

ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА

зарегистрирован Министерством культуры и информации Республики Казахстан 04.04.2013 г.
Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания 13508-Ж.

Издается с января 2003 г.

Приказом №290 от 26.06.2022 г. Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК внесен в перечень научных изданий, рекомендуемых для публикации основных результатов научной деятельности.

В журнале публикуются материалы, отражающие состояние и перспективы развития геологии, горного дела и металлургии не только в нашей стране, но и за рубежом. Журнал освещает проблемы охраны труда и техники безопасности, экономики, подготовки кадров и других вопросов, связанных с горно-металлургическим комплексом. В журнале представлены статьи прикладного характера, результаты фундаментальных исследований, служащие основой для новых технических разработок.

При перепечатке материалов ссылка на Горный журнал Казахстана обязательна. Ответственность за достоверность сведений в публикуемых статьях и рекламных материалах несут авторы и рекламодатели. Мнение редакции не всегда может совпадать с мнением авторов.

Адрес редакции:
050026, г. Алматы, ул. Карасай батыра, 146, оф. 401,
+7 (747) 343-15-02
minmag.kz

Представитель журнала на специализированных мероприятиях – Общество с ограниченной ответственностью «Маркетинг от Тимченко»

Представители журнала:

Республика Узбекистан –
ШЕРЗОД ВАФО-ОГЛЫ КАРИМОВ
karimov20-13@mail.ru

Российская Федерация, Москва –
ИРИНА ЯРОПОЛКОВНА ШВЕЦ
shvetsirina@yandex.ru

Российская Федерация, Сибирский регион –
ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ ШАПОШНИК
shaposhnikyury@mail.ru

Периодичность 12 номеров в год

Тираж 1500 экземпляров

ISSN 2227-4766

Подписной индекс 75807 в каталогах:
АО «Казпочта»,
ТОО «Агентство «Евразия пресс»

Подписано в печать 30.01.2025 г.

Отпечатано:

«Print House Geron»
ул. Сатпаева 30А/3, офис 124
тел: + 7 727 250-47-40,
+ 7 727 398-94-59,
факс: + 7 727 250-47-39

УЧРЕДИТЕЛЬ И СОБСТВЕННИК
ТОО «Научно-производственное
предприятие «ИНТЕРРИН»



INTERRIN

Главный редактор

М.Ж. БИТИМБАЕВ, mbitimbaev@mail.ru

Заместитель гл. редактора

Л.А. КРУПНИК, leonkr38@mail.ru

Заместитель гл. редактора

Х.А. ЮСУПОВ, yusupov_kh@mail.ru

Ответственный редактор

Т.С. ДОЛИНА, Tatyana.Dolina@interrin.kz

Редакционная коллегия:

Fathi Habashi (Canada), Dr. techn. [Vienna], Dr.h.c. [St. Petersburg],
Dr.h.c. [National Tech Univ, Lima], Dr.h.c. [San Marcos Univ, Lima]

Fidelis Tawiah Suorineni, PhD, Professor of Mining Engineering

Барменшинова М.Б., канд. техн. наук, ассоц. профессор

Бекботаева А.А., PhD, ассоц. профессор

Белин В.А., д-р техн. наук, профессор (Россия)

Бондаренко В.И., д-р техн. наук, профессор (Украина)

Буктуков Н.С., д-р техн. наук, профессор, академик

Воробьев А.Е., д-р техн. наук, профессор (Россия)

Галиев С.Ж., д-р техн. наук, профессор

Демин В.Ф., д-р техн. наук, профессор

Едильбаев А.И., д-р техн. наук

Жанибеков Б.О., д-р философии геол.-мин. наук, доцент

Каплунов Д.Р., д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель
науки и техники (Россия)

Каримов Ш.В., PhD (Узбекистан)

Лось В.Л., д-р геол.-минерал. наук, профессор

Молдабаев С.К., д-р техн. наук, профессор

Насиров У.Ф., д-р техн. наук, профессор (Узбекистан)

Нифадьев В.И., д-р техн. наук, профессор

Нурпеисова М.Б., д-р техн. наук, профессор

Ольшанский Е.Н., член-корреспондент МАИН

Петров Е.А., д-р техн. наук, профессор

Ратов Б.Т., д-р техн. наук, профессор

Рысбеков К.Б., канд. техн. наук, профессор

Столповских И.Н., д-р техн. наук, профессор

Тамбиев П.Г., канд. техн. наук

Туробов Ш.Н., PhD, доцент

Хайитов О.Г., д-р геол.-минерал. наук, профессор

Хамидов Р.А., PhD, доцент

Шодиев А.Н., д-р техн. наук, доцент

Чепуштанова Т.А., PhD

® – статья на правах рекламы

① – информационное сообщение

 – статья публикуется в авторской редакции

3	Колонка главного редактора
	Геотехнология
4	<i>A. Zhumabekova, *E. Khalikova, D. Meiram, D. Syzdykbayeva</i> Scientific-technical achievements analysis and industrial experience in strengthening excavation workings
	Разрушение горных пород
12	<i>*К.Т. Атагелдиев, Н.Б. Бахтыбаев, О.А. Абиль</i> Динамическое разрушение горных пород: экспериментальные и численные методы
	Открытые горные работы
18	<i>*Д. Крамсаков, И. Столповских, С. Кузьмин, С. Мелентьев</i> Обоснование применения контейнерной технологии при перегрузке горных пород в карьерах
	Геомеханика
26	<i>V.F. Demin, D.R. Akhmaturov, *R.A. Mussin, N.M. Zamaliyev</i> Technology of geomechanical process control to increase the stability of the contour massif around workings
34	<i>А.К. Матаев, *Ж.М. Асанова, А.М. Хамзе, А.А. Рахимберлина</i> Исследование физико-механических свойств горных пород рудных месторождений с оценкой естественного напряженного состояния массива
	Переработка полезных ископаемых
42	<i>М.Р. Шаутенов, *Н.Т. Акказина, Ю.П. Морозов</i> Исследование обогатимости редкоземельной руды коры выветривания
	Металлургия
51	<i>Н.К. Нургабыл, *К.К. Мамырбаева</i> Исследование сорбции золота активированным углем в присутствии металлов примесей
60	<i>А.А. Абілберікова, *Б.Т. Уахитова, М.М. Тайжигитова, Қ.Т. Есқалина</i> Феррокорытпа өндірісін эко-бағдарланған дамыту: Ақтөбе облысының тәжірибесі
	Геоэкология
65	<i>E.I. Kuldeyev, A.A. Ashimova, E.A. Bek, *M.B. Nurpeisova</i> High lag for the «Green Kazakhstan» project
72	Требования к оформлению и условия предоставления статей

Код МРНТИ 53.37.13:53.37.33

Н.К. Нургабыл, *К.К. Мамырбаева
Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИИ ЗОЛОТА
АКТИВИРОВАННЫМ УГЛЕМ
В ПРИСУТСТВИИ МЕТАЛЛОВ ПРИМЕСЕЙ

Аннотация. Целью настоящей работы является исследование сорбционных свойств сорбентов, полученных на основе активированного угля (NoritRO, АКВАСОРБ) и шунгита. Эксперименты по определению оптимального сорбента проводились с цианистым раствором состава, мг/л: *Au* – 11,66; *Ag* – 2,16; *Fe* – 0,68; *Cu* – 8,45; *Zn* – 8,12. Установлено, что при сорбции золота с использованием сорбентов NoritRO, АКВАСОРБ и сорбента на основе шунгита, наибольшим значением емкости обладает ионит марки NoritRO. Оптимальным значением pH среды для извлечения золота с NoritRO и АКВАСОРБ явился 10, для сорбента на основе шунгита pH = 6. При проведении сорбции золота из многокомпонентного раствора с сорбентом NoritRO наблюдается соизвлечение примесей металлов. При сорбции золота из реального цианистого продуктивного раствора с сорбентом NoritRO в 6 стадий степень извлечения золота достигает 96-99 %.

Ключевые слова: золото, свободное золото, цианидное выщелачивание, сорбент, активированный уголь, извлечение, pH, примеси металлов.

Металдардың қоспалардың қатысуымен белсендірілген көмірмен алтынның сорбциясын зерттеу

Аннотация. Бұл жұмыстың мақсаты белсендірілген көмір (NoritRO, АКВАСОРБ) және шунгит негізінде алынған сорбенттердің сорбциялық қасиеттерін зерттеу болды. Оңтайлы сорбентті анықтау бойынша эксперименттер құрамның цианид ерітіндісімен жүргізілді, мг/л: *Au* – 11,66; *Ag* – 2,16; *Fe* – 0,68; *Cu* – 8,45; *Zn* – 8,12. NoritRO сорбенттерін, АКВАСОРБТЫ және шунгит негізіндегі сорбентті қолдана отырып, алтынды сорбциялау кезінде NoritRO маркалы ионит сыйымдылықтың ең үлкен мәніне ие екендігі анықталды. NoritRO және АКВАСОРБ бар алтынды алу үшін ортаның оңтайлы pH мәні 10, шунгит негізіндегі сорбент үшін pH = 6 болды. NoritRO сорбентімен нақты цианидті өнімді ерітіндіден алтынды 6 сатыда сорбциялау кезінде алтынды алу дәрежесі 96-99% жетеді.

Түйінді сөздер: алтын, бос алтын, цианидті шаймалау, сорбент, белсендірілген көмір, экстракция, pH, металл қоспалары.

Investigation of gold sorption by activated carbon in the presence of impurity metals

Abstract. The purpose of this work was to study the sorption properties of sorbents obtained on the basis of activated carbon (NoritRO, AQUASORB) and shungite. Experiments to determine the optimal sorbent were carried out with a cyanide solution of the composition, mg/l: *Au* – 11.66; *Ag* – 2.16; *Fe* – 0.68; *Cu* – 8.45; *Zn* – 8.12. It was found that when gold is sorbed using NoritRO sorbents, AQUASORB and a sorbent based on shungite, the ionite of the NoritRO brand has the highest capacity value. The optimal pH value of the medium for extracting gold from NoritRO and AQUASORB was 10, for a sorbent based on shungite, pH = 6. When gold is sorbed from a real cyanide productive solution with NoritRO sorbent in 6 stages, the degree of gold extraction reaches 96-99%.

Key words: gold, free gold, cyanide leaching, sorbent, activated carbon, extraction, pH, metal impurities.

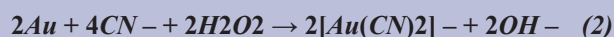
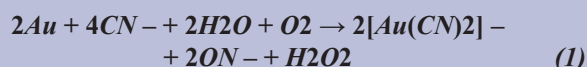
Введение

Золото благодаря уникальным свойствам находит широкое применение в электронной технике, ювелирном производстве, медицине, нанотехнологиях и т.д., кроме этого, его активно применяют как актив во всех странах мира.

В настоящее время с бурным развитием электронной промышленности, нанотехнологий и мировой нестабильностью резко возрос спрос на золото [1].

Казахстан обладает крупными запасами золота, по данным World Gold Council, на 1 июня 2022 года запасы золота в Казахстане составляли 373,4 т. Примерно 60% золота в стране сосредоточено в первичных месторождениях и 38% золота – в полиметаллических рудах. Однако, многие казахстанские месторождения относятся к бедным упорным золотосодержащим месторождениям с низкими содержаниями золота. Для поддержания объема производства золота в процесс все чаще вовлекается низкосортное золотосодержащее сырье. Извлечение золота из таких руд производится, главным образом, с использованием процесса цианирования с одновременным и/или последующим селективным рафинированием и концентрированием золота процессом ионного обмена (сорбцией) [2, 3]. Альтернативными реагентами выщелачивания являются тиомочевина, тиосульфат, галогенидные растворы и др. [4, 5].

При выщелачивании золотосодержащего концентрата цианидным раствором протекают следующие химические реакции, известные как уравнения Эльснера:



При взаимодействии с цианидным раствором золото окисляется кислородом воздуха и образует комплексный анион $[Au(CN)_2]^-$ со степенью окисления +1.

Новыми разновидностями цианидного процесса являются способ извлечения золота непосредственно из цианистых рудных пульп с использованием специально разработанных ионитов. Насыщенный золотом сорбент затем отделяют от пульпы и перерабатывают в отдельном цикле с получением золотосодержащего продукта. В зависимости от характера перерабатываемой руды сорбция золота из пульпы осуществляется двумя методами – после предварительного выщелачивания («сорбент в пульпе» или sorbent-in pulp, CIP) или одновременная сорбция с выщелачиванием руды («сорбент – в выщелачивании», sorbent-in leach, CIL). При кучном цианистом выщелачивании, данный метод называют «сорбент в растворах», sorbent-in-solution, CIS). На предприятиях часто используют два варианта сорбции: «пульповой» (CIP, CIL) и «растворный» (CIS) [6, 7, 8].

Для селективного извлечения золота из растворов выщелачивания применяются процессы ионного обмена, жидкостная экстракция, осаждение цинком и т.д.

Среди всех эффективным и широко используемым процессом селективного извлечения золота из растворов является сорбция золота активированным углем. Активированный уголь получают из различных углеродсодержащих прекурсоров (из древесины, различных углей, костных остатков животных, скорлупы кокосового ореха и т.д.) карбонизацией при высокой температуре (в интервале температуры 800-900 °C) с последующей активацией химическим способом или обработкой водяным паром. При этом формируется высокопористая прочная структура, которая обеспечивает его высокие сорбционные

ные свойства, в зависимости от температурного режима обработки. Образование различных функциональных групп позволяет углю проявлять анионо- и катионообменные свойства [9, 10, 11]. При наличии примесей в растворе выщелачивания, содержащих различные активные ионы, эффективность процесса сорбции активированным углем может значительно снизиться, что, в свою очередь, может существенно понизить производительность всего предприятия. Поэтому на каждом предприятии золота актуальной проблемой является исследование сорбционных свойств сорбентов, а также влияние примесей на извлечение золота.

