

№ п/п	Параметры забойных условий	Гидроагрегаты			
		ГДА-600		ГДА-1250	
		Начало отработки пласта	Конец отработки пласта	Начало отработки пласта	Конец отработки пласта
1	Глубина залегания H , м	560	750	560	750
2	Гидростатическое давление столба пульпы $P_{ст}$, МПа	7,0	9,3	7,0	9,3
3	Давление на манифольде насоса $P_{мф}$, МПа	12,7	14,3	21	21
4	Подача насоса Q_n , л/с	38	33,9	51	51
5	Разность давлений на манифольде и на забое ΔP , МПа	5,7	5,0	14	11,7
6	Средняя производительность ГДА $P_{ср}$, т/ч	41,5		58	
7	Средний объем руды, извлекаемый за полный цикл работы ГДА $W_{ср}$, м ³	2095		3014	

ный цикл работы гидродобычных агрегатов в начале на глубине 560 м и в конце отработки пласта на глубине 750 м представлены в таблице. Расчеты показывают, что гидродобычной агрегат ГДА в комплекте с насосами УНБ-1250 и насосами Гейзера в условиях Гостищевского месторождения КМА обеспечат работу более 58 т руды в час, что более чем в 1,4 раза превышает результат производительности ГДА в комплекте с насосом НБТ-600 и эрлифтной установкой. При этом средний объем руды, извлекаемой за полный цикл работы ГДА, увеличивается с 2095 до 3014 м³ и полностью исключает недобор руды в забое на глубине 750 м.

Представленный материал позволяет оценить достигнутый результат и поставить задачу дальнейшего совершенствования ГДА.

1. Аренс, В.Ж. Скважинная гидродобыча полезных ископаемых: Учеб. пособие / В.Ж. Аренс, Н.И. Бабичев, А.Д. Башкатов и др. — 2-е изд. — М.: Изд-во «Горная книга», 2011. — 295 с.
2. Аренс, В.Ж. Физико-химическая геотехнология: Учеб. для вузов / Под ред. В.Ж. Аренса. — М.: Изд-во Московского государственного горного университета, «Горная книга», 2010. — 575 с.
3. Бреннер, В.А. Гидромеханическое разрушение горных пород / В.А. Бреннер, А.Б. Жабин, А.Е. Пушкарев, М.М. Щеголевский. — М.: Акад. гор. наук, 2000. — 343 с.
4. Зорин, А.Н. Механика разрушения горного массива и использование его энергии при добыче полезных ископаемых / А.Н. Зорин, Ю.М. Халимендик, В.Г. Колесников. — М.: Недра, 2001. — 413 с.
5. Третьяк, А.Я. Буровое долото режущего типа с гидромониторным приводом для скважинной гидродобычи железных руд / А.Я. Третьяк, Ю.Ф. Литкевич, И.К. Сапожников, А.Н. Гроссу // Изв. вузов. Северо-Кавказский регион. Техн. науки. — 2015. — № 1. — С. 107–110.
6. Третьяк, А.Я. Технология гидродобычи железной руды на месторождениях Курской магнитной аномалии / А.Я. Третьяк, Ю.Ф. Литкевич, А.Н. Гроссу // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2015. — № 3. — С. 50–54.
7. Третьяк, А.Я. Применение насоса Гейзера для подъема пульпы при скважинной гидродобыче железной руды / А.Я. Третьяк, Ю.Ф. Литкевич, А.Н. Гроссу // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2016. — № 10. — С. 304–311.
8. Третьяк, А.Я. Влияние забойных условий на производительность гидроагрегата при добыче железной руды / А.Я. Третьяк, Ю.Ф. Литкевич, А.Н. Гроссу // Изв. вузов. Северо-Кавказский регион. Техн. науки. — 2015. — № 2. — С. 64–68.

