

УДК 669.054.82+622.8  
AGRIS P01

https://doi.org/10.33619/2414-2948/62/33

## ТЕХНОЛОГИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ШЛАКА КАДАМЖАЙСКОГО СУРЬМЯНОГО КОМБИНАТА

©*Эркинбаева Н. А., Ошский технологический университет, г. Ош, Кыргызстан,  
eshkozu1960@mail.ru*

## TECHNOLOGY FOR THE EXTRACTION OF RARE EARTH ELEMENTS FROM SLAG KADAMZHAI ANTIMONY COMBINE

©*Erkinbaeva N., Osh Technological University, Osh, Kyrgyzstan, eshkozu1960@mail.ru*

*Аннотация.* В статье рассмотрены способы извлечения редкоземельных элементов из отходов (шлака) Кадамжайского сурьмяного комбината, Для этого использовалась электроактивированная вода с добавлением 50%-ной серной кислоты в количестве 3–10% в соотношении Т:Ж 1:1 при температуре 40–80 °С. Содержание редкоземельных элементов в растворе определено фотометрическим методом в среде с рН=2,2 внесением арсеназо (*реагент для концентрирования, разделения и определения более 40 элементов*), при длине волны 680 нм по отношению к раствору сравнения, в результате которого установлено, что суммарная масса редкоземельных элементов составляла 96 мг/л.

*Abstract.* The article discusses methods for extracting rare earth elements from waste (slag) of the Kadamzhai Antimony Combine. For this, electrically activated water was used with the addition of 50% sulfuric acid in an amount of 3–10% in the ratio S:L 1:1 at a temperature of 40–80 °C. The content of rare earth elements in the solution was determined photometrically in a medium with рН=2.2 by adding arsenazo (a reagent for concentration, separation and determination of more than 40 elements) at a wavelength of 680 nm with respect to the reference solution, as a result of which it was found that the total mass of rare earth elements was 96 mg/l.

*Ключевые слова:* сурьма, Кадамжайское месторождение, редкоземельные элементы.

*Keywords:* antimony, Kadamzhai deposit, rare earth elements.

Известно, что к редкоземельным металлам относятся: лантан, церий, неодим, празеодим, самарий, прометий, гадолиний, европий, тербий, гольмий, диспрозий, эрбий, иттербий, лютеций, тулий, скандий, иттрий. Установлено, что наружные электронные уровни этих атомов практически одинаковы, именно с этим связаны химические и физические свойства металлов.

Представители данной группы обладают довольно высокой реакционной способностью, которая усиливается при нагревании. Например, при повышенной температуре некоторые металлы способны реагировать с водородом. Кроме того, при нагревании эти элементы взаимодействуют с кислородом, образуя стойкие, нерастворимые в воде оксиды.

При горении металлов в атмосферном кислороде наблюдается выделение значительного количества тепла. Именно для этой группы характерна пирофорность —

которые имеют свойства искриться в воздухе. Редкоземельные металлы могут также образовывать гидроксиды, которые плохо растворяются в воде и обладают некоторыми амфотерными свойствами. Практически для всех представителей группы РЗЭ степень окисления равна +3, однако активность элементов не одинаковы. Самым активным считается лантан. Данные элементы используются в совершенно различных отраслях. Например, их широко применяют в стекольной промышленности. Во-первых, они повышают светопрозрачность стекла, а во-вторых эти металлы используются для производства стекла специального назначения – стекла поглощающие ультрафиолетовые лучи или пропускание инфракрасных излучений. С помощью редкоземельных веществ производят жаростойкие стекла [1]. Самые высокие темпы роста РЗЭ прогнозируется для магнитов катализаторов и керамики со средними ежегодными темпами роста 6% за период. Легкие редкоземельные элементы (LREE) используются в производстве жидких катализаторов каталитического крекинга (FCC) автокатализаторов, которые вместе составляют около 16% мирового спроса. Люминофоры и пигменты составляют чуть более 6% от общего объема потребления редкоземельных элементов, но почти 15% по стоимости.

Люминофор является основным рынком для европия и иттербия, тяжелых редкоземельных элементов (HREE) с высокой стоимостью, а также церия [2].