Целью настоящего исследования является исследование сорбции золота и примесей активированным углем из растворов выщелачивания месторождения Акбакай.

Материалы и методика

Объектом исследования являются продуктивный раствор, полученный выщелачиванием золотосодержащих проб месторождения Акбакай и сорбенты на основе активированного угля марок NoritRO, полученные из кокоса, Аквасорб и активированный уголь на основе шунгита.

Атомно-эмиссионный анализ проводился с применением спектрометра с индуктивно-связанной плазмой Optima 5100 DV, Perkin Elmer, рентгенфазовый анализ – электронно-зондовым микроанализатором марки Superprobe 733 фирмы JEOL, Япония, рентгенфлуоресцентный анализ – энергодисперсионном рентгенофлуоресцентном спектрометре X-Calibur SDD LE Xenometrix. Содержание металлов в растворе определялось атомно-абсорбционным спектрометром SavantAA с пламенным атомизатором, pH растворов – с помощью лабораторного иономера «pH-150 M» со стандартными электродами.

Методика сорбции в статическом режиме

Сорбцию золота осуществляли по методике: ионит с массой 1 г перемешивали с 500 мл продуктивного раствора, продолжительность составила сутки, т.е. 24 часа. После истечения времени сорбции ионита отделяли от раствора и его заливали новой порцией исходного цианидного раствора и в течение 24 часов продолжали перемешивать.

Исследования влияния примесей металлов на извлечение золота проводились в 6 циклах. После каждого цикла насыщения сорбента металлом раствор был проанализирован на содержание золота и металлов-примесей методами химического анализа и атомно-абсорбционной спектрометрии.

В статических условиях обменная емкость выбранных сорбентов определялась по формуле:

$$E(\text{COE}), \% = \frac{C_{\text{исх}} - C_{\text{равн}}}{C_{\text{исх}}} \cdot \frac{V}{m}, \quad (1)$$

где $C_{\text{исх}}$ – исходная концентрация металла в растворе, мг/дм³ или ммоль/дм³;

$C_{\text{равн}}$ – равновесная концентрация металла в растворе, мг/дм³ или ммоль/дм³;

m – масса сорбента, г;

V – объем раствора, дм³.

Результаты и дискуссия

Физико-химическими исследованиями проб месторождения Акбакай установлено, что содержание золота в руде составляет 3,73 г/т. Основными компонентами руды являются кремнезем 64,7%; глинозем 14,00%; оксиды кальция 5,73%, магния 5,61%, калия 3,41%, натрия 2,93%. Рудообразующими фазами являются пирит, арсенопирит.

Исследования по сорбции проводились с продуктивными растворами, полученными выщелачиванием проб золотосодержащего месторождения с содержанием основных компонентов, мг/л: **Au** – 11,66; **Ag** – 2,16; **Fe** – 0,68; **Cu** – 8,45; **Zn** – 8,12, цианид натрия – 811; pH 10,18.

Физико-химическими исследованиями установлен следующий химический состав руды (таблица 1).

Таблица 1

Химический состав руды месторождения Акбакай

Кесте 1

Кендердің химиялық құрамы Акбакай кен орны

Table 1

Chemical composition of the ore Akbakay deposit

Элемент, компонент	Массовая доля в пробе, %	Элемент, компонент	Массовая доля в пробе, %
SiO₂	68,70	Zn	0,00445
Al₂O₃	13,70	Cu	0,0054
CaO	5,38	As	0,241
MgO	2,47	Sb	<0,005
MnO	0,0071	Ba	0,036
P₂O₅	0,18	Bi	<0,005
K₂O	3,68	Cd	<0,0002
Na₂O	2,21	Cr	0,0096
TiO₂	0,73	Co	0,0012
C_{общ}	0,9	Mo	<0,0005
CO₂	2,71	Ni	<0,005
Fe_{общ}	3,06	Sr	0,015
Fe_{окисл}	2,55	Sn	<0,005
Fe_{сульф}	0,51	W	<0,01
S_{общ}	0,5	Hg	<0,003
S_{сульфат}	<0,25	Au, г/т	5,73
Pb	0,0044	Ag, г/т	1,22

Результаты химического анализа показывают, что руда на 94,27% состоит из литофильных минералов. Содержание благородных металлов золота и серебра составляют 5,73 и 1,22 г/т соответственно. Содержание мышьяка – 0,241.

Рентгендифракционным методом анализа установлено (таблица 2), что основными рудными фазами являются пирит, арсенопирит и лимониты, а породообразующими минералами являются кремнезем, полевые шпаты, кальцит, мусковит, хлориты и др. Железо в окисленной форме преобладает над сульфидной формой. В руде также присутствуют акцессорные минералы титана типа апатит.

Минеральный состав проб руды месторождения Акбакай

Таблица 2

Акбакай кен орнының руда сынамаларының минералды құрамы

Кесте 2

Mineral composition of ore samples from the Akbakai deposit

Table 2

Минерал, группа минералов	Массовая доля, %	Минерал, группа минералов	Массовая доля, %
Породообразующие минералы		Рудообразующие минералы	
Кварц	44,0	Пирит	0,8
Полевые шпаты	30,5	Арсенопирит	0,5
Кальцит	6,1	Оксиды/гидроксиды <i>Fe</i>	0,9
Мусковит	9,0	Акцессорные (минералы <i>Ti</i> , апатит)	1,5
Хлорит	6,7	Итого:	100

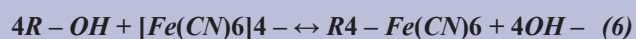
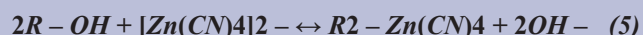
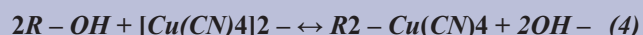
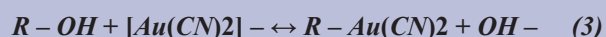
В руде в сотых и тысячных долях присутствуют окисленные и сульфидные меди, цинк. Полезным компонентом в пробе руды месторождения Акбакай является золото.

Известно, что для выщелачивания золота из такого вида сырья эффективно применять гравитационное обогащение с последующим процессом цианидного выщелачивания.

Для извлечения золота из продуктивных растворов, полученных выщелачиванием, эффективно применять сорбцию с активированными углями, выбор которой является важной проблемой на каждом месторождении золота.

Для выбора эффективного ионита проведены эксперименты по сорбции из модельных растворов с активированными углями NoritRO, Аквасорб и сорбента на основе шунгита.

Извлечение металлов сорбцией проводилось из модельного раствора цианида натрия с содержанием мг/л: *Au* – 11,66; *Ag* – 22,16; *Fe* – 0,68; *Cu* – 8,45; *Zn* – 8,12, цианид натрия – 811; pH 10,18. При сорбции цианистых комплексов металлов из растворов ионитами и/или активированными углями протекают реакции анионного обмена, которые описываются нижеследующими уравнениями:



При сорбции металлов необходимо учесть устойчивость цианистых комплексов целевых металлов и металлов примесей, соразмерность ионных радиусов анионов и пор сорбента, взаимодействие между цианистыми комплексами металлов с функциональными группами сорбентов, энергию притяжения между ионами и т.д. В зависимости от таких факторов определяется конечное количество сорбированных ионов в анионите и/или в активированном угле.

В результате проведения экспериментов по сорбции в статическом режиме определены статическая обменная

емкость сорбентов-активированных углей марок NoritRO, аквасорб и сорбента на основе шунгита. Полученные результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты сорбции золота в статическом режиме

Кесте 3

Статикалық режимде алтын сорбциясының нәтижелері

Table 3

Results of gold sorption in static mode

Сорбенты	COE, мг/г
Активированный уголь NoritRO	0,88
Аквасорб	0,63
Активированный уголь на основе шунгита (СШ)	0,32

Из полученных данных видно, что самым наибольшим значением COE обладает активированный уголь марки NoritRO, затем последует активированный уголь Аквасорб. Наихудшие результаты по COE показал активированный уголь на основе шунгита: его значение почти в 2,75 раза ниже, чем у сорбента NoritRO, и в несколько раз ниже, чем у Аквасорба.

Далее были исследованы влияние продолжительности процесса сорбции и значения pH на извлечение золота с сорбентами NoritRO, Аквасорб и СШ. Результаты приведены на рис. 1 и 2.

Изучение сорбционной активности сорбентов от продолжительности процесса сорбции показали (рис. 1), что статистическая обменная емкость активированного угля марки NoritRO по сравнению сорбентом марки Аквасорб была выше. Полное насыщение сорбента ионами золота в количестве 99% для сорбента NoritRO достигается за 120 минут, тогда как сорбент Аквасорб за это время адсорбирует всего 85% золота. Активированный уголь на основе шунгита уступает по статической обменной емкости вышеназванным сорбентам почти в 2 раза и за 60 минут сорбционное извлечение золота составило 51%, а за 160 минут всего 52%.

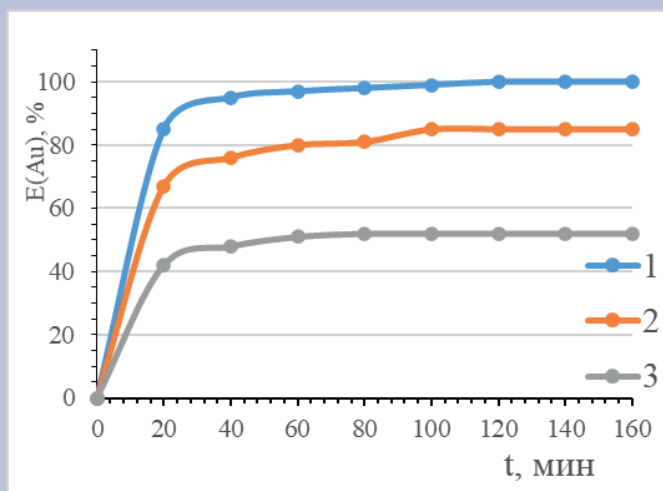


Рис. 1. Кинетические кривые извлечения золота из цианидных растворов различными сорбентами.

Сурет 1. Әр түрлі сорбенттермен цианидті ерітінділерден алтынды бөліп алудың кинетикалық қисықтары.

Figure 1. Kinetic curves of gold extraction from cyanide solutions by various sorbents.

Результаты исследования влияния pH на показатели процесса сорбции сорбентами NoritRO, Аквасорб и СШ показали (рис. 2), что сорбенты NoritRO и Аквасорб хорошо извлекают золото при всех значениях pH раствора. Максимальное значение степени извлечения достигается при pH равном 10 и составляют 100 и 85% соответственно. С увеличением pH от 10 до 14 показатели сорбции Аквасорб и NoritRO снижаются и составляют 90 и 70% соответственно. Изменение pH сильно влияет на сорбционные свойства активированного угля на основе шунгита – его сорбционные свойства улучшаются при сильноокислотной области, при pH 2 извлечение золота составило 64%, затем с повышением pH от 2 до 6 показатели сорбции резко падают, т.е. в среде с pH, равном 6, сорбция золота из раствора практически не идет. Дальнейшее повышение pH раствора от 6 до 14 приводит к улучшению сорбционных свойств и степень извлечения золота увеличивается с 0 до 52%.

На основе полученных результатов экспериментов по изучению влияния различных параметров для дальнейших исследований в качестве оптимального сорбента золота был выбран сорбент NoritRO.

Исследования влияния примесей металлов на извлечение золота сорбентами марки NoritRO проводились с использованием раствора вышеприведенного состава. Результаты приведены на таблице 4.

Как показывают результаты, все примеси сорбируются активированным углем из-за его высокой сорбционной емкости. Однако, при увеличении продолжительности сорбции до 2-х суток содержание примесей металлов в сорбенте снижается. Это подтверждает вывод о том, что ионы примесей металлов замещаются ионами золота и извлекаются в раствор [11].

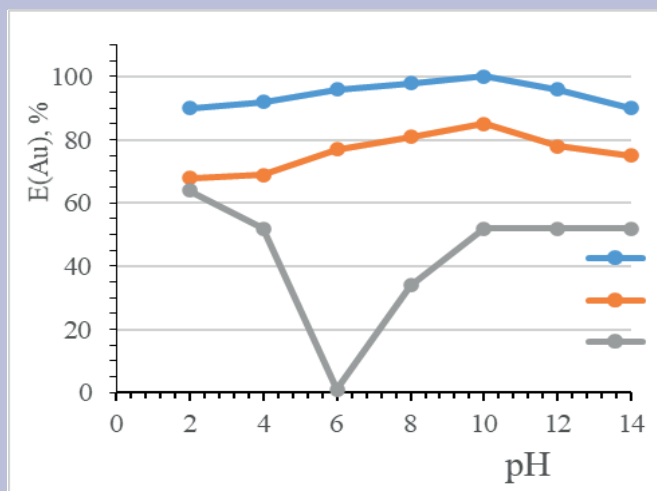


Рис. 2. Влияние pH среды на извлечение золота из цианидных растворов различными сорбентами.

Сурет 2. Әр түрлі сорбенттермен цианид ерітінділерінен алтын алуға қоршаған ортаның pH әсері.

Figure 2. The effect of the pH of the medium on the extraction of gold from cyanide solutions by various sorbents.

Таблица 4

Результаты извлечения металлов сорбентами на основе активированных углей

Кесте 4

Белсендірілген көмір негізіндегі сорбенттермен металдарды бөліп алу нәтижелері

Table 4

Results of metal extraction by sorbents based on activated carbons

Продолжительность сорбции, мин	Извлечение металлов примесей, %				
	Au	Ag	Fe	Cu	Zn
30	75,2	66,1	12,4	9,2	7,5
60	90,3	85,2	14,8	11,4	9,2
90	92,1	88,2	15,6	13,2	10,1
120	96,8	89,3	16,2	15,1	12,1
150	96,7	90,4	18,7	13,2	9,7
180	97,6	91,5	26,3	10,3	5,6
1440	98,7	97,5	14,7	7,4	4,2
2880	99,5	98,6	10,2	5,1	4,0

Далее было изучено влияние числа стадии сорбции на сорбционную способность ионита NoritRO примесей серебра, меди, железа и цинка из цианистого раствора. Результаты приведены ниже на рис. 3-4.

