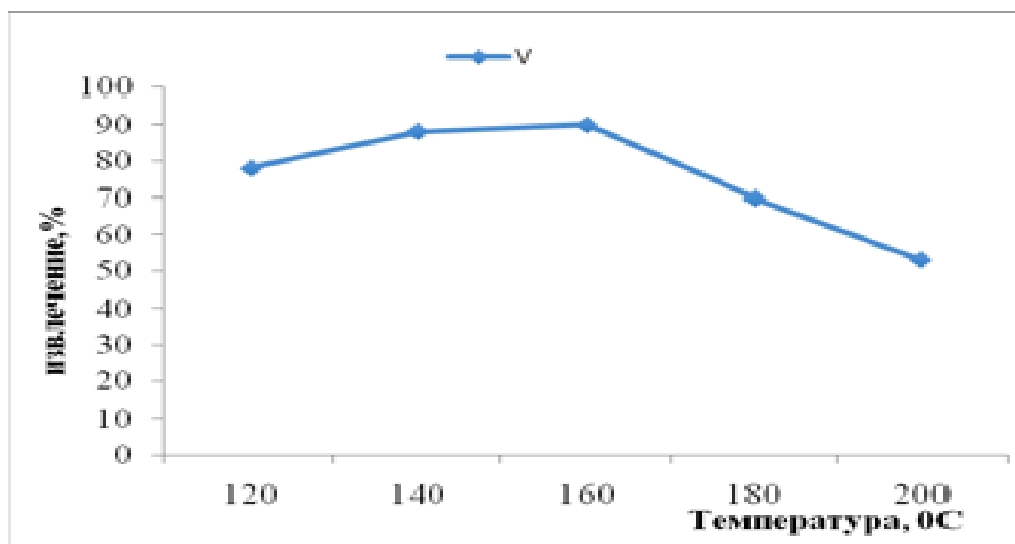


Рисунок 4 – Влияние температуры на извлечение ванадия при автоклавном выщелачивании

Как видно из рисунка высокие температуры приводят к повышению извлечения ванадия. При температурах от 140 до 160 °С наблюдается стабильное высокое извлечение на уровне 88-90 %, а при 180-200 °С степень извлечения ванадия в раствор понижается. Это обусловлена тем, что температура выше 160 °С приводит к разложению серной кислоты до сероводорода. Это подтверждается и остаточной концентрацией серной кислотой в растворе 70-50 г/л. по результатам данных опытов оптимальная температура автоклавной обработки 140 °С.

3.2.2 Влияния расхода серной кислоты на автоклавное выщелачивание. Расход растворителя является одним из важных компонентов, обеспечивающий извлечения ценных элементов в раствор. Суммарное содержание кислотоёмких минералов окислов железа и алюминия составляет около 18 %. Стехиометрический расход H_2SO_4 , идущей на растворение карбонатов кальция, магния и железа, равен примерно 100 % от их содержания в черносланцевой руде. Исследуемый интервал расхода серной кислоты 100 -200 г/л. Зависимость степени извлечения ванадия от концентрации серной кислоты показан на рисунке 5.

