

мантйных парагенезисов в материнских кимберлитах с учетом избирательного захвата глубинного материала протокимберлитовыми расплавами, особенностей транспортировки захваченного материала к поверхности, устойчивости алмазов в глубинных выплавках и т.д. Иными словами, следует рассмотреть те параметры и процессы, анализ которых может помочь углубить понимание механизмов возникновения продуктивности кимберлитов. Предполагается, что на этой основе удастся усовершенствовать, особенно в количественном отношении по элементному составу, существующие критерии алмазности и соответственно методы прогнозирования и поисков новых месторождений. Геологоразведочные и прогнозно-поисковые работы на СП в условиях, усложняющихся алмазопроисхождением обстановок, настоятельно требуют повышения степени информативности вещественных характеристик магматических источников алмазов для прогнозно-поисковых и оценочных целей. Изучение отдельных месторождений алмазов АМКП и ДАП в связи с их разведкой и вовлечением в ближайшее время в эксплуатацию (трубки Комсомольская, Юбилейная, Удачная, Зарница, трубки НКП и ВМКП), а также пород трубчатых и жильных тел и аномальных объектов северной части провинции вызывает необходимость совершенствования принципов и критериев минералого-петрохимической диагностики промышленно-алмазоносных кимберлитов, выделения основных типов (и фаз) кимберлитовых пород, установления сходства и различия между высокопродуктивными кимберлитами и породами средне- и убогоалмазоносных диатрем, а также совершенствования технологии обогащения этих уникальных пород.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зинчук, Н.Н. Типоморфизм алмазов Сибирской платформы / Н.Н. Зинчук, В.И. Коптиль. — М.: Недра, 2003. — 603 с.
2. Зинчук, Н.Н. Кимберлиты в истории Земли / Н.Н. Зинчук, А.Д. Савко, А.В. Крайнов: Учеб. Пособие. — Воронеж: Тр. НИИ геологии ВГУ. — Вып. 68. — 2013. — 100 с.
3. Милашев, В.А. Кимберлитовые провинции / В.А. Милашев. — Л.: Недра, 1974. — 238 с.
4. Орлов, Ю.Л. Минералогия алмаза / Ю.Л. Орлов. — М.: Наука, 1984. — 264 с.
5. Ротман, А.Я. Кимберлиты и перспективы их исследований / А.Я. Ротман, Н.Н. Зинчук, И.В. Ащепков, К.Н. Егоров // Геология алмазов — настоящее и будущее (к 50-летию юбилею г. Мирный и алмазодобывающей промышленности России). — Воронеж: ВГУ, 2005. — С. 856–892.
6. Соболев, Н.В. Ксенолиты алмазоносных перидотитов в кимберлитах и проблема алмазов / Н.В. Соболев, Н.П. Похиленко, Э.С. Ефимова // Геология и геофизика. — 1984. — № 12. — С. 63–80.
7. Соловьева, Л.В. Мантийный метасоматизм и плавление в глубинных ксенолитах из трубки Удачная, их возможная связь с алмазо- и кимберлитобразованием / Л.В. Соловьева, К.Н. Егоров, М.Е. Маркова и др. // Геология и геофизика. — 1997. — Т. 38. — № 1. — С. 172–193.
8. Специус, З.В. Состав континентальной верхней мантии и низов коры под Сибирской платформой / З.В. Специус, В.П. Серенко. — М.: Наука, 1990. — 272 с.
9. Харьков, А.Д. Коренные месторождения алмазов Мира / А.Д. Харьков, Н.Н. Зинчук, А.И. Крючков. — М.: Недра, 1998. — 555 с.

© Зинчук М.Н., Зинчук Н.Н., 2018

Зинчук Мария Николаевна // nnzinchuk@rambler.ru  
Зинчук Николай Николаевич // nnzinchuk@rambler.ru

Котова О.Б., Размыслов И.Н. (ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар)

#### ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ И ОБОГАЩЕНИЯ БОКСИТОВ, УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ

*Проблема обогащения алюминиевых руд связана с тем, что бокситообразующие минералы имеют близкие значения плотности, дисперсный характер и тонкое взаимное прорастание. Поэтому разработка и усовершенствование способов обогащения и переработки бокситов продолжается. В работе показано влияние физических и химических факторов на минералы железа с целью трансформации их в магнетит, для увеличения магнитной фазы. Установлено влияние различного рода энергетических воздействий на бокситовое сырье и красные шламы, при котором происходит изменение магнитных свойств и фазового состава, концентраций определенных минералов. **Ключевые слова:** бокситы, красные шламы, обработка и обогащение бокситов, утилизация красных шламов.*

