

УДК 553.492.4

Мурзубраимов Бектемир.Мурзубраимович,

д.х.н., проф., академик НАН КР

Кочкорова З.Б.,

к.х.н., в.н.с. ИХиФ НАН КР

Бекболот кызы Бактыгул,

к.х.н., Кыргыз патент

Турдубай кызы Айнур,

научный сотрудник ИХиФ НАН КР

Бейшенбек кызы Уулкелди,

младший научный сотрудник ИХиФ НАН КР

Murzubraimov Bektemir.Murzubraimovich,

doctor of chemical sciences, professor, academician of NAS KR

Kochkorova Z.B.

candidate of chemical sciences, leading researcher

Bekbolot kyzy Baktygul,

candidate of chemical sciences, Kyrgyz patent

Turdubai kyzy Ainur,

researcher

Beishenbek kyzy Uulkeldi,

junior researcher

laboratory of Processing of Mineral and Organic Raw Materials

*Институт химии и фитотехнологии НАН КР
Institute of Chemistry and Phytotechnology, NAS KR***ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВСКРЫТИЯ НЕФЕЛИНОВЫХ
СИЕНИТОВ МЕТОДОМ СПЕКАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СУЛЬФАТА
НАТРИЯ****НЕФЕЛЕНДҮҮ СИЕНИТТЕРДИ НАТРИЙ СУЛЬФАТЫ МЕНЕН КҮЙГҮЗҮҮ
ЫКМАСЫ АРКЫЛУУ АЖЫРАТУУНУН МҮМКҮНЧҮЛҮГҮН ИЗИЛДӨӨ****INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF DISSOLUTION OF NEPHELENE
SYENITE THROUGH SODIUM SULFATE IGNITION METHOD**

Аннотация. Проведены исследования возможности вскрытия нефелиновых сиенитов Сандыкского месторождения методом спекания с применением сульфата натрия и последующего разложения спека серной кислотой. Изучено влияние температуры (от 650 до 950°C) и продолжительности спекания (от 30 до 120 мин.) на извлечения соединений алюминия и железа. Выявлено, что оптимальным условием спекания нефелиновых сиенитов с сульфатом натрия является 750°C и продолжительность спекания более 60 мин. Показано, что спекания нефелиновых сиенитов сульфатом натрия и последующая сернокислотное разложения спека обуславливает извлечению Al_2O_3 (53,4%), Fe_2O_3 (22,4%) и РЗМ (79,7-86,9%).

Ключевые слова: нефелиновые сиениты, спекание, сульфат натрия, оксид алюминия, оксид железа, редкоземельные элементы, серная кислота, кислотная обработка.

Аннотация. Сандык аймагындгы нефелиндүү сиениттерди натрий сульфаты менен күйгүзүү, андан кийин күйгүзүлгөн массаны күкүрт кислотасы менен ажыратуунун мүмкүнчүлүгү боюнча изилдөөлөр жүргүзүлдү. Температуранын (650дөн 950 °Сге чейин) жана күйгүзүүнүн узактыгынын (30дан 120 мүнөткө чейин) алюминий жана темир бирикмелеринин бөлүнүп чыгуусуна тийгизген таасири изилденген. Нефелиндүн сиениттерди натрий сульфаты менен күйгүзүү процессинин оптималдуу шарты 750 °С жана узактыгы 60 мүнөт экени аныкталды. Нефелиндүү сиениттерди натрий сульфаты менен күйгүзүү жана андан кийин күйгүзүлгөн массаны күкүрт кислотасын менен ажыратуу Al_2O_3 (53,4%), Fe_2O_3 (22,4%) жана сейрек кездешүүчү металлдардын (79,7-86,9%) алынышын шарттай тургандыгы аныкталган.

Негизги сөздөр: нефелин сиенити, күйгүзүү, натрий сульфаты, алюминий оксиди, темир оксиди, сейрек кездешүүчү элементтер, күкүрт кислотасы, кислота менен тазалоо.

