

ISSN 2518-170X (Online),
ISSN 2224-5278 (Print)

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

ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР
СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ
ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК



SERIES
OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

2 (422)

НАУРЫЗ – СӘУІР 2017 ж.
МАРТ – АПРЕЛЬ 2017 г.
MARCH – APRIL 2017

ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1940 г.
THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940.

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 ы

э. ғ. д., профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі

И.К. Бейсембетов

Бас редакторының орынбасары

Жолтаев Г.Ж. проф., геол.-мин. ғ. докторы

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Абаканов Т.Д. проф. (Қазақстан)
Абишева З.С. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Алиев Т. проф., академик (Әзірбайжан)
Бакиров А.Б. проф., (Қырғыстан)
Беспәев Х.А. проф. (Қазақстан)
Бишимбаев В.К. проф., академик (Қазақстан)
Буктуков Н.С. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Бұлат А.Ф. проф., академик (Украина)
Ганиев И.Н. проф., академик (Тәжікстан)
Грэвис Р.М. проф. (АҚШ)
Ерғалиев Г.Х. проф., академик (Қазақстан)
Жуков Н.М. проф. (Қазақстан)
Кенжалиев Б.К. проф. (Қазақстан)
Қожахметов С.М. проф., академик (Қазақстан)
Конторович А.Э. проф., академик (Ресей)
Курскеев А.К. проф., академик (Қазақстан)
Курчавов А.М. проф., (Ресей)
Медеу А.Р. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Мұхамеджанов М.А. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Нигматова С.А. проф. (Қазақстан)
Оздоев С.М. проф., академик (Қазақстан)
Постолатий В. проф., академик (Молдова)
Ракишев Б.Р. проф., академик (Қазақстан)
Сейтов Н.С. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Сейтмуратова Э.Ю. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Степанец В.Г. проф., (Германия)
Хамфери Дж.Д. проф. (АҚШ)
Штейнер М. проф. (Германия)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология мен техникалық ғылымдар сериясы».

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

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

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 30.04.2010 ж. берілген №10892-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18, <http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Редакцияның Қазақстан, 050010, Алматы қ., Қабанбай батыра көш., 69а.

мекенжайы: Қ. И. Сәтбаев атындағы геология ғылымдар институты, 334 бөлме. Тел.: 291-59-38.

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

Г л а в н ы й р е д а к т о р

д. э. н., профессор, член-корреспондент НАН РК

И. К. Бейсембетов

Заместитель главного редактора

Жолтаев Г.Ж. проф., доктор геол.-мин. наук

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

Абаканов Т.Д. проф. (Казахстан)
Абишева З.С. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Алиев Т. проф., академик (Азербайджан)
Бакиров А.Б. проф., (Кыргызстан)
Беспаяев Х.А. проф. (Казахстан)
Бишимбаев В.К. проф., академик (Казахстан)
Буктуков Н.С. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Булат А.Ф. проф., академик (Украина)
Ганиев И.Н. проф., академик (Таджикистан)
Грэвис Р.М. проф. (США)
Ергалиев Г.Х. проф., академик (Казахстан)
Жуков Н.М. проф. (Казахстан)
Кенжалиев Б.К. проф. (Казахстан)
Кожамбетов С.М. проф., академик (Казахстан)
Конторович А.Э. проф., академик (Россия)
Курскеев А.К. проф., академик (Казахстан)
Курчавов А.М. проф., (Россия)
Медеу А.Р. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Мухамеджанов М.А. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Нигматова С.А. проф. (Казахстан)
Оздоев С.М. проф., академик (Казахстан)
Постолатий В. проф., академик (Молдова)
Ракишев Б.Р. проф., академик (Казахстан)
Сейтов Н.С. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Сейтмуратова Э.Ю. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Степанец В.Г. проф., (Германия)
Хамфери Дж.Д. проф. (США)
Штейнер М. проф. (Германия)

«Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук».

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (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 №10892-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://наука-нанрк.kz/geology-technical.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес редакции: Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.

Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334. Тел.: 291-59-38.

