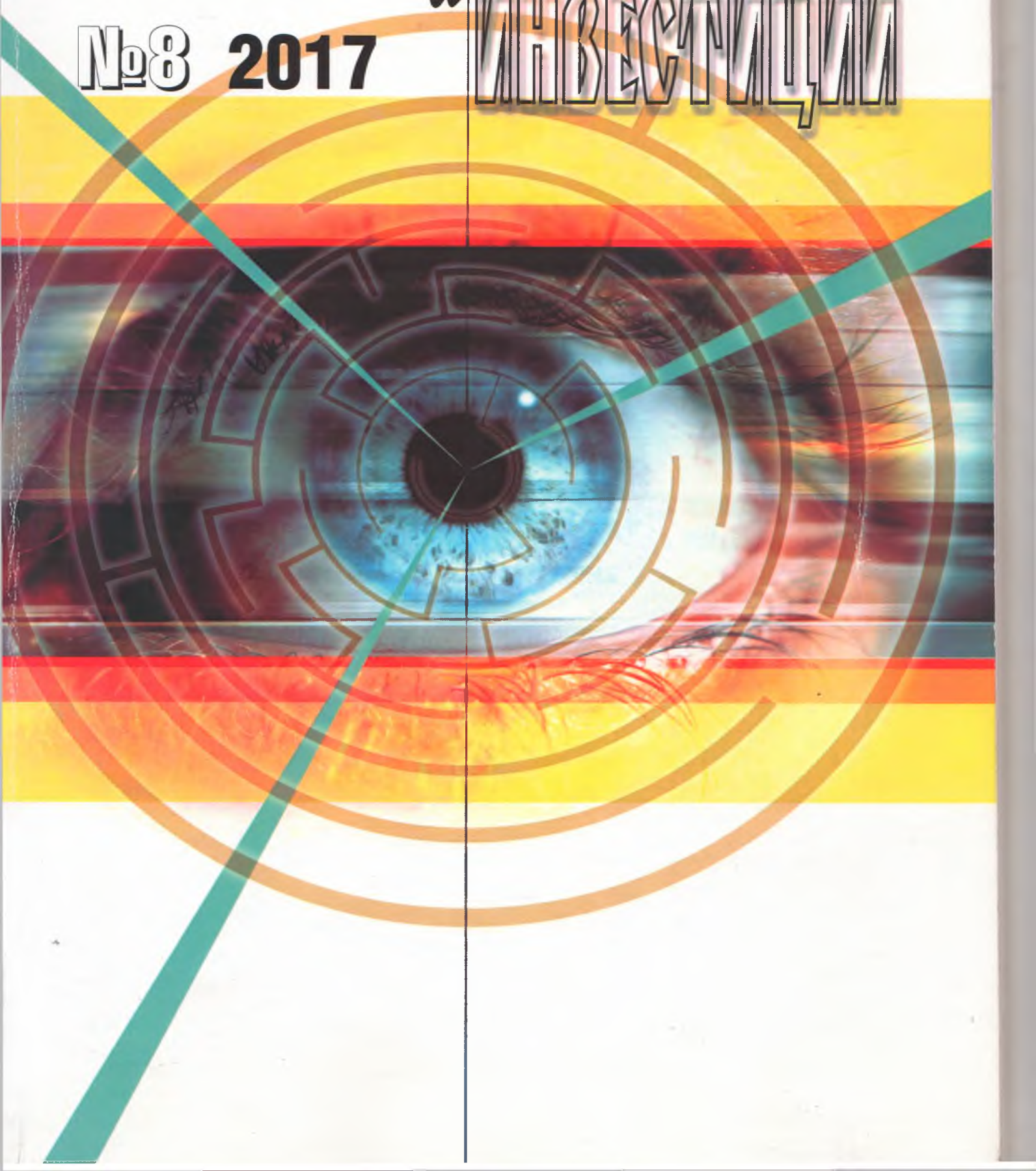


научно-аналитический журнал

№8 2017

# ИННОВАЦИИ и ИНВЕСТИЦИИ





## Физико-химическое исследование нефелиновых сиенитов Кыргызстана (на примере Сандыкского месторождения)

Садыралиева Уулболсун Жеенкуловна

старший преподаватель, Институт горного дела и горных технологий, gumelova@mail.ru