Abstract. Research was conducted on the possibility of opening nepheline syenites from the Sandyk deposit using the sintering method with the application of sodium sulfate and subsequent decomposition of the sinter with sulfuric acid. The influence of temperature (from 650 to 950°C) and sintering duration (from 30 to 120 minutes) on the extraction of aluminum and iron compounds was studied. It was found that the optimal sintering conditions for nepheline syenites with sodium sulfate are 750°C and a sintering duration of more than 60 minutes. It was shown that sintering of nepheline syenites with sodium sulfate and subsequent sulfuric acid decomposition results in the extraction of Al_2O_3 (53.4%), Fe_2O_3 (22.4%), and REE (rare earth elements) (79.7-86.9%).

Keywords: nepheline syenites, sintering, sodium sulfate, aluminum oxide, iron oxide, rare earth elements, sulfuric acid, acid treatment.

Изучение химико-минералогического состава нефелиновых сиенитов Сандыкского месторождения [1-3] показывает, что кроме минерала нефелина в породе имеется достаточное количество полевошпатовых минералов (микроклина, ортоклаза, альбита и др.), являющихся трудноразлагаемыми при химической переработке. Поэтому в последнее время активно проводятся научно-исследовательские работы по вскрытию сандыкского нефелиновых сиенитов методом спекания с использованием неорганических солей [4-6].

В работе рассматриваются результаты исследований возможности разложения нефелиновых сиенитов методом спекания с

применением сульфата натрия и последующей обработкой спекшей массы серной кислотой.

В качестве объекта выбрана технологическая проба №2 нефелиновых сиенитов Сандыкского месторождения. Химический состав исследуемой породы следующий, %: 56,0 SiO_2 ; 19,65 Al_2O_3 ; 3,03 Fe_2O_3 ; 2,17 Na_2O ; 11,24 K_2O .

Для идентификации минерального состава технологической пробы №2 нефелиновых сиенитов проведен рентгенодифракционный анализ на дифрактометре ДРОН -3 на медном отфильтрованном излучении.

На рис.1 представлены рентгенограммы исследуемой пробы №2 нефелиновых сиенитов.

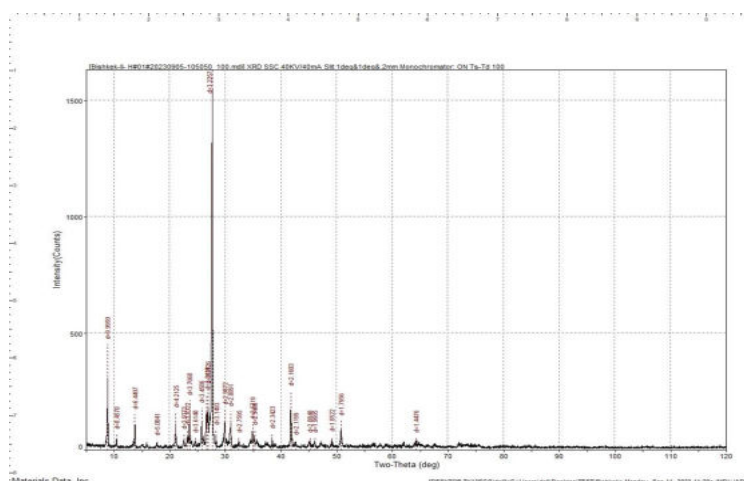


Рис. 1. Рентгенограмма нефелиновых сиенитов Сандыкского месторождения

Как следует из рисунка 1, на дифрактограмме нефелиновых сиенитов имеются дифракционные отражения с межплоскостным расстоянием d Å, равным: 3,6140; 2,8891; 2,7595; 2,1199; 1,9695 и 1,8522, указывающие о наличии нефелина. Имеются линии с величинами d Å, равные 9,9959; 6,4457; 4,2125; 3,2257; 2,9872; 2,5719; 2,3423; 2,1603; 2,1199; 1,7956 и 1,4476 Å, свидетельствующие о присутствии полевых шпатов: микроклина, ортоклаза, альбита и др. Обнаруживается линия кварца (3,3410; 2,3423; 2,0048 Å).

