

обогащения, таких как радиометрическая сепарация, тяжелосреднее обогащение, получение высокосортного сподуменового концентрата и его переработка с применением современных методов гидрометаллургии и получения конечной продукции батарейного качества с помощью мембранного электролиза позволит существенно повысить экономическую эффективность переработки руд данных месторождений.

Мировая стратегия создания новых литиевых рудных проектов основана на больших запасах высококачественной руды, получении высококачественных сподуменовых концентратов и их переработке с получением конечной литиевой продукции батарейного класса. Всем этим критериям отвечают сподуменные месторождения Кольского п-ова, по всем параметрам не уступающие зарубежным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Быховский, Л.З. Минерально-сырьевая база редких металлов Северо-Запада России — основа создания центра редкометаллической промышленности страны / Л.З. Быховский, В.С. Пикалова // Разведка и охрана недр. — 2015. — № 1. — С. 3–7.
2. Литий России: Минерально-сырьевые ресурсы, инновационные технологии, экологическая безопасность: Матер. Всероссийского научно-практического совещания с международным участием. Новосибирск, 24–26 мая 2011 г. — Новосибирск: СО РАН, 2011. — 202 с.
3. Пат. 2356961 РФ. Способ извлечения лития из минерального сырья / В.И. Зеленин, В.И. Самойлов, Н.А. Куленова. Заявл. 05.02.2008; Опубл. 27.05.2009.
4. Толкушина, Е.А. Минерально-сырьевая база лития: проблемы развития и использования / Е.А. Толкушина, М.В. Торикова, М.Ф. Комин // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. — 2012. — № 2. — С. 2–9.
5. Юшков, А.Ю. Электроимпульсное разрушение горных пород / А.Ю. Юшков // Современные научные исследования и инновации. — 2015. — № 4. — Ч. 2. <http://web.snauka.ru/issues/2015/04/52486> (11.01.2018).
6. Alternative Lithium Minerals Processing Concepts <http://www.anzaplan.com/strategic-minerals-metals/lithium/alternative-lithium-minerals-processing-concepts/> (11.01.2018)
7. ASX release. Wolfsberg lithium project closer to fast track production, 2017. [http://europeanlithium.com/wp-content/uploads/2017/01/049-Metallurgical—Optimisation\\_FINAL090217.pdf](http://europeanlithium.com/wp-content/uploads/2017/01/049-Metallurgical—Optimisation_FINAL090217.pdf) (11.01.2018).
8. Bradley, D.C., Stillings L.L., Jaskula, B.W., Munk, L.A., McCauley, A.D., 2017. Lithium, in Schulz, K. J., DeYoung, Jr., J.H., Seal II, R. R., Bradley D.C. (Eds), Critical Mineral Resources of the United States—Economic and Environmental Geology and Prospects for Future Supply, Professional Paper 1802, USGS. — 1.
9. Deutsche Bank Markets Research, Lithium 101, 2016. FITT Research. — 2.
10. Golden Dragon Capital. Lithium Industry Analysis, 2016. <http://www.goldendragoncapital.com/wp-content/uploads/2016/07/Lithium-Industry-Analysis-2016.pdf> (07.03.2017).
11. Grewal, I., 2016. Recent developments in preconcentration using dense media separation / I. Grewal, M. Lundt, D. Wong, W. Tse / <https://www.911metallurgist.com/blog/wp-content/uploads/2016/05/Dense-Media-Separation.pdf> (07.03.2017).
12. Hatch: [www.hatch.com](http://www.hatch.com) (12.04.2017).
13. Kukov, A., 2013. Processing practice of low-grade complex spodumene ores, in Proceedings of XV Balkan Mineral Processing Congress / A. Kukov, A. Egorov / Publishing House «St. Ivan Rilski», Sofia, Bulgaria, P. 640–644.
14. Lithium Australia's disruption leading to lithium eruption. 12.06.2015: [http://www.resourcesroadhouse.com.au/\\_blog/Resources\\_Roadhouse/post/cobre-montana-disruption-leading-to-lithium-eruption](http://www.resourcesroadhouse.com.au/_blog/Resources_Roadhouse/post/cobre-montana-disruption-leading-to-lithium-eruption) (07.03.2017).
15. Macquarie Global Lithium Report310516e245188.pdf. This is a document from the site [newagemetals.com](http://newagemetals.com).