Ногаева Кулжамал Абдыраимовна

д.т.н., профессор, заведующей кафедры «Металлургия и металлургические процессы», Институт горного дела и горных технологий

Орозова Гульнур Токтосуновна

старший преподаватель, Институт горного дела и горных технологий

В данной работе проведены исследования по изучению нефелиновых сиенитов на примере Сандыкского месторождения. Был проведен комплекс физико-химических методов исследований, включающий следующие виды анализа: химический, кристаллооптический, рентгенофазовый. Химический анализ исходной усредненной пробы показал следующий состав, %: Элементы - скандий, индий, германий - не обнаружены.

Кристаллооптический анализ пробы нефелиновой руды показал следующий минералогический состав: основная составляющая пробы - нефелин  $\text{KNa}_3[\text{AlSiO}_4]_4$  - бесцветный, одноосный отрицательный  $O(-)$  с показателем преломления  $N \sim 1,540$ . Кроме того, проба содержит микроклин  $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$  - минерал группы полевых шпатов, показатель преломления  $N \sim 1,523$ ; шамозит  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mg})_2\text{Al}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{O})_8$  - минерал группы хлоритов, анизотропный, зеленого цвета, пластинчатый, плеохроизм в желто-зеленых тонах. Минерал двусосный отрицательный  $2V(-)$ , показатель преломления  $N \sim 1,670$ ; мусковит  $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$  - в виде мелких пластинок, показатель преломления  $N \sim 1,542 \dots 1,560$ . Санидин  $(\text{NaAlSi}_3\text{O}_8)$  бесцветен, водяно-прозрачен, показатель преломления  $N \sim 1,509$ . По данным термического анализа исходной пробы, проведенным с использованием прибора «DERIVATOGRAPHQ-1500» обнаружено, что основу пробы составляет нефелин, который термоинертен вплоть до  $900^\circ\text{C}$ , при  $910^\circ\text{C}$  перекристаллизуется в высокотемпературный нефелин. При  $1260^\circ\text{C}$  зафиксирован экзотермический эффект, который можно отнести к превращению высокотемпературного нефелина в полиморфную разновидность  $\alpha$ -карнегита. Эндотермические эффекты с экстремумами при  $1285$  и  $1345^\circ\text{C}$  отнесены к проявлению поэтапного расплавления пробы. Кроме того, обнаружены примесные минералы: гиббсит  $(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ , гетит  $(\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ , лепидокрокит  $\gamma\text{-FeOOH}$ , который при  $335^\circ\text{C}$  дегидратируется, а при  $465^\circ\text{C}$  образовавшийся  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$  переходит в  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ .

Ключевые слова: нефелин, микроклин, мусковит, глинозем, кристаллооптический анализ, санидин, полевой шпат.

### Введение

Кыргызстан располагает значительными ресурсами нефелинового сырья, которые в перспективе могут обеспечить самостоятельное производство. Одним из таких ресурсов является месторождение Сандык, расположенный на Джумгал-Тоо в правобережье реки Суек.

Изучения минералогического состава нефелино-сиенитовой руды было проведено в лаборатории глиназема и алюминия в АО «Центре наук о земле, металлургии и обогащения» г. Алматы республики Казакстан. Усредненная проба была подвергнута измельчению в шаровой мельнице, тщательно перемешана и подготовлена к физико-химическим исследованиям, и к дальнейшей технологической переработке (табл. 1).

Таблица 1

Химический анализ исходной усредненной пробы показал следующий состав, %

Наименование	Содержание в %								
	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{La}_2\text{O}_3$	$\text{CeO}$	$\text{Pr}_2\text{O}_3$	
Исх. сырьё	54.5	19.0	4.25	1.9	5.6	0.0077	0.0148	0.0015	
	$\text{Nd}_2\text{O}_3$ 0.0052	$\text{Dy}_2\text{O}_3$ 0.0006	$\text{Yb}_2\text{O}_3$ 0.0003	$\text{Y}_2\text{O}_3$ 0.0043	$\text{Gd}_2\text{O}_3$ 0.0017	Ga< 0.0008	Rb-0.13	Li- 0.009	
	Cs - 0.63								

Элементы - скандий, индий, германий - не обнаружены.