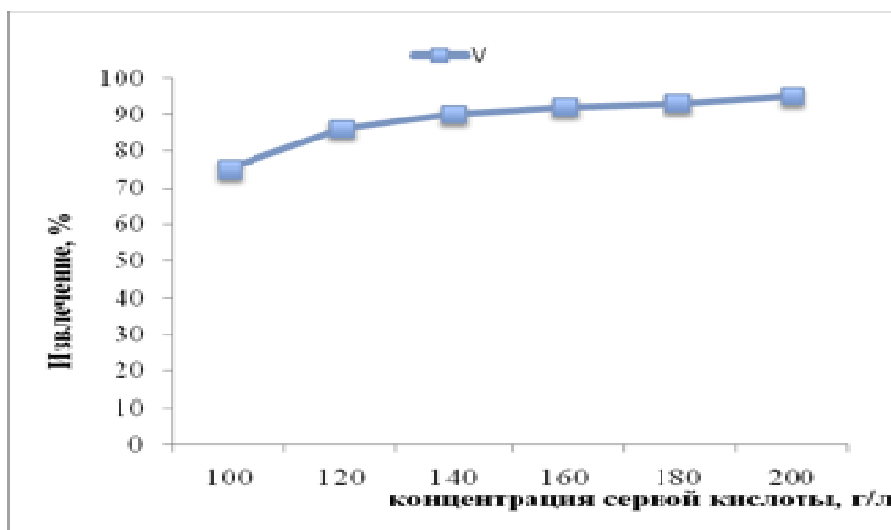


Рисунок 5 –Влияния расхода серной кислоты на извлечение ванадия при автоклавном выщелачивании

Как видно из рисунка, при 100 г/л серной кислоты степень извлечения составляет 75%, а при 140-150 г/л серной кислоты достигается извлечение 90%, остаточная кислотность раствора составляет 125 г/л свободной серной кислоты. Дальнейшее увеличение концентрации приводит к незначительному повышению степени извлечения и высокой кислотности раствора.

3.2.3 Влияния продолжительности при автоклавном выщелачивании. Исследования по определению продолжительности процесса проделаны при следующих параметрах: температура - 140 °С, концентрация серной кислоты составляет 150 г/л серной кислоты, температурный интервал-1-4 часа. Результаты приведены на рисунке 6.

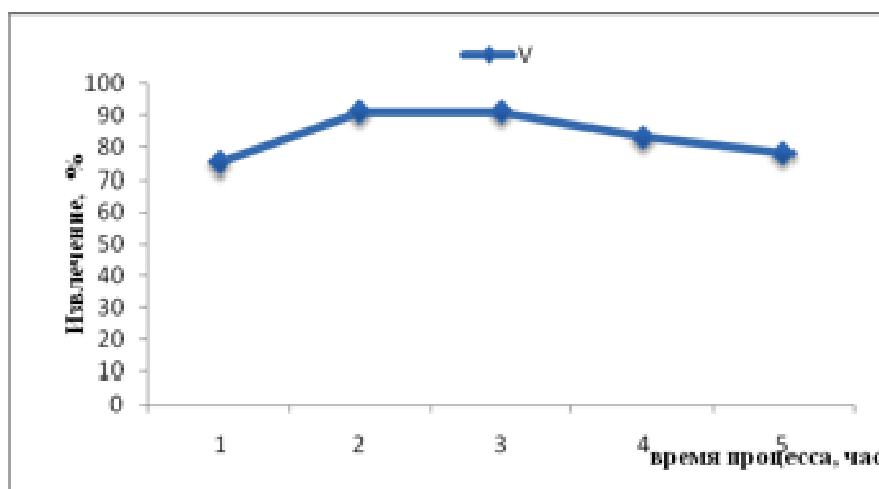


Рисунок 6 - Исследование влияния продолжительности обработки пульпы

Реакции в автоклаве проходят в динамичном режиме по сравнению с атмосферным. По результатам опытов следует, что один час выщелачивания не достаточно для вскрытия ванадиевых минералов. Процесс окисления ванадия и перевода его в раствор осуществляется при двух часовой обработке. Дальнейшее увеличение времени выщелачивания 4-5 часов приводит к переокислению ванадия в растворе, который начинает осаждаться в остаток.

Концентрация кислоты в автоклавных растворах составляет 120-125 г/л свободной серной кислоты, во избежание потерь ванадия нами предлагается разбавляет автоклавный раствор промывными растворами до 70 г/л свободной H_2SO_4 и проводит атмосферную обработку. По итогам двух этапов выщелачивания растворы с содержанием 3,7 г/л V_2O_5 отправляются на

сорбцию, а кек после выщелачивания на производство ферросплавов. Предложенная технологическая схема представлена на рисунке 7.