© Коллектив авторов, 2018

Курков Александр Васильевич // [kurkov@vims-geo.ru](mailto:kurkov@vims-geo.ru)  
 Ануфриева Светлана Ивановна // [anufrieva.05@mail.ru](mailto:anufrieva.05@mail.ru)  
 Лихникевич Елена Германовна // [likhnikievich@mail.ru](mailto:likhnikievich@mail.ru)  
 Рогожин Александр Алексеевич // [rogojin@df.ru](mailto:rogojin@df.ru)

Лихникевич Е.Г., Ожогина Е.Г., Якушина О.А.,  
 Фатов А.С. (ФГБУ «ВИМС»)

#### ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА КАРБОНАТНЫХ МАРГАНЦЕВЫХ РУД НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ИХ ПЕРЕРАБОТКЕ КАЛЬЦИЙ-ХЛОРИДНЫМ СПОСОБОМ

*Руды отечественного марганцевого сырья характеризуются невысоким качеством, в них присутствуют сера и фосфор, осложняющие получение марганцевых концентратов высокого качества, что требует разработки современных инновационных технологий их переработки. Комплексом минералого-аналитических методов изучены минеральный и химический составы карбонатных руд Тынтинского, Порожинского и Усинского месторождений. Проведены исследования по использованию автоклавного кальций-хлоридного способа для извлечения марганца из этих руд и показана принципиальная возможность применения данной технологии для их переработки. **Ключевые слова:** карбонатные марганцевые руды, химический состав, минеральный состав, морфоструктурные характеристики, качество руд, переработка, кальций-хлоридный способ, автоклавное выщелачивание.*

Likhnikievich E.G., Ozhogina E.G., Yakushina O.A., Fatov A.S. (VIMS)

#### MINERAL COMPOSITION INFLUENCE ON THE PRODUCTS PARAMETERS AT CARBONATE MANGANESE ORES PROCESSING BY CALCIUM-CHLORIDE LEACHING

*The Mn-bearing domestic ores as a source for manganese raw materials are characterized by low quality, presence of relatively high content of sulfur and phosphorus resulting in manufacturing complexity of high quality manganese concentrates production, which requires the development of modern innovative processing technologies for their processing. A complex of mineralogical and analytical methods has been used to study mineral and chemical compositions of the carbonate Mn-bearing ores of the Tyniinskoye, Porozhinskoe and Usinskoe deposits. Laboratory research has been carried out on testing the use of an autoclave calcium-chloride leaching for manganese extraction from these ores that confirmed the working capacity of the proposed technology. **Keywords:** carbonate Mn-bearing ores, chemical composition, mineral composition, morphostructural characteristics, ore quality, processing, calcium-chloride method, autoclave leaching.*

Минерально-сырьевая база марганца России представлена в основном карбонатными рудами, балансовые запасы которых составляют 90,84 %. Несмотря на значительные запасы, карбонатные руды характеризуются невысоким качеством [2–3, 6]. Средние содержания марганца в отечественных рудах на 20 % ниже, чем в зарубежных странах, в том числе странах СНГ. Кроме того, руды отличаются сложным текстурно-структур-

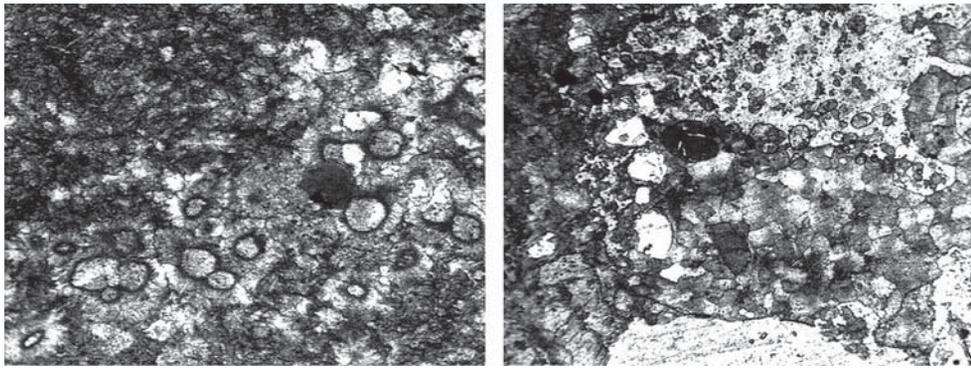


Рис. 1. Глинисто-кремнисто-карбонатная марганцевая руда Тыньинского месторождения, оолиты и полиминеральные сростки тонко-мелкозернистого родохрозита (светло-серое) с тонкодисперсными включениями слоистых алюмосиликатов (средне-серое), цементированные глинистыми минералами (темно-серое), увел. x 10

ным рисунком, полиминеральным составом, одновременным присутствием нескольких минералов марганца, нередко представленных двумя-тремя разновидностями. Руды менее технологичны, поскольку в них содержится значительное количество фосфора и железа.