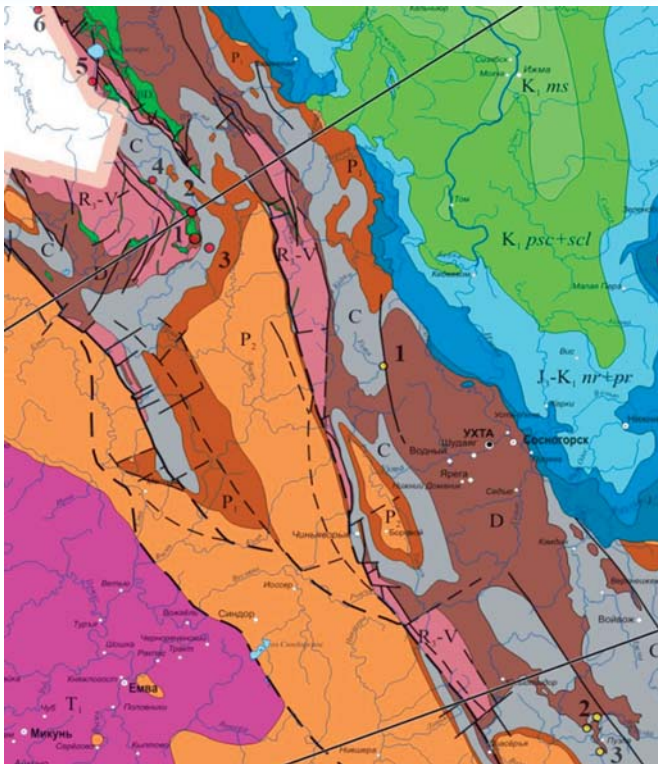
Kotova O.B., Razmyslov I.N. (IG Komi SC UB RAS, Syktyvkar)  
PROBLEMS OF BOXITE PROCESSING AND ENRICHMENT, WASTE MANAGEMENT

*The problem of enrichment of aluminum ores is due to the fact that bauxite-forming minerals have similar density, dispersed character and subtle intergrowth. Therefore, the development and improvement of methods for the enrichment and processing of bauxite continue. The work shows the effect of physical and chemical factors on iron minerals with the goal of transforming them into magnetite, to increase the magnetic phase. Influence of various kinds of energetic influences on bauxite raw materials and red mud is established, under which the magnetic properties and phase composition change, the concentrations of certain minerals change. **Keywords:** bauxite, red mud, treatment and enrichment of bauxite, utilization of red mud.*

#### Введение

Большие запасы бокситов, близость к индустриальному Уралу делают Республику Коми (Россия) привлекательной для добывающих отраслей. Бокситы Тимана традиционно рассматриваются как источник алюминиевого сырья. Главная задача предприятия «Боксит Тимана» (входит в состав ОК РУСАЛ) — освоение бокситовых месторождений Ворыквинской группы в Республике Коми. Для успешной коммерциализации бокситов необходимо их глубокое изучение с привлечением современных методов минералогических исследований, вовлечение в переработку всего минерального вещества, расширение перечня извлекаемых полезных компонентов и продуктов с новыми свойствами, утилизация отходов.

Основная идея проводимых изысканий: возрождение интереса к фундаментальным понятиям — минерал как носитель химических элементов и полезных свойств, но на новом прогностическом (познаватель-



**Рис. 1. Среднетиманский бокситорудный район:** 1 — Вежаю-Ворыквинское месторождение; 2 — Верхнешугорское месторождение; 3 — Восточное месторождение; 4 — Светлинское месторождение; 5 — Володинское месторождение; 6 — Заостровское месторождение

ном) уровне высоких инструментальных технологий и развития эксперимента в процессах рудоподготовки и обогащения бокситов, и продуктов их переработки.

Достаточно хорошо изучены минеральные типы бокситов Вежаю-Ворыквинского месторождения (Россия). По мере отработки Ворыквинского месторождения идет освоение Верхнее-Щугорского, Восточного и др. (рис. 1).

Проект строительства Тиманского рудника, разработанный ВАМИ, предусматривал возможность раздельной добычи бокситов для производства глинозема методом Байера и бокситов для производства глинозема методом спекания.