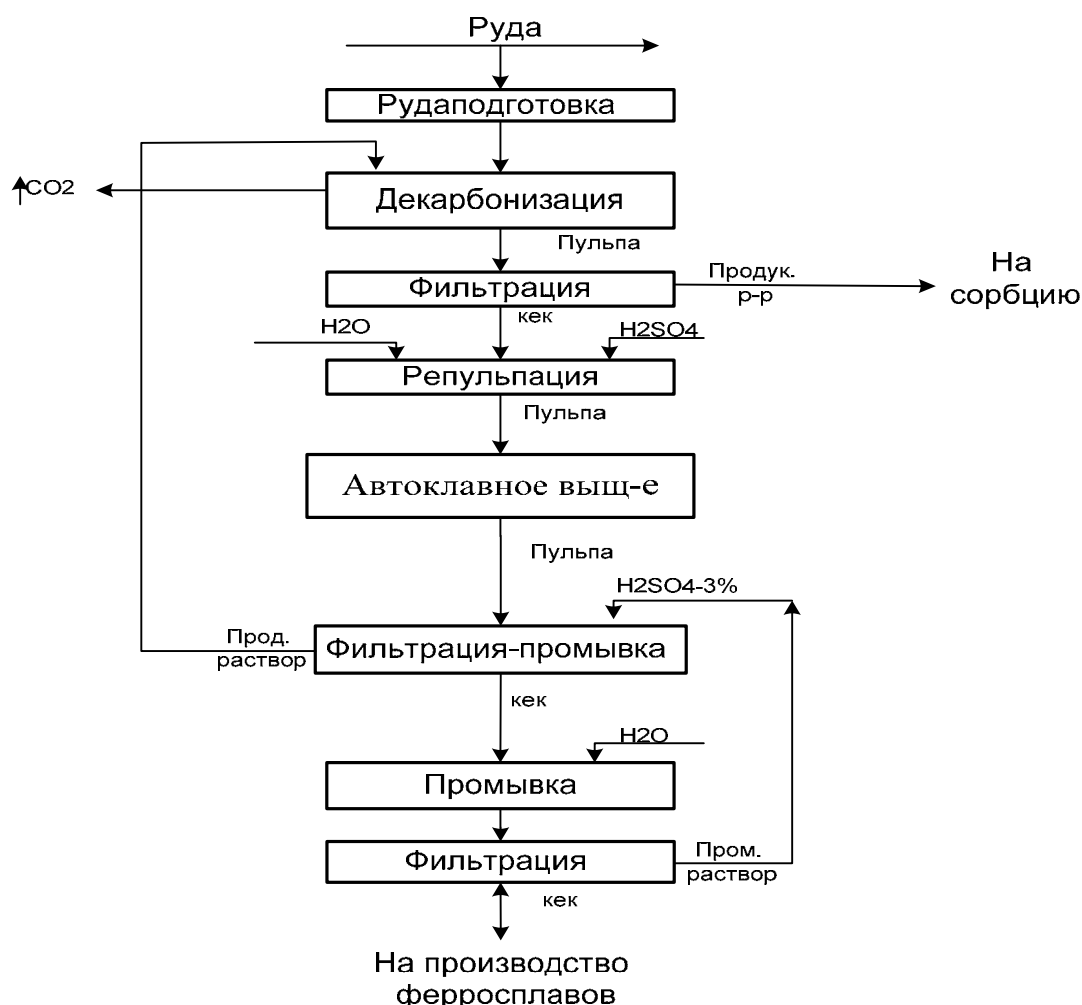


Рисунок 7 – Технологическая схема гидрометаллургического перелоа переработки черносланцевой руды