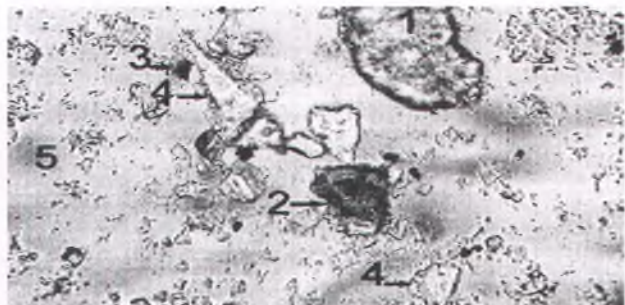
Кристаллооптический анализ пробы нефелиновой руды показал следующий минералогический состав: основная составляющая пробы - нефелин  $\text{KNa}_3[\text{AlSiO}_4]_4$  - бесцветный, одноосный отрицательный  $O(-)$  с показателем преломления  $N \sim 1,540$ . Кроме того, проба содержит микроклин  $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$  - минерал группы полевых шпатов, показатель преломления  $N \sim 1,523$ ; шамозит  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mg})_2\text{Al}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{O})_8$  - минерал группы хлоритов, анизотропный, зеленого цвета, пластинчатый, плеохроизм в желто-зеленых тонах. Минерал двусосный отрицательный  $2V(-)$ , показатель преломления  $N \sim 1,670$ ; мусковит  $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$  - в виде мелких пластинок, показатель преломления  $N \sim 1,542 \dots 1,560$ . Санидин  $(\text{NaAlSi}_3\text{O}_8)$  бесцветен, водяно-прозрачен, показатель преломления  $N \sim 1,509$ .

В пробе находится небольшое количество анизотропных, рубиново-красных мелких зерен гематита  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; также в пробе присутствуют зерна черного цвета, возможно, магнетит  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ; Предположительно, минерал группы гранатов



$\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$ . Цвет буровато-коричневый, изотропный, излом раковистый, показатель преломления  $N \sim 1,8$ .

На рис.1 представлены основные минералы исходной нефелиновой породы Сандыкского месторождения (рис.1).



1 - Нефелин  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ; 2 - Шамозит  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mg})_2\text{Al}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{O})_8$ ; 3 - Группа гранатов  $\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$ ; 4 - Микроклин  $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ .  
Рис. 1. Основные минералы исходной нефелиновой породы

По данным термического анализа исходный пробы, проведенным с использованием прибора «DERIVATOGRAPHQ-1500» обнаружено, что основу пробы составляет нефелин, который термостоек вплоть до  $900^\circ\text{C}$ , при  $910^\circ\text{C}$  перекристаллизуется в высокотемпературный нефелин. При  $1260^\circ\text{C}$  зафиксирован экзотермический эффект, который можно отнести к превращению высокотемпературного нефелина в полиморфную разновидность  $\alpha$ -карнегита. Эндотермические эффекты с экстремумами при  $1285$  и  $1345^\circ\text{C}$  отнесены к проявлению поэтапного расплавления пробы.

Кроме того, обнаружены примесные минералы: гиббсит  $(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ , гетит  $(\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ , лепидокрокит  $\gamma\text{-FeOOH}$ , который при  $335^\circ\text{C}$  дегидратируется, а при  $465^\circ\text{C}$  образовавшийся  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$  переходит в  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ . Слабая экзотермика с экстремумом при  $910^\circ\text{C}$  может быть проявлением природного канкринита  $\text{Na}_6\text{Ca}[\text{CO}_3(\text{AlSiO}_4)]_2\text{H}_2\text{O}$  (рис. 2)