При отсутствии в стране высококачественных марганцевых руд основные перспективы развития собственной марганцеворудной базы связаны с созданием новых высокоэффективных и совершенствованием имеющихся технологий передела природных типов низкокачественных карбонатных марганцевых руд

только получить высокомарганцовистый концентрат (ВМК), но и достичь высокой степени извлечения марганца в конечный продукт, а также возможности оборота вскрывающего реагента (хлорида кальция) в производственном цикле.

**Методы исследования.** Изучение вещественного состава карбонатных марганцевых руд и продуктов их передела осуществлялось комплексом методов минералогического и химического анализов. Ведущими методами минералогического анализа в данной работе являлись методы оптической микроскопии, рентгено-

разведанных месторождений, к числу которых относятся Усинское (Кемеровская обл.), Тыньинское (Свердловская обл.) и Порожинское (Туруханский р-н Красноярского края) месторождения.

На примере карбонатных марганцевых месторождений — Тыньинского, Порожинского и Усинского показаны возможности перспективной технологии их переработки автоклавным кальций-хлоридным способом [4–5], позволяющим не

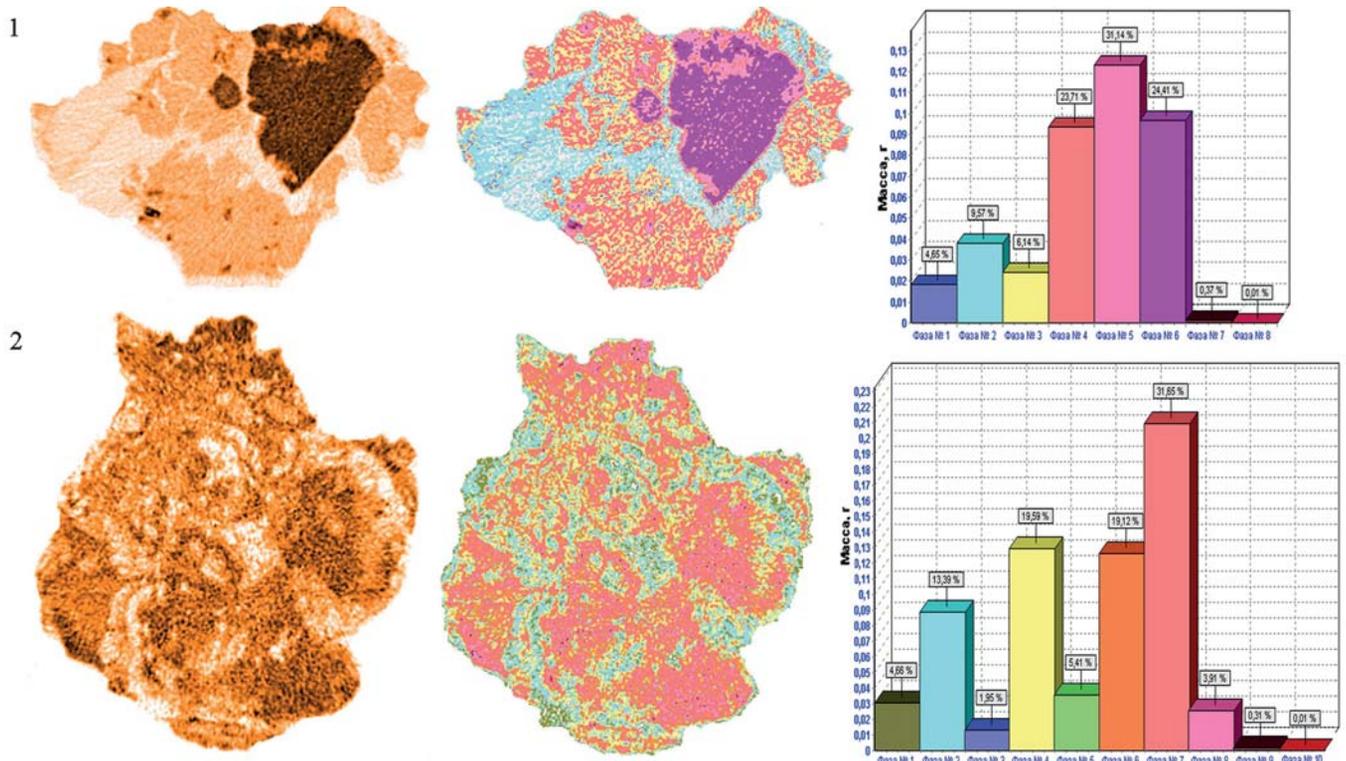


Рис. 2. Микрорентгеномография (μРТ) руды Тыньинского месторождения, песчаник (1) и рыхлая (2), обломки –10+6 мм; слева направо: томограмма; обработка по «TomAnalysis» — сегментация фаз и их соотношение, %: гидрослюда, в т.ч. глауконит — болотное, монтмориллонит — голубое, слоистые алюмосиликаты, в т.ч. хлорит — сиреневое, опал+кварц — желтое, полевые шпаты — зеленое, родохрозит III — оранжевое, родохрозит II — лососевое, родохрозит I — розовое, оксиды марганца — коричневое, пирит — красное