Проблема обогащения алюминиевых руд связана с тем, что бокситообразующие минералы имеют близкие значения плотности, дисперсный характер и тонкое взаимное прорастание. Поэтому разработка и усовершенствование способов обогащения и переработки бокситов других алюминиевых руд продолжают. Утилизация отходов является составной частью рассматриваемой проблемы.

#### Объекты и методы исследования

Минеральные типы бокситов изучались как в ходе полевых работ на Вежаю-Ворыквинском месторождении (Россия), так и в лабораторных условиях.

Для эксперимента использовались объединенные пробы гематит-шамозит-бемитовых и каолинит-бемитовых бокситов Вежаю-Ворыквинского месторо-

ждения. Для получения более полной характеристики минеральных агрегатов бокситов ранее был проведен морфометрический анализ методами рентгеновского и синхротронного малоуглового рассеяния. Представлены результаты исследования отобранных образцов методами химического анализа, дифрактометрии, термографии, ИК и мессбауэровской спектроскопии и другие, а также в результате анализа научной литературы по данной проблеме. Разработана и опробована методика морфометрического анализа тонкодисперсной составляющей бокситов Вежаю-Ворыквинского месторождения с применением малоуглового рассеяния, которая позволила выявить морфометрические характеристики минеральных зерен субмикронного размера и характер их агрегации. Установлено, что в тонкодисперсной составляющей гематит-шамозит-бемитовых и каолинит-бемитовых бокситов Вежаю-Ворыквинского месторождения преобладают минеральные частицы с размерами от 20 до 40 нм. Более кристаллическими являются образцы каолинит-бемитовых бокситов. С использованием метода Мессбауэра установлены важные кристаллохимические особенности железосодержащих минералов бокситов. В составе минеральных типов бокситов выявлено значительное количество гетита (6–7%). Наряду с гетитом во всех исследованных пробах всегда обнаруживается гематит [1, 2].

Красный шлам (КШ) — промышленные отходы от переработки бокситов Уральского алюминиевого завода (УАЗ). Химический состав КШ определяли с помощью силикатного анализа. Фазовую диагностику осуществляли методом рентгеновской дифракции (Shimadzu XRD-6000, излучение  $\text{CuK}_\alpha$ ). Удельную площадь поверхности определяли методом низкотемпературной адсорбции азота с помощью анализатора площади поверхности и размера пор NOVA 1200e, Quantachrome. Плотность измеряли пикнометрическим методом. Сорбцию радионуклидов проводили по методике, описанной в работе [5].

#### Результаты и их обсуждение

**Бокситы.** Представляют две разновидности, существенно различающиеся по химическому составу (масс. %): маложелезистая —  $\text{SiO}_2$  8–32,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  45–85,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  2–18, кремниевый модуль ( $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ ) 1.5–11; железистая —  $\text{SiO}_2$  4.5–38,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  25–63,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  12–38, кремниевый модуль 1–13.

По своим химическим и геохимическим свойствам элементы могут быть подразделены на пять групп: 1) малозарядные литофилы (щелочные, щелочноземельные, редкоземельные и редкие элементы) — Li, Rb, Be, Cs, Ba, Sr, Y, Ln, Mo, W, Sn, Tl; 2) многозарядные литофилы (элементы-гидролизаты) — Ca, Ge, Sc, Zr, Hf, Nb, Ta, Th, U; 3) сидерофильные и халькофильные элементы — Cr, Ni, Co, Cu, Zn, Cd; 4) благородные металлы — Ag, Pd, Pt, Rh, Ir; 5) полуметаллы и неметаллы — Bi, Sb, As, Te, Se, B [10]. Это указывает на возможность использовать бокситы как комплексное сырье, включая редкие высокоценные металлы. Например, в бокситах Среднего Тимана выявлены ми-

неральные формы золота и теллура (самородное золото и теллурид) [1].

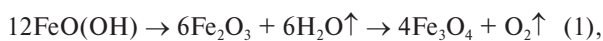
По кристаллохимическим особенностям распределения железа тиманские железистые бокситы довольно четко подразделяются на 3 минеральных типа. В первом — **гематит-бемитовом** — железо более чем на 70 % связано с Al-содержащим гематитом, примерно на 8 % определяется примесью гетита, около 20 % его приходится на алюмосиликатную фазу, вероятно, каолинит. В последнем основная часть железа находится в трехвалентном состоянии. Во втором — **гематит-бертьерин-бемитовом** — более 50 % железа приурочено к гематиту, примерно 13 % отвечает гетиту, а около 34 % входит в бертьерин. В третьем — **бертьерин-бемитовом** — практически все железо связано с бертьерином. Общее отношение  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  достигает 0.46.

