

УДК 66.092.088

https://doi.org/10.33619/2414-2948/96/40

ДОПОЛНЕНИЕ К ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СКАНДИЯ ИЗ ШТЕЙНА КАДАМЖАЙСКОГО СУРЬМЯНОГО КОМБИНАТА

©Укелеева А. З., SPIN-код: 8073-4601, канд. хим. наук, Институт химии
и фитотехнологии НАН КР, г. Бишкек, Кыргызстан

©Жусупова Ж. Б., Кыргызский национальный университет им. Жусупа Баласагына,
г. Бишкек, Кыргызстан

©Джумабекова Э. Ш., SPIN-код: 7640-0321, Кыргызский национальный аграрный
университет им. К.И. Скрябина, г. Бишкек, Кыргызстан

©Ысманов Э. М., SPIN-код: 9846-0070, канд. техн. наук,
Институт природных ресурсов им. А. С. Джаманбаева ЮО НАН КР,
г. Ош, Кыргызстан, eshkozu1960@mail.ru

ADDENDUM TO THE TECHNOLOGY FOR EXTRACTION OF SCANDIUM FROM MATTE OF THE KADAMZHAI ANTIMONY PLANT

©Ukeleeva A., SPIN code: 8073-4601, Ph.D., Institute of Chemistry and Phytotechnology
of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyzstan

©Zhusupova Zh., SPIN-code: 7640-0321, Kyrgyz National University named after Jusup
Balasagyn, Bishkek, Kyrgyzstan

©Dzhumabekova E., Kyrgyz national agrarian university after K.I. Skryabin, Bishkek, Kyrgyzstan

©Ysmanov E., SPIN-code: 9846-0070, Ph.D., Institute of Natural Resources
named after A. S. Jamanbaev SD NAS KR, Osh, Kyrgyzstan, eshkozu1960@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены способы извлечения редкоземельных элементов из отходов (штейна) Кадамжайского сурьмяного комбината. Для этого было использовано количественное определение скандия методом фотоколориметрии растворов его комплексов, который по сравнению с известными менее долговечен, позволит провести анализ в течение 25–30 минут с достаточной точностью и дает возможность определять скандий в техногенных отходах без предварительного отделения мешающих примесей. Для этого в раствор добавляют аскорбиновую кислоту, доводят pH до 1–2, затем добавляют ксиленоловый оранжевый и колориметр обычными методами. На фотоколориметрию не влияют щелочноземельные элементы (Ca, Ba, Sr, Mg), редкоземельные элементы (La, Pr, Nd, Sm и другие), а также иттрий, цинк, кадмий, марганец, железо. Вредное воздействие Fe устраняется добавлением аскорбиновой кислоты.

Abstract. The article discusses methods for extracting rare earth elements from the waste (matte) of the Kadamzhai antimony plant. For this purpose, the quantitative determination of scandium was used by photocolorimetry of solutions of its complexes, which, compared to the known ones, will allow analysis within 25-30 minutes with sufficient accuracy and makes it possible to determine scandium in technogenic waste without preliminary separation of interfering impurities. To do this, add ascorbic acid to the solution, adjust the pH to 1-2, then add xylenol orange and colorimeter using the usual methods Photocolorimetry is not affected by alkaline earth elements (Ca, Ba, Sr, Mg), rare earth elements (La, Pr, Nd, Sm and others), as well as yttrium, zinc, cadmium, manganese, iron. The harmful effects of Fe are eliminated by the addition of ascorbic acid.

Ключевые слова: сурьма, Кадамжайское месторождение, редкоземельные элементы, скандий, штейн.

Keywords: antimony, Kadamzhai deposit, rare earth elements, scandium, matte.

Группа из 17 элементов, включающая скандий, иттрий и лантаноиды (лантан, церий, празеодим, неодим, прометий, самарий, европий, гадолиний, тербий, диспрозий, гольмий, эрбий, тулий, иттербий, лютеций. Скандий, иттрий и лантаноиды имеют высокую реакционную способность. 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 [1–9].

Именно для этой группы характерна пирофорность, которая имеет 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.[14, 15].

Данные элементы используются в совершенно различных отраслях. Их широко применяют в стекольной промышленности. Во-первых, они повышают светопрозрачность стекла, а во-вторых эти металлы используются для производства стекла специального назначения – стекла поглощающего ультрафиолетовые лучи или пропускающего инфракрасные излучения. С помощью редкоземельных веществ производят жаростойкие стекла [1].

Самые высокие темпы роста РЗЭ прогнозируются 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) авто катализаторов, 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 изобретениях разработаны технологии извлечения редких и редкоземельных металлов [3]. Техническим результатом 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 [10].