© Третьяк А.А., Литкевич Ю.Ф., Гроссу А.Н., 2018

Третьяк Александр Александрович // 13050465@mail.ru
Литкевич Юрий Федорович // 13050465@mail.ru
Гроссу Анна Николаевна // 13050465@mail.ru

УПРАВЛЕНИЕ И ЭКОНОМИКА

УДК: 553.041 (470.22)

Щипцов В.В. (ИГ КарНЦ РАН)

ПРОМЫШЛЕННЫЕ МИНЕРАЛЫ АРКТИЧЕСКИХ РАЙОНОВ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

Охарактеризована история горных разработок трех северных районов Республики Карелия, включенных в состав Арктической зоны РФ и показан минерально-сырьевой потенциал промышленных минералов на перспективу и их использование в технологиях XXI века. Рассмотрены основные месторождения и крупные проявления кианита, граната, мелкочешуйчатого мусковита, нетрадиционного полевого шпата (нефелиновые сиениты, анортозиты, кварцевые порфиры), кварца, ильменита, апатита. **Ключевые слова:** Арктическая зона, промышленные минералы, месторождения, доступность недр.

Shchiptsov V.V. (IG KarRC RAS)

INDUSTRIAL MINERALS OF THE ARCTIC REGIONS OF THE REPUBLIC OF KARELIA

*The mining history of three areas in North Karelia, located in Russia's Arctic Zone, is described, its industrial mineral potential is evaluated and the use of industrial minerals in 21st-century technologies is illustrated. Major deposits and large occurrences of kyanite, garnet, finely-squamose muscovite, nonconventional feldspar (nepheline syenite, anorthosite, quartz porphyry), quartz, ilmenite, apatite diatomite occurrences are discussed. **Keywords:** Arctic Zone, industrial minerals, deposits, accessibility of mineral deposit.*

В состав Арктической зоны РФ Указом президента от 27 июня 2017 г. включена территория Лоухского, Кемского и Беломорского муниципальных районов Республики Карелия.

Арктическая зона Российской Федерации является регионом особых геополитических, экономических, оборонных, научных и социально-этнических интересов. Во многом это определяется богатством ее недр, назревшей необходимостью и возможностями их использования [3]. Необходимо подчеркнуть, что промышленные минералы занимают исключительно важное место в народном хозяйстве, без них не может эффективно функционировать фактически ни один базовый экономический комплекс страны, а территория арктических районов Республики Карелия — это важный район, обладающий богатыми ресурсами [4].

История горных промыслов и геологических исследований в карельском Поморье

С Поморьем (побережье Белого моря) был связан экономически значимый промысел слюды-мусковита, которую, по данным историко-археологических исследований в Новгороде Великом, использовали в своем обиходе еще в XI в. Местом разработки слюды была Керетская волость, входившая некогда в вотчину Соловецкого монастыря. Сохранившиеся следы былой деятельности по добыче слюды свидетельствуют о длительно существовавшей развитой слюдяной промышленности. С XIV в. и до начала XIX промысел слюды обеспечивал как внутренний, так и внешний рынок.

В марте 1915 г. началось строительство железной дороги, а в ноябре 1916 г. был забит последний косяк около населенного пункта Пояконда на смычке рельсов Петрозаводск — Романов-на-Мурмане. Впоследствии это повлекло за собой развитие геологических изыскательских работ. В 1922 г. создается контора Чупинских разработок (Чупгорн). Добыча керамических пегматитов в промышленном масштабе началась вблизи пос. Чупа-Пристань на о-ве Олений и Панфилова Варакка.

Первые сведения о гранатовых проявлениях Шуеречского района были даны П.А. Борисовым, который в 1929—1930 гг. проводил исследования на договорных началах с трестом «Карелгранит». Впоследствии выявлены перспективные проявления гранатовых руд, среди которых первоочередное значение приобретает Тербеостровское месторождение. В 1930-е годы открыто Хизоваарское месторождение кианитовых руд. Основным результатом съемочных и поисково-оценочных работ СЗТГУ в 1954—1956 гг. стал подсчет запасов ильменитовых руд по кат. C_1 и C_2 на участке Суриваара Елетьозерского массива.