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

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

doctor of Economics, professor, corresponding member of NAS RK

I. K. Beisembetov

Deputy editor in chief

Zholtayev G.Zh. prof., dr. geol-min. sc.

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

Abakanov T.D. prof. (Kazakhstan)
Abisheva Z.S. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Aliyev T. prof., academician (Azerbaijan)
Bakirov A.B. prof., (Kyrgyzstan)
Bespayev Kh.A. prof. (Kazakhstan)
Bishimbayev V.K. prof., academician (Kazakhstan)
Buktukov N.S. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Bulat A.F. prof., academician (Ukraine)
Ganiyev I.N. prof., academician (Tadjikistan)
Gravis R.M. prof. (USA)
Yergaliev G.Kh. prof., academician (Kazakhstan)
Zhukov N.M. prof. (Kazakhstan)
Kenzhaliyev B.K. prof. (Kazakhstan)
Kozhakhmetov S.M. prof., academician (Kazakhstan)
Kontorovich A.Ye. prof., academician (Russia)
Kurskeyev A.K. prof., academician (Kazakhstan)
Kurchavov A.M. prof., (Russia)
Medeu A.R. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Muhamedzhanov M.A. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Nigmatova S.A. prof. (Kazakhstan)
Ozdoyev S.M. prof., academician (Kazakhstan)
Postolatii V. prof., academician (Moldova)
Rakishev B.R. prof., academician (Kazakhstan)
Seitov N.S. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Seitmuratova Ye.U. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Stepanets V.G. prof., (Germany)
Humphery G.D. prof. (USA)
Steiner M. prof. (Germany)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences.

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (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 10892-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/geology-technical.kz>

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

Editorial address: Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev
69a, Kabanbai batyr str., of. 334, Almaty, 050010, Kazakhstan, tel.: 291-59-38.

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 2, Number 422 (2017), 143 – 148

**B. K. Kenzhaliyev, S. V. Gladyshev, R. A. Abdulvaliyev, S. A. Omarova,
K. O. Beisembekova, A. I. Manapova, L. M. Imangalieva**Institute of Metallurgy and Ore beneficiation, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: rin-abd@mail.ru; a32745@gmail.com; k.o.beisembekova@mail.ru**ACTIVATION OF ASH SLAG WASTE
BEFORE CHEMICAL ENRICHMENT**

Abstract. Ash slag waste (ASW) is a complex mineral raw materials and is a major problem of its processing related to the high silicon oxide content, it is required to perform separation of parts of the silicon oxide before the chemical enrichment. Further success of the ASW with receiving of alumina and other appropriate products depends on the efficiency of operation of the enrichment. Famous process ways of preparation the ASW before the chemical enrichment usually include burning (from 500 up to 700°C) of the ASW for conversion of the silicon oxide to more dissoluble form. Mentioned burning method is an energy-intensive operation, therefore, a search of alternative ways is actual.

New method of preliminary activation of the ASW before the chemical enrichment, including it's processing with a solution of sodium hydrogen carbonate (containing 120 g/dm³ of NaHCO₃) have been described in this article. Physico-chemical studies of the ASW have been carried out before and after activation and this were changes in the phase composition, depending on the activation temperature. As a result of activation changes occur in the mineralogical and structural composition of the ASW, the chemical composition is not changed. Activation allows the degree of extraction of silicon oxide to increase into solution at the chemical enrichment from 20–30 to 68%, which significantly reduces the material flows of the further processing of the ASW.

Keywords: ash slage waste, activation, sodium hydrogen carbonate, silicon oxide.