**Таблица 1**  
**Химический состав исходных проб, %**

Месторождение, компонент	MnO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Тыньинское	<b>27,68</b>	<b>29,24</b>	4,00	6,11	5,16	2,48	<b>0,83</b>
Порожинское	<b>30,69</b>	14,67	8,04	<b>10,54</b>	3,96	2,40	<b>0,64</b>
Усинское	<b>32,15</b>	14,95	1,02	3,91	16,57	2,99	<b>0,30</b>

**Таблица 2**  
**Минеральный состав исходных проб карбонатных руд месторождений (по данным рентгенографического количественного фазового анализа)**

Минерал	Кристаллохимическая (теоретическая) формула	Содержание в пробе, масс. %		
		Тыньинское	Порожинское	Усинское
Родохрозит I	MnCO <sub>3</sub>	27	27	29
Родохрозит II	(Mn,Fe)CO <sub>3</sub>	24	25	н/о
Манганокальцит	(Mn,Ca,Mg,Fe)(CO <sub>3</sub> )	н/о	н/о	23
Анкерит	Ca(Mg,Mn,Fe)(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	3	н/о	20
Доломит	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	н/о	11	н/о
Кварц	SiO <sub>2</sub>	10	7,5	11,5
Опал	SiO <sub>2</sub>	10	н/о	н/о
Альбит	NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	8	н/о	н/о
Клинохлор	(Mg,Fe) <sub>6</sub> (Si,Al) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>8</sub>	2	2	9
Гидрослюда	KAl <sub>2</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>2</sub>	5	3	н/о
Монтмориллонит	Ca <sub>0,2</sub> (Al,Mg) <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> ×n(H <sub>2</sub> O)	5	н/о	н/о
Каолинит	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>2</sub>	н/о	19	2
Фторapatит	Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (F,CO <sub>3</sub> ,OH)	2	1	н/о
Стильпномелан	Ca <sub>4</sub> Fe <sub>47</sub> Si <sub>72</sub> O <sub>180</sub> (OH) <sub>36</sub> ×12H <sub>2</sub> O	н/о	н/о	5
Гетит	FeOOH	н/о	4	н/о
Пирит	FeS <sub>2</sub>	0,5	н/о	0,5
Сумма кристаллических фаз		97,0	99,5	100

графический фазовый и рентгеномографический анализы. Минералого-аналитические работы выполнены в соответствии с методическими документами Научных советов по методам минералогических и аналитических исследований (НСОММИ, НСАМ) в лабораториях ФГБУ «ВИМС», аккредитованных Росстандартом на проведение исследований и испытаний.

#### Вещественный состав карбонатных марганцевых руд.

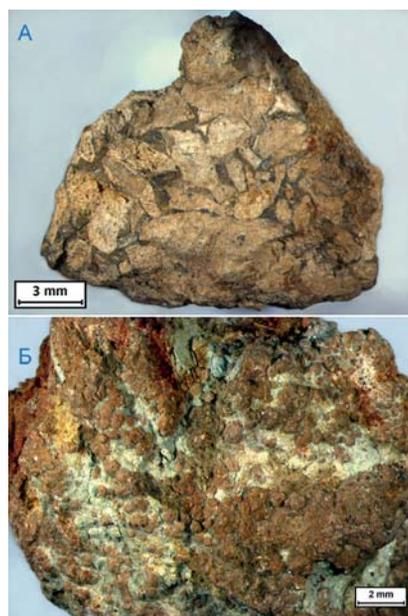
Карбонатные марганцевые руды изученных месторождений различаются минеральным составом и текстурным рисунком, что обусловлено их генезисом. При этом главным марганцевым минералом в них является родохрозит.

Осадочные руды Тыньинского месторождения имеют глинисто-кремнисто-карбонатный состав и сложный текстурно-структурный рисунок, обусловленный локализацией карбонатной марганцевой минерализации в терригенных глинисто-песчаных отложениях. Степень литификации руд различная, встречаются как рыхлые практически порошковые (алевритовые и песчаные глины, глинистые песчаники), так и плотные разновидности, представленные олигомиктовыми песчаниками с карбонатным, глинисто-карбонатным и кремнисто-глинисто-карбонатным цементом базального типа (рис. 1). Текстурно-структурная неоднородность руды четко вы-

является на томограммах (рис. 2).

Проба, выбранная для эксперимента, отличается достаточно высоким содержанием оксида марганца и кремнезема (табл. 1), которые образуют собственные минеральные фазы. Это соответственно родохрозит и кварц + опал. Фосфор входит в состав апатита.