Имеется способ извлечения РЗЭ из фосфогипса, включающий обработку фосфогипса раствором серной кислоты, фильтрацию и выделение РЗЭ из отхода [5]. 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% серной кислоты в количестве 3-10% в соотношении Т:Ж=1:1 и температуре 40-80°C. Использование активированной, путем электролиза воды с добавлением 50% серной кислоты в количестве 3-10%, 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% [4].

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].

Разработана технология извлечения редкоземельных металлов, что может быть использовано при комплексной переработке хвостов обогащения свинцово-цинковых руд [7]. 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 боксидов. 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 [9].

Ранее был исследован 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 [16-23]. Самая мелкая фракция (0,05 мкм, 40%) применяется для исследования химического состава отвального штейна, что позволяет определить точные результаты исследований [12]. Скандий достаточно точно можно определить фотоколориметрическим методом из магниевых и алюминиевых сплавах без предварительного отделения мешающих примесей [15].

Экспериментальная часть

Предложено использование извлечения Скандия фотоколориметрическим методом из магниевых и алюминиевых сплавов без предварительного отделения мешающих примесей. Метод использовали для извлечения скандия от техногенного отхода (штейн) [13-15].

Для этого использовалась количественного определения скандия путем спектрометрирования растворов его комплексов и позволяет провести анализ в течение 25-30 мин с достаточной точностью. Это дает возможность определять скандий в техногенных отходах без предварительного отделения мешающих примесей.

Для этого к раствору добавляют аскорбиновую кислоту, доводят рН до 1-2, после чего вводят ксиленоловый оранжевый и колориметрировать обычными приемами.

На фотоколориметрирование не влияют щелочноземельные элементы (Ca, Ba, Sr, Mg), редкоземельные элементы (La, Pr, Nd, Sm и другие), а также иттрий, цинк, кадмий, марганец,

железо. Влияние Fe устраняется добавкой аскорбиновой кислоты. Навеску техногенного отхода в 1 г растворяют в 20-10 мл соляной кислоты 1:1. Раствор переносят в мерную колбу емкостью 100 мл, прибавляют 5 мл 2% свежеприготовленного раствора аскорбиновой кислоты ацетат натрия в виде 50% раствора до окрашивания бумаг конго в добавляют 5 мл 0,1% раствора ксиленолового оранжевого, доводят объем мерной колбы до метки водой и тщательно перемешивают. Через 20 мин перешивания колориметрируют спектрофотометром ПЭ-5400 УФ с зеленого фильтра (длиной волны 750 нм) и кюветы с толщиной 10 мм [14-16].

Стандартный раствор содержащий 500 мкг/мл готовят растворением 0,05 г Sc_2O_3 , предварительно прокаленной при $90^{\circ}C$ в течение 30 мин в стакане емкостью 50 мл. Навеску смачивают несколькими каплями воды, приливают 5 мл концентрированной азотной кислоты, 2 мл перекиси водорода, накрывают часовым стеклом и растворяют при умеренном нагревании. После растворения навески и охлаждения раствора содержимое стакана количественно переносят в мерную колбу, емкостью 10 мл и доводят дистиллированной водой до метки. Обработка экспериментальных данных проводилась на основе следующей формулы: $X=A-a \times 100/V$; где A — количество скандия в пробе, найденное по калибровочной кривой, мг; a — количество скандия найденное в холостой пробе, мг; V — объем раствора, взятой для анализа.

На основе полученных данных сделаны следующие выводы:

1. Извлечение редкоземельных элементов проводилось на основе определения скандия путем спектрометрирования растворов его комплексов, который по сравнению с известными менее длителен, позволяет провести анализ в течении 25-30 мин с достаточной точности и дает возможность определять скандия в техногенных отходах без предварительного отделения мешающих примесей.

2. Масса извлеченного скандия составила 99,28 мг/л.

Список литературы:

1. Кагаков Ю. Н. Химия и химическая технология. Астрахань, 1999. 121 с.
2. Кудров В. М. Мировая экономика. М.: Юстицинформ, 2010. 509 с.
3. Кузьмин В. И. Способ извлечения редкоземельных металлов и иттрия из углей золошлаковых отходов от их сжигания. Патент RU 2 293 134 С1.
4. 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, Казакстан. Опубликовано: 15.10.2013.
5. Чукунова Г. Г., Жекеев М. К., Бахов Ж. К., Анарбаев А. А. Способ извлечения редкоземельных элементов из фосфогипса. Патент №25549, Республика Казакстан. Опубликовано: 15.03.2012.
6. Юлусов С. Б., Гуцин А. П., Дуленин А. П., Суркова Т. Ю. Способ извлечения редкоземельных элементов из ураносодержащих растворов. Патент №26590, Республика Казакстан. 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 Казакстан. Опубликовано: 15.09.2014.
8. Гриб Н. Н., Павлов С. С., Рэдлх Э. Ф. Техногенные образования отходов 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 and 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 переработки полезных ископаемых // *Горная промышленность*. 2014. №1 (113). С. 54. EDN: TRUASW
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. Тунгучбекова Ж. Т., Ибраева Ж., Мурзубраимов Б., Ысманов Э. М., Шабданова Э. А. Определение гранулометрического состава фильтрационного кека методом ситового анализа // *Бюллетень науки и практики*. 2023. Т. 9. №5. С. 388-394. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/90/48>
13. Цитович И. К. Курс аналитической химии. М.: Высшая школа, 1994. 495 с.
14. Крешков А. П. Основы аналитической химии. М.: Химия, 1976. 480 с.
15. Володарская Р. С., Дервянко Г. Н. Способ количественного определения скандия. Советский патент, SU 143785A1.
16. Ысманов Э. М. Эффективное обогащение металлической сурьмы из отходов Кадамжайского сурьмяного комбината (КСК) гравитационным способом и определение содержания сурьмы, мышьяка и железа химическими методами // *Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова*. 2016. №4. С. 81-85.
17. Ысманов Э. М., Абдалиев У. К., Ташполотов Ы. Обогащение сурьмяных отходов на основе гравитационного метода // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016. №7-5. С. 779-782. EDN WFAZWP
18. 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>
19. Ысманов Э. М., Абдалиев У. К., Ташполотов Ы. Осаждение мышьяка и железа из промышленных отходов (штейна и шлака) Кадамжайского сурьмяного комбината химическим методом // *Международный журнал экспериментального образования*. 2017. №1. С. 44-47. EDN XVGSP
20. Ысманов Э. М., Абдалиев У. К. Получение металлической сурьмы из промышленного отхода Кадамжайского сурьмяного комбината с помощью электролиза // *Наука. Образование. Техника*. 2016. №2(56). С. 144-151. EDN XAAQVT.
21. Ысманов Э. М. Получение ферросилиция Из сурьмяных отходов Кадамжайского сурьмяного комбината электродуговым способом // *Вестник Ошского государственного университета*. 2016. №4. С. 170-173. EDN XTBYED
22. Укелеева А. З., Шабданова Э. А., Шапакова Ч. К., Жусупова Ж. Ж., Мурзубраимов Б., Ысманов Э. М. Исследование гранулометрического состава техногенных отходов Кадамжайского сурьмяного комбината // *Бюллетень науки и практики*. 2023. Т. 9. №5. С. 395-399. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/90/49>
23. Тунгучбекова Ж. Т., Самбаева Д. А., Маймеков З. К., Укелеева А. З. Возможности переработки отвалных кеков, как сырья техногенного образования // *Проблемы региональной экологии*. 2018. №5. С. 59-64. EDN MIEHGH. <https://doi.org/10.24411/1728-323X-2019-15059>

References:

1. Kagakov, Yu. N. (1999). Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya. Astrakhan. (in Russian).
2. Kudrov, V. M. (2010) Mirovaya ekonomika. Moscow. (in Russian).
3. Kuz'min, V. I. (2012). Sposob izvlecheniya redkozemel'nykh metallov i ittriya iz uglei zoloshlakovykh otkhodov ot ikh szhiganiya. Patent RU 2 293 134 C1. (in Russian).
4. Bat'kaeva, N. R., Bat'kaev, R. I., Bat'kaeva, L. R., & Protopopov, A. V. (2013). Sposob izvlecheniya redkozemel'nykh elementov iz uglei i zoloshlakovykh otkhodov ot ikh szhiganiya. Patent 27450, Kazakstan. Opublikovano: 15.10.2013. (in Russian).
5. Chukenova, G. G., Zhekeev, M. K., Bakhov, Zh. K., & Anarbaev, A. A. (2012). Sposob izvlecheniya redkozemel'nykh elementov iz fosfogipsa. Patent №25549, Respublika Kazakstan. Opublikovano: 15.03.2012. (in Russian).
6. Yulusov, S. B., Gushchin, A. P., Dulenin, A. P., & Surkova, T. Yu. (2010). Sposob izvlecheniya redkozemel'nykh elementov iz uranosoderzhashchikh rastvorov. Patent №26590, Respublika Kazakstan. Opublikovano: 15.12.2010. (in Russian).
7. Suleimenova, U. Ya., Tusupbaev, N. K., Eshpanova, G. T., Kshibekov, B. D., & Tanekeeva, M. Sh. (2014). Sposob izvlecheniya redkozemel'nykh elementov iz otkhodov obogashcheniya svintsovo-tsinkovykh rud. Patent №24708, Respublika Kazakstan. Opublikovano: 15.09.2014. (in Russian).
8. Grib, N. N., Pavlov, S. S., & Redlikh, E. F. (2016). Tekhnogennye obrazovaniya otkhodov ugleobogashcheniya – istochnik izvlecheniya redkikh metallov. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, (5-3), 371-374. (in Russian).
9. Rogov, V. Yu. (2020). Tekhnogennye resursy polucheniya glinozema i redkozemel'nykh elementov. Kakim byt' mekhanizmu obrashcheniya promyshlennykh otkhodov? *Global and 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 (113)), 54. (in Russian). EDN: TRUASW
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. Tunguchbekova, Zh., Ibraeva, Zh., Murzubraimov, B., Ysmanov, E. & Shabdanova, E. (2023). Determination of the Particular Composition of the Filter Cake by the Sieve Method. *Bulletin of Science and Practice*, 9(5), 388-394. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/90/48>
13. Tsitovich, I. K. (1994). Kurs analiticheskoi khimii. Moscow. (in Russian).
14. Kreshkov, A. P. (1976). Osnovy analiticheskoi khimii. Moscow. (in Russian).
15. Volodarskaya, R. S., & Derevyanko, G. N. (2012). Sposob kolichestvennogo opredeleniya skandiya. Sovetskii patent, SU 143785A1. (in Russian).
16. Ysmanov, E. M. (2016). Effektivnoe obogashchenie metallicheskoj sur'my iz otkhodov Kadamzhaiskogo sur'myanogo kombinata (KSK) gravitatsionnym sposobom i opredelenie sodержание sur'my, mysh'yaka i zheleza khimicheskimi metodami. *Vestnik Kyrgyzskogo gosudarstvennogo universiteta stroitel'stva, transporta i arkhitektury im. N. Isanova*, (4), 81-85. (in Russian).
17. Ysmanov E. M., Abdaliev U. K., Tashpolotov Y. 2016. Obogashchenie sur'myanykh otkhodov na osnove gravitatsionnogo metoda. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, (7-5), 779-782. (in Russian). EDN WFAZWP

18. 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>
19. Ysmanov, E. M., Abdaliev, U. K., & Tashpolotov, Y. (2017). Osazhdenie mysh'yaka i zheleza iz promyshlennykh otkhodov (shteina i shlaka) Kadamzhaiskogo sur'myanogo kombinata khimicheskim metodom. *Mezhdunarodnyi zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*, (1), 44-47. (in Russian). EDN XVGSP
20. Ysmanov, E. M., & Abdaliev, U. K. (2016). Poluchenie metallicheskoj sur'my iz promyshlennogo otkhoda Kadamzhaiskogo sur'myanogo kombinata s pomoshch'yu elektroliza. *Nauka. Obrazovanie. Tekhnika*, (2(56)), 144-151. (in Russian). EDN XAAQVT.
21. Ysmanov, E. M. (2016). Poluchenie ferrosilitsiya Iz sur'myanykh otkhodov Kadamzhaiskogo sur'myanogo kombinata elektrodugovym sposobom. *Vestnik Oshskogo gosudarstvennogo universiteta*, (4), 170-173. (in Russian). EDN XTBYED
22. Ukeleeva, A., Shabdanova, E., Shapakova, Ch., Zhusupova, Zh., Murzubraimov, B. & Ysmanov, E. (2023). Study of the Granulometric Composition of Technogenic Wastes of the Kadamzhai Antimony Plant. *Bulletin of Science and Practice*, 9(5), 395-399. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/90/49>
23. Tunguchbekova, Zh. T., Sambaeva, D. A., Maimekov, Z. K., & Ukeleeva, A. Z. (2018). Vozmozhnosti pererabotki otval'nykh kekov, kak syr'ya tekhnogenogo obrazovaniya. *Problemy regional'noi ekologii*, (5), 59-64. EDN MIEHGH. (in Russian). <https://doi.org/10.24411/1728-323X-2019-15059>

Работа поступила
в редакцию 27.09.2023 г.

Принята к публикации
08.10.2023 г.

Ссылка для цитирования:

Укееева А. З., Жусупова Ж. Б., Джумабекова Э. Ш., Ысманов Э. М. Дополнение к технологии извлечения скандия из штейна Кадамжайского сурьмяного комбината // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №11. С. 310-316. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/96/40>

Cite as (APA):

Ukeleeva, A., Zhusupova, Zh., Dzhumabekova, E., & Ysmanov, E. (2023). Addendum to the Technology for Extraction of Scandium From Matte of the Kadamzhai Antimony Plant. *Bulletin of Science and Practice*, 9(11), 310-316. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/96/40>