УДК 669.7.018.672

**Б. К. Кенжалиев, С. В. Гладышев, Р. А. Абдулвалиев, С. А. Омарова,
К. О. Бейсембекова, А. И. Манапова, Л. М. Имангалиева**

Институт металлургии и обогащения, Алматы, Казахстан

**АКТИВАЦИЯ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ
ПЕРЕД ХИМИЧЕСКИМ ОБОГАЩЕНИЕМ**

Аннотация. Золошлаковые отходы (ЗШО) являются комплексным минеральным сырьем, основная проблема их переработки связана с высоким содержанием оксида кремния, что определяет необходимость проведения операции отделения части оксида кремния при химическом обогащении. От эффективности операции обогащения зависит успех дальнейшей переработки ЗШО с получением глинозема и других попутных продуктов. Известные способы подготовки ЗШО перед химическим обогащением предусматривают проведение обжига при 500–700°C для перевода оксида кремния в более растворимую форму. Обжиг является энергоемкой операцией, поэтому поиск альтернативных приемов подготовки ЗШО является актуальной задачей.

Представлен новый способ предварительной активации ЗШО перед химическим обогащением, включающий обработку раствором гидрокарбоната натрия, содержащим 120 г/дм³ NaHCO₃. Проведены физико-химические исследования ЗШО до и после активации и установлены изменения фазового состава в зависимости от температуры процесса активации. В результате активации происходят изменения в минералогическом и структурном составе ЗШО, химический состав не меняется. Активация позволяет повысить степень извлечения оксида кремния в раствор при химическом обогащении от 20–30 до 68%, что значительно уменьшает материальные потоки дальнейших переделов переработки ЗШО.

Ключевые слова: золошлаковые отходы, активация, гидрокарбонат натрия, оксид кремния.

Введение. Переработка золошлаковых отходов имеет важное экономическое и экологическое значение, поскольку они являются источником ухудшения окружающей среды, создают угрозу сельскохозяйственной деятельности, загрязняют водные и земельные ресурсы, а также воздушные бассейны, часто в количествах, превышающих нормы, представляют опасность для здоровья людей. Также, учитывая неизбежное сокращение природных ресурсов, со временем возрастает важность рециклинга и развитие технологий для вторичного использования отходов топливно-энергетического комплекса. Минеральные продукты, образующиеся при сжигании угля, могут превращаться в ценные товары [1-6]. В то же время ЗШО являются доступным и дешевым сырьем, так как не требуют затрат на разведку и добычу, являются дисперсным материалом.

Основная проблема переработки ЗШО обусловлена высоким содержанием оксида кремния и связанной с этим сложной структурой минеральной части, в основном представленной алюмосиликатами.

Комплексной переработке ЗШО на глинозем и попутные продукты, с предварительным химическим обогащением, посвящено большое количество работ [7- 10]. Экономическая эффективность химического обогащения золы определяется в основном стоимостью и возможностью реализации (ликвидностью) кремнийсодержащего продукта обогащения.

Разработан способ предварительной активации ЗШО в растворе гидрокарбоната натрия, позволяющий повысить эффективность извлечения оксида кремния при химическом обогащении, что значительно уменьшает материальные потоки дальнейших переделов переработки.

Результаты исследований. Для исследований была использована проба ЗШО от сжигания Экибастузского угля на ТЭС 2 г. Алматы. Проведен химический и рентгенофазовый анализ пробы ЗШО. Результаты химического анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический анализ пробы ЗШО

Table 1 – Chemical analysis of the sample of the ASW

Наименование	Содержание, %	Наименование	Содержание, %
Na ₂ O	0,94	V ₂ O ₅	0,02
K ₂ O	0,34	Ga ₂ O ₃	0,004
MgO	0,804	Cr ₂ O ₃	0,074
SiO ₂	44,2	CuO	0,006
Al ₂ O ₃	20,7	Co ₃ O ₄	0,014
P ₂ O ₅	0,33	ZnO	0,006
CaO	2,5	SrO	0,024
SO ₃	0,164	ZrO ₂	0,02
MnO	0,2	BaO	0,091
TiO ₂	0,98	Y ₂ O ₃	0,003
Fe ₂ O ₃	9,1	Rb ₂ O	0,003
		GeO ₂	0,003

Рентгенофазовый анализ исходного сырья и полученных продуктов проводили на дифрактометре D8 Advance (BRUKER), излучение α-Cu. Результат рентгенофазового анализа пробы ЗШО приведен в таблице 2 и на рисунке 1.