Минеральный состав руды приведен в табл. 2. Главный рудный минерал — родохрозит представлен двумя разновидностями, присутствующими практически в равных количествах. Родохрозит первой разновидности — это округлые выделения с разным внутренним строением, ядра которых нередко сложены глинистыми минералами. Родохрозит второй разновидности представлен тонко- мелкозернистыми агрегатами, сформированными зернами ромбоэдрической, таблитчатой, скаленоэдрической формы. В большинстве случаев он замещает родохрозит первой разновидности и другие породообразующие минералы. В отличие от родохрозита первой разновидности в его структуру всегда изоморфно входит железо. Ро-



**Рис. 3. Карбонатная (А) и глинисто-карбонатная (Б) руды Порожинского месторождения**

родохрозит обеих разновидностей локализован преимущественно в песчаных и песчано-глинистых породах.

Карбонатные (доломит-родохрозитовые) и глинисто-карбонатные (каолинит-родохрозитовые) руды Порожинского месторождения (рис. 3), являющиеся объектом исследования, могут быть отнесены к инфльтрационно-осадочному типу. Их образование связано с наложенной карбонатной минерализацией на терригенно-глинистые карстовые породы. Макроскопически руды массивные, слабо пятнистые, вследствие неравномерного развития пестрых охр, сформированных тонкодисперсными гидроксидами железа, клинохлором и гидрослюдой.

Главным рудным компонентом является оксид марганца, присутствующий в виде родохрозита (табл. 2). Значимое количество кремнезема обусловлено наличием кварца, а также его присутствием практически во всех породообразующих минералах. Глинозем входит в состав слоистых силикатов. Фосфор образует собственную минеральную фазу — фторапатит.

Главным рудным минералом является родохрозит, представленный двумя разновидностями, присутствующими практически в равных количествах, и доломит, тесно ассоциирующий с родохрозитом. Родохрозит первой разновидности представляет собой пелитоморфные агрегаты, слагающие совместно с каолинитом цемент пород, иногда в них присутствует клинохлор и практически всегда доломит. Более поздний по времени образования родохрозит второй разновидности представляет собой округлые образования (оолиты), имеющие радиально-лучистое, но чаще концентриче-

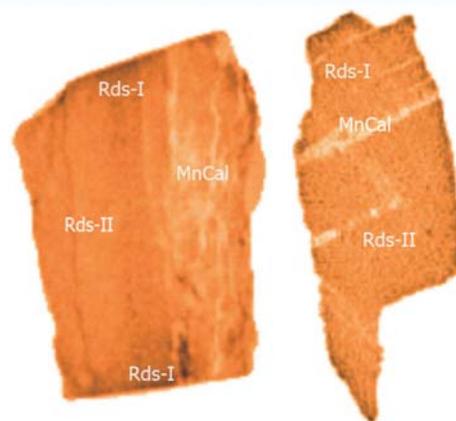


Рис. 4. Микрорентгеномография (μPT) родохрозит — манганокальциевой руды Усинского месторождения: родохрозит I — темно-рыжее (Rds-I), родохрозит II — средне-рыжее (Rds-II), прожилки манганокальцита — белое (MnCal)

ски-зональное строение. В большинстве случаев родохрозит этой разновидности образуется в поровом и межзерновом пространствах. Нередко в его структуру изоморфно входит железо.

Карбонатные руды Усинского месторождения относятся к типичным рудам вулканогенно-осадочного генезиса. Для них характерно переслаивание родохрозитовых и манганокальцитовых руд, марганцовистых известняков и сланцев. Руды в основном слоистые, иногда отмечаются вкрапленные и прожилковые текстуры (рис. 4). Структура руд скрыто- тонкокристаллическая.

Главным рудным компонентом является оксид марганца, образующий собственные минераль-

ные фазы — родохрозит и манганокальцит. Оксид кальция в основном также связан с карбонатами. Кремнезем представлен кварцем и входит в состав слоистых силикатов.

Экспериментальная проба сформирована различными карбонатами: родохрозитом, манганокальцитом и анкеритом (табл. 2), они представлены плотными агрегатами. Ассоциация этих минералов в определенной степени искусственная. К главным минералам также относится кварц. В подчиненном количестве присутствуют клинохлор, стильпноделан и каолинит. Минералы фосфора в руде данной пробы не обнаружены.