Процесс спекания нефелиновых сиенитов с сульфатом натрия производился в муфельной печи типа СНОЛ – 1,6.2,5.1/9 – М2У4.2. После окончания процесса спекания масса нефелиновых сиенитов выщелачивалась водой для удаления избытка вводимой соли и растворимых солей, далее высушенная масса подвергалась сернокис-

лотной обработке по методике, описанной в работе [5]. В процессе сернокислотного разложения спека продолжительность обработки кислотой была 60 мин, соотношение жидкой и твердой фазы (Ж:Т) составило 1:5, концентрация серной кислоты – 60% и температуры реакционной смеси 100°C. О вскрываемости исследуемых нефелиновых сиенитов при спекании с сульфатом натрия и разложении серной кислотой судили по степени извлечения алюминия и железа. Определение содержания алюминия и железа в пересчете на оксиды производили методом комплексонометрии [7].

Изучено влияние температуры спекания на процесс вскрываемости исследуемых нефелиновых сиенитов в интервале температур от 650 до 950°C.

На рис. 2 представлено влияние температуры спекания на степень извлечения оксида алюминия и железа.

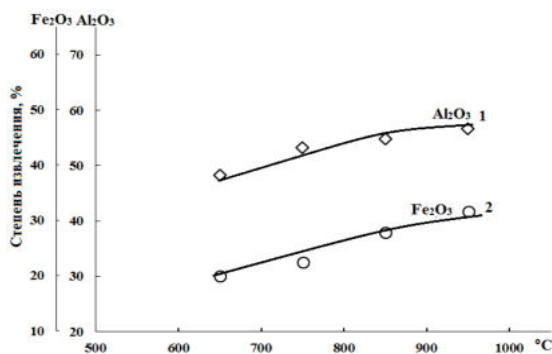


Рис. 2. Зависимости степени извлечения Al_2O_3 (1) и Fe_2O_3 (2)

от температуры спекания нефелиновых сиенитов с сульфатом натрия

Из данных рисунка 2 видно, что температура спекания оказывает существенное влияние на процесс разложения нефелиновых сиенитов. Так, если при спекании нефелиновых сиенитов при температуре 650 °С степень извлечения Al_2O_3 и Fe_2O_3 составляет 48,2 и 20,0 %, соответственно, то при температуре спекания 750 °С извлекаются достаточное содержание Al_2O_3 (53,2 %) и Fe_2O_3 (22,4 %).

С целью установления оптимального содержания сульфата натрия в процессе спекания проведены экспериментальные работы по изучению влияния массовых соотношений нефелиновых сиенитов к сульфату натрия (1:1; 1:1,5; 1:2; 1:3) на степень извлечения Al_2O_3 в раствор (рис.3).

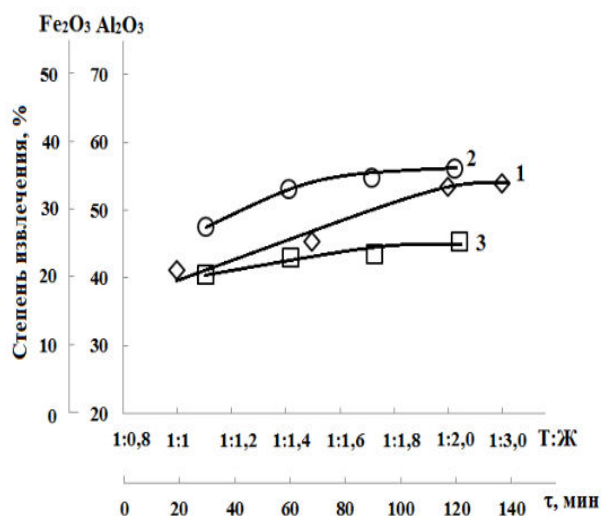


Рис.3. Зависимость степени извлечения Al_2O_3 (1) от массовых соотношений нефелиновых сиенитов к сульфату натрия и Al_2O_3 (2) и Fe_2O_3 (3) от продолжительности спекания

Как следует из рис. 3, в пределах массовых соотношений от 1:1 до 1:1,5 не наблюдается особого изменения содержания Al_2O_3 в растворе, при массовых соотношениях выше 1:2 происходит увеличение извлечения Al_2O_3 (53,2 %). Одним из важных факторов процесса спекания является продолжительность спекания. Изучение влияния продолжительности спекания (от 30 до 120 минут) на степень извлечения Al_2O_3 и Fe_2O_3 (рис. 3) показывает, что спеканию сандыкского нефелиновых сиенитов с сульфатом натрия достаточно произвести в течение 60 мин, при этом степень извлечения Al_2O_3 из нефелиновых сиенитов достигает