Патентное исследование и анализ литературы показало, что в изобретении [3] разработана технологии извлечения редких и редкоземельных металлов из природного Техническим результатом данного изобретения является снижение расходов реагентов (кислот) на выщелачивание редкоземельных элементов из углей или золошлаковых отходов и упрощение процесса извлечения и очистки этих металлов при переработке растворов выщелачиванием.

В [4] предложен способ извлечения РЗЭ из фосфогипса, включающий обработку фосфогипса раствором серной кислоты, фильтрацию и выделение РЗЭ из отхода. Наряду с этим также предложен второй способ извлечения РЗЭ, включающий измельчение исходного материала и его обработку выщелачивающим раствором при нагревании, в котором выщелачивание проводят раствором активированной, путем электролиза воды с добавкой 50%-ной серной кислоты в количестве 3–10% в соотношении Т:Ж=1:1 и температуре 40–80 °С. Использование активированной, путем электролиза воды с добавлением 50%-ной серной кислоты в количестве 3–10%-ной, позволяет повысить степень перехода РЗЭ в раствор и получить РЗЭ высокого качества. Использование предлагаемого способа извлечения редкоземельных элементов из углей и золошлаковых отходов от их сжигания позволит значительно удешевить процесс и повысит содержание РЗЭ в растворе до 99,9 [5].

Способ извлечения РЗЭ из фосфогипса, включает карбонизацию с получением карбоната кальция, его прокладку с образованием оксида кальция, выщелачивание раствором хлорида аммония с получением концентрата редкоземельных элементов, который подвергают сухой классификации с выделением фракции с размером частиц [6].

В изобретение [7] разработана технология извлечения редкоземельных металлов, что может быть использовано при комплексной переработке хвостов обогащения свинцово-цинковых руд. Способ извлечения редкоземельных элементов из отходов обогащения свинцово-цинковых руд включает кислотное выщелачивание, выделение редкоземельных элементов из раствора с дальнейшим получением концентрата при этом выделение редкоземельных элементов проводят осаждением первоначально гидроксидом аммония концентрацией 15–25% с последующим растворением полученного осадка в слабо концентрированной азотной кислоте, затем переводят осаждение редкоземельных элементов

щавелевой кислотой.

Из-за больших объемов складированных и вновь поступающих отходов (шламы, шлаки, порода, золы), обогатительные фабрики, использовавшие технологии выделения редких и драгоценных металлов параллельно с основным производством являлся рентабельным даже при низкой концентрации РЗЭ [8].

В статье В. Ю. Рогова дана оценка ресурсов глинозема и редкоземельных элементов, содержащихся в крупнотоннажных отходах переработки апатит-нефелиновых руд в золошлаковых отходах тепловых электростанций, отходах переработки бокситов [9]. Показана возможность импортозамещения и обеспечение дополнительной потребности в глиноземе для новых алюминиевых заводов за счет использования этих ресурсов. Сформулированы положения о формировании организационно-экономического механизма использования техногенных отходов [10].

В настоящей статье исследованы химический состав техногенных отходов (шлак отвальный и флотационный хвостовой отход) Кадамжайского сурьмяного комбината (КСК). Определены ценные редкоземельные химические элементы (иттербий, иттрий, лантан, скандий и др.) химическим, атомно-эмиссионным и рентгено-флуоресцентным методом [11].