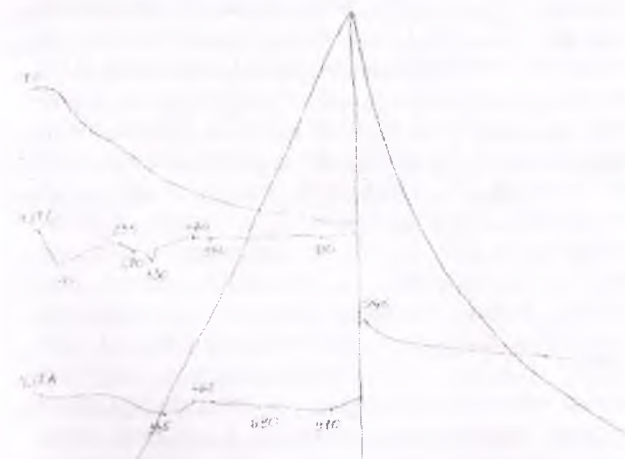


Рис. 2. Термограмма исходной нефелиновой руды

Таким образом результаты анализа показали, что основой исходной пробы является нефелин  $\text{KNa}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_4]_4$ ; микроклин  $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ ; шамозит  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mg})_2\text{Al}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{O})_8$ ; мусковит  $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ ; санидин  $(\text{NaAlSi}_3\text{O}_8)$ .

## Литература

1. Абрамов В.Я., Алексеев А.И., Бадальянс Х.А. Комплексная переработка нефелино-апатитового сырья. Москва. «Металлургия» 1990
2. А.Н.Зеликман *Металлургия редких металлов*, Москва 1980
3. Ни Л.П., Халяпина О.Б. физико – химические свойства сырья и продуктов глиноземного производства Алматы. 1978.

## Physico-chemical study of nepheline syenites of Kyrgyzstan (on the example of the Sandykskoe deposit)

Sadyralieva U.Zh., Nogaeva K.A., Orozova G.T.

Institute of Mining and Mining Technologies

Abstract in this paper, conducted a study on the nepheline syenites in the example Sandykskogo. A complex of physicochemical methods of research was carried out, including the following types of analysis: chemical, crystallo-optical, X-ray phase. The chemical analysis of the initial averaged sample showed the following composition, %: Elements - scandium, indium, germanium - were not detected.

The crystal-optical analysis of the sample of nepheline ore showed the following mineralogical composition: the main component of the sample is nepheline  $\text{KNa}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_4]_4$  - colorless, uniaxial negative O (-) with refractive index  $N \sim 1.540$ . In addition, the sample contains microcline  $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ , a mineral of the feldspar group, the refractive index  $N \sim 1.523$ ; Chamosite  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mg})_2\text{Al}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{O})_8$  is a mineral of the chlorite group, anisotropic, green, lamellar, pleochroism in yellow-green tones. Mineral biaxial negative 2V (-), refractive index  $N \sim 1,670$ ; Muscovite  $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$  - in the form of small plates, the refractive index  $N \sim 1.542 \dots 1.560$ . Sanidine  $(\text{NaAlSi}_3\text{O}_8)$  is colorless, water-transparent, the refractive index  $N \sim 1.509$ . According to the thermal analysis of the initial sample, carried out using the device "DERIVATOGRAPHQ-1500", it was found that the base of the sample is nepheline, which is thermo inert up to  $900^\circ\text{C}$ , at  $910^\circ\text{C}$  recrystallized into high-temperature nepheline. At  $1260^\circ\text{C}$ , an exothermic effect is fixed, which can be attributed to the transformation of high-temperature nepheline into a polymorphic version of  $\alpha$ -carnegite. Endothermic effects with extrema at  $1285$  and  $1345^\circ\text{C}$  are attributed to the manifestation of a stage-by-stage melting of the sample. In addition, impurity minerals were found: gibbsite  $(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ , goethite  $(\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ , lepidocrocite  $\gamma\text{-FeOOH}$ , which is dehydrated at  $335^\circ\text{C}$ , and at  $465^\circ\text{C}$  the  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$  formed transforms to  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ .

Keyword: Nepheline, microcline, muscovite, alumina, crystal-optical analysis, sanidine, feldspar.

## References

1. Abramov V.Ja., Alekseev A.I., Badal'jans H.A. *Kompleksnaja pererabotka nefelino-apatitovogo syr'ja*. Moskva. «Metallurgija» 1990
2. A.N.Zelikman *Metallurgija redkih metallov*, Moskva 1980
3. Ni L.P., Haljapina O.B. *fiziko – himicheskie svoistva syr'ja i produktov glynozemnogo proizvodstva Almaty*. 1978.