Промышленные минералы северной Карелии на протяжении многих десятилетий играли важную роль в экономике минерального сырья. Доминирующая позиция во второй половине XX в. стала принадлежать ГОКу «Карелслюда», крупнейшему поставщику слюды-мусковита, но в 1995 г. было принято решение о ликвидации шахтных комплексов глубиной до 300 и более м на четырех подземных слюдорудниках (Тэдино, Лопатова губа, Малиновая Варакка Северная и Плотина). Параллельно в эти годы проходила переоценка выявленных в недрах месторождений и оценка

новых видов промышленных минералов. К этим исследованиям, в которых выражена основная роль Института геологии КарНЦ РАН, относятся геологические и минералого-технологические результаты по таким промышленным минералам, как: кианит, гранат, ставролит, мелкочешуйчатый мусковит, нетрадиционный полевой шпат (нефелиновые сиениты, анортозиты, кварцевые порфиры), кварц, ильменит, апатит, карбонатные породы, оливиниты и дуниты.

Особенности минерагении карельской Арктики

Арктические районы РК расположены на площади эрозионного среза, подвергшейся многократной активизации. Значительную часть территории занимают архейские гранитоиды, среди которых широко распространен тоналит-грондъемит-гранодиоритовый комплекс (ТТГ-ассоциация) с возрастом 3,0—2,8 млрд лет. Особенностью геологического строения данной территории является система неоархейских зеленокаменных поясов (ЗП), включающая супракрустальные комплексы Северо-Карельского и Пибозерского (Карельская минерагеническая провинция), Центрально-Беломорского ЗП. Центрально-Беломорский ЗП, как и Чупинский парагнейсовый комплекс включен в структуру Беломорского подвижного пояса (Беломорская минерагеническая провинция). Таким образом, мы имеем дело с уникальной сложноскладчатой структурой метаморфических пород полихронного развития (рисунок).

Геодинамические обстановки в пределах восточной части Фенноскандинавского щита существенно отличаются структурообразованием и тектоническим строением, режимом развития, в частности, изменениями глубинного теплового потока и т.п. Они определили закономерности вещественно-структурной эволюции земной коры — допротерозойское осадочно-вулканогенное породообразование, магматизм, метаморфизм и в целом минерагеническую активизацию, результатом которой стало формирование полихронных и полигенетических месторождений и проявлений промышленных минералов и горных пород (алмаз, апатит, гранат, графит, диатомит, доломит, дуниты, пирит, ильменит (титаномагнетит), карбонатные породы, кварц, кианит, мусковит, оливиниты, пироксид, полевой шпат (пегматитовый и нетрадиционный), серпентинит, сподумен, ставролит).

На бывших рудниках ГОКа «Карелслюда» в отвалах сохранены тысячи тонн пегматитовой горной массы, включая мелкозернистый мусковит, кварц, плагиоклаз и микроклин.