Таблица 2 – Полуколичественный рентгенофазовый анализ ЗШО

Table 2 – Semi-quantitative X-ray phase analysis of the ASW

Наименование	Формула	%
Силлиманит	Al ₂ SiO ₅	32,5
Муллит	Al(Al ₁₋₈₃ Si _{1,08} O _{4,85})	27,2
Геденбергит	CaFe+2Si ₂ O ₆	12,4
Кварц	SiO ₂	8,7
Гематит	Fe ₂ O ₃	6,7
п.п.п.		12,5

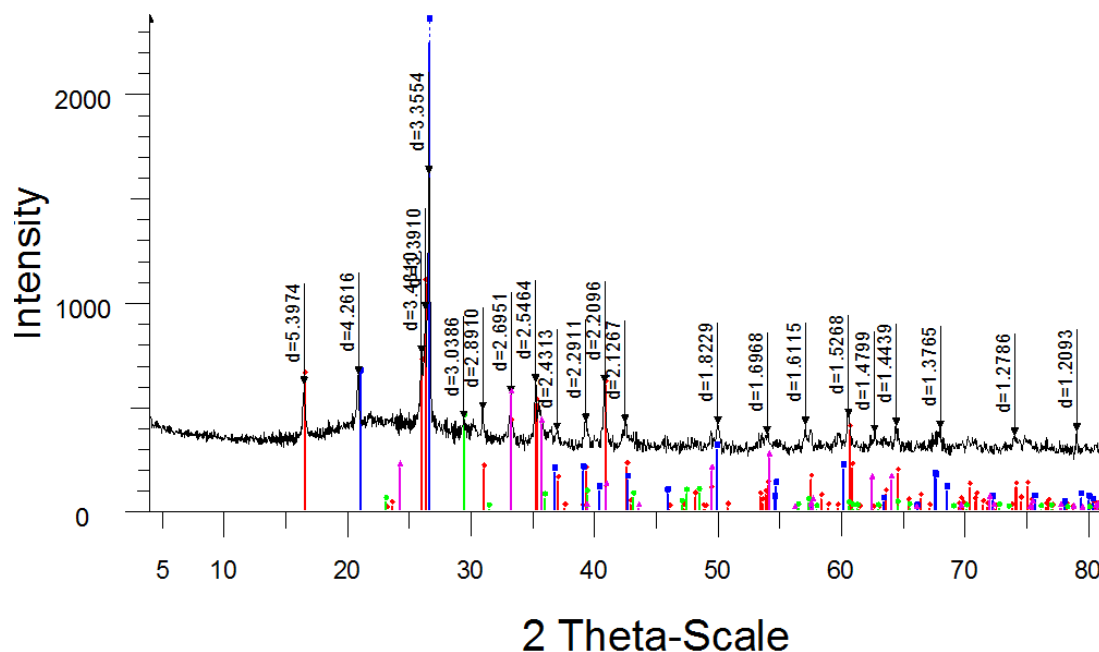


Рисунок 1 – Рентгенограмма ЗШО

Figure 1 – X-ray picture of the ASW

В результате ситового анализа ЗШО определено, что основная масса 57,5%, представлена классом крупности – 0,25+0,1 мм, содержание основных компонентов – SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃, TiO₂ в выделенных классах крупности почти одинаковое.

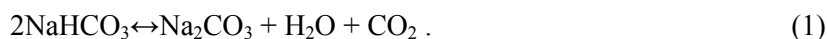
Содержание в ЗШО большого количества оксида кремния определяет необходимость перед гидрохимической переработкой проведения химического обогащения, которое происходит путем выщелачивания щелочным раствором с получением силикатного раствора и обедненного по кремнию концентрата.

При химическом обогащении ЗШО в раствор в первую очередь переходит избыточный кремнезем, а глинозем, в виде гидроалюмосиликата натрия, остается в кеке. Это связано с тем, что оксида кремния в золе больше чем требуется для образования щелочного гидроалюмосиликата.