В гематит-бемитовых бокситах Al-гематит содержится в количестве 17.4 % и подразделяется на 2 вида: со степенью изоморфного замещения железа алюминием 9 ат. % и более 16 ат. %. Потеря алюминия составляет более 3 %.

Детальное изучение минералогии и кристаллохимии бокситов позволило оценить размерные характеристики минеральных частиц и спрогнозировать потери полезного ископаемого, обусловленные изоморфной примесью алюминия в составе минералов железа [1–11 и др.].

Выявленные сложные формы вхождения полезных компонентов и их технологические свойства являются основанием для поиска технологий их переработки. Авторы работы [2] предложили метод лазерной обработки каолинит-бемитовых бокситов, в результате которой происходит перераспределение вещества с агрегацией титановых минералов и образованием новых фаз, доступных для извлечения классическими методами. Согласно статистической интерпретации данных микронзондового сканирования содержание титана увеличивается в среднем в 1.7 раза. Наблюдается кристаллизация новой фазы (возможно корунда).

Результаты проведенных экспериментов (В.П. Лютов и др. 2013; А.Н. Пономаренко и др., 2013) убедительно показывают, что различного рода физико-химическими воздействиями на железистые бокситы можно добиться принципиального улучшения их технологических свойств, а именно, резко повысить эффективность магнитной сепарации вследствие направленного фазово-кристаллохимического изменения железистых минералов, входящих в состав бокситов. Авторы предлагают охарактеризовать эти процессы следующими схематическими уравнениями (1):



отмечая, что рассматриваемый переход осуществляется постепенно с образованием промежуточной фазы маггемита и может иметь различную степень завершенности. Поэтому для достижения максимальной эффективности обогащения потребуется варьирова-

ние режима магнитного сепарирования. В работе [6] исследовано влияние термического и радиационно-термического воздействия на ожелезненные бокситы Среднего Тимана с целью улучшения их технологических свойств. Установлено, что в результате нагревания бокситов до 600 °С с выдержкой 60 мин в них происходит полная диссоциация гетита и бемита с образованием соответственно гематита и шпинелида  $\gamma-Al_2O_3$ . Магнитные свойства бокситов при этом не только не улучшаются, но даже несколько ослабляются, вследствие чего уменьшается выход магнитной фракции. В результате радиационно-термического воздействия в бокситах образуются ферромагнитные фазы, что потенциально может существенно улучшить магнитное разделение алюминиевой и железистой компонент, а также позволяет решить задачу селективного извлечения фаз редких и редкоземельных элементов. Для реализации этого благоприятного сценария необходимо осуществить более тонкую дезинтеграцию вещества бокситов.

**Красные шламы.** Переработка боксита в глинозем приводит к образованию значительного количества отходов — красного шлама. Всего данного продукта в России скопилось около 200 млн т [5]. Из глиноземного цеха заводов шлам в виде пульпы поступает в шламохранилища, которые загрязняют окружающую среду и увеличивают стоимость основной продукции заводов.

С отвальными красными шламами теряется безвозвратно 10–20 % глинозема, содержащегося в исходном боксите, и 60–200 кг  $Na_2O$  на 1 т товарного глинозема. Ежегодные потери железа с красным шламом крупного завода составляют около 0,5 млн т. Поэтому красные шламы следует рассматривать как один из потенциальных источников получения глинозема, каустической щелочи, железа и редкоземельных элементов. Химический и минералогический состав шламов определяется составом исходного боксита и способами переработки. Вариации состава меняются, но не сильно. Так, например, основными компонентами химического состава КШ исследованных образцов являются  $Fe_2O_3+FeO$ ,  $CaO$ ,  $Al_2O_3$  (табл. 1), потери при прокаливании составили 12.77 %. Рентгенофазовым анализом диагностированы гематит, кальцит, лепидокрокит/гетит (?), нозеан, пирит, гранаты,