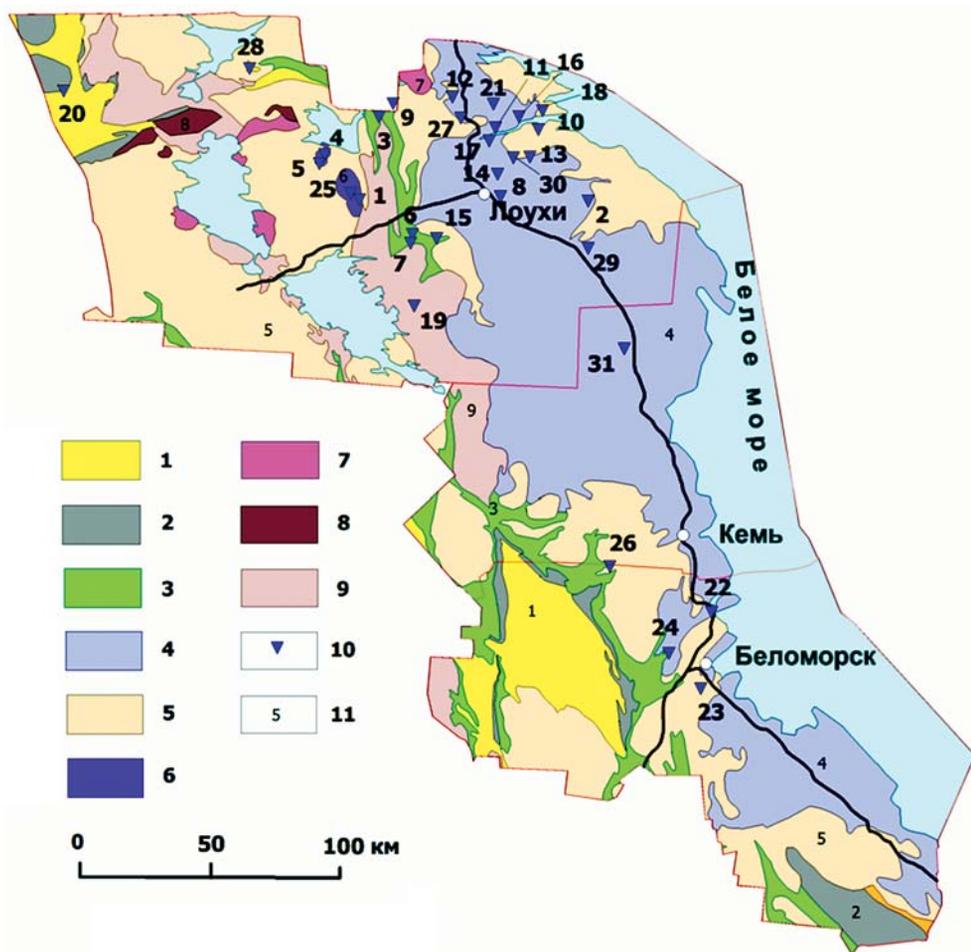
Образование руд промышленных минералов имеет тесную зависимость от литологического, магматического, структурного и метаморфического факторов. Процессы петрогенезиса, повлиявшие на химический и минеральный состав горных пород в значительной мере связаны с метаморфизмом горных пород магматического и осадочного генезиса, что является характерной особенностью данной арктической площади.

Основной генетический тип месторождений Беломорской минерагенической провинции определяется

эндогенными процессами пегматитогенеза, проявленными в условиях диафтореза и связанного с ним метасоматоза гнейсов, амфиболитов и мигматитов, *составляющих* единый беломорский структурно-формационный комплекс. Пегматиты метаморфогенного генезиса подразделяются на мусковитовые и керамические.

Пространственно мусковитовые пегматиты связаны с высокоглиноземистыми породами чупинской свиты беломорского комплекса, представленными кианит-гранат-биотитовыми, гранат-биотитовыми, биотитовыми и двуслюдяными плагиогнейсами, и контролируются узкими линейными зонами сжатых и изоклинальных, реже открытых складок, а также зонами расланцевания и кливажа. Для керамических пегматитов вмещающими породами являются гнейсы, гнейсо-граниты и амфиболиты мезоархея. На месторождении Хетоламбина содержание рудного микроклина и микроклинового пегматита, варьирует от 28 до 76 % от общей пегматитовой массы. Имеются резервные участки — Ураккозерская и Кивгубская зоны пегматитов с прогнозными запасами 4,8 млн т. [4].