4. Выводы

Предложенный комбинированный атмосферно-автоклавный способ выщелачивания позволяет эффективно выщелочить ванадий из руды. Оптимальные условия атмосферного выщелачивания: температура 70 °С, концентрация серной кислоты-70 г/л, время -1 час. Оптимальные условия автоклавного выщелачивания: температура 140 °С, концентрация серной кислоты-150 г/л, время -2 час. В сумме из двух этапов выщелачивания извлечение ванадий составляет 94%.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Виноградов В.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1950. – 271 с.
- [2] Анкинович Е.А., Анкинович С.Г. Отчет Казахстанского государственного геологического управления «Каратауское месторождение ванадия и урана по работам 1942-1947гг.». Алма-Ата, 1947г.
- [3] Козлов В.А., Терликбаева А.Ж., Батракова Л.Х., Нуржанова С.Б. Углистые уран-ванадиевые сланцы Каратау // Промышленность Казахстана. - 2005. - №1(28). - С. 73-75.
- [4] Лабунцев А.Н. Коллоидные минералы Северного Каратау // Труды Минералог. музея АН СССР.– М., 1950. – Вып. №2. – С. 57.
- [5] Аймбетова И.О. Разработка технологии производства оксида ванадия из черных сланцев Большого Каратау / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук – Алматы. - 2010. - С. 120
- [6] Кунаев А.М. Пирометаллургические способы переработки ванадиевого сырья Казахстана / Алматы. -1971. – 208 с.

- [7] А.М. Кунаев, Б.Б.Бейсембаев, В.Г. Авров. Получение пентиокси ванадия и фосфатов натрия из огарков окислительного обжига железо-фосфор-ванадиевого сплава // Химия и технология ванадия. Алма-Ата: АН КазССР. 1968. – Т. 27. С.-
- [8] Кунаев А.М. Пиро-гидрометаллургические способы переработки ванадиевого сырья Казахстана / Наука. – 1971. – С.27.
- [9] Патент RU 2374344.Способ переработки ванадийсодержащего сырья / Батракова Л.Х., Бриджен Н.Д., Кузнецов А.Ю и др. 27.11.2009.
- [10] Гражданова Я.В., Козлов В.А., Батракова Л.Х. Кинетика выщелачивания ванадия из кварцитов Каратау серной кислотой // Промышленность Казахстана – 2002. – №5. – С.89-90.
- [11] Гражданова Я.В., Батракова Л.Х., Козлов В.А. Извлечение ванадия и урана из кварцитов Каратау методом перколяционного выщелачивания // Вестник инженерной академии. – 2003. – №1. – С.73-77.
- [12] Аймбетова И.О., Козлов В.А., Нуржанова С.Б. Разработка технологии производства метаванадата аммония из черных сланцев месторождения Балаусаускандык // Промышленность Казахстана. – 2010. – №5. – С. 95-98.