Определение содержания металлов в растворе после каждого этапа сорбции проводилось химическим и атомно-абсорбционным спектрометрическим методами анализа. Результаты экспериментов приведены на рис. 5-6.

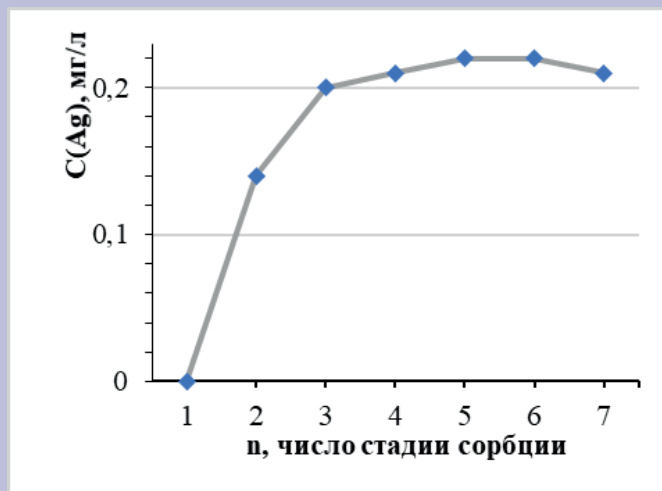


Рис. 3. Зависимость концентрации серебра в растворе от цикла сорбции.

Сурет 3. Ерітіндідегі күміс концентрациясының сорбция цикліне тәуелділігі.

Figure 3. Dependence of the silver concentration in solution on the sorption cycle.

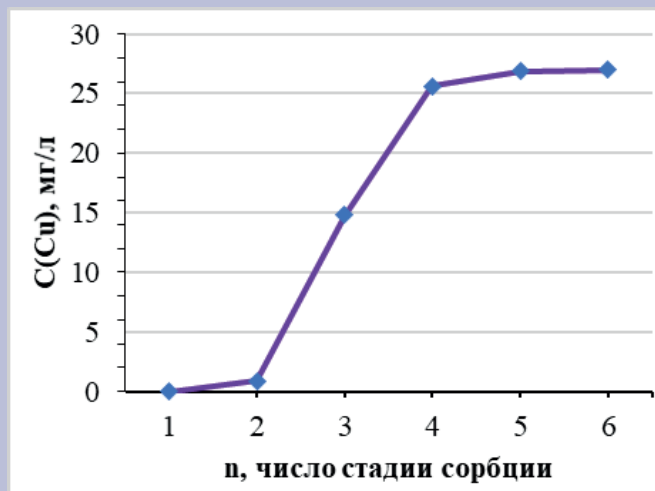


Рис. 4. Зависимость концентрации меди в растворе от цикла сорбции.

Сурет 4. Ерітіндідегі мыс концентрациясының сорбция цикліне тәуелділігі.

Figure 4. Dependence of the copper concentration in solution on the sorption cycle.



Рис. 5. Зависимость концентрации железа в растворе от цикла сорбции.

Сурет 5. Ерітіндідегі темір концентрациясының сорбция цикліне тәуелділігі.

Figure 5. Dependence of the concentration of iron in solution on the sorption cycle.

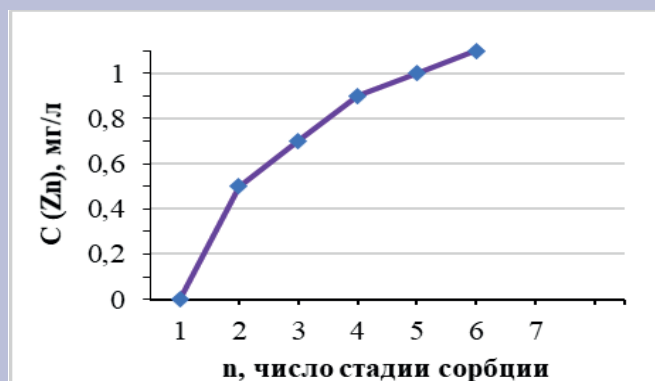


Рис. 6. Зависимость концентрации цинка в растворе от цикла сорбции.

Сурет 6. Ерітіндідегі мырыш концентрациясының сорбция цикліне тәуелділігі.

Figure 6. Dependence of zinc concentration in solution on the sorption cycle.

Как показали результаты наших исследований, выбранный активированный уголь хорошо извлекает наряду с ионами золота ионы примесей металлов – серебра, меди, железа и цинка. В последующие стадии, т.е. начиная со второй стадии сорбции наблюдается вытеснение примесей металлов и замещение ионами золота из структуры активированного угля, что заметно при определении концентрации примесей в растворе. Среди всех ионов примесей плохо вытесняются ионы меди и серебра, что подтверждается выводами приведенных исследований [12]. Но, несмотря на это, использованный в экспериментах активированный уголь показал высокую селективность к золоту и серебру.

Золотосодержащая руда состава (таблица 1) месторождения Акбакай поступает на гравитационное обо-

гащение, где степень обогащения составляет 53-56%. Концентрат далее направляется на цианидное выщелачивание, в результате которого извлекается от 69,42 до 78,33% золота. При цианидном выщелачивании руд месторождения Акбакай получают продуктивный раствор состава, мг/л: золото 500-600 мг/л, железо 80-90 мг/л, медь – 0,40-0,50 мг/л, серебро – 100-150 мг/л. Процесс сорбции проводится с использованием сорбента NoritRO с содержанием твердой фазы 40%, продолжительностью цикла 8 часов.

Цикл процесса сорбции происходит на установке Pumpcell Plant компании Kemix, где любой чан может быть первым или последним. Система питания сорбции спроектирована с расчетом подачи пульпы в любой из чанов сор-

бции. То есть головной чан сорбции отсекается для вывода золотосодержащего угля, и питание сорбции переводится в следующий чан. После вывода золотосодержащего угля с головного чана и перекачки в него обеззолоченного угля после десорбции, данный чан становится хвостовым (последним). В системе Pumpcell межкаскадный грохот, насос для угля и агитатор пульпы встроены в один механизм только с одним первичным приводом. Всего установлено шесть резервуаров Pumpcell, каждый из которых имеет полезный объем 78 м³ и общий объем составляет 468 м³, общее время сорбции или контакта составляет 1,5 часов. Каждый резервуар содержит 2 тонны активированного угля, что составляет одну порцию элюирования. С целью компенсировать сокращенное время контакта с углем, его концентрация в каждом резервуаре увеличивается до 50 г/л. Пульпа, выходящая с установки Pumpcell, характеризуется содержанием золота в растворе не выше 0,02 мг/л, серебра – 0,2-0,3 мг/л, меди – 10-15 мг/л, железа – 50-65 мг/л. Это показывает высокую степень сорбции золота и сорбционной активности сорбента NoritRo.

Насыщенный уголь собирается из резервуаров Pumpcell для дальнейшего элюирования. Из первого резервуара Pumpcell извлекается 2 тонны насыщенного угля, который после сбора будет направлен для дальнейших этапов обработки. Когда насыщенный уголь извлекается, его заменяют восстановленным углем из цикла элюирования или из печи для термической регенерации угля. Хвостовая пульпа процесса под действием силы тяжести стекает на контрольный грохот для угля. Подрешетный продукт гро-

хота откачивается в цикл обезвреживания от цианидов для следующей стадии обработки.

Заключение

Для переработки золота из руд месторождения Акбакай эффективно применять цианидное выщелачивание. Физико-химическими исследованиями установлено, что руда содержит свободное золото и основные золотосодержащие минералы, такие как пирит, арсенопирит, лимониты. Содержание золота и серебра составляют 5,73 и 1,22 г/т соответственно. Содержание мышьяка в руде очень низкое и составляет всего 0,043%. Основными минералами пустой породы в руде являются кремнезем, глинозем, полевой шпат, слюды, хлориты и др.

Сорбционное извлечение золота с различными сорбентами (активированными углями различных марок) показали, что эффективность сорбента падает в следующем порядке NoritRO>Аквасорб>СШ, степень извлечения золота с сорбентов NoritRO составляет 99%. На показатели степени извлечения золота влияет pH среды и продолжительность сорбции. Эксперименты по извлечению золота с активированным углем NoritRO из цианидного раствора, содержащего примеси металлов, такие как серебро, медь, железо, цинк показали, что при сорбции все примеси металлов извлекаются сорбентом, но в последующих циклах они вытесняются цианидным комплексом золота.

При сорбции золота из продуктивных растворов на месторождении Акбакай сорбентом NoritRO степень извлечения составляет 95-96%. Содержание в пульпе после сорбции не превышает 0,02 мг/л.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Beladi H. Цены на золото, культурные факторы и пандемия Covid-19: международный анализ. / H. Beladi, C.T. Trinh, C. Chao. // Исследования в области международного бизнеса и финансов. 2023. Т. 66. Ст. №102051 (на английском языке)
2. Gui Q. / Извлечение золота с использованием альтернатив цианиду: Ультразвуковое упрочнение и его кинетика обучения. / Q. Gui, L. Fu, Y. Hu, H. Di, M. Liang, S. Wang, L. Zhang. // Разработка полезных ископаемых. 2022. Т. 191. Ст. №107939 (на английском языке)
3. Staunton W.P. Углерод в пульпе при переработке золотой руды, под ред. Адамса М., издательство Elsevier: Амстердам, Нидерланды, 2016, С. 515-552 (на английском языке)
4. Sun C. Обзор процесса извлечения золота с использованием нецианидных выщелачивателей: основы, достижения и проблемы, связанные со щелочными серосодержащими выщелачивателями. / C. Sun, X. Zhang, J. Kou, Y. Xing. // Int. J. Miner. Metall. Mater. 2020. Т. 27. С. 417-431 (на английском языке)
5. Sousa R. Систематический обзор устойчивой добычи золота из необработанных руд с использованием альтернативных реагентов для выщелачивания. / R. Sousa, M.J. Regufe, A. Fiuza, M.M. Leite, A. Futuro. // Добывающая промышленность и общество. 2022. Т. 9. Ст. №101018 (на английском языке)
6. Yefremova S.V. Углеродный сорбент на основе специального мелкодисперсного кокса для извлечения золота, химии твердого топлива. / S.V. Yefremova, A.A. Kablanbekov, K.K. Anarbekov, L.V. Bunchuk, Y.I. Sukharnikov, N.I. Bogdanovich, A.Z. Terlikbaeva, A.A. Zharmenov. // Химия твердого топлива. 2019. Т. 53. С. 208-213 (на английском языке)
7. Fleming C.A. Факторы, влияющие на скорость выщелачивания и адсорбции цианида золота на активированном угле, и их влияние на конструкцию систем CIL и CIP. / C.A. Fleming, A. Mezei, E. Bourricaudy, M. Canizares, M. Ashbury. // Minerals Engineering. 2011. Т. 24 (6). С. 484-494 (на английском языке)
8. Soleimani M. Активированная твердая оболочка абрикосовых косточек: перспективный адсорбент для извлечения золота. / Soleimani M., Kaghazchi T. // Китайский журнал химической инженерии. 2008. Т. 16. С. 112-118 (на английском языке)