Все учтенные госбалансом РФ разведанные запасы кварца в Республике Карелия связаны со слюдяными и слюдяно-керамическими пегматитами Беломорской слюдоносной формации [4]. Кварц обособляется в виде блоков и слагает ядерные части пегматитовых жил в месторождениях — Малиновая Варакка, Большая Панфилова Варакка, Слюдяной Бор, Плотина, Хетоламбина, Тэдино, Станционное, Карельское, Слюдозеро, им. Чкалова, Никонова Варакка и др. (рисунок). Молочно-белый кварц пегматитовых жил характеризуется высоким качеством. Кварцевый концентрат, полученный из этого сырья, пригоден для производства кварцевой керамики, плавки прозрачного кварцевого стекла, варки высококачественного многокомпонентного оптического стекла и синтеза искусственных кристаллов кварца [2]. Помимо традиционного подобного кварца, в Карельской минерагенической зоне установлены новые генетические типы кварцевого сырья: жильный гранулированный кварц (Рухнаволок), сливные кварциты (Степаново озеро), метасоматиты фаций кислотного выщелачивания (Хи-



Карта размещения месторождений и проявлений промышленных минералов арктических районов Республики Карелия.

(Составители В.В. Щипцов и Н.И. Щипцова): 1 — ятулий-людиковый нерасчлененные (2,30–1,92 млрд лет); 2 — сумий-сариолий нерасчлененные (2,5–2,3 млрд лет); 3 — комплексы зеленокаменных поясов (2,88–2,72 млрд лет); 4 — комплексы Беломорской провинции (2,9–1,8 млрд лет); 5 — ТТГ-карельский комплекс (архейский фундамент) (3,0–2,8 млрд лет); 6 — щелочно-габбровые расслоенные интрузивы с карбонатитами (2,07–2,00 млрд лет); 7 — граниты (2,70–2,65 млрд лет); 8 — расслоенные интрузивы основных и ультраосновных пород (2,45–2,40 млрд лет); 9 — чарнокиты, гранодиориты, монзониты (2,778–2,720 млрд лет); 10 — месторождения и проявления промышленных минералов; 11 — номер надгоризонта. Промышленные минералы: 1 — Суриваара Ilm; 2 — Никонова Варакка Qu; 3 — Степаново озеро Qu; Тикшеозерский массив: 4 — Карбонатитовое Ар, Са; 5 — Шапкозерское ОI, Du; Хизоваарская структура: 6 — Южная Линза Ку, Qu, Py; 7 — Высота-181 Gr, Ky, Stav; 8 — Слюдозеро Му; 9 — Униярви Gr; 10 — Левин Бор Gr; 11 — Малиновая варакка (Му, Qu); 12 — Тэдино (Му, Qu); 13 — Западная Плотина Gr, Stav; 14 — Плотина Му, Qu;

15 — Межозерное Му; 16 — Хетоламбина Mi, Peg; 17 — Чкаловское Mi, Peg; 18 — Уракка Mi, Peg; 19 — Пиртима Му, Peg; 20 — Соваярвинское Carb; 21 — Хитостров Cord; 22 — Тербеостров Gr, Ky; 23 — Слюдяной Бор Му, Qu, Peg; 24 — Торлов Ручей Peg; 25 — Елетьозеро Fsp, Ne; 26 — Охтинское поле Peg; 27 — Нижнее Котозеро Fsp; 28 — Ханкус ОI; 29 — Амбарная Ламбина Diat; 30 — Ряпукс Diat; 31 — Сиг Diat.

Примечание: Ilm — ильменит; Му — мусковит; Mi — микроклин; Peg — пегматит; Fsp — полевошпата; Ne — нефелин; Qu — кварц; Diat — диатомиты; Ky — кианит; Gr — гранат; Stav — ставролит; Cord — корунд; Ar — апатит; Са — кальцит; Carb — карбонаты; Py — пирит; ОI — оливиниты; Du — дуниты

зоваарское рудное поле), галечный кварц (побережье Белого моря). Изучены физико-химические и минералогическо-петрографические особенности кварцевого сырья различных генетических типов. Оценены технологические свойства различных типов кварцевого сырья Карелии, что позволяет относить некоторые из проявлений к категории особо чистого кварца, соответствующие по содержанию элементов-примесей высоким маркам (ЮТА-стандарт) [2].

Широко развиты метаморфогенные комплексы высокоглиноземистого состава. Практический интерес представляют кианитовые образования Беломорского подвижного пояса и Северо-Карельского зеленокаменного пояса, где они отмечаются в полиметаморфических ассоциациях высокобарических условий метаморфизма. Значительная часть кианитовых образований связана с кислотным постмагматическим этапом.