REFERENCES

- [1] Vinogradov V.P. Geochimiya redkih i resseyannykh chimicheskikh elementov v pochvakh. M.: Izdatelstvo AN SSSR, 1950. 271 p.
- [2] Ankinovich E.A., Ankinovich S.G. *Onchet Kazakhstanskogo gosudarstvennogo geologicheskogo upravleiya «Karatauskoe mestorozhdeniya vanadiya i urana po robotam 1942-1947gg»*, Alma-ata, 1947g.
- [3] Kozlov V.A., Terlikpayeva A.Zh., Batrakova L.H., Nurzhanova S.B. Uglistyе uran-vanadievyе slancy Karatau. *Promyshlennost Kazakhstana*. 2005. №1(28). p. 73-75.
- [4] Labuncev A.N. Kolloidnye mineraly Severnogo Karatau. *Trudy mineralogicheskogo muzeya AN SSSR*. M., 1950. Vyp. №2. С. 57.
- [5] Aimbetova I.O. Razrabotka tehnologii proizvodstva metavadata ammoniyaiz chernyh slancev mestorozhdeniya Balasauskandyk. *Dissertaciya na soiskaniya uchenoi stepeni kandidata tehicheskikh nauk*. Almaty. 2010. p. 120
- [6] Kunayev A.M. *Pirometallurgicheskie sposoby pererabotki vanadievgо syrya Kazakhstana*. Almaty. 1971. p. 208
- [7] Kunayev A.M., Beisebayev B.B., Avrov V.G. Poluchenie pyatiokisi vanadiya I fosfatov natriya iz ogarkov oksilitel'nogo obzhiga zhelezo-fosfor-vanadievgо сплава. *Himiya I tehnologiya vanadiya*. Ama-ata. AN SSSR. 1968. T. 27. С. 35
- [8] Kunayev A.M. Piro-gidrometallurgicheskie sposoby pererabotki vanadievgо syrya Kazakhstana. *Nauka*. 1971. С.27.
- [9] Batrakova L.H., Bridgent N.D., Kuznecov A.Y. i drugie. Sposoby pererabotki vanadisoderzhashego syrya *Patent RU 2374344. opub.* 27.11.2009.
- [10] Grazhdanova Ya.V., Kozlov V.A., Batrokov L.H. Kinetika vyshelachivaniya vanadiya iz kvarcitov Karatau sernoi kislotoi. *Promyshlennost Kazakhstana*. – 2002. – №5. – p.89-90.
- [11] Grazhdanova Ya.V., Batrokov L.H., Kozlov V.A. Izvlecheniya vanadiya i urana iz kvarcitov Karatau. *Vestnik inzhenernoi akademii*. 2003. №1. p.73-77.
- [12] Aimbetova I.O., Kozlov V.A., Nurzhanova S.B. Razrabotka tehnologii proizvodstva metavadata ammoniya iz chernyh slancev mestorozhdeniya Balasauskandyk. *Promyshlennost Kazakhstana*. 2010. №5. p. 95-98.

УДК 669.292.2:669

Н.М. Комекова¹, В.А. Козлов², М.Ж. Жұрынов³

(^{1,3}АҚ Қазақ-Британ Техникалық Университет; ²КАҚ «Қ.И.Сатпаев атындағы қазақ ұлтық зерттеу техникалық университеті», ³Ұлттық ғылым академиясы, Алматы, Қазақстан)
Email: erkej@mail.ru

ҚАРА СЛАНЕЦТЕН ВАНАДИЙДІ КҮКҮРТ ҚЫШҚЫЛДЫ АТМОСФЕРЛІ-АВТОКЛАВТЫ ШАЙМАЛАУ

Аңдатпа. Бұл мақалада қара сланецті Баласауыскандық кенінен күкірт қышқылды атмосферлі-автоклавты әдісімен ванадийді шаймалау үрдісі қарастырылған. Ұсынылған әдіс ванадийді кеннен эффективті шаймалауға мүмкіндік береді. Оптималды атмосферлі шаймалау шарттары: температура 70 °С, күкірт қышқылдың концентрациясы-70 г/л, уақыт -1 сағат. Оптималды фвтоклавты шаймалау шарттары: температура 140 °С, күкірт қышқылдың концентрациясы -150 г/л, уақыт -2 час. Екі этаптың қосындысы ванадийді 94% дейін шаймалау мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: ванадий, қара сланец, атмосферлі-автоклавты шаймалау.

Сведение об авторах:

Комекова Н.М. – магистр, PhD докторант Казахстанско-Британского Технического Университета;
Козлов В.А. – доктор технических наук, академик, профессор Казахского национального исследовательского технического университета им. К.И.Сатпаева», Алматы, Казахстан;
Журинов М.Ж. – доктор химических наук, академик, президент национальной академии наук РК, профессор Казахстанско-Британского Технического Университета

МАЗМҰНЫ
Химия

<i>Шадин Н.А., Anderson J. A., Закарина Н.А., Волкова Л.Д.</i> Ауыр вакуумдық газойль крекингіндегі монтмориллонитте алюминиймен пилларирленген цеолитқұрамды (HY+HZSM-5) катализатор.....	5
--	---