Проведенные эксперименты показали, что при выщелачивании ЗШО в низкощелочном растворе (химическое обогащение) с содержанием Na₂O_{кв} 100 г/дм³ при температуре 100–150°C, Ж:Т = =5,0:1,0 и продолжительности 1-3 часа степень извлечения SiO₂ в раствор составляет 20,0–30,0%.

С целью увеличения эффективности процесса химического обогащения проведены исследования по предварительной активации ЗШО в результате которых разработан способ предварительной активации золы в растворе гидрокарбоната натрия с содержанием NaHCO₃ 100–150 г/дм³ при температуре 100–200°C в течение 60 мин. Условия активации предусматривают использование автоклава.

При температурах 60–200⁰С гидрокарбонат натрия разлагается по реакции (1):



В автоклаве все компоненты разложения и образования гидрокарбоната натрия находятся в объеме раствора в активной свежееобразованной форме. Компоненты алюмосиликатного сырья при обработке вступают в реакцию с раствором, образуют водорастворимые гидрокарбонатные соли и выходят из минеральной структуры, далее за счет высокой температуры происходит их разложение с образованием менее растворимых карбонатов, которые служат основой образования новой, минеральной структуры.

Содержание в растворе гидрокарбоната натрия 120–150 г/дм³ при активации выбрано с учетом его предела растворимости. Выбранный температурный режим в интервалах 100–200⁰С определен экспериментальным путем.

Результаты рентгенофазового анализа ЗШО до и после предварительной активации в растворе гидрокарбоната натрия в зависимости от температуры приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты рентгенофазового анализа предварительной активации ЗШО в зависимости от температуры

Table 3 – X-ray phase analysis results of the ASW of the provisional activation according to the temperature

Наименование	Температура активации, °С	Состав		
		Компонент	Формула	%
ЗШО		Силлиманит	Al_2SiO_5	32,5
		Муллит	$Al(Al_{1,83}Si_{1,08}O_{4,85})$	27,2
		Геденбергит	$CaFe+2Si_2O_6$	12,4
		Гематит	Fe_2O_3	6,7
		Кварц	SiO_2	8,7
		п.п.п.		12,5
ЗШО после активации.	100	Муллит	$Al(Al_{1,83}Si_{1,08}O_{4,85})$	61,8
		Гематит	Fe_2O_3	8,1
		Кварц	SiO_2	25,8
		Кальцит	$CaCO_3$	4,2
		п.п.п.		0,1
ЗШО после активации.	120	Муллит	$Al_{4,59}Si_{1,41}O_{9,7}$	56,2
		Гематит	Fe_2O_3	9,0
		Кварц	SiO_2	30,9
		Кальцит	$CaCO_3$	4,7
ЗШО после активации.	150	Муллит	$Al_{4,59}Si_{1,41}O_{9,7}$	50,7
		Гематит	Fe_2O_3	7,9
		Кварц	SiO_2	36,1
		Кальцит	$CaCO_3$	5,3
ЗШО после активации.	200	Муллит	$Al_{4,59}Si_{1,41}O_{9,7}$	49,7
		Гематит	Fe_2O_3	8,0
		Кварц	SiO_2	37,1
		Кальцит	$CaCO_3$	5,3

По результатам, представленным в таблице 3 можно сделать вывод, что в результате активации в минеральной структуре ЗШО исчезли фазы силиката алюминия – силлиманита и геденбергита. Произошли изменения в муллите в сторону уменьшения содержания в нем оксида кремния. В ЗШО увеличилось содержание свободного кремнезема с 8,7 до 37,1% и появился кальцит. Процесс изменения фазовой структуры ЗШО практический заканчивается при температуре 150⁰С. Увеличение температуры обработки выше 150⁰С неоправданно, так как это не приводит к значительным дополнительным изменениям в минеральной структуре сырья.

Результаты кристаллооптического анализа ЗШО до и после обработки раствором гидрокарбоната натрия приведены на рисунке 2.

Кристаллооптический анализ показал, что если до обработки ЗШО в основном представлены стекломассой, находящейся в тесном контакте с тонковкрапленными кристаллами муллита, то после обработки произошла коагуляция аморфной и мелкодисперсной фаз и обнажилась ее кристаллическая структура.