Литостратиграфический фактор подчеркивает приуроченность интенсивного кианитообразования к метаморфитам Чупинского парагнейсового комплекса, при этом шестивалентный состав в наибольшем своем объеме определился на ранней стадии становления, и ведущая роль отводится метаморфизму высокобарического кианитового типа (фациальная серия $B_2 - B$, по В.А. Глебовицкому) [1], а в дальнейшем на формирование структурно-текстурных особенностей и минерального состава пород оказали влияние наложенные процессы.

История изучения кианитовых руд Хизоваарской структуры (рисунок) очень поучительна, т.к. она отражает эволюционный переход от оценки их использования для получения алюминия, затем для производства силумина и, наконец, кианит становится практически ценным промышленным минералом, химические и физические свойства которого стали предметом внимания в первую очередь для использования в огнеупорной и керамической промышленности, а также авиадвигателестроении. В России месторождения кианитовых руд до сих пор не разрабатываются.

Месторождение Межозерное (рисунок) дополняет перспективы Хизоваарского рудного поля и является перспективным объектом на добычу маложелезистого чешуйчатого мусковита. Получение дополнительной товарной кварцевой продукции из отходов обогащения мусковита и вовлечение в сферу попутного производства песков кварцевого продукта позволяет организовать на базе месторождения безотходное производство и уменьшить расходы на поддержание отвального и хвостового хозяйства. В настоящее время низкожелезистый молотый мусковит востребован для производства микронизированной электродной слюды, высокотехнологичных и огнестойких лаков, перламутровых красок и пигментов широкой цветовой гаммы для нужд авто- и авиапрома, формованных электроизоляторов, мягких кровельных материалов, сорбентов для сельского хозяйства, при тампонаже скважин нефтяного бурения, в косметологии и т.п. Мировым лидером в производстве мусковита сухого и мокрого помола является США. В мире, по данным

Геологической службы США, по состоянию на 2014 г. общее производство слюды составило 1 млн 130 тыс. т, при этом отмечается рост потребностей в молотой слюде, включая микронизированные мусковитовые концентраты.

В составе продуктивной толщи на месторождении Межозерное выделяются кварц-мусковитовые сланцы и мусковитовые кварциты с чешуйчатым мусковитом серебристого цвета размером до 5–7 мм, а также кварц-кианитовые сланцы с тонкочешуйчатым мусковитом. Практический интерес на данном участке представляют мусковитовые кварциты. Содержание мусковита варьирует от 7,8 до 42 % при среднем 18,1 %. В образовании мусковитовых кварцитов определенную роль сыграли процессы кислотного выщелачивания мусковит-кварцевой фации свекофеннского периода. Метасоматические процессы мусковит-кварцевой фации кислотного выщелачивания характеризуются инертностью Al_2O_3 и SiO_2 , а также повышенной активностью калия в растворах, что приводит к мусковитизации и окварцеванию исходных пород с образованием кварц-мусковитовых метасоматитов.

Развитие процессов кислотного выщелачивания кварц-мусковитовой фации проходило по узким зонам расщелачивания, в результате наблюдается значительная неравномерность мусковитизации пород и соответственно широкие вариации минерального и химического состава пород по скважинам с глубиной. По результатам изучения минералогическо-петрографических особенностей кварц-мусковитовых метасоматитов по керну семи скважин были выделены несколько типов пород, отличающихся по минеральному составу в зависимости от исходных пород и степени метасоматической переработки. В целом с увеличением степени метасоматической переработки исходных пород наблюдается замещение плагиоклаза, кианита и биотита мусковитом и кварцем с образованием кварц-мусковитового агрегата.

В отличие от чупинского мелкоразмерного мусковита маложелезистый мусковит на данной площади имеет превосходные характеристики по железу — менее 1 %, мышьяку — не более 3 мг/кг, свинца — не более 20 мг/кг, более 90