Әлеуметтік ғылымдар

<i>Құрманов Н.А., Сатбаева А.Ж., Рахимбекова А.Е., Махатова А.Б.</i> Адами потенциалының даму индексі: заманауи әлемдегі Қазақстанның орны.....	14
<i>Панзабекова А.Ж., Турабаев Г.К.</i> Система оплаты и стимулирования труда на предприятиях реального сектора Казахстана.....	20
<i>Турабаев Г.К., Несіпбеков Е.Н.</i> Білім беру ұйымдарының даму процесінің құрамдасы ретіндегі кадрлық резервпен жұмыс жасау.....	27

Физика

<i>Рамазанов Т.С., Коданова С.К., Исанова М.К., Тихонов А., Кайканов М.</i> Инерциялық термоядролық синтез плазмасының транспорттық қасиеттері	34
<i>Рамазанов Т.С., Коданова С.К., Исанова М.К., Тихонов А., Кайканов М.</i> Инерциялық термоядролық синтез плазмасының транспорттық қасиеттері.....	43

Химия

<i>Малышев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.</i> Өзіндік ұйымдастыру үрдістерінің түсінігінде Больцман-Шеннон энтропиясының рөлі.....	53
<i>Комекова Н.М., Козлов В.А., Жұрынов М.Ж.</i> Қара сланецтен ванадийді күкүрт қышқылды атмосферлі-автоклавты шаймалау	62
<i>Баешов А.Б., Адайбекова А.А., Абдувалиева У.А.</i> Молибден электродының натрий гидроксиді ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеті.....	70

Жер туралы ғылымдар

<i>Метакса Г.П., Чекушина Т.В., Молдабаева Г.Ж., Метакса А.С.</i> Байкал көлі – көмірсутектердің табиғи реакторы..	77
--	----

Биология

<i>Хакімжанов А.А., Мамытова Н.С., Бескемпірова Ж.Д., Тілеген Б., Дәлелханқызы А., Кузовлев В.А., Айтхожина Н.Ө.</i> Бидайдың хитиназалық кешені және оның кейбір қасиеттері	85
--	----

Техникалық ғылымдар

<i>Жирнова О.В., Тойгожинова А.Ж., Жакипов Ж., Туриканов Т.С., Оразалин А., Матенов Н.</i> Парниктік газдар шығарындыларын азайту автоматтандырылған басқару жүйесін жану процесі биогаз математикалық модельдерін әзірлеу.....	94
<i>Калдыбаева Б.М., Хусанов А.Е., Дмитриев Е.А., Сабырханов Д.С., Абылмағжанов А.З.</i> Хемосорбциялық аппаратта гидродинамикалық жағдайды және конструкциялық ерекшеліктерін ескере отырып ағындардың құрамын есептеу.....	106

Қоғамдық ғылымдар

<i>Аюпова З.К., Құсайынов Д.Ө.</i> Қазақ мәдениетіндегі білім беру жүйесінің бастаулары мәселесіне	115
<i>Даулетбаков Б.Д., Примжарова К.К., Конырбеков М.Ж.</i> Қазақстан республикасы өңірлерінде интеллектуалды әлеуетпен қамтамасыз ету саласындағы инновациялық қызмет деңгейін модельдеу және бағалау.....	122
<i>Қалдыбай Қ.Қ., Абдрасилов Т.Қ., Насимов М.Ө.</i> Заманауи қазақ ойшылдарының дінтанулық мұраларындағы адам мәселесі.....	131
<i>Магай Т.П.</i> Трансформация бизнес-білім беру: инновациялық тәсіл.....	141
<i>Мырзағалиева А.Б., Туктасинова А.А., Самарханова Т.Н., Акзамбек А.М.</i> Алтай қасқыржидегін (<i>Daphnealtaicarpall.</i>) <i>In vitro</i> мәдениетіне енгізу.....	151
<i>Ордабаева М.</i> Қазақстандағы емдік-сауықтыру туризм үрдістерінің мәселелер мен ағымдары.....	161
<i>Саткалиева Т.С.</i> Қазақстан энергетикалық секторының даму үрдістері	167
<i>Берік А.Б.</i> Психикалық дамуы тежелген балаларды психологиялық қолдау.....	176