Химический состав ЗШО после предварительной активации не изменился.

Для определения влияния изменения фазового состава ЗШО на степень извлечения оксида кремния в раствор при химическом обогащении, пробы ЗШО после обработки раствором гидрокарбоната натрия подвергали переработке путем выщелачивания в растворе, содержащем 100г/дм³ Na₂O при температуре 100⁰С и продолжительности 60мин. Результаты опытов приведены на рисунке 3.

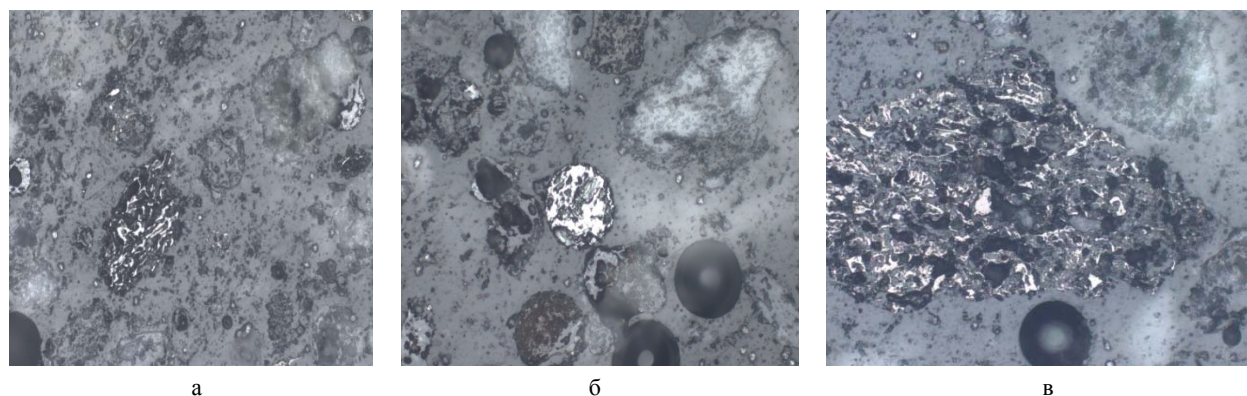


Рисунок 2 – Кристаллооптический анализ ЗШО до и после активации, ув. 200:
а – исходная зола; б, в – зола после активации

Figure 2 – ASW crystal optical analysis before and after activation. Increased to 200: a – original ash; b, c – ash after activation

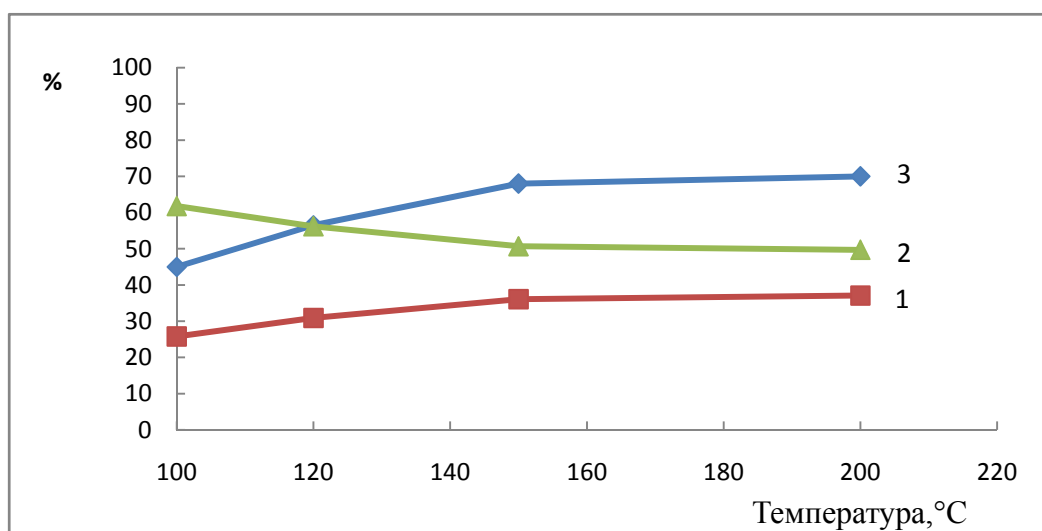


Рисунок 3 – Влияние температуры предварительной активации: 1 – содержание оксида кремния в ЗШО, 2 – содержание муллита в ЗШО, 3 – извлечение оксида кремния в раствор при химическом обогащении