**Результаты и обсуждение.** Минералогические особенности карбонатных марганцевых руд изученных месторождений в целом нега-

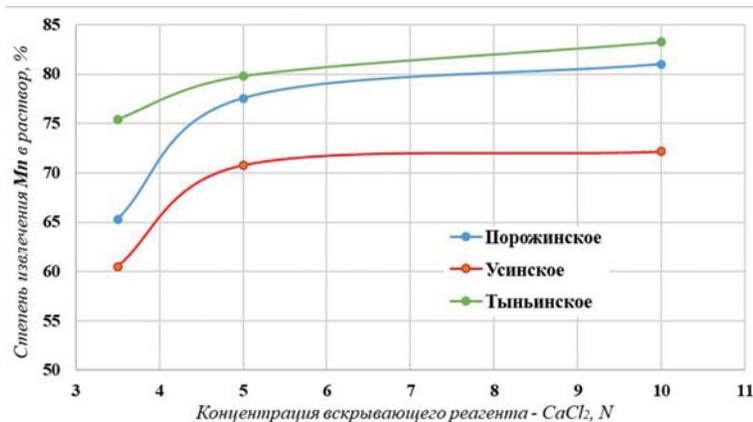
Таблица 3

Минеральный состав кеков от вскрытия исходных проб марганцевых руд

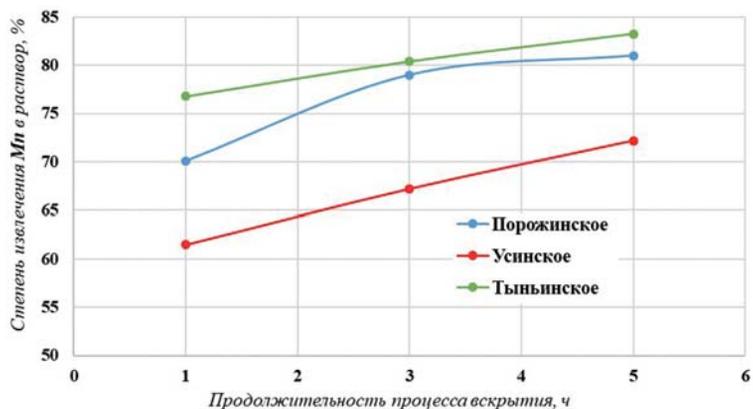
Минерал	Теоретическая формула	Содержание в пробе, масс. %		
		Тыньинское	Порожинское	Усинское
Родохрозит I	MnCO <sub>3</sub>	4	4,5	4,5
Кальцит	CaCO <sub>3</sub>	40	49	51
Манганокальцит	(Mn,Ca,Mg,Fe)(CO <sub>3</sub> )	н/о	н/о	6
Анкерит	Ca(Mg,Mn,Fe)(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	н/о	н/о	3
Доломит	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	н/о	3	н/о
Кварц	SiO <sub>2</sub>	13	5,5	13
Опал	SiO <sub>2</sub>	11	н/о	н/о
Альбит	NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	13,5	н/о	3,5
Клинохлор	(Mg,Fe) <sub>6</sub> (Si,Al) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>8</sub>	2	1	3,5
Гидрослюда	KAl <sub>2</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>2</sub>	2	3	н/о
Монтмориллонит	Ca <sub>0,2</sub> (Al,Mg) <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> ·nH <sub>2</sub> O	6,5	н/о	н/о
Каолинит	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	1	22	5
Фторапатит	Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (F,CO <sub>3</sub> ,OH)	2	2	н/о
Стильпноделан	Ca <sub>4</sub> Fe <sub>47</sub> Si <sub>72</sub> O <sub>180</sub> (OH) <sub>36</sub> ×12H <sub>2</sub> O	н/о	н/о	3,5
Гетит	FeOOH	н/о	2,5	н/о
Гематит	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	н/о	3	1
Пирит	FeS <sub>2</sub>	1	н/о	н/о
Тальк	Mg <sub>3</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>	н/о	н/о	0,5
Сумма кристаллических фаз		96,0	95,5	93,5

тивно влияют на их обогащение физическими методами, поэтому экспериментальные исследования были сосредоточены на гидрометаллургическом переделе этих руд.

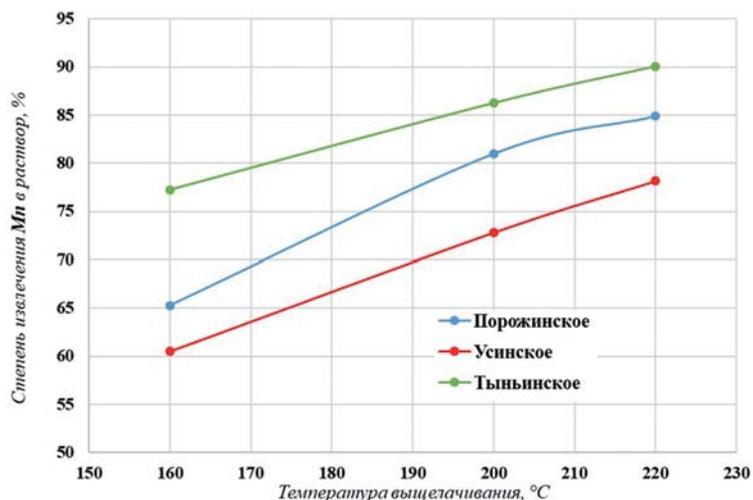
*Химико-технологические исследования.* Проведены исследования по использованию автоклавного кальций-хлоридного способа для извлечения марганца из карбонатных руд Тыньинского, Порожинского и Усинского месторождений. Минеральный и химический составы руд приведены в табл. 1 и 2, минеральный состав кеков от вскрытия исходных проб приведен в табл. 3.