СОДЕРЖАНИЕ

Химия

<i>Шадин Н.А., Anderson J. A., Закарина Н.А., Волкова Л.Д.</i> Цеолитсодержащий (HY+HZSM-5) катализатор на пилларированном Al - монтмориллоните в крекинге утяжеленного вакуумного газойля.....	5
---	---

Социальные науки

<i>Курманов Н.А., Сатбаева А.Ж., Рахимбекова А.Е., Махатова А.Б.</i> Индекс развития человеческого потенциала: место Казахстана в современном мире.....	14
<i>Панзабекова А.Ж., Турабаев Г.К.</i> Система оплаты и стимулирования труда на предприятиях реального сектора Казахстана.....	20
<i>Турабаев Г.К., Несипбеков Е.Н.</i> Работа с кадровым резервом как составляющая процесса развития образовательных организаций.....	27

Физика

<i>Рамазанов Т.С., Коданова С.К., Исанова М.К., Тихонов А., Кайканов М.</i> Транспортные свойства плазмы инерционного термоядерного синтеза.....	34
<i>Рамазанов Т.С., Коданова С.К., Исанова М.К., Тихонов А., Кайканов М.</i> Транспортные свойства плазмы инерционного термоядерного синтеза.....	43

Химия

<i>Малышев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.</i> Роль энтропии Больцмана-Шеннона в понимании процессов самоорганизации.....	53
<i>Комекова Н.М., Козлов В.А., Журинов М.Ж.</i> Сернокислотное атмосферно-автоклавное выщелачивание ванадия из черных сланцев.....	62
<i>Баешов А.Б., Адайбекова А.А., Абдувалиева У.А.</i> Электрохимическое поведение молибденового электрода в растворе гидроксида натрия.....	70

Науки о Земле

<i>Метакса Г.П., Чекушина Т.В., Молдабаева Г.Ж., Метакса А.С.</i> Озеро Байкал – природный реактор углеводородов.....	77
---	----

Биология

<i>Хакимжанов А.А., Мамытова Н.С., Бескемпирова Ж.Д., Тилеген Б., Далелханкызы А., Кузовлев В.А., Айтхожина Н.А.</i> Хитиновый комплекс пшеницы и некоторые его свойства.....	85
---	----

Технические науки

<i>Жирнова О.В., Тойгожинова А.Ж., Жакипов Ж., Туриканов Т.С., Оразалин А., Матенов Н.</i> Разработка математической модели для автоматизированной системы управления процессом сжигания биогаза для снижения выброса парниковых газов.....	94
<i>Калдыбаева Б.М., Хусанов А.Е., Дмитриев Е.А., Сабырханов Д.С., Абилямагжанов А.З.</i> Расчет структуры потоков с учетом гидродинамической обстановки и конструктивных особенностей в хемосорбционном аппарате.....	106

Общественные науки

<i>Аюпова З.К., Кусаинов Д.У.</i> К вопросу об истоках системы образования в казахской культуре.....	115
<i>Даулетбаков Б.Д., Примжарова К.К., Конырбеков М.Ж.</i> Моделирование и оценка уровня инновационной деятельности в сфере обеспечения интеллектуальным потенциалом регионов республики Казахстан.....	122
<i>Калдыбай К. К., Абдрасилов Т.К., Насимов М.О.</i> Проблема человека в религиозном наследии современных казахских мыслителей.....	131
<i>Магай Т.П.</i> Трансформация бизнес-образования: инновационный подход.....	141
<i>Мырзагалиева А.Б., Туктасинова А.А., Самарханов Т.Н., Акзамбек А.М.</i> Введение в культуру <i>In vitro</i> волчегородника Алтайского (<i>Daphnealtaicapall</i>).....	151
<i>Ордабаева М.</i> Современные проблемы и тенденции развития лечебно-оздоровительного туризма в Казахстане.....	161
<i>Саткалиева Т.С.</i> Тенденции развития энергетического сектора РК.....	167
<i>Берик А.Б.</i> Психологическое сопровождение детей с задержкой психического развития.....	176