Figure 3 – Effect of pre-activation temperature: 1 – content of silicon oxide in the ASW, 2 – content of mullite in the ASW, 3 – extraction of silicon oxide in solution by chemical enrichment

Из полученных данных следует:

- при активации в составе ЗШО происходят изменения фазовой структуры: исчезли фазы силлиманита и геденбергита, в составе муллита уменьшилось содержание оксида кремния, увеличилось содержание свободного оксида кремния, появилась фаза кальцита;

- оптимальной температурой предварительной активации ЗШО является 150°C, при которой степень извлечения оксида кремния при выщелачивании в раствор составила 68%, что можно объяснить увеличением количества легкорастворимой формы оксида кремния.

Выводы:

1. Физико-химические исследования ЗШО до и после предварительной активации в растворе гидрокарбоната натрия показали, что в результате активации произошли изменения в минералогическом и структурном составе ЗШО: состав муллита изменяется в сторону увеличения содержания в нем алюминия и уменьшения оксида кремния, увеличивается количество фазы свободного кремнезема, мелкодисперсные углеродистые и минеральные фракции коагулируют.

2. Оптимальной температурой активации ЗШО в растворе гидрокарбоната натрия, содержащем 120 г/дм³ NaHCO₃ является 150°C. В этих условиях, при химическом обогащении, степень извлечения оксида кремния в раствор увеличивается с 20–30 до 68%.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Андреев Г., Корженецкий А., Молчанова Л. Строительство Балхашской ТЭС: современные технологии для устойчивого развития региона и снижения уровня риска для здоровья населения // Энергетика. – 2014. – № 1(48). – С. 26-31.
- [2] Бакулин Ю.И., Черепанов А.А. Золото и платина в золошлаковых отходах ТЭЦ г. Хабаровска // Руда и металлы. – 2002. – № 3. – С. 60-67.
- [3] Борисенко Л.Ф., Делицын Л.М., Власов А.С. Перспективы использования золы угольных тепловых электростанций. – М.: Геоинформмарк, 2001. – 68 с.
- [4] Кизильштейн Л.Я., Дубов И.В., Шпицгауз А.П., Парада С.Г. Компоненты зол и шлаков ТЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 176 с.
- [5] Состав и свойства золы и шлаков ТЭС. Справочное пособие / Под ред. В. А. Мелентьева. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 185 с.
- [6] Цelyковский Ю.К. Некоторые проблемы использования золошлаковых отходов ТЭС в России // Энергетик. – 1998. – № 7. – С. 29-34.
- [7] Цelyковский Ю.К. Опыт промышленного использования золошлаковых отходов ТЭС // Новое в российской энергетике. – Энергоиздат, 2000. – № 2. – С. 22-31.
- [8] Ценные и токсичные элементы в товарных углях России: Справочник. – М.: Недра, 1996. – 238 с.
- [9] Черепанов А.А. Благородные металлы в золошлаковых отходах дальневосточных ТЭЦ // Тихоокеанская геология. – 2008. – Т. 27, № 2. – С. 16-28.
- [10] Черепанов А.А., Кардаш В.Т. Комплексная переработка золошлаковых отходов ТЭЦ // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2009. – № 2. – С. 99-112.