**Рис. 5.** Зависимость извлечения марганца из карбонатных руд Порожинского и Усинского месторождений от концентрации вскрывающего реагента (CaCl<sub>2</sub>) (условия опыта: крупность пробы — 0,125 мм, Т:Ж = 1:5, t = 200 °С, τ = 5ч)



**Рис. 6.** Зависимость извлечения марганца из карбонатных руд от продолжительности выщелачивания (условия опыта: крупность пробы — 0,125 мм, Т:Ж = 1:5, t = 200 °С, C<sub>CaCl<sub>2</sub></sub> = 10 N)



**Рис. 7.** Зависимость извлечения марганца из карбонатных руд от температуры выщелачивания (условия опыта: крупность пробы — 0,125 мм, Т:Ж = 1:5, τ = 5ч, C<sub>CaCl<sub>2</sub></sub> = 10 N)

При проведении эксперимента в условиях автоклавного выщелачивания были следующие технологические параметры: концентрация хлорида кальция (3,5–10 N), температура (160–220 °С) и продолжительность (1–5 ч) процесса выщелачивания (рис. 5–7). Установлено, что существенное влияние на извлечение марганца оказывают все исследованные факторы. При одинаковых технологических параметрах (концентрация хлорида кальция — 10 N; температура выщелачивания — 210–220 °С; время выщелачивания — 5 ч; тонина помола — 0,125 мм) извлечение марганца в раствор составляет 90,9 % для руд Тыньинского месторождения, 85 % для руд Порожинского месторождения и 78 % для руд Усинского месторождения.

Более низкое извлечение марганца в раствор при переработке руд Усинского месторождения связано с наличием повышенного содержания анкерита (20 %), в состав которого может изоморфно входить марганец. Как следует из данных минерального состава кеков (табл. 3), при вскрытии руды Усинского месторождения в кеках остается до 3 % анкерита, для разложения которого необходимо ужесточение условий выщелачивания (повышение температуры, продолжительность выщелачивания, увеличение вскрывающего реагента).

Установлено, что степень извлечения марганца в раствор зависит от минерального состава перерабатываемых руд. Изоморфное вхождение катионов марганца в анкерит [6] при относительно низких температурах технологического процесса не позволяет полностью извлекать марганец из карбонатных руд Усинского месторождения: степень извлечения марганца в раствор на 10–15 % ниже по сравнению с карбонатными рудами Тыньинского и Порожинского месторождений. Повышение температуры выщелачивания до 200 °С позволяет извлекать из руды более 78 % марганца.

Проведенными исследованиями показана возможность извлечения марганца из карбонатных марганцевых руд Тыньинского, Порожинского и Усинского месторождений кальций-хлоридным способом и установлено, что степень извлечения марганца в раствор зависит от минерального состава перерабатываемых руд. Таким образом, именно глубокое изучение минерального состава при технологической оценке руд позволило прогнозировать и реализовать

условия, обеспечивающие оптимальные режимы процесса в зависимости от минерального состава сырья.

**Заключение.** Эффективность и оптимальный режим переработки руд определяются их строением, минеральным составом, индивидуальными кристаллохимическими особенностями и физическими свойствами слагающих их минералов. Определяющее значение имеет характер и степень раскрытия рудных минералов. Поэтому при разработке технологического передела руд необходимо располагать наиболее полными сведениями о минералогических и технологических свойствах руд, что позволяет прогнозировать их поведение в технологических процессах.