**Таблица 1**  
**Химический состав красных шламов**

Компонент	Содержание, %	Компонент	Содержание, %
$SiO_2$	7.87	$K_2O$	0.13
$TiO_2$	3.27	$Na_2O$	2.68
$Al_2O_3$	12.17	$P_2O_5$	0.81
$Fe_2O_3$	34.18	п.п.п.	12.77
$FeO$	5.40	$SO_3$	2.53
$MnO$	0.41	$H_2O$	1.96
$CaO$	15.27	$CO_2$	6.00
$MgO$	1.40	$S_{общ}$	1.66



**Таблица 2**  
**Содержание радиоактивных элементов в красном шламе**

Образец	Уран, г/т	Радий, г/т	Торий, г/т
Красный шлам УАЗ	0.54	$4.78 \times 10^{-6}$	31.67
Бокситы (Вежаю-Ворыквинское месторождение, среднее содержание) [7]	7.5	8.5	35

рентгеноаморфные соединения железа. Удельная площадь поверхности составила  $18.7 \text{ м}^2/\text{г}$ , плотность  $2.84\text{--}2.94 \text{ г}/\text{см}^3$ .

Таким образом, для КШ присущи минералогические характеристики (минеральный и (или) фазовый состав, форма нахождения полезного компонента, морфоструктурные особенности и характер распределения, реальные состав и строение), определяющие в дальнейшем стратегию и тактику его вторичного использования:

- как исходное сырье без переработки, например, для извлечения ценных металлов;
- как исходное сырье после дополнительной переработки для получения материальных ресурсов в индустрии;
- как объект утилизации.

В разных странах мира проводятся широкие исследования по использованию красных шламов. Отдельно следует рассмотреть применение КШ как исходное сырье для получения материальных ресурсов в индустрии. В рамках договора о научном сотрудничестве ИГ Коми НЦ УрО РАН (лаборатория технологии минерального сырья), Республика Коми, Сыктывкар (<http://geo.komi.ru>) и Государственное научное учреждение «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – СОСНЫ», Республика Беларусь, Минск (<http://sosny.bas-net.by>) разрабатываются новые эффективные сорбирующие материалы на основе КШ для очистки водных систем, техногенных образований от радионуклидов, тяжелых металлов и других загрязнений [5].

Показано, что КШ характеризуется высокой сорбционной активностью в отношении естественных долгоживущих радионуклидов — урана, радия, тория ( $\text{U}^{238}$ ,  $\text{Ra}^{226}$ ,  $\text{Th}^{223}$ ). Кинетика сорбции радионуклидов красным шламом [5] показала, что в течение 30 мин взаимодействия из раствора извлекается более 95 и 97 % урана и радия соответственно. Через 2 ч более 98.8 % радия (содержание в растворе ниже предела обнаружения) сорбируется КШ. Коэффициент распределения по радию составил более 4040 мл/г. Извлечение урана с увеличением времени реакции незначительно возрастает и достигает значения 96.63 %. Сорбция тория протекает хуже: через 1 ч извлекается

около 20 %, через 24 ч — более 60 %. Изучение характеристик десорбции показало, что сорбенты обладают высокой прочностью поглощения (или низкой суммарной десорбции). При взаимодействии с водой и ацетатом аммония десорбция радионуклидов составила менее 1 %, при кислотной обработке наиболее прочно удерживаются радий и уран (десорбция составила 6.3 и 11.6 % соответственно), наименее прочно — радий (до 48.4 % десорбируется в раствор).

Использование КШ в качестве сорбентов или добавочного материала в различных областях техники не решает вопроса о переработке больших количеств этого отвального продукта глиноземного производства. Поэтому в последние годы во многих странах мира проводятся широкие исследования по извлечению из красных шламов ценных компонентов. Известны работы, когда КШ предлагаются как сырье для железа, золота, платины, РЗЭ [9 и др.].

