

## ПЕРСПЕКТИВЫ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДНЕТИМАНСКИХ БОКСИТОВ И ОТХОДОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ

Размыслов И.Н., Котова О.Б., Шушков Д.А.

*Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, razmyslov-i@mail.ru*

Утилизация красных шламов (КШ) – стратегическая задача с точки зрения решения экологических проблем и эффективного хозяйствования. Этой проблеме посвящено значительное количество научных работ [Котова и др., 2017; Размыслов, Шушков, 2018; Kotova et al., 2015; Borra et al., 2015, 2016; Davros et al., 2016]. Одним из перспективных направлений изысканий ученых является использование КШ в качестве источника РЗЭ и металлов (Fe, Au и др.), а также в качестве сорбентов, наполнителей в бетоны и цемент и т.д. [Котова и др., 2017; Размыслов, Шушков, 2018; Kotova et al., 2015].

Для эффективного использования бокситов и КШ необходимо знать их минералого-технологические свойства. В настоящей работе приведены результаты минералого-технологических исследований среднетиманских бокситов Вежаю-Ворыквинского месторождения и КШ (Уральский Аллюминиевый Завод, УАЗ).

Химический состав бокситов (масс. %) (рентгенофлуоресцентный анализ):  $\text{SiO}_2$  – 4.93,  $\text{TiO}_2$  – 2.50,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 65.5,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 25.59,  $\text{MnO}$  – 1.37. Основные рудообразующие минералы бокситов: гематит, гетит, рутил, анатаз [Котова и др., 2016]. Нами установлено, что при модифицировании бокситов радиационно-термическим способом происходит трансформация минералов железа и образование новых минеральных фаз (с концентрацией церия, скандия, ниобия) [Kotova et al., 2015].

Химический состав КШ (масс.%) (силикатный анализ):  $\text{SiO}_2$  – 7.87,  $\text{TiO}_2$  – 3.27,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 12.17,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 34.18,  $\text{FeO}$  – 5.40,  $\text{MnO}$  – 0.41,  $\text{CaO}$  – 15.27,  $\text{MgO}$  – 1.4,  $\text{K}_2\text{O}$  – 0.13,  $\text{Na}_2\text{O}$  – 2.68,  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0.81,  $\text{SO}_3$  – 2.53, ППП – 12.77.

С помощью рентгенофазового анализа в КШ диагностированы: гематит, шамозит, кальцит, гетит (гидрогетит), нозеан, гранаты [Котова и др., 2017; Размыслов, Шушков, 2018]. По данным мессбауровской спектроскопии основными железосодержащими минералами КШ являются гематит, шамозит, гетит (гидрогетит).

Следует отметить разработки технологий обогащения КШ с получением железного концентрата. По данным работы [Kotova et al., 2015], шамозит в КШ значительно снижает качество железного концентрата из-за низкого содержания в нем железа.

Для разделения гематита и шамозита используются различные методы сепарации, в работе [Kotova et al., 2015] показано, что гравитационная сепарация эффективнее магнитной. Возможно разделение гематита и шамозита по крупности, поскольку гематит концентрируется в более тонких классах крупности, а шамозит – в более крупных. Предварительное извлечение железистой составляющей из руды осложняется высокодисперсным состоянием вещества боксита.

С помощью микроанализа (ИСП-АЭС) установлены содержания в КШ ряда рассеянных элементов, в том числе РЗЭ, таких как: Li, Sr, Cu, Co, Ni, Zn, Nb, Ta, Sc и др. Отметим, что результаты по ИСП-АЭС могут быть занижены в связи с особенностями пробоподготовки и должны дополняться результатами электронной микроскопии и статистической интерпретацией.

В некоторых работах [Borra et al., 2015, 2016; Davros et al., 2016] отмечается, что скандий и лантаноиды в КШ связаны с гематитом, гетитом и другими минералами железа. Если сравнивать состав КШ греческих заводов и УАЗа, можно отметить уменьшение содержания алюминия в последнем случае [Котова и др., 2017; Borra et al., 2015, 2016; Davros et al., 2016]. Существенных различий в составе по железу, титану не наблюдается.

КШ используются как материал для сорбентов. В работе [Kotova et al., 2015] установлена высокая степень извлечения урана и радия КШ из модельных растворов (более 95 и 97 %, соответственно) и высокая прочность их поглощения: при взаимодействии с водой и ацетатом аммония десорбция составила менее 1 %.

Таким образом, в работе представлены результаты использования бокситов Среднего Тимана и КШ в качестве источника РЗЭ и металлов, а также в качестве сорбентов для связывания тяжелых металлов и радионуклидов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Котова О.Б., Размыслов И.Н., Ростовцев В.И., Силаев В.И. Радиационно-термическое модифицирование железистых бокситов в процессах их переработки // Обогащение руд. 2016. № 4. С. 16–22.

2. Котова О.Б., Москальчук Л.Н., Шушков Д.А., Леонтьева Т.Г., Баклай А.А. Сорбенты радионуклидов на основе промышленных отходов: физико-химические свойства и перспективы использования // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2017. № 4. С. 29–36.
3. Размыслов И.Н., Шушков Д.А. Перспективы использования отходов переработки бокситов – красных шламов // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Материалы 27-й научной конференции Института геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, 2018. С. 191-194.
4. Borra C.R., Blanpain B., Pontikes Y., Binnemans K., Van Gerven T. Recovery of rare earth and other valuable metals from bauxite residue (red mud): a review // Journal of Sustainable Metallurgy. 2016. V. 2. P. 365-386.
5. Borra C.R., Pontikes Y., Binnemans K., Gerven T., 2015. Leaching of rare earths from bauxite residue (red mud) // Min. Engin. 76. P. 20–27.
6. Davros P., Balomenos E., Panias D., Paspaliaris I., 2016. Selective leaching of rare earth elements from bauxite residue (red mud) // Hydrometallurgy 164. P. 125–135.
7. Kotova O., Gazaleeva G., Vakhrushev A. Minerals of bauxites and residues: problems of processing and enrichment (Russia) // Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Congress of Applied Mineralogy (ICAM), 2015.