9. Jia and Steele C.J. Механизм адсорбции частиц золота и серебра на активированных углях. / Jia and C.J. Steele, I.P. Hayward, K.M. Thomas. // Углерод. 1998. Т. 36. С. 1299-1308 (на английском языке)
10. Van Deventer, Bazhko J., Yahorava V. Сравнение ионообменных смол, селективных по отношению к золоту, и активированного угля для извлечения золота из медных растворов для выщелачивания золота. // Конференция ALTA 2014 по золоту и драгоценным металлам, Мельбурн, Австралия, ALTA Металлургический сервис, 2014. – С. 18 (на английском языке)
11. Dai A. Обзор технологий извлечения цианида меди для цианирования медьсодержащих золотосодержащих руд. / A. Dai, P. Simons, A. Breuer. // Инженерное дело в области добычи полезных ископаемых. 2012. Т. 25. С. 1-13 (на английском языке)
12. Sayiner B. Влияние цианидов серебра, никеля и меди на адсорбцию золота на активированном угле в растворах цианидного выщелачивания. / B. Sayiner, N. Acarkan. // Физико-химические проблемы переработки полезных ископаемых. 2014. Т. 50. С. 277-287 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Beladi H. Алтын бағасы, мәдени факторлар және Covid-19 пандемиясы: халықаралық талдау. / H. Beladi, C.T. Trinh, C. Chao. // Халықаралық бизнес және қаржы саласындағы зерттеулер. 2023. Т. 66. Мақ. №102051 (ағылшын тілінде)
2. Gui Q. Пайдалану арқылы алтын алу цианидке балама: ультрадыбыстық қатайту және оның оқу кинетикасы. / Q. Gui, L. Fu, Y. Hu, H. Di, M. Liang, S. Wang, L. Zhang. // Пайдалы қазбаларды игеру. 2022. Т. 191. Мақ. №107939 (ағылшын тілінде)
3. Staunton W.P. Алтын кенін өңдеу кезіндегі пульпадағы көміртегі, ред. Адамс М., Elsevier баспасы: Амстердам, Нидерланды, 2016, Б. 515-552 (ағылшын тілінде)
4. Sun C. Цианидті емес ликсивианттарды қолдану арқылы алтын алу процесін шолу: сілтілі күкіртті бар ликсивианттармен байланысты негіздері, жетістіктері және проблемалары. / C. Sun, X. Zhang, J. Kou, Y. Xing. // Int. J. Miner. Metall. Mater. 2020. Т. 27. Б. 417-431 (ағылшын тілінде)
5. Sousa R. Баламалы сілтілеу реагенттерін қолдана отырып, өңделмеген кендерден тұрақты алтын өндіруге жүйелі шолу. / R. Sousa, M. J. Regufe, A. Fiúza, M.M. Leite, A. Futuro. // Өндіруші өнеркәсіп және қоғам. 2022. Т. 9. Мақ. №101018 (ағылшын тілінде)
6. Yefremova S.V. / Алтын қатты отын алу үшін арнайы ұсақ дисперсті кокс негізіндегі көміртекті сорбент. S.V. Yefremova, A.A. Kablanbekov, K.K. Anarbekov, L.V. Bunchuk, Y.I. Sukharnikov, N.I. Bogdanovich, A.Z. Terlikbaeva, A.A. Zharmenov. // Қатты отынның химиясы. 2019. Т. 53. Б. 208-213 (ағылшын тілінде)
7. Fleming C.A. Белсендірілген көмірдегі алтын цианидінің шаймалау және адсорбция жылдамдығына әсер ететін факторлар және олардың CIL және CIP жүйелерінің дизайнына әсері. / C.A. Fleming, A. Mezei, E. Bourricaudy, M. Canizares, M. Ashbury. // Minerals Engineering. 2011. Т. 24 (6). Б. 484-494 (ағылшын тілінде)
8. Soleimani M. Өрік шұңқырларының белсендірілген қатты қабығы: алтынды алу үшін перспективалы адсорбент. / M. Soleimani, T. Kaghazchi. // Қытайдың химиялық инженерия журналы. // 2008. Б. 16. Б. 112-118 (ағылшын тілінде)
9. Jia and Steele C.J. / Белсендірілген көмірдегі алтын мен күміс бөлшектерін адсорбциялау механизмі. / Jia and C.J. Steele, I.P. Hayward, K.M. Thomas. // Көміртегі. 1998. Т. 36. Б. 1299 -1308 (ағылшын тілінде)
10. Van Deventer, Bazhko J., Yahorava V. Алтынға селективті ион алмастырғыш шайырлар мен алтынды шаймалау үшін мыс ерітінділерінен алтын алу үшін белсендірілген көмірді салыстыру. // Алтын және бағалы металдар бойынша 2014 ALTA конференциясы, Мельбурн, Австралия, ALTA металлургиялық қызмет, 2014. – Б. 18 (ағылшын тілінде)
11. Dai A. Құрамында мыс бар алтын кендерін цианидтеу үшін мыс цианидін алу технологияларына шолу. / A. Dai, P. Simons, A. Breuer. // Тау-кен саласындағы инженерия. 2012. Т. 25. Б. 1-13 (ағылшын тілінде)
12. Sayiner B. Күміс, никель және мыс цианидтерінің цианидті шаймалау ерітінділеріндегі белсендірілген көмірдегі алтынның адсорбциясына әсері. / B. Sayiner, N. Acarkan. // Пайдалы қазбаларды өңдеудің физика-химиялық мәселелері. 2014. Т. 50. Б. 277-287 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Beladi H. Gold prices, cultural factors, and Covid-19 pandemic: An international analysis. / Beladi H., Trinh C.T., Chao C. // Research in International Business and Finance. 2023. V. 66. Art. №102051 (In English)

2. Gui Q. Gold extraction using alternatives to cyanide: Ultrasonic reinforcement and its leaching kinetics. / Gui Q., Fu L., Hu Y., Di H., Liang M., Wang S., & Zhang L. // *Minerals Engineering*. 2022. V. 191. Art. №107939 (In English)
3. Staunton W.P. Carbon-in-pulp, In *Gold Ore Processing*, ed.: Adams, M., Elsevier: Amsterdam, Netherlands, 2016, P. 515-552 (In English)
4. Sun C. A review of gold extraction using noncyanide lixiviants: Fundamentals, advancements, and challenges toward alkaline sulfur-containing leaching agents. / Sun C., Zhang X., Kou J., Xing Y. // *Int. J. Miner. Metall. Mater.* 2020. V. 27. P. 417-431 (In English)
5. Sousa R. A systematic review of sustainable gold extraction from raw ores using alternative leaching reagents. / Sousa R., Regufe M. J., Fiúza A., Leite M.M., Futuro A. // *The Extractive Industries and Society*. 2022. V. 9. Art. №101018 (In English)
6. Yefremova S.V. / Carbon sorbent based on special fine coke for the extraction of gold. / Yefremova S.V., Kablanbekov A.A., Anarbekov K.K., Bunchuk L.V., Sukharnikov Y. I., Bogdanovich N.I., Terlikbaeva A.Z., Zharmenov A.A. // *Solid Fuel Chem.* 2019. V. 53. P. 208-213 (In English)
7. Fleming C.A. Factors influencing the rate of gold cyanide leaching and adsorption on activated carbon, and their impact on the design of CIL and CIP circuits. / Fleming C.A., Mezei A., Bourricaudy E., Canizares M., Ashbury M. // *Minerals Engineering*. 2011. V. 24 (6). P. 484-494 (In English)
8. Soleimani M. Activated hard Shell of apricot stones: a promising adsorbent in gold recovery. / Soleimani M., Kaghazchi T. // *Chinese Journal of Chemical Engineering*. 2008. V. 16. P. 112-118 (In English)
9. Jia and Steele C.J. Mechanism of adsorption of gold and silver species on activated carbons. / Jia and Steele C.J., Hayward I.P., Thomas K.M. // *Carbon*. 1998. V. 36. P. 1299-1308 (In English)
10. Van Deventer, Bazhko J., Yahorava V. Comparison of Gold-Selective Ion Exchange Resins and Activated Carbon for the Recovery of Gold from Copper Gold Leach Liquors. // *ALTA 2014 Gold – precious metals Conference, Melbourne, Australia, ALTA Metallurgical Service*, 2014. – P. 18 (In English)
11. Dai A. A review of copper cyanide recovery technologies for the cyanidation of copper containing gold ores. / Dai A., Simons P., Breuer A. // *Mining Engineering*. 2012. V. 25. P. 1-13 (In English)
12. Sayiner B. Effect of silver, nickel, and copper cyanides on gold adsorption on activated carbon in cyanide leach solutions. / Sayiner B., Acarkan N. // *Physico-chemical problems of mineral processing*. 2014. V. 50. P. 277-287 (In English)

Сведения об авторах:

Нұрғабұл Н.К., магистрант кафедры «Металлургические процессы, теплотехника и технология специальных материалов» Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), nazerke.nurgabyul@stud.satbayev.university; <https://orcid.org/0009-0004-2319-7114>

Мамырбаева К.К., доктор Ph.D, ассоциированный профессор кафедры «Металлургические процессы, теплотехника и технология специальных материалов» Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), k.mamyrbayeva@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0002-1094-5345>

Авторлар туралы мәліметтер:

Нұрғабұл Н.К., Satbayev University «Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасының магистранты (Алматы қ., Қазақстан)

Мамырбаева К.К., Ph.D докторы, Satbayev University «Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Nurgabyul N.K., master's student of the Department «Metallurgical Processes, Heat Engineering and Technology of Special Materials» Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Mamyrbayeva K.K., Doctor Ph.D., Associate Professor of the Department of «Metallurgical Processes, Heat Engineering and Technology of Special Materials» Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)



VI МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
ПО МАШИНОСТРОЕНИЮ И МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ

kmf-expo.kz

23-25 апреля 2025

Международный выставочный центр «EXPO»
г. Астана, Казахстан

Организаторы:



Министерство
промышленности и строительства
Республики Казахстан



ASTANA
EXPO

Соорганизатор:



LEIPZIGER MESSE
INTERNATIONAL

Код МРНТИ 53.01.91:53.01.94

А.А. Абілберікова¹, *Б.Т. Уахитова², М.М. Тайжигитова², Қ.Т. Есқалина²¹Қарағанды индустриялық университеті (Теміртау қ., Қазақстан),²ZHUBANOV UNIVERSITY (Ақтөбе қ., Қазақстан)

ФЕРРОКОРЫТПА ӨНДІРІСІН ЭКО-БАҒДАРЛАНҒАН ДАМУ: АҚТӨБЕ ОБЛЫСЫНЫҢ ТӘЖІРИБЕСІ

Аннотация. Мақала феррокорытпа өндірісімен айналысатын кәсіпорындар қызметінің экологиялық аспектілерін зерттеуге, қалыптасқан мәселелерді анықтауға және олардың қоршаған ортаға теріс ықпалын төмендету үшін тиімді шешімдерді табуға бағытталған. Мақалада Ақтөбе облысының экологиялық жағдайына ерекше назар аударып, феррокорытпалар өндірісіне байланысты экологиялық мәселелерге талдау жасалды. ҚР СЖРА Ұлттық статистика бюросының деректері негізінде атмосфераға шығарындылар мен су объектілеріне ластанушы за Өндірістің қоршаған ортаға теріс әсерін азайту мақсатында қалдықтарды қайта өңдеу және экологиялық бағдарланған технологияларды енгізу сияқты «Қазхром» ТҰК» АҚ филиалы – Ақтөбе феррокорытпа зауытында қолданылатын инновациялық шешімдер қарастырылдытардың төгінділерін қоса алғанда, ағымдағы экологиялық көрсеткіштер зерттелді.

Түйінді сөздер: феррокорытпа өндірісі, экологиялық мәселелер, Ақтөбе феррокорытпа зауыты, ауаның ластануы, зиянды заттар шығарындылары, экологиялық зиянды азайту.

Eco-oriented development of ferroalloy production: the experience of Aktobe region

Abstract. The article is devoted to the analysis of environmental aspects of ferroalloy production enterprises, consideration of existing problems and search for possible solutions to reduce the negative impact. The article analyzes the environmental problems associated with the production of ferroalloys, with a special focus on the environmental situation of the Aktobe region. Current environmental indicators, including emissions into the atmosphere and discharges of pollutants into water bodies, are being investigated based on data from the Bureau of National Statistics of the Republic of Kazakhstan. The article considers innovative solutions used at the Aktobe Ferroalloy Plant, a branch of TNK Kazchrome JSC, such as waste recycling and the introduction of environmentally oriented technologies in order to minimize the negative impact of production on the environment.

Key words: ferroalloy production, environmental problems, Aktobe ferroalloy plant, air pollution, emissions of harmful substances, reduction of environmental damage.

Экоориентированное развитие ферросплавного производства: опыт Актюбинской области

Аннотация. Статья посвящена анализу экологических аспектов деятельности предприятий по производству ферросплавов, рассмотрению существующих проблем и поиску возможных решений для снижения негативного воздействия. В статье проведен анализ экологических проблем, связанных с производством ферросплавов, с особым акцентом на экологическую обстановку Актюбинской области. На основе данных Бюро национальной статистики АСПР РК исследуются текущие экологические показатели, включая выбросы в атмосферу и сбросы загрязняющих веществ в водные объекты. Рассматриваются инновационные решения, применяемые на Актюбинском заводе ферросплавов – филиале АО «ТНК «Казхром», такие как переработка отходов и внедрение экологически ориентированных технологий, с целью минимизации негативного воздействия производства на окружающую среду.

Ключевые слова: ферросплавное производство, экологические проблемы, Актюбинский завод ферросплавов, загрязнение воздуха, выбросы вредных веществ, снижение экологического ущерба.

Кіріспе

Феррокорытпа өндірісі-жоғары сапалы болаттар мен корытпаларды өндіру үшін шикізат қорын қамтамасыз ететін металлургия саласының негізгі элементтерінің бірі. Стратегиялық маңыздылығына қарамастан өнеркәсіптің бұл түрі қоршаған ортаға айтарлықтай әсер етуімен сипатталады [1, 2].

Саладағы ағымдағы жағдай. Соңғы жылдардағы мәліметтерге сәйкес, әлемдік феррокорытпа өндірісі жыл сайын шамамен 35-37 млн тоннаны құрайды. Өндірілетін феррокорытпалардың негізгі сегменті – феррохром, 2021 жылы әлемдік феррохром өндірісі 13,91 млн тоннаны құрады. Әлемдік феррохром нарығы 2021 жылы 18,52 миллиард долларға бағаланды және 2027 жылға қарай орташа есеппен 5,55%-ға өсіп, 25,61 миллиард долларға жетеді деп күтілуде [3]. Феррокорытпа саласы – Қазақстанның отандық металлургиясының маңызды салаларының бірі. Өндірілетін феррокорытпалардың көлемі, сұрыпталымы мен сапасы жөнінен Қазақстандық өнеркәсіп әлем бойынша көшбасшы және ең ірі экспорттаушылардың бірі ретінде техникалық дамыған мемлекеттер қатарынан орын алады [4, 5]. ҚР-дағы металлургиялық өндіріс компоненттерінің негізгі өндірушісі – «Қазхром» ТҰК» АҚ. «Қазхром» ТҰК» АҚ құрамындағы Дөң КБК, Ақсу феррокорытпа зауыты және Ақтөбе феррокорытпа зауыты технологиялық қағидат бойынша соңғы өнімнің алынуымен ұйымдастырылған.

Ақтөбе феррокорытпа зауыты түрлі маркадағы феррохром, сонымен бірге, отқа төзімді бұйымдар, көмірқышқыл газықыршық тас, сұйық шыны, феррошаң секілді қосымша өнімдер өндіреді, қождарды қайта өңдейді. Дөң тау-кен байыту комбинатының хром кені (45-50% Cr_2O_3) – феррокорытпаларды өндіру бағаты шикізаты [6].