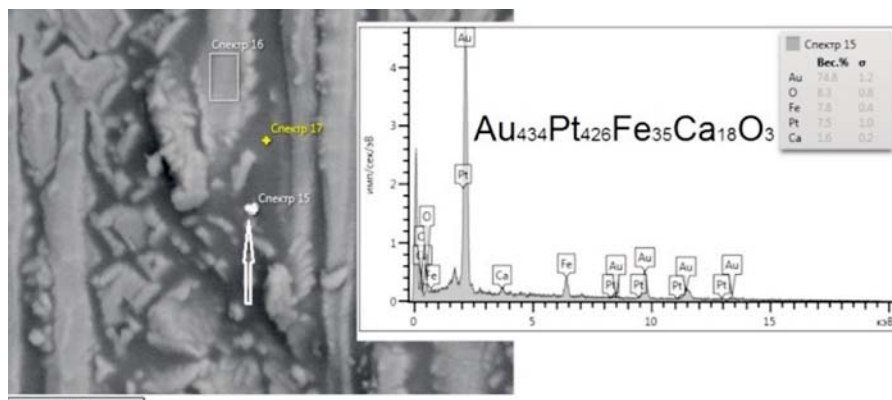
Нами исследовано содержание радиоактивных элементов в бокситах и КШ. Как видно из данных, приведенных в табл. 2, содержание тория в КШ по сравнению с бокситами примерно одинаковое, урана ниже в 14 раз, радия — в  $10^{-6}$  раза.

В рамках договора о сотрудничестве по выполнению научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ между ИГ Коми НЦ УрО РАН, ИГД ДВО РАН и ОАО «Уралмеханобр» апробирован метод предварительной обработки железосодержащего концентрата КШ (рис. 2).

В результате лазерной плавки происходит перераспределение вещества с концентрацией и агломерацией ценных металлов (золота, платины, гафния, вольфрама, висмута и др., перечень зависит от условий эксперимента), «невидимых» до обработки [9].

#### Заключение

Бокситы Вежаю-Ворыквинского месторождения представляют две разновидности, существенно различающиеся по химическому составу: маложелезистую и железистую. По кристаллохимическим особенностям распределения железа тиманские железистые бокситы довольно четко подразделяются на три минеральных типа: гематит-бемитовый, гематит-бертьерин-бемито-



**Рис. 2.** Концентрация и агломерация золота и платины на поверхности железосодержащего концентрата из красных шламов при определенных параметрах обработки лазерным излучением

вый и бертьерин-бемитовый. Выявлены сложные формы вхождения полезных компонентов и их технологические свойства. Отмечено, что различного рода физико-химическими воздействиями на железистые бокситы можно добиться принципиального улучшения их технологических свойств. Особенный интерес в рамках рассматриваемой темы представляет радиационно-термический метод изменения механических и физико-химических свойств бокситов. Аналогичное заключение по извлечению новообразованных и полезных компонентов, иногда гораздо более ценных, чем компоненты исходного сырья можно сделать по красным шламам. Использование красного шлама в качестве сорбентов радионуклидов — одно из перспективных направлений утилизации отходов.

Авторы благодарят ЦКП ИГ Коми НЦ УрО РАН за помощь в проведении аналитических работ.

Работа выполняется в рамках Программы РАН (ГР № АААА-А17-117121270037-4) и при частичной финансовой поддержке проекта № 18-5-5-44 программ УрО РАН.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вахрушев, А.В. Первая находка самородного золота и теллура в бокситах Вежаю-Ворыквинского месторождения (Средний Тиман) / А.В. Вахрушев // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. — 2011. — № 7. — С. 23–25.
2. Вахрушев, В.А. Бокситы Тимана: минералого-технологические особенности / В.А. Вахрушев, О.Б. Котова // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. — 2011. — № 3. — С. 11–16.
3. Вахрушев, В.А. Проблемы переработки бокситового сырья / В.А. Вахрушев, И.Ф. Любинский, О.Б. Котова // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: Материалы XVI Геологического съезда Республики Коми. — Т. III. — Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2014. — С. 303–304.
4. Вахрушев, А.В. Бокситы Тиманского региона: новые методы и средства комплексной переработки / В.А. Вахрушев, О.Б. Котова, И.Ф. Любинский // Разведка и охрана недр. — 2009. — № 11. — С. 53–56.
5. Котова, О.Б. Сорбенты радионуклидов на основе промышленных отходов: физико-химические свойства и перспективы использования / О.Б. Котова, Л.Н. Москальчук, Д.А. Шушков, Т.Г. Леонтьева, А.А. Бакай // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. — 2017. — № 4. — С. 29–36 (doi: 10.19110/2221-1381-2017-4-29-36).
6. Котова, О.Б. Радиационно-термическое модифицирование железистых бокситов в процессах их переработки / О.Б. Котова, И.Н. Размыслов, В.И. Ростовцев, В.И. Силаев // Обогащение руд. — 2016. — № 4 (doi: 10.17580/or.2016.04.03).
7. Chenna, Rao Borra etc. Recovery of Rare Earths and Other Valuable Metals From Bauxite Residue (Red Mud): A Review Sustain. Metall. (2016) 2:365–386 DOI 10.1007/s40831-016-0068-2.
8. Kotova, O. Timan minerals of bauxites and residues: problems of processing and enrichment (Russia) / O. Kotova, G. Gasaleeva, A. Vakhrushev // J. Acta mineralogical sinica. — 2013.
9. Kotova, O. Minerals of Bauxites and Residues: Problems of Processing and Enrichment (Russia) / O. Kotova, G. Gasaleeva, A. Vakhrushev // In book: Proceedings of the 11th International Congress for Applied Mineralogy (ICAM), 2015. — PP. 241–251 (doi: 10.1007/978-3-319-13948-7\_25).
10. Kotova, O. Mineralogy and crystal chemistry of iron in the Timan bauxites and products of their technological processing / O. Kotova, V. Silaev, V. Lutoev, A. Vakhrushev // Materials Science and Engineering 123 (2016) 012024 (doi:10.1088/1757-899X/123/1/012024).
11. Kotova, O. Crystal chemical characteristics and physical properties of ferrous minerals as the basis for the formation of functional materials / O. Kotova, A. Shmakova, B. Kanev, L.A. Gomze // Materials Science and Engineering 175 (2017) 012015 doi:10.1088/1757-899X/175/1/012015.