REFERENCES

- [1] Andreev G., Korzhenetsky A., Molchanov L. Construction of the Balkhash TPP: modern technologies for the sustainable development of the region and reduce the level of risk to public health // Energy. 2014. N 1 (48). P. 26-31.
- [2] Bakulin Y.I., Cherepanov A.A. Gold and platinum in ash and slag waste CHP Khabarovsk // Ore and metals. 2002. N 3. P. 60-67.
- [3] Borisenko L.F., Delitsyn L.M., Vlasov A.S. Prospects for the use of coal ash of thermal power. M.: Geoinformmark, 2001. 68 p.
- [4] Kizilshteyn L.Ya, Dubov I.V., Shpitsgauz A.P., Parada S.G. Components ash and slag TPP. M.: Energoatomisdat. 1995. 176 p.
- [5] Structure and properties of ash and slag TPP. Handbook / Ed. V. A. Melentyeva L.: Energoatomisdat, 1985. 185 p.
- [6] Tselykovsky Y. K. Some problems of the use of ash and slag waste TPP in Russia // Energetic. 1998. N 7. P. 29-34.
- [7] Tselykovsky Y.K. Experience in industrial use of ash and slag waste TPP // New in the Russian energy sector. Energoizdat, 2000. N 2. P. 22-31.
- [8] Valuable and toxic elements in commercial coals Russia: A Handbook. M.: Nedra, 1996. 238 p.
- [9] Cherepanov A.A. Precious metals in the ash and slag waste far TPP // Pacific Geology. 2008. Vol. 27, N 2. P. 16-28.
- [10] Cherepanov A.A., Kardash V.T. Complex processing of ash and slag waste TPP // Geology and mineral resources of the World oceans. 2009. N 2. P. 99-112.

**Б. К. Кенжалиев, С. В. Гладышев, Р. А. Абдулвалиев, С. А. Омарова,
К. О. Бейсембекова, А. И. Манапова, Л. М. Иманғалиева**

Металлургия және кен байыту институты, Алматы, Қазақстан

КҮЛШЛАКТЫ ҚАЛДЫҚТАРДЫ ХИМИЯЛЫҚ БАЙЫТУДЫҢ АЛДЫНДА БЕЛСЕНДІРУ

Аннотация. Күлшлакты қалдықтар (КШҚ) кешенді минералды шикізат болып табылады, оларды қайта өңдеудің негізгі мәселесі құрамындағы кремний тотығының жоғарылығы, сондықтан химиялық байыту кезінде кремний оксидінің бір бөлігін бөлу қажеттілігі анықталады. Алюминий тотығын және басқа да өнімдерді ала отырып КШҚ ары қарай өңдеу өнімділігі – байыту үрдісіне байланысты. Химиялық байытудың алдында КШҚ ды дайындаудың белгілі әдістері, кремний оксидін біршама жақсы ерігіш күйге өзгерту үшін 500–700⁰С күйдіруді қарастырады. Күйдіру үрдісі – энергияқарқынды үрдіс болып келеді, сондықтан КШҚ дайындаудың баламалы әдістерін іздеу өзекті мақсат болып тұр.

Жұмыста құрамында 120 г/дм³ NaHCO₃ бар натрий гидрокарбонатын ерітіндімен өңдей отырып, химиялық байытудың алдында күлшлакты қалдықтарды алдын ала белсендірудің жаңа тәсілі ұсынылған. Белсендіруге дейін және кейінгі КШҚ физика-химиялық зерттеулер жүргізілді, сонымен қатар белсендіру үрдісінің температурасына байланысты фазалық құрамның өзгеруі көрсетілген. Белсендіру нәтижесінде КШҚ минералогиялық және құрылымдық құрамында өзгерістер болады, ал химиялық құрамы өзгермейді. Белсендіру химиялық байыту кезінде кремний тотығының ерітіндіге алыну дәрежесін 20–30% дан 68% дейін жоғарлатады, осыдан КШҚ қайта өңдеуді ары қарай өңдеудің ағынын едәуір азайтады.

Түйін сөздер: күлшлакты қалдықтар, белсендіру, натрий гидрокарбонаты, кремний тотығы.

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print)

<http://geolog-technical.kz/index.php/kz/>

Верстка *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 12.04.2017.

Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

16,7 п.л. Тираж 300. Заказ 2.