Минералого-технологическое изучение карбонатных марганцевых руд разных месторождений показало, что перспективы освоения данного вида минерального сырья могут быть связаны с применением технологий их передела гидрометаллургическим способом. Результаты проведенных исследований и экспериментальных испытаний показали принципиальную возможность извлечения марганца из карбонатных марганцевых руд Тыньинского, Порожинского и Усинского месторождений кальций-хлоридным способом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Карбонаты: Минералогия и химия* / Под ред. Ридер Р. Дж. М. — Мир, 1987. — 496 с.
2. *Марганец (Минерально-сырьевая база СНГ. Добыча и обогащение руд.)* / К.Н. Трубецкой, В.А. Чантурия, А.Е. Воробьев и др. — М.: Изд-во Академии Горных наук, 1999. — 271 с.
3. *Машковцев, Г.А.* Перспективы освоения и развития минерально-сырьевых баз критических ТПИ / Г.А. Машковцев, Ю.А. Хижняков, Д.С. Козловский, В.Ю. Самойлов, А.А. Фатеева // *Разведка и охрана недр.* — 2017. — № 2. — С. 3–10.
4. *Толстогузов, Н.В.* Влияние параметров обработки на извлечение и качество кальций-хлоридного концентрата из Усинской карбонатной руды / Н.В. Толстогузов, И.А. Селиванов, И.Е. Прошунин / *Теория и практика металлургии марганца.* — М.: Наука, 1990. — С. 106–111.
5. *Чернобровин, В.П.* Комплексная переработка карбонатного марганцевого сырья: химия и технология / В.П. Чернобровин, В.Г. Минин, Т.П. Сирин, В.Я. Дашевский. — Челябинск, Издательский центр ЮУрГУ, 2009. — С. 130–141.
6. *Шарков, А.А.* Минерально-сырьевая база марганца России и проблемы ее использования / А.А. Шарков // *Разведка и охрана недр.* — 2000. — № 11. — С. 15–19.

© Коллектив авторов, 2018

Лихникевич Елена Германовна // [likhnikееvich@mail.ru](mailto:likhnikееvich@mail.ru)  
Ожогина Елена Германовна // [vims-ozhogina@mail.ru](mailto:vims-ozhogina@mail.ru)  
Якушина Ольга Александровна // [yak\\_оa@mail.ru](mailto:yak_оa@mail.ru)  
Фатов Андрей Сергеевич // [infiniti400@mail.ru](mailto:infiniti400@mail.ru)

УДК 553.9: 574 + 669/85/86

**Луговская И.Г., Соколова В.Н., Ануфриева С.И., Казанов О.В. (ФГБУ «ВИМС»)**

#### ШУНГИТОВЫЕ ПОРОДЫ — ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СОЗДАНИЯ «ЗЕЛЕННЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ

*Определено понятие «зеленые» технологии. Рассмотрены возможности использования шунгитовых пород Карелии в качестве сорбционных материалов, наполнителей при*

*создании «зеленых» технологий. Предложены новые подходы для развития минерально-сырьевой базы шунгитовых пород, включающие комплексное использование добываемого сырья. **Ключевые слова:** «зеленые» технологии, окружающая среда, шунгитовые породы, сорбенты, наполнители, комплексная переработка сырья.*

Lugovskaya I.G., Sokolova V.N., Anufrieva S.I., Kasanov O.V. (VIMS)

#### SHUNGITE BREED IS A PERSPECTIVE MATERIAL FOR THE CREATION OF «GREEN» TECHNOLOGIES

*In this article, the concept of green technologies is defined. The possibilities of using shungite of Karelia as sorption materials, fillers in creating green technologies are considered. New approaches are proposed for the development of the mineral resource base of shungite, including the integrated use of extracted raw materials. **Keywords:** green technologies, environment, shungite, sorbents, fillers, complex processing of raw materials.*

Понятие «зеленые» технологии появилось в обиходе человечества более 40 лет назад. Основными чертами подобных технологий является эффективное использование природных ресурсов, их сохранение и приумножение, снижение экологической напряженности, сохранение экосистем и биоразнообразия, рост доходов и занятости населения.

Россия активно включилась в процесс развития «зеленых» технологий еще в конце XX в. За это время был накоплен опыт использования «зеленых» проектов, получены первые экономические результаты, стали широко использоваться такие понятия, как «зеленые инвестиции», «зеленое строительство», альтернативная зеленая энергетика, органическое сельское хозяйство и многие другие.

Широкое внедрение «зеленых» технологий дает возможность государству обеспечивать сбалансированное, устойчивое развитие экономики регионов. К положительным моментам можно отнести такие результаты, как возникновение дополнительных рабочих мест, улучшение качества жизни, снижение рисков для здоровья человека, сохранение не возобновляемых и восполнение возобновляемых ресурсов.

Существует классификация Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) [6], согласно которой «зеленые» технологии охватывают следующие сферы:

— общее экологическое управление (управление отходами, борьба с загрязнением воды, воздуха, восстановление земель и пр.);

— производство энергии из возобновляемых источников (солнечная энергия, биотопливо и пр.), смягчение последствий изменения климата, снижение вредных выбросов в атмосферу, повышение эффективности использования топлива, а также энергоэффективности в зданиях и осветительных приборах.

«Зеленые» технологии охватывают все сферы экономики: энергетику, промышленность, транспорт, строительство, сельское хозяйство и т.д. Они внедря-