CONTENT

Chemistry

- Shadin N.A., Anderson J. A., Zakarina N. A., Volkova L.D.* Zeolite containing (HY+HZSM-5) catalyst on pillared Al-montmorillonite for cracking of weighted vacuum gas oil..... 5

Social sciences

- Kurmanov N., Satbayeva A., Rakhimbekova A., Makhatova A.* Human development index: place of Kazakhstan in the modern world..... 14
- Panzabekova A.Zh., Tyurabayev G.K.* The system of payment and stimulation of labor at real sector enterprises of Kazakhstan 20
- Tyurabayev G.K., Nesipbekov Ye. N.* Work with personnel pool as a constituent of educational organizations development process 27

Physics

- Ramazanov T.S., Kodanova S.K., Issanova M.K., Tikhonov A., Kaikanov M.* Transport properties of inertial confinement fusion plasmas..... 34
- Ramazanov T.S., Kodanova S.K., Issanova M.K., Tikhonov A., Kaikanov M.* Transport properties of inertial confinement fusion plasmas..... 43

Chemistry

- Malyshev V.P., Zubrina Y.S., Makasheva A.M.* The role of the boltzmann-Shannon entropy in understanding the processes of self-organization..... 53
- Komekova N.M., Kozlov V.A., Zhurinov M.Zh.* Sulfuric acid atmospheric pressure leaching of vanadium black shale..... 62
- Bayeshov A.B., Adaybekova A.A., Abduvaliyeva U.A.* Electrochemical behavior of electrodes of molybdenum in sodium hydroxide solution..... 70

Earth sciences

- Metaksa G.P., Chekushina T.V., Moldabaeva G.Zh., Metaksa A.S.* Lake Baikal - natural reactor of hydrocarbons..... 77

Biologiya

- Khakimzhanov A.A., Mamytova N.S., Beskempirova Zh.D., Tilegen B., Dalelhankhyzy A., Kuzovlev V.A., Aitkhozhina N.A.* Wheat chitinase complex and some of its properties..... 85

Technical sciences

- Zhirnova O.V., Toigozhinova A.Zh., Zhakipov Zh., Turikanov T.S., Orazalin A., Matenov N.* Development of mathematical models for automated control system combustion process biogas to reduce greenhouse gas emissions..... 94
- Kaldybaeva B.M., Khusanov A. E., Dmitriev E.A., Sabyrkhanov D.S., Abilmagzhanov A.Zh.* Calculation of the bubble diameter, taking into account the hydrodynamic conditions and structural features in the chemisorption apparatus..... 106

Social Sciences

- Ayupova Z.K., Kussainov D.U.* To the question about the sources of the system of education in kazakh culture..... 115
- Dauletbaev B.D., Primzharova K.K., Konyrbekov M. Zh.* Modeling and assessment of the level of innovative activity in the sphere of intellectual potential of regions of the republic of Kazakhstan..... 122
- Kaldybay K.K., Abdrassilov T.K., Nassimov M.O.* The problem of human in the religious heritage of modern kazakh thinkers..... 131
- Magay T.P.* Transformation of business education: an innovative approach..... 141
- Myrzagaliev A.B., Tuktassinova A.A., Samarkhanov T.N., Akzambek A.M.* In vitro introduction of daphne *Altaica pall*..... 151
- Ordabayeva M.* Current issues and trends of the medical and health tourism in Kazakhstan..... 161
- Satkalieva T.* Trends in energy sector of Kazakhstan..... 167
- Berik A.B.* Psychological support of children with mental retardation..... 176

**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). 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

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

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

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

Подписано в печать 09.12.2016.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
5,5 п.л. Тираж 2000. Заказ 6.