Зерттеулер. Негізгі экологиялық мәселелер

Феррокорытпа өндірісінің қоршаған ортаға айтарлықтай кері ықпалы да бар. Негізгі мәселелердің ішінде келесілерді атап өтуге болады:

1. Атмосфералық ауаның ластануы:

– шығарындылар, себебі феррокорытпаларды өндіру кезінде атмосфераға зиянды заттар шығарылады: құрамында аморфты шыны фазасы, SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , K_2O , MgO , хромшпинель (Mg , Fe) $(Cr, Fe, Al)_2O_4$, $MgO+Al_2O_3+Cr_2O_3$ және т.б. бар бейорганикалық шаң;

– газ тәріздес шығарындылар – күкірт қостотығы (SO_2), көміртегі тотықтары (CO , CO_2), азот тотықтары (NO_x) [7].

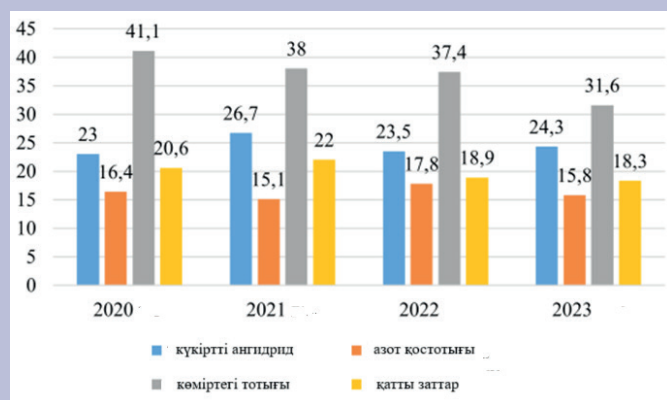
Атмосфералық ауаға ластанушы заттардың 65-і шығарылады, оның ішінде 8 маркерлік зат бар: құрамында кремний қостотығы бар бейорганикалық шаң (2909), құрамында кремний диоксиді бар бейорганикалық шаң (2908), құрамында кремний қостотығы бар бейорганикалық шаң (2907), азот қостотығы (0301); азот тотығы (0304); күкірт қостотығы (0330); күкіртсутек (дигидросульфид) (0333), көміртегі тотығы (0337). Қалған заттар маңызды емес [6].

1-суретте Ақтөбе облысының атмосфералық ауасына негізгі ластанушы заттар шығарындыларының 2020-2023 жылдардағы динамикасы көрсетілген [8].

2. Су ресурстарының ластануы:

– салқындатқыш судың едәуір көлемін пайдалану;
– құрамында суспензияланған бөлшектер мен металл қосылыстары бар ағынды суларды ағызу.

Феррокорытпа өндірісінде пайдаланылатын су негізінде тұйық циклмен айналып тұрады және өнеркәсіп кәсіпорындарының әр түрлі су көздеріне өндірістік ағындардың ағызылуы елеусіз. Мұндай су ағызулар кезінде ағынды су құрамында темір, қалайы, қорғасын, мырыш кадмий,



Сурет 1. Ақтөбе облысының атмосфералық ауасына 2020-2023 жылдардағы негізгі ластанушы заттардың шығарындылары, мың тонна.

Figure 1. Emissions of major pollutants into the atmospheric air of Aktyubinsk region in 2020-2023, thousand tons.

Рис. 1. Выбросы основных загрязняющих веществ в атмосферный воздух Актыубинской области за 2020-2023 годы, тыс. тонн.

мыс, никель, сияқты металдардың иондары болуы мүмкін. 1-кестеде Ақтөбе облысының 2022-2023 жылдары ағынды сулармен ластанушы заттардың төгінділерінің көлемі келтірілген [8].

Кесте 1

2022-2023 жылдардағы Елек өзенінің сапасы

Table 1

The quality of the Ilek River in 2022-2023

Таблица 1

Качество реки Илек за 2022-2023 годы

Су сапасының классы		Параметр-лер	2023 ж. концентрациясы, мг/дм ³
2022 жыл	2023 жыл		
4 класс	4 класс	Аммоний-ион	1,108
		Фенолы	0,0016
		Хром (+6)	0,059

3. Өндіріс қалдықтары:

- қождардың, шламдардың және басқа да қатты қалдықтардың түзілуі;

- қоймаларда және материалдарды қайта өңдеу кезінде пайда болатын ұйымдастырылмаған шығарындылар.

Қалдықтарды уақытша және тұрақты жинаған кезде келесідей факторлардың қоршаған ортаға ықпалы болуы мүмкін: шламдар, қалдық қоймалар, аршылған жыныстар үйінділерінің бетінен шаңдану кезінде; қалдықтар алаңдары ластанғанда атмосфералық жауын-шашын барысында ластанған ағындылар ағуы ықтимал; қоқыстың үйінділері салдарынан топырақтың ластануы, сондай-ақ қалдықтарды көметін орынға тасымалдау уақытында; қалдықтарды тұрақсыз шығару мезетінде бұл орындар шыбындардың дернәсілдерінің өсу орнына айналады, салдарынан санитарлық-бактериялық ластану қаупінің артуы мүмкін.

2023 жылы Ақтөбе облысында 68 628,62 мың тонна өнеркәсіптік қалдықтар пайда болды: тау-кен өндіру саласы – 68 160 410 тонна (99%), химия өнеркәсібі – 311 800 (0,5%), мұнай саласы – 156 410 (0,2%). Өнеркәсіптік қалдықтарды қайта өңдеу үлесі 18% – 12 291 660 мың тоннаны құрады [6].

Қалдықтарды басқару жүйесі барлық тау-кен кәсіпорындарында бар, ол қалдықтардың технологиялық циклінің барлық кезеңдерін қамтиды: қалдықтардың түзілуінің алдын алу және азайту, бақылау және есепке алу, жинау, жинақтау, қайтадан өңдеу, кәдеге асыру, тасымалдау, сақтау және жою. Мәселен, «Қазхром» ТҰК» АҚ филиалы – Дөң КБК-ның аршылған жыныстарын қоршаған ортаға теріс әсерін азайту үшін қазылған қарьер маңында орналастырады, бұл қалдықтардың үйінділерде жиналуын азайтуға себеп болады.

Ақтөбе феррокорытпа зауытында қатты және паста тәрізді мұнай бар қалдықтарды, оның ішінде табиғи негізде пайдаланылған сорбенттерді, мұнаймен ластанған сүртілген шүберектерді және т.б. кәдеге жарату үшін «Костер-1М» қондырғылары пайдаланылады.

Сонымен қатар, жоғары көміртекті феррохромды балқыту кезінде алынған жоғары көміртекті қождан өңдеу арқылы тұтынушының сұранысына сәйкес 0-5, 5-20, 20-40 немесе 20-70 фракциялы қиыршық тастар алынады. Қиыршық тасты шығару мақсатында СТ 8618-1904-АО-06-2015 «Тазартылған феррохромның тұрақтандырылған қождарынан қиыршық тас пен құм алу» ұйымдастыру стандарты дайындалды [8].

Экологиялық зиянды азайту үшін кәсіпорындар бірқатар инновациялық технологиялар мен іс-шараларды енгізуде. Құрамына «Қазхром» ТҰК» АҚ кіретін ERG-де кәсіпорындар өндірісінің қалдықтарымен байланысты қызметтер циклін орындауға маманданған ERG Recycling жаңа компаниясы құрылды. ERG Recycling тікелей қатысуымен бірқатар қайта өңдеу және экологиялық бағдарланған жобалар жүзеге асырылды. 2021 жылы АФЗ-да іске қосылған газ тазарту шаңын брикеттеу жөніндегі жоғары технологиялық цех жарқын мысал болып табылады. Цехтың сапасы жоғары хром брикеттерін өндіру өнімділігі айына 4 мың тоннаға жетеді. Сондай-ақ кәсіпорын өз қажеттіліктері үшін ілеспе өндіріс ретінде құрылыс материалдарын (іргетас және қабырға блоктарын) шығарады. Жылына 200 000 тонна тұрақтандырылған қождар қайта өңделеді. Максималды өндіріс көлемі – 656 860 тонна, ең төменгі өндіріс көлемі – 378 558 тонна [6].

2023 жылы Ақтөбе қаласының топырақтың жай-күйіне «Қазгидромет» РМК бақылау жүргізді. Көктем, жаз және күз мезгілдерінде ауыр металдармен ластануын анықтау үшін топырақ сынамаалары алынды (кесте 2) [8, 9].

4. Физикалық әсер: шу, діріл, иіс.

Өндірістегі діріл мен шудың ең маңызды көздері: шикіқұрам мен өндірістің өнімдерін тасымалдау және өңдеу; материалдарды ұнтақтау-ұсақтау үдерістері мен пирометаллургиялық үдерістер; желдеткіштер мен сорғыларды қолдану; автоматты дабыл жүйелерін іске қосу. Металлургиядағы иістің көздері: металл буы, органикалық майлар мен еріткіштер, ағынды суларды тазарту және қожды салқындату нәтижесінде бөлінетін, қышқыл газдар мен сульфидтер [10].

5. Ықтимал радиациялық қауіп.

Құрамында табиғи радионуклидтер бар шикізатты пайдалану. Қазақстан Республикасының қайталама шикізатты қайта өңдейтін Еуропа елдерінен айырмашы-

Кесме 2

Ақтөбе қ. топырағындағы ауыр металдардың 2023 жылғы концентрациясы, мг / кг

Table 2

Concentrations of heavy metals in the soils of Aktobe in 2023, mg/kg

Таблица 2

Концентрации тяжелых металлов в почвах г. Актобе за 2023 год, мг/кг

Мезгіл	Ауыр металдар				
	Мыс	Қорғасын	Кадмий	Цинк	Хром
Көктем мезгілі	0,22-0,34	0,07-0,12	0,09-0,12	1,71-2,49	0,06-0,1
Жаз мезгілі	0,26-0,35	0,1-0,24	0,1-0,19	1,82-2,22	0,09-0,16
Күз мезгілі	0,31-0,46	0,16-0,25	0,1-0,2	1,87-2,37	0,1-0,15

лығы – бастапқы шикізат пайдалануы, бұл жағдай өз кезегінде радиоактивтіліктің көзі болып табылады. Дегенмен, отын мен қазба шикізатының көптеген түрлерінің құрамында табиғи болатын радиоактивті заттардың шығарындылары негізгі экологиялық мәселер қатарына жатпайды.

Ақтөбе облысы атмосферасының беткі қабатындағы радиоактивті түсулердің орташа тәуліктік тығыздығы 1,1-2,7 Бк/м² шегінде ауытқып отырады. Жауын-шашынмен түсулер тығыздығының орташа мәні 1,7 Бк/м² құрайды, бұл шама рұқсат етілген шекті деңгейден аспайды. 2023 жылы облыс аумағындағы радиациялық жағдайды бағалау мақсатында Санитариялық-эпидемиологиялық департаменті мониторинг шеңберінде елді мекендердің қоныстану аумағында гамма-сәулеленудің баламалы дозасының қуатын 6000 рет өлшеу жүргізді, жауын-шашынмен атмосфералық ауаға 408 радиометриялық зерттеулер жүргізілді. Белгіленген деңгейден асып кеткен шамалар анықталған жоқ. Ақтөбе облысы бойынша радиациялық жағдай тұрақты [8].

Қорытынды

Ферроқорытпа өндірісі – әлемдік экономиканың маңызды саласы, бірақ оның қоршаған ортаға әсері мұқият талдау мен шараларды қажет етеді. Заманауи технологияларды енгізу, үдерістерді оңтайландыру және экологиялық бақылау ластану деңгейін едәуір төмендетуге және өндірісті тұрақты етуге мүмкіндік береді. Өнеркәсіпті экологияландыру – бұл қажеттілік қана емес, сонымен қатар болашақ ұрпақ үшін табиғи ресурстарды сақтауға мүмкіндік беретін дамудың стратегиялық бағыты.

Алғыс

Мақалада 2024-2026 жж. ғылыми, ғылыми-техникалық бағдарламалар бойынша бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде ЖТН - BR24992882 «Өңірдегі экологиялық жағдайды жақсартып отырып, өндірістік қалдықтарды қайта өңдеудің жаңа технологияларын әзірлеу» тақырыбындағы ғылыми-техникалық бағдарламаны іске асыру барысында алынған ғылыми зерттеулердің нәтижелері келтірілген.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Көпжасарова А.М. Ферроқорытпа өндірісі жұмысшыларының өндірістік ортасы мен еңбек үдерісінің факторларын бағалау (әдеби шолу). // Жас ғалым. 2022. № 20 (415). Б. 192-194 (орыс тілінде)
2. Проценко М.Ю. Темір-көміртекті балқымаларды пештен тыс өңдеу үшін конвертер және ферроқорытпа өндірістерінің қалдықтарын пайдалану. / М.Ю. Проценко, М.И. Воронько. // Донбасс экологиялық хабаршысы. 2021. №1. Б. 43-49 (орыс тілінде)
3. Калинганагар өнеркәсіптік кешеніндегі (Колумбия Округі) қуаты 96 000 тонна жоғары көміртекті феррохромды өндіру қондырғысын жасау. Алдын ала техникалық-экономикалық негіздеме Джаджпур, Одиша. Ұсынған: Indian Metals and Ferro Alloys Limited, M/s Global Tech Enviro Expert PVT. LTD, 2022 (ағылшын тілінде)
4. Сафаров Р. Ақсу ферроқорытпа зауытының қалдықтары элементтердің кеңістікте таралуы, қоршаған ортаға әсері, экономикалық әлеуеті [Қазақстан]. / Р. Сафаров, З. Берденов, Р. Урлибай, Ю. Носенко, З. Хроманова, З. Бексейтова және т.б. // PLoS ONE. 2023. №18 (4). Мақ. №0283251 (ағылшын тілінде)
5. Ултаракоев А. Хром өндірісінің қалдықтарынан өндірілген кальцийленген композиттік түйіршіктердің балқыту өнімдерін физика-химиялық зерттеу. / А. Ултаракоев, Ю. Тастанова, Н. Садыков, А. Тастанова, З. Ержанова. // Ғылым. 2023. №7. Б. 386 (ағылшын тілінде)
6. «Ферроқорытпалар өндірісі» ең үздік қолжетімді техникалар жөніндегі анықтамалық» Қазақстан Республикасы Үкіметінің қаулысы, Астана қ., 27.12.2023 (орыс тілінде)
7. Золочевский С.П. Металлургиялық комбинаттың агломерациялық цехының шығарындыларымен атмосфералық ауаның ластануын бағалау. / С.П. Золочевский, Л.Е. Подлипенская. // Донбасс экологиялық хабаршысы. 2022. №6. Б. 19-26 (орыс тілінде)
8. Қоршаған ортаның жай-күйі және Қазақстан Республикасының табиғи ресурстарын пайдалану туралы 2023 жылғы Ұлттық баяндама (орыс тілінде)