значений 53,2% и дальнейшее увеличение времени спекания мало влияет на извлечение алюминия в раствор. Следует отметить, что продолжительность практически мало влияет на извлечения соединений железа из породы. В изученном интервале времени спекания от 30 до 120 мин степень извлечения Fe_2O_3 изменяется в пределах от 19,9 до 24,6 %.

В данной работе также проведены исследования по определению содержания редкоземельных металлов (РЗМ) в исходном сырье и твердом нерастворимом в кислоте остатке на атомно-эмиссионном спектрометре ICP-AES OPIMA 5300DV результаты которых приведены в таблице.

Таблица. Результаты редкоземельных металлов в исходных нефелиновых сиенитах и твердом нерастворимом в кислоте остатке

Редкоземельные металлы (РЗМ)	Содержание РЗМ в нефелиновых сиенитах, мг/кг	Содержание РЗМ в твердом остатке		Степень извлечения РЗМ, %
		мг/кг	%	
1	2	3	4	5
Церий	91,82	11,99	13,1	86,9
Диспрозий	3,01	0,61	20,2	79,7
Эрбий	1,66	0,30	18,1	81,9
Европий	1,49	0,71	47,7	52,3
Годолиний	4,18	0,76	18,2	81,8
Гольмий	0,69	0,12	17,4	82,6
Лантан	47,78	7,19	15,1	85,0
Лютеций	0,32	0,06	18,8	81,3
Неодим	35,35	5,44	15,3	84,6
Празеодим	10,38	1,36	13,1	86,9
Самарий	5,52	1,06	19,2	80,8
Тербий	0,70	0,12	17,1	82,9
Тулий	0,36	0,07	19,4	80,6
Иттербий	1,81	0,30	16,6	83,4

Из данных таблицы следует, что в составе исследуемых нефелиновых сиенитов кроме соединений алюминия, железа, кремния, щелочных и щелочно-земельных металлов имеется определенное содержания РЗМ (205,05 мг/кг). После спекания нефелиновых сиенитов с сульфатом натрия и последующим сернокислотным разложением содержание РЗМ в твердом нераствори-

мом в кислоте остатке составляет 30,07 мг/кг (уменьшается до 14,5 %). Основная часть РЗМ, кроме европия, извлекается в раствор, где степень извлечения РЗМ доходит до 79,7-86,9 %, а европия составляет 47,7 %. Изложенные данные свидетельствуют о перспективах дальнейших исследований по разработке рациональной технологической схемы выделения РЗМ из нефелиновых сиенитов.

Таким образом, на основании выше изложенного можно заключить, что спекания сандыкских нефелиновых сиенитов с сульфатом натрия, проводимое при их массовых соотношениях сырья: Na_2SO_4 , равных 1:2, при температуре 750°C и продолжительности спекания более 60 минут в основном

обеспечивает извлечение оксида алюминия (53,2 %) и РЗМ (79,7-86,9 %) из породы, являющихся ценными продуктами химической и алюминиевой промышленности, а также в приборостроении, металлургии, радиоэлектронике, машиностроении, атомной техники и др.

Литература

1. Рыспаев О.Р., Чижиков Д.М., Китлер И.Н. Изучение поведения отдельных глиноземсодержащих минералов, входящих в состав нефелиновых сиенитов при действии азотной кислоты // О комплексном использовании нефелиновых пород в Киргизии. – Фрунзе, 1968. - С.110-116.
2. Садыралиева, У.Ж. Исследование целесообразности комплексной переработки нефелино-сиенитовых руд месторождения Сандык // Технические науки – от теории к практике. - 2016. - №12 (60). - С.41-45.
3. Мурзубраимов Б.М, Жаснакунов Ж.К, Сатывалдиев А.С. Нефелиновые породы Кыргызстана и их переработка. - Бишкек. 2019. -