В экспериментальной части предложены [5] способы извлечения редкоземельных элементов, включающий измельчение исходного материала и его обработку выщелачивающим раствором при нагревании, в котором выщелачивание проводится раствором активированной, путем электролиза воды с добавкой 50%-ной серной кислоты в количестве 3-10% в соотношении Т:Ж=1:1 и температуре 40–80°C. Способы извлечения редкоземельных элементов из техногенных отходов КСК повысит содержание РЗЭ в растворе до 99,5%. Далее 2 мл полученного фильтрата помещают в колбе 50 мл, прибавляют 10 мл воды, 1 мл (1%-ной) аскорбиновой кислоты, (для маскировки ионов  $Fe^{+3}$ , которое не реагирует с арсеназо (111), перемешивают и выдерживают 2 мин. Прибавляют 0,5 мл 1%-ной сульфаниловой кислоты, 3 капли 1%-ного раствора а-динитрофенол нейтрализуют, 25 гидроксидом аммония до желтой окраски, далее прибавляют по каплям HCl (3–4%-ную) до обесцвечивания раствора, прибавляют 5 мл буферного раствора (pH=2,2) и 2 мл (0,1%-ного) арсеназо (111) перемешивают. Раствор в колбе доводят водой до метки и перемешивают, через 30 мин. измеряют величину оптической плотности полученного раствора на КФК-3.01 в кювете толщиной 30 мм при длине волне 680 нм по отношению к раствору сравнения т.е. определение содержания РЗЭ проводят путем сравнения оптической плотности полученного раствора и холостого опыта. Далее по градуировочному графику определяют массу суммы РЗЭ в миллиграммах [12–14]. Стандартный раствор соли лантана растворяют в дистиллированной воде 2,05823 г лантан азотнокислый 6-водный ( $La_2(NO_3)_3 \times 6H_2O$ ) в 1000 мл мерной колбе.

Обработка экспериментальных данных проводилась на основе следующей формулы:

$$X = \frac{A - a \times 100}{V};$$

где А — количество лантана в пробе, найденное по калибровочной кривой, мг; а — количество лантана найденное в холостой пробе, мг; V — объем раствора, взятой для анализа:

$$X = \frac{(A - a) \times 1000}{V} = \frac{(4,8 - 0) \times 1000}{V} = 96$$

На основе полученных данных сделаны следующие выводы:

1. Извлечение редкоземельных элементов проводилось на основе

электроактивированной воды с добавлением 50%-ной серной кислоты в количестве 3–10% в соотношении Т:Ж=1:1 и температуре 40–80 °С.

2. Содержание РЗЭ в растворе определено фотометрическим методом с рН=2,2 среде с использованием арсената (III) при длине волны 680 нм по отношению к раствору сравнения. Суммарная масса извлеченного лантана составляла 96 мг/л.

*Список литературы:*

1. Кагаков Ю. Н. Химия и химическая технология. Астрахань, 1999. 121 с.
2. Мировая экономика, развитие мировой экономики, проблемы и структура мировой экономики, <http://www.ereport.ru/>
3. Кузьмин В. И. Способ извлечения редкоземельных металлов и иттрия из углей золошлаковых отходов от их сжигания. Патент RU 2 293 134 С1. Начало действия: 2005.05.26. 2007.02.10
4. Чукунова Г. Г., Жекеев М. К., Бахов Ж. К., Анарбаев А. А. Способ извлечения редкоземельных элементов из фосфогипса. Патент №25549, Республика Казахстан. Опубликовано: 15.03.2012.
5. Батъкаева Н. Р., Батъкаев Р. И., Батъкаева Л. Р., Протопопов А. В. Способ извлечения редкоземельных элементов из углей и золошлаковых отходов от их сжигания. Патент 27450, Казахстан. Опубликовано: 15.10.2013.
6. Юлусов С. Б., Гушин А. П., Дуленин А. П., Суркова Т. Ю. Способ извлечения редкоземельных элементов из ураносодержащих растворов. Патент №26590, Республика Казахстан. Опубликовано: 15.12.2010.
7. Сулейменова У. Я., Тусупбаев Н. К., Ешпанова Г. Т., Кшибеков Б. Д., Танекеева М. Ш. Способ извлечения редкоземельных элементов из отходов обогащения свинцово–цинковых руд. Патент №24708, Республика Казахстан. Опубликовано: 15.09.2014.
8. Гриб Н. Н., Павлов С. С., Рэдлик Э. Ф. Техногенные образования отходов в углеобогащения – источник извлечения редких металлов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. №5-3. С. 371-374.
9. Рогов В. Ю. Техногенные ресурсы получения глинозема и редкоземельных элементов. Каким быть механизму обращения промышленных отходов // Global & Regional Research. 2020. Т. 2. №1. С. 133-138.
10. Чантурия В. А., Козлов А. П., Шодрунова И. В., Ожогина Е. Г. Приоритетные направления развития поисковых и прикладных научных исследований в области использования в промышленных масштабах отходов добычи и переработки полезных ископаемых // Горная промышленность. 2014. №1 (113). С. 54.
11. Эркинбаева Н. А., Ташполотов Ы., Ысманов Э. М. Исследование химического состава промышленных отходов Кадамжайского сурьмяного комбината // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №12. С. 73-78. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/61/08>
12. Цитович И. К. Аналитическая химия. М.: Высшая школа, 1985. 319 с.
13. Крешков А. П. Основы аналитической химии. М: Химия, 1976. 480 с.
14. Хитрова О. А. Способ фотометрического определения редкоземельных элементов. Патент РФ №2511375.