9. Чекмарева О.В. Ақтөбе ферроқорытпа зауытының әсер ету аймағындағы топырақ сапасының экотоксикологиялық сипаттамасы. / О.В. Чекмарева, М.Ю. Гарицкая, Т.В. Павлова. // ОМУ хабаршысы. 2015. №10 (185). Б. 448-450 (орыс тілінде)
10. Архипова А.В. Өндірістік үдерістердің тұрақтылығы мен қауіпсіздігі: оқу құралы: Н. Новгород, 2021, Б. 268 б(орыс тілінде)

REFERENCES

1. Kopzhasarova A.M. Otsenka faktorov proizvodstvennoi sredy i trudovogo protsessa rabochikh ferrosplavnogo proizvodstva (literaturnyi obzor). / A.M. Kopzhasarova. // Molodoi uchenyi. 2022. №20 (415). S. 192-194 [Kopzhasarova A.M. Assessment of factors of the production environment and the labor process of workers in ferroalloy production (a literary review) / A.M. Kopzhasarova. // Young scientist. 2022. №20 (415). P. 192-194] (in Russian)
2. Protsenko M.Yu. Ispol'zovanie otkhodov konverternogo i ferrosplavnogo proizvodstv dlya vnepechnoi obrabotki zhelezouglerodistykh rasplavov. / M.Yu. Protsenko, M.I. Voron'ko. // Ekologicheskii vestnik Donbassa. 2021. №1. S. 43-49 [Protsenko M.Yu. The use of waste from converter and ferroalloy industries for furnace treatment of iron-carbon melts. / M.Yu. Protsenko, M.I. Voronko. // Ecological bulletin of Donbass. 2021. №1. P. 43-49] (in Russian)
3. Pre-feasibility report 96,000 tpa capacity of high carbon ferrochrome manufacturing unit At-KalingaNagar Industrial Complex, Dist.-Jajpur, Odisha. Submitted by: Indian Metals and Ferro Alloys Limited, By M/s Global Tech Enviro Expert PVT. LTD, 2022 (in English)
4. Safarov R. Spatial distribution of elements, environmental effects, and economic potential of waste from the Aksu ferroalloy plant [Kazakhstan]. / R. Safarov, Z. Berdenov, R. Urlibay, Y. Nossenko, Z. Shomanova, Z. Bexeitova et al. // PLoS ONE. 2023. №18 (4). Art. №e0283251 (in English)
5. Ultarakov A. Physical and Chemical Studies of Smelting Products of Calcinated Composite Pellets Produced from Chromium Production Waste. / Ultarakov A., Tastanov Y., Sadykov N., Tastanova A., Yerzhanova Z. // J. Compos. Sci. 2023. №7. P. 386 (in English)
6. Postanovlenie pravitel'stva Respubliki Kazakhstan «Spravochnik po nailuchshim dostupnym tekhnikam «Proizvodstvo ferrosplavov», g. Astana, 27.12.2023 [Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan «Handbook of the best available techniques for the production of ferroalloys», Astana, 12/27/2023] (in Russian)
7. Zolocheskii S.P. Otsenka zagryazneniya atmosfernogo vozdukha vybrosami aglomeratsionnogo tsekha metallurgicheskogo kombinata. / S.P. Zolocheskii, L.E. Podlipenskaya. // Ekologicheskii vestnik Donbassa. 2022. №6. S. 19-26 [Zolochesky S.P. Assessment of atmospheric air pollution by emissions from the agglomeration shop of the metallurgical combine. / S.P. Zolochesky, L.E. Podlipenskaya. // Ecological bulletin of Donbass. 2022. №6. P. 19-26] (in Russian)
8. Natsional'nyi doklad o sostoyanii okruzhayushchei sredy i ob ispol'zovanii prirodnikh resursov Respubliki Kazakhstan za 2023 god [National Report on the state of the Environment and on the use of natural resources of the Republic of Kazakhstan for 2023] (in Russian)
9. Chekmareva O.V. Ekotoksikologicheskaya kharakteristika kachestva pochv, nakhodyashchikhsya v zone vliyaniya Aktyubinskogo zavoda ferrosplavov. / O.V. Chekmareva, M.Yu. Garitskaya, T.V. Pavlova. // Vestnik OGU. 2015. №10 (185). S. 448-450 [Chekmareva O.V. Ecotoxicological characteristics of soil quality in the zone of influence of the Aktobe ferroalloy plant. / O.V. Chekmareva, M.Yu. Garitskaya, T.V. Pavlova. // Bulletin of OSU. 2015. №10 (185). P. 448-450] (in Russian)
10. Arkhipova A.V. Ekologichnost' i bezopasnost' proizvodstvennykh protsessov: ucheb. posobie: N. Novgorod, 2021, S. 268 [Arkhipova A.V. Environmental friendliness and safety of production processes: studies. Manual: N. Novgorod, 2021, P. 268] (in Russian)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Копжасарова А.М. Оценка факторов производственной среды и трудового процесса рабочих ферросплавного производства (литературный обзор). / А.М. Копжасарова. // Молодой ученый. 2022. №20 (415). С. 192-194 (на русском языке)
2. Проценко М.Ю. Использование отходов конвертерного и ферросплавного производств для внепечной обработки железоуглеродистых расплавов. / М.Ю. Проценко, М.И. Воронько. // Экологический вестник Донбасса. 2021. №1. С. 43-49 (на русском языке)
3. Предварительное технико-экономическое обоснование установки по производству высокоуглеродистого феррохрома мощностью 96 000 тонн в год в промышленном комплексе Калинганагар, округ Джаджпур, штат Одиша. Представлено компанией Indian Metals and Ferro Alloys Limited, компанией M/s Global Tech Enviro Expert PVT. LTD, 2022 (на английском языке)
4. Сафаров Р. Пространственное распределение элементов, воздействие на окружающую среду и экономический потенциал отходов Аксуского завода ферросплавов [Казakhstan]. / Р. Сафаров,

3. Берденов, Р. Урлибай, Ю. Носенко, З. Хроманова, З. Бексеитова и др. // PLoS ONE. 2023. №18 (4). Ст. №e0283251 (на английском языке)
5. Ультараков А. Физико-химические исследования продуктов плавки обожженных композитных окатышей, полученных из отходов хромового производства. / А. Ультараков, Ю. Тастанова, Н. Садыков, А. Тастанова, З. Ержанова. // Наука. 2023. №7. С. 386 (на английском языке)
6. Постановление правительства Республики Казахстан «Справочник по наилучшим доступным техникам «Производство ферросплавов», г. Астана, 27.12.2023 (на русском языке)
7. Золочевский С.П. Оценка загрязнения атмосферного воздуха выбросами агломерационного цеха металлургического комбината. / С.П. Золочевский, Л.Е. Подлипенская. // Экологический вестник Донбасса. 2022. №6. С. 19-26 (на русском языке)
8. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2023 год (на русском языке)
9. Чекмарева О.В. Экоотоксикологическая характеристика качества почв, находящихся в зоне влияния Актюбинского завода ферросплавов. / О.В. Чекмарева, М.Ю. Гарицкая, Т.В. Павлова. // Вестник ОГУ. 2015. №10 (185). С. 448-450 (на русском языке)
10. Архипова А.В. Экологичность и безопасность производственных процессов: учеб. пособие: Н. Новгород, 2021, С. 268 (на русском языке)

Авторлар туралы мәліметтер:

Абілберікова А.А., «Қара және түсті металдар металлургиясы» ББ бойынша докторант, «Қарағанды индустриялық университеті» КЕАҚ (Теміртау қ., Қазақстан), abilberikova90@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0133-3005>

Уахитова Б.Т., «Металлургия және тау-кен ісі» кафедрасының меңгерушісі, Ph.D Қ. Жубанов атындағы Ақтөбе Өңірлік университеті КеАҚ (Ақтөбе қ., Қазақстан), Uakhitova_bt@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1156-8809>

Тайжигитова М.М., «Металлургия және тау-кен ісі» кафедрасының аға оқытушысы, ғылым магистрі Қ. Жубанов атындағы Ақтөбе Өңірлік университеті КеАҚ (Ақтөбе қ., Қазақстан), kirpa2020@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0005-2635-3431>

Ескалина К.Т., «Металлургия және тау-кен ісі» кафедрасының оқытушысы, техника және технологиялар магистрі Қ. Жубанов атындағы Ақтөбе Өңірлік университеті КеАҚ (Ақтөбе қ., Қазақстан), kuralai_escalina@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2804-7076>

Information about the authors:

Abilberikova A., doctoral student of the EP «Metallurgy of ferrous and non-ferrous metals», «Karaganda industrial university» NCJSC (Temirtau, Kazakhstan)

Uakhitova B., Ph.D, Head of the Department of Metallurgy and Mining, Aktobe Regional University named after K. Zhubanov NCJSC (Aktobe, Kazakhstan)

Taizhigitova M., Master of Science, Department of Metallurgy and Mining, Aktobe Regional University named after K. Zhubanov NCJSC (Aktobe, Kazakhstan)

Yeskalina K.T., Master of Engineering and Technology, Lecturer Department of Metallurgy and Mining, Aktobe Regional University named after K. Zhubanov (Aktobe, Kazakhstan)

Сведения об авторах:

Абильберикова А.А., докторант ОП «Металлургия черных и цветных металлов», НАО «Карагандинский индустриальный университет» (г. Теміртау, Қазақстан)

Уахитова Б.Т., Ph.D, заведующий кафедры «Металлургия и горное дело» НАО Актюбинского Регионального университета им. К. Жубанова (г. Ақтөбе, Қазақстан)

Тайжигитова М.М., магистр наук, ст. преподаватель кафедры «Металлургия и горное дело» НАО Актюбинского регионального университета им. К. Жубанова (г. Ақтөбе, Қазақстан)

Ескалина К.Т., магистр техники и технологии, преподаватель кафедры «Металлургия и горное дело» НАО Актюбинского регионального университета им. К. Жубанова (г. Ақтөбе, Қазақстан)

Код МРНТИ 87.35.91:67.09.05

E.I. Kuldeyev, A.A. Ashimova, E.A. Bek, *M.B. Nurpeisova
Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

HIGH LAG FOR THE «GREEN KAZAKHSTAN» PROJECT

Abstract. Article examines key trends in implementation of the Green Kazakhstan project and the Concept for country's transition to a green economy. It provides overview of current situation regarding solid industrial waste management, with a focus on large industrial centers, which are the main sources of this waste. As potential solutions for closing waste loops, recovering secondary material resources, and developing industrial waste management system, article proposes establishment of production and technical complexes for waste processing. It also summarizes preliminary results of research conducted by Satbayev University on resource conservation and development of new technologies for producing in-demand materials. Utilization of waste from mining and metallurgical complexes is highlighted as a means of reducing environmental impact and ensuring efficient use of secondary raw materials.

Key words: green Kazakhstan, sustainable development, mining and metallurgical complex, production waste, processing, resource saving, new technologies, building materials.

«Жасыл Қазақстан» жобасының жоғары жолағы

Аннотация. Мақалада «Жасыл Қазақстан» жобасын іске асырудың негізгі тенденциялары және мемлекетіміздің осы экономикаға көшу Тұжырымдамасы қарастырылған. Қатты тұрмыстық қалдықтарды басқару саласындағы қазіргі жағдай ұсынылған, олардың көздері ірі өнеркәсіптік орталықтарда шоғырланған. Қалдықтар ағындарының жабылуын қамтамасыз етудің перспективалық шаралары ретінде қайталама материалдық ресурстарды алу, қалдықтарды қайта өңдеудің өндірістік-техникалық кешендерін құру арқылы өндірістік қалдықтарды басқару схемасын әзірлеу ұсынылады. Сатпаев Университетінің ресурстарды үнемдеу және сұранысқа ие құрылыс материалдарын алудың жаңа технологияларын әзірлеу бойынша жүргізген жұмыстарының алдын ала нәтижелері жинақталған. Тау-кен металлургия кешендерінің қалдықтарын қайта өңдеу қоршаған ортаға антропогендік жүктемені азайтуға және қайталама шикізатты ұтымды пайдалануды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: жасыл Қазақстан, тұрақты даму, тау-кен металлургия кешені, өндіріс қалдықтары, қайта өңдеу, ресурс үнемдеу, жаңа технология, құрылыс материалдары.

Высокая планка проекта «Зеленый Казахстан»

Аннотация. В статье рассмотрены основные тенденции реализации проекта «Зеленый Казахстан» и Концепции перехода нашего государства к этой экономике. Приведена текущая ситуация в сфере обращения с твердыми промышленными отходами, источники образования которых сосредоточены в крупных промышленных центрах. В качестве перспективных мер, обеспечивающих замыкание потоков отходов, получение вторичных материальных ресурсов и предлагаются развитие схемы обращения с промышленными отходами за счет создания производственно-технических комплексов по переработке отходов. Подведены предварительные результаты работ, проводимые Сатпаев университетом по ресурсосбережению и разработке новых технологий по получению востребованных материалов. Утилизация отходов горно-металлургических комплексов позволяет снизить техногенную нагрузку на окружающую среду и обеспечить рациональное использование вторичного сырья.

Ключевые слова: зеленый Казахстан, устойчивое развитие, горно-металлургический комплекс, отходы производств, переработка, ресурсосбережение, новая технология, строительные материалы.

Introduction

«Green» does not mean the spring color of awakening nature, «green» is not a reminder of the national currency of the United States, casually called «green» by the people. Here, it seems, everything comes together – it means young. In fact, the «green» economy deserves other definitions, more responsible and balanced in spiritual and moral terms: clean, like a newborn child, wise, like a mature and useful scientist for society, and finally, its main advantage is seen in the fact that it is the most reliable friend and partner of the environment.

Maybe you will say that such miracle in the totality of all above qualities does not exist in nature. Maybe we have really raised the bar for «Green Kazakhstan», but introduced the National Projects of the Republic, such as «Quality and affordable healthcare for every citizen «Healthy Nation», «Quality education», «Educated Nation», «Technological breakthrough through digitalization, science and innovation», «Strong regions are the driver of the country's development», «Sustainable economic growth aimed at improving the well-being of Kazakhstanis», «Green Kazakhstan», «Quality education «Educated nation», and you will understand what these projects represent.

«Green Kazakhstan» basically raises issues of efficient use of natural resources and improving the well-being of citizens through diversifying economy, creating new jobs, including: improving air quality, effective management of production and consumption waste, increasing the area of green spaces, instilling careful attitudes towards nature and wildlife, as well as modernization of ecological consciousness of the population [1].

The main content

By destroying the environment, modern society is destroying its own future. To ensure environmentally sustainable future, we first need:

- monitoring the state of the natural environment;
- regulation and prevention of industrial emissions;
- development and implementation of waste-free and resource-saving technologies.

According to the «Green Kazakhstan» Project, the key direction of economic development in the republic is to improve management system of technogenic mineral formations (TMF).

On the territory of the Republic, according to the State Cadastre, about 30 billion tons are stored in dumps, tailings ponds and storage tanks of mining enterprises. Industrial waste, including: 72% – dump rocks of overburden and substandard ores, 20% – dump tailings, 8% – other waste. With annual output of industrial waste of 1 billion tons no more than 100 million tons are usefully used. The rest pollutes the environment, gradually accumulating in it [2].

According to the bodies of State Control and Supervision of Natural Resources, share of waste used in the republic is 18-20%. For example, in 2007, the percentage of waste utilization was 16%, in 2008 – 18.98%, and in 2009 – 20%. However, this figure in the recent past in the industry of the former USSR was 29%. It remains extremely low compared to world practice. In Western Europe (France, Germany, Italy, England) this figure is up to 58%, in North America (USA, Canada) – up to 63%, in Japan – up to 87%, China – up to 37% [3].

Thus, accumulated waste is, on the one hand, the main environmental pollutant, and on the other hand, it represents valuable products that are potentially suitable for processing and reuse to produce commercial products with high added value. The main reason for progressive accumulation of waste in the country is the raw material orientation of our economy.

Currently, more than 22 billion tons of solid waste have been accumulated at 450 landfills in the country (Figure 1).

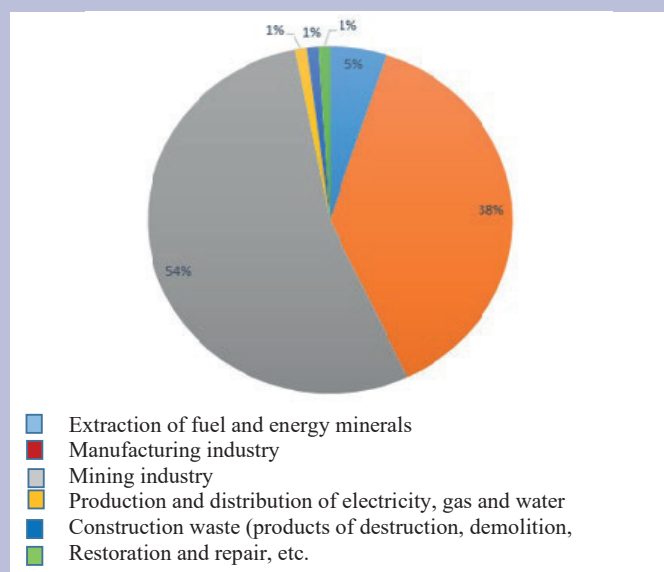


Figure 1. Main indicators of solid waste accumulated in the Republic by 2023.

Сурет 1. 2023 жылы республикада қатты қалдықтар жинақталуының негізгі көрсеткіштері.

Рис. 1. Основные показатели накопленных твердых отходов в республике к 2023 году.

Most of the technogenic mineral formations (TMF) are in Karaganda (29,4%), East Kazakhstan (25,7%), Kostanay (17%) and Pavlodar (14,6%) regions. Every year, the republic generates up to 20 million m³ of domestic waste, about one billion tons of industrial waste, including more than 150 million tons of toxic waste.

Technogenic mineral formations (TMF) are accumulations of mineral substances on the surface of the Earth or in mine workings, formed as a result of their separation from natural massif and storage in the form of waste from mining, processing and metallurgical industries. The constant increase in the volumes of various types of waste generated in mining and processing industries and their storage in storage facilities and experience of using such objects in industry allows us to consider them as sources for obtaining secondary raw materials and building materials.

Purpose of the work is to consider possibility of integrated use of TMF in areas where mining waste is located based on their integrated use as secondary raw materials. Integrated use of raw materials and industrial products progress of metallurgical, mining and construction enterprises is pressing problem not only in Kazakhstan, but also in any economically developed state. As practice has shown, waste from these particular industries is produced in small quantities and

poses a serious economic threat. In these conditions, problem of environmentally rational use of industrial waste as secondary raw materials and development of scientific principles in the creation of new technological regulations for production of marketable products from industrial household waste becomes particularly acute. Thus, the introduction of environmentally friendly technology to produce building materials based on waste from mining and metallurgical complex is relevant for Kazakhstan.

To develop and implement effective environmental protection measures for waste management, it is necessary to have reliable information about their impact on natural ecosystems: surface, groundwater, air and land disturbance on an industry scale with increasing production volumes. The summarized materials will make it possible to obtain objective information about state of ecosystems in the region under study and to outline priority environmental protection measures, implementation of which will help reduce harmful impact on environment.

Intensification in this direction involves use of industrial waste instead of primary natural resources to reduce cost of building materials Project [4, 5]. In this direction, KazNRTU employees are conducting a large amount of research on production of building materials based on ash and slag waste.

Purpose of the work is to consider possibility of integrated use of TMF in areas where mining waste is located based on their integrated use as secondary raw materials.

Job objectives:

- ✓ surveying of solid waste to create cadastral maps and determine their actual volumes;
- ✓ sampling of solid waste to study their composition with the participation of the customer;
- ✓ conducting research on solid waste in order to determine the direction of their disposal;
- ✓ improvement and implementation of technologies for the development of solid waste with complex extraction of valuable components.
- ✓ development of technology for producing effective building materials, such as: obtaining a silica component to produce portland cement; production of cinder blocks; production of cellular concrete; obtaining decorative and facing building materials; creation of foundations for highways.

By burning coal, thermal power plants receive thermal energy and generate electricity. Negative side of this process is formation of by-products of coal combustion – fly ash and slag.

Composition of ash and slag material was determined by quantitative ratio of its constituent minerals, which depend on mineralogical composition of original part of fuel.

On the X-ray diffractometer DRON-3, X-ray diffraction pattern of the CHP-3 ash was obtained, which is shown in Figure 2.

As a result of the interpretation of this X-ray diffraction pattern, the following minerals were identified in the following amounts, in % of the crystalline phase: hematite Fe_2O_3 – 12.1%, quartz SiO_2 – 32.4%, sillimanite Al_2SiO_5 – 25.9%, mullite $Al_{4,95}Si_{1,05}$ – 29.6%.

Results of chemical analysis of ashes of TPP dumps from combustion of Ekibastuz coal are presented in Table. 1.

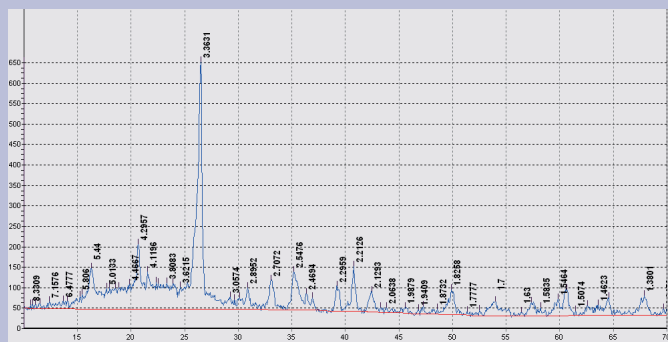


Table 2

Distribution of phase composition of fly ash depending on its fractional composition

Кесте 2

Күлдің фракциялық құрамына байланысты фазалық құрамының таралуы

Таблица 2

Распределение фазового состава золы-уноса в зависимости от ее фракционного состава

Grid number sieves	Particle size, μm	Fraction maintenance on a sieve, %	Distribution of phase composition depending on fraction, %				
			Mullit	α - quartz	Sillimanite	Carbon	glass phase (occupied area, cm^2)
0,5	500	0,14	28	54	—	18	6
045	450	2,26	44	21	24	11	14
025	250	3,36					
01	100	25,8	46	18	28	8	14,5
009	90	0,84					
008	80	12,12	42	20	31	7	18
0063	63	4,5	47	17	29	7	20
005	50	21,46	50	21	29	—	22
0045	45	21,38	47	25	28	—	23
004	40	7,9	51	14	35	—	23

Invention relates to building materials and can be used as inorganic binder with a mineral additive in production of Portland ash cement from acid ash from thermal power plants [7, 8].

Thus, the processing and disposal of mining and metallurgical waste into construction materials is aimed at solving technological, environmental, social and economic problems in regions with developed mining and metallurgical industries. The development of technologies for the production of building materials based on technogenic waste, contributing to the development of the industrial and innovative potential of the state, careful attitude towards natural resources and the environment, should be considered as the most important scientific and practical task, the solution of which is directly related to environmental safety when disposing of billions of tons of waste in industrial regions [9, 10].

Expected effect (technological, economic, social and environmental):

Technological effect. As part of the implementation of the state program for industrial and innovative development of the Republic of Kazakhstan in the field of environmental protection, various methods of processing industrial waste through the introduction of waste-free technology are being considered.

The economic effect is the production of additional building materials and products.

Social effect: creation of new jobs in the vicinity of existing mining and metallurgical complexes due to the work of newly created solid waste recycling facilities; improvement of working conditions, since solid waste is located on the surface of the Earth.

Environmental effect – improvement of the environmental situation; reduction of new land areas allocated for dumps; reduction or elimination of costs associated with eliminating the environmental consequences of waste storage.

Conclusions

Thus, it can be argued that utilization of technogenic waste from mining and metallurgical industries into construction materials is aimed at solving environmental and social problems in regions with developed mining and metallurgical industries. Rational organization of waste recycling process in combination with efficient modern equipment makes it possible to obtain products from secondary raw materials at a cost 2-2,5 times lower than for similar products from primary raw materials, with comparable product quality.

Acknowledgments

Research was carried out with the financial support of Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No AR14871694 «Development of technology for processing ash and slag waste from a thermal power plant to produce popular building materials»).

REFERENCES

1. *Natsional'nyi projekt «Zelenyi Kazakhstan» Postanovlenie Pravitel'stva RK ot 12 oktyabrya 2021 goda №73 [National project «Green Kazakhstan» Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated October 12, 2021 №73] (in Russian)*
2. *Prospects for processing technogenic waste for the production of building materials. / Kuldeyev E.I., Nurpeissova M.B., Vek A.A., Ashimova A.A. // Mining Journal of Kazakhstan. 2023. №4. P. 57-64 (in English)*

3. *Proekt GF14871694 na 2022-2024 gody «Razrabotka tekhnologii pererabotki zoloshlakovykh otkhodov teplovoi elektrostantsii s polucheniem vostrebovannykh stroitel'nykh materialov» №263/30 ot 18.10.2022 [GF14871694 for 2022-2024 – «Development of technology for processing ash and slag waste from thermal power plants to produce popular building materials», dated October 18, 2022, №263/30] (in Russian)*
4. *Ashimova A., Kildeev E.I., Nurpeisova M.B. Processing of ash and slag waste from thermal power plants with production of building materials. // the 18th International Congress for Mine Surveying in Xuzhou, China from October 24th till October 29th 2023: China University of Mining and Technology (Beijing), 2023. – P. 248-252 (in English)*
5. *Waste management is one of the key directions development of «green» economy in Kazakhstan. / E.I. Kuldeev, M.B. Nurpeisova, A.A. Bek, A.A. Ashimova. // Mine Surveying and Subsurface Use. №6. 2022. P. 67-75 (in English)*
6. *Mal'chik A.G. Izuchenie zoloshlakovykh otkhodov dlya ispol'zovaniya v kachestve vtorichnykh resursov. / A.G. Mal'chik, S.V. Litovkin. // Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. 2015. №9. S. 23-27 [Malchik A.G. Study of ash and slag waste for use as secondary resources. / A.G. Malchik, S.V. Litovkin. // International Journal of Applied and Fundamental Research. 2015. №9. P. 23-27] (in Russian)*
7. *Patent RK na poleznuyu model' №8579 ot 27.10.2023. Sposob polucheniya zolosoderzhashchego vyazhushchego». / E.I. Kul'deev, M.B. Nurpeisova, Z.A. Estemesov, A.A. Bek, A.A. Ashimova, V.G. Lozinskii, 2 s. [Patent of the Republic of Kazakhstan №8579 for the utility model «Method for producing ash-containing binder». / E.I. Kuldeev, M.B. Nurpeisova, Z.A. Estemesov, A.A. Bek, A.A. Ashimova, V.G. Lozinsky dated October 27, 2023, 2 p.] (in Russian)*
8. *Patent RK na poleznuyu model' №8580 ot 27.10.2023. «Sostav zologazobetona neavtoklavnogo tverdeniya i sposob ego polucheniya». / E.I. Kul'deev, M.B. Nurpeisova, Z.A. Estemesov, A.A. Ashimova, V.G. Lozinskii, 2 s. [Patent №8580 of the Republic of Kazakhstan for the utility model «Composition and method of producing non-autoclaved ash concrete». / E.I. Kuldeev, M.B. Nurpeisova, Z.A. Estemesov, A.A. Bek, A.A. Ashimova, V.G. Lozinsky, dated October 27, 2023. 2 p.] (in Russian)*
9. *Study of agglomerate producibility from the ekibastuz coal ashes. / E.I. Kuldeev, M.B. Nurpeisova, E.V. Fedorov, A.A. Ashimova. // Eurasian Mining. 2023. №2 P. 85-88 (in English)*
10. *Use of wastes of mining and metallurgical complexes for obtaining construction materials. / M.M. Begentayev, M.B. Nurpeisova, V.S. Fedotenko, A.A. Bek. // Eurasian mining. 2024. №1. P. 14-19 (in English)*

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. *Қазақстан Республикасы Президентінің «Жасыл Қазақстан» №73 Ұлттық Жобасы 12 қазан 2021 ж. (орыс тілінде)*
2. *Күлдеев Е.И. Құрылыс материалдарын өндіру үшін техногендік қалдықтарды қайта өңдеу перспективалары. / Е.И. Күлдеев, М.Б. Нұрпейісова, А.А. Бек, А.А. Әшімова. // Қазақстан тау-кен журналы. 2023. №1. Б. 57-64 (ағылшын тілінде)*
3. *«Танымал құрылыс материалдарын алу үшін жылу электр станцияларының күлі мен қож қалдықтарын өңдеу технологиясын әзірлеу» ГФ14871694 2022-2024 жылдарға арналған ғылыми жоба, №263/30, 18.10.2022 (орыс тілінде)*
4. *Әшімова А., Көлдеев Е., Нұрпейісова М.Б. Жылу электр станцияларының күл және қож қалдықтарын құрылыс материалдарын өндірумен өңдеу. // 2023 жылғы аралығындағы Қытайдың Сюйчжоу қаласында 18-ші халықаралық тау-кен маркшейдерлік конгресі: Қытай тау-кен және технология университеті (Пекин), 2023. – Б. 248-252 (ағылшын тілінде)*
5. *Көлдеев Е.И. Қалдықтарды басқару – Қазақстандағы «жасыл» экономиканы дамытудың негізгі бағыттарының бірі. / Е.И. Көлдеев, М.Б. Нұрпейісова, А.А. Бек, А.А. Ашимова. // Маркшейдер және жер қойнауын пайдалану. 2022. №6. Б. 67-75 (ағылшын тілінде)*
6. *Мальчик А.Г. Күл және қож қалдықтарын қайталама ресурстар ретінде пайдалану үшін зерттеу. / А.Г. Мальчик, С.В. Литовкин. // Қолданбалы және іргелі зерттеулердің халықаралық журналы. 2015. №9. Б. 23-27 (орыс тілінде)*
7. *Күл бар байланыстырғышты өндіру әдісі. №8579 Қазақстан Республикасының пайдалы модельге патенті» 06.03.2023 ж. / Е.И. Күлдеев, М.Б. Нұрпейісова, З.А. Естемесов, А.А. Бек, А.А. Әшімова, В.Г.Лозинский, 2 б. (орыс тілінде)*
8. *«Автоталмаған қатпайтын күлді бетонның құрамы және оны алу тәсілі. №8580 Қазақстан Республикасының 03.03.2023 жылғы пайдалы модельге патенті./Е.И. Күлдеев, М.Б.Нұрпейісова, З.А.Естемесов, А.А.Әшімова, В.Г. Лозинский, 2 б.(орыс тілінде)*

9. Кәлдеев Е.И. Екібастұз көмір күлінен аглопорит алуды зерттеу. / Е.И. Кәлдеев, М.Б. Нұрпейісова, Е.В. Федоров, А.А. Әшімова. // Еуразиялық тау-кен. 2023. №2. Б.85-88 (ағылшын тілінде)
10. Бегентаев М.М. Тау-кен металлургия кешендері қалдықтарын құрылыс материалдарында пайдалану. / М.М. Бегентаев, М.Б. Нұрпейісова, В.С. Федотенко, А.А. Бек. // Еуразиялық тау-кен. 2024. №1. Б. 14-19 (ағылшын тілінде)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Национальный проект «Зеленый Казахстан» Постановление Правительства РК от 12 октября 2021 года №73 (на русском языке)
2. Кульдеев Е.И. Перспективы переработки техногенных отходов для производства строительных материалов. / Е.И. Кульдеев, М.Б. Нұрпейісова, А.А. Бек, А.А. Ашимова. // Горный журнал Казахстана. 2023. №1. С. 57-64 (на английском языке)
3. Проект ГФИ4871694 на 2022-2024 годы «Разработка технологии переработки золошлаковых отходов тепловой электростанции с получением востребованных строительных материалов» №263/30 от 18.10.2022 (на русском языке)
4. Ашимова А., Кульдеев Е.И., Нұрпейісова М.Б. Переработка золошлаковых отходов теплоэлектростанций с производством строительных материалов. // 18-й Международный маркшейдерский конгресс, Сюйчжоу: Китайский горно-технологический университет (Пекин), 2023. – С. 248-252 (на английском языке)
5. Кульдеев Е.И. Управление отходами – одно из ключевых направлений развития «зеленой» экономики в Казахстане. / Е.И. Кульдеев, М.Б. Нұрпейісова, А.А. Бек, А.А. Ашимова. // Маркшейдерское дело и недропользование. 2022. №6. С. 67-75 (на английском языке)
6. Мальчик А.Г. Изучение золошлаковых отходов для использования в качестве вторичных ресурсов. / А.Г. Мальчик, С.В. Литовкин. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. №9. С. 23-27 (на русском языке)
7. Патент РК на полезную модель №8579 от 27.10.2023. Способ получения золосодержащего вяжущего». / Е.И. Кульдеев, М.Б. Нұрпейісова, З.А. Естемесов, А.А. Бек, А.А. Ашимова, В.Г. Лозинский, 2 с. (на русском языке)
8. Патент РК на полезную модель №8580 от 27.10.2023. «Состав зологазобетона неавтоклавного твердения и способ его получения». / Е.И. Кульдеев, М.Б. Нұрпейісова, З.А. Естемесов, А.А. Ашимова, В.Г. Лозинский, 2 с. (на русском языке)
9. Кульдеев Е.И. Исследование возможности получения аглопорита из золы экибастузских углей. / Е.И. Кульдеев, М.Б. Нұрпейісова, Е.В. Федоров, А.А. Ашимова. // Горное дело Евразии. 2023. №2. С. 85-88 (на английском языке)
10. Бегентаев М.М. Использование отходов горно-металлургического комплекса для получения строительных материалов. / М.М. Бегентаев, М.Б. Нұрпейісова, В.С. Федотенко, А.А. Бек. // Горное дело Евразии. 2024. №1. С. 14-19 (на английском языке)

Information about the authors:

Kuldeyev E., Vice-Rector of Satbayev University for Science and Corporate Development, Member of the Management Board, Candidate of Technical Sciences (Almaty, Kazakhstan), kuldeev_erzhan@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8216-679X>

Ashimova A.A., Ph.D student, Senior Researcher Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), ashimova.a@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2802-5459>

Bek A.A., Ph.D student, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), bek@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-1671-297X>

Nurpeisova M.B., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department «Surveying and Geodesy» Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), marzhan-nurpeisova@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>

Авторлар туралы мәліметтер:

Кәлдеев Е.И., техника ғылымдарының кандидаты, басқарма мүшесі, Satbayev University ғылым және корпоративтік даму жөніндегі проректоры (Алматы қ., Қазақстан)

Әшімова А.А., Ph.D докторанты, Satbayev University аға ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан)

Бек А.А., Ph.D докторанты, Satbayev University аға ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

Нұрпейісова М.Б., техника ғылымдарының докторы, Satbayev University «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

Сведения об авторах:

Кульдеев Е.И., к.т.н., член правления, проректор Satbayev University по науке и корпоративному развитию (г. Алматы, Казахстан)

Ашимова А.А., Ph.D докторант, старший научный сотрудник Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

Бек А.А., Ph.D, докторант, старший научный сотрудник Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

Нурпейсова М.Б., д.т.н., профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)



13-я Казахстанская Международная Конференция и Выставка
ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ

28-30 мая 2025

Астана, Казахстан



ОРГАНИЗАТОРЫ

тел.: +7 727 258 34 34;
Выставка: Kulyash.Ablak@iteca.events
Конференция: Olga.Remorenko@iteca.events



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПАРТНЕР

Министерство труда и социальной защиты населения
Республики Казахстан

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ И УСЛОВИЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ в редакцию периодического печатного издания «Горный журнал Казахстана»

1. «Горный журнал Казахстана» принимает к публикации оригинальные статьи научного и научно-технического содержания, отражающие результаты исследовательской и научной деятельности, имеющие рекомендации к практическому применению решаемых вопросов, а также статьи обзорного характера, отвечающие критериям первичной научной публикации (полный перечень рубрик указан на сайте minmag.kz).

2. Основные требования к статьям, представленным для публикации в журнале:

- набор статьи производится в текстовом редакторе Word шрифтом Times New Roman 12 кеглем с полуторным интервалом;
- общий объем статьи, включая рисунки, таблицы, метаданные не должен превышать 8 печатных страниц;
- статьи (за исключением обзоров), должны содержать новые научные результаты;
- статья должна соответствовать тематике (см. п. 1), научному уровню журнала;
- статья должна быть оформлена в полном соответствии с требованиями, отраженными в п. 3;
- статья может быть представлена на казахском, русском или английском языке;
- в редакцию представляется окончательный, **тщательно выверенный вариант** статьи, исключающий необходимость постоянных доработок текста на этапах издательского процесса;
- перед отправкой статьи в редакцию журнала авторам необходимо проверить текст на предмет отсутствия плагиата.

3. Структура статьи должна содержать следующие разделы:

- код МРНТИ (ГРНТИ <http://grnti.ru/?pl=52>) – шестизначный;
- название статьи (сокращения не допускаются, не допускается использование аббревиатур и формул; максимальное количество слов 10-12) должно быть информативным, соответствовать научному стилю текста, содержать основные ключевые слова, характеризующие тему (предмет) исследования и содержание работы, предоставляется на казахском, русском и английском языках;
 - инициалы и фамилии авторов; статья должна иметь не более 4 авторов; знаком «*» указывается автор-корреспондент;
 - сведения о каждом авторе (ученая степень, ученое звание, должность, место основной работы, город, страна, контактные данные (адрес электронной почты), ORCID ID) предоставляются на казахском, русском и английском языках;
 - полное название организации (-й), где работают авторы (с указанием ведомственной принадлежности);
 - аннотация в соответствии с требованиями международных баз данных должна достаточно полно раскрывать содержание статьи, включая характеристику основной темы, проблемы объекта, цели исследования, основные методы, результаты исследования и главные выводы. В аннотации необходимо указать, что нового несет в себе статья в сравнении с другими, родственными по тематике и целевому назначению материалами. Аннотация предоставляется на казахском, русском и английском языках объемом не менее 700 и не более 900 символов (примерно 150...200 слов);
 - ключевые слова в количестве 6...10 устойчивых словосочетаний, по которым в дальнейшем будет выполняться поиск статьи (сокращения и аббревиатуры не допускаются): ключевые слова отражают специфику темы, объект и результаты исследования и предоставляются на казахском, русском и английском языках;
 - текст статьи, содержащий следующие разделы (введение, методы/исследования, результаты, обсуждение результатов, заключение/ выводы);
 - список использованных источников (10...12), в том числе не менее 3 зарубежных не ранее 2015 года, предоставляется на казахском, русском и английском языках.

РИСУНКИ должны иметь расширение графических редакторов CorelDraw, Photoshop, Illustrator и т. п.). Фотографии должны быть предельно четкими в графическом формате (TIFF, JPEG, CDR) с разрешением не менее 300 dpi. Все буквенные и цифровые обозначения на рисунках необходимо пояснить в основном или подрисуночном текстах. Надписи и другие обозначения на графиках и рисунках должны быть четкими и легко читаемыми. **ПОДПИСИ К РИСУНКАМ и ЗАГОЛОВКИ ТАБЛИЦ ОБЯЗАТЕЛЬНЫ.** Оформляются отдельным блоком на казахском, русском и английском языках.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ следует набирать в формульном редакторе MathTypes Equation или MS Equation, греческие и русские буквы в формулах набирать прямым шрифтом (опция текст), латинские – курсивом. **Обозначения величин и простые формулы в тексте и таблицах набирать как элементы текста** (а не как объекты формульного редактора). Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в последующем изложении. Нумерация формул сквозная.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ составляется в порядке цитирования и оформляется в строгом соответствии с ГОСТ Р 7.05-2008. Ссылки на литературу в тексте отмечаются по мере их появления порядковыми номерами в квадратных скобках. Список приводится на казахском, русском и английском языках с указанием в скобках оригинала публикации. Образец оформления литературы и транслитерации размещен на сайте minmag.kz.

4. Условия приобретения журналов авторами.

С автором(ами) заключается договор о приобретении 10 (десяти) экземпляров журнала согласно установленным расценкам на текущий год, которые он(они) имеют право распространять среди горной общественности. После оплаты статья публикуется в номере журнала согласно очередности. Если существует необходимость опубликовать статью в одном из ближайших номеров журнала, авторы оплачивают ускорение в размере 50000 (пятьдесят тысяч) тенге.