© Котова О.Б., Размыслов И.Н., 2018

Котова Ольга Борисовна // kotova@geo.komisc.ru  
Размыслов Илья Николаевич // z-projekt@bk.ru

Чикишева Т.А.<sup>1-3</sup>, Прокопьев С.А.<sup>1,3</sup>, Прокопьев Е.С.<sup>1,3</sup>, Карпова А.Г.<sup>1,2</sup> (1 — ООО ПК «Спирит», 2 — Иркутский госуниверситет, 3 — Институт земной коры СО РАН)

#### МИНЕРАЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЛОВЯННОЙ РУДЫ ПРАВОУРМИЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)

*В статье содержатся данные минералогического исследования руды Правоурмийского месторождения. Авторами определены структурные и текстурные характеристики руды, ее минеральный состав, а также изучены физические и технологические свойства минералов. Полученные данные могут быть использованы для усовершенствования технологии разработки месторождения.*  
**Ключевые слова:** оловянные руды, минералогические исследования, технологические свойства руд.

Chikisheva T.A.<sup>1-3</sup>, Prokopen S.A.<sup>1,3</sup>, Prokopen E.S.<sup>1,3</sup>, Karpova A.G.<sup>1,2</sup> (1 — LLC PC Spirit, 2 — Irkutsk State University, 3 — Institute of the Earth's crust of SB RAS)

#### MINERALOGICAL-TECHNOLOGICAL RESEARCH PRAVOURMIYSKOE TIN ORE DEPOSIT (THE KHABAROVSK TERRITORY)

*The article contains data on the mineralogical research of the ore from the Pravoormysky tin ore deposit. The authors determined the structural and texture characteristics of the ore, its mineral composition, and also studied the physical and technological properties of minerals. The data obtained can be used to improve the field development technology.* **Keywords:** tin ores, mineralogical research, technological properties of ores.

Месторождения олова в России — одни из самых богатых в мире. Общее количество разведанных запасов превышает 2,26 млн т. Основные запасы олова в России сосредоточены на востоке страны. Правоурмийское месторождение — одно из перспективных месторождений олова. Попутно из руд месторождения может добываться вольфрам. Однако производство олова в России в постсоветский период резко сократилось по причине изменившихся экономических условий, которые сделали эксплуатацию бедных по содержанию олова месторождений неэффективной. Российская промышленность потребляет около 6,5–7 тыс. т олова в год. Около 90 % добываемого олова импортируется.

Для достижения более полного извлечения ценных компонентов из руды необходимо детальное изучение ее вещественного состава и текстурно-структурных особенностей, физических свойств минералов и степени их контрастности. Минералогические исследования лежат в основе изучения вещественного состава, структуры, текстуры, выбора направлений и методов подготовки сырья к переработке, технологий обогащения и металлургии [1]. Настоящая статья посвящена характеристике минералого-технологических особенностей руд Правоурмийского оловянорудного месторождения Дальнего Востока.