*References:*

1. Kagakov, Yu. N. (1999). Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya. Astrakhan. (in Russian).
2. World economy, development of the world economy, problems and structure of the world

economy, <http://www.ereport.ru/>

3. Kuzmin, V. I. Method of extracting rare-earth metals and yttrium from ash and slag waste coal from their combustion. Patent RU 2 293 134 C1. Commencement of action: 2005.05.26. 2007.02.10
4. Chukenova, G. G., Zhekeev, M. K., Bakhov, Zh. K., & Anarbaev, A. A. Method of extracting rare earth elements from phosphogypsum. Patent No. 25549, Republic of Kazakhstan. Published: 15.03.2012.
5. Batkaeva, N. R., Batkaev, R. I., Batkaeva, L. R., & Protopopov, A. V. Method of extracting rare earth elements from coal and ash and slag waste from their combustion. Patent 27450, Kazakhstan. Published: 15.10.2013.
6. Yulusov, S. B., Gushchin, A. P., Dulenin, A. P., & Surkova, T. Yu. Method of extracting rare earth elements from uranium-containing solutions. Patent No. 26590, Republic of Kazakhstan. Published: 15.12.2010.
7. Suleimenova, U. Ya., Tusupbaev, N. K., Eshpanova, G. T., Kshibekov, B. D., & Tanekeeva, M. Sh. A Method for Extraction of Rare Earth Elements from Waste of Lead-Zinc Ore Concentration. Patent No. 24708, Republic of Kazakhstan. Published: 15.09.2014.
8. Grib, N. N., Pavlov, S. S., & Redlikh, E. F. (2016). Tekhnogennye obrazovaniya otkhodov v ugle obogashcheniya - istochnik izvlecheniya redkikh metallov. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, (5-3), 371-374. (in Russian).
9. Rogov, V. Yu. (2020). Technogenic resources of alumina and rare earth elements production. What should be the mechanism of industrial waste management? *Global & Regional Research*, 2(1), 133-138. (in Russian).
10. Chanturiya, V. A., Kozlov, A. P., Shodrunova, I. V., & Ozhogina, E. G. (2014). Prioritetnye napravleniya razvitiya poiskovykh i prikladnykh nauchnykh issledovaniy v oblasti ispol'zovaniya v promyshlennykh masshtabakh otkhodov dobychii pererabotki poleznykh iskopaemykh. *Gornaya promyshlennost'*, (1), 54, (in Russian).
11. Erkinbaeva, N., Tashpolotov, Y., & Ysmanov, E. (2020). Research of the Chemical Composition of Industrial Waste of the Kadamzhay Antimony Combine. *Bulletin of Science and Practice*, 6(12), 73-78. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/61/08>
12. Tsitovich, I. K. (1985). *Analiticheskaya khimiya*. Moscow. (in Russian).
13. Kreshkov, A. P. (1976). *Osnovy analiticheskoi khimii*. Moscow. (in Russian).
14. Khitrova, O. A. Method of photometric determination of rare earth elements. RF patent No. 2511375.

Работа поступила  
в редакцию 17.12.2020 г.

Принята к публикации  
22.12.2020 г.

Ссылка для цитирования:

Эркинбаева Н. А. Технология извлечения редкоземельных элементов из шлака Кадамжайского сурьмяного комбината // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №1. С. 311-315. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/62/33>

Cite as (APA):

Erkinbaeva, N. (2021). Technology for the Extraction of Rare Earth Elements From Slag Kadamzhai Antimony Combine. *Bulletin of Science and Practice*, 7(1), 311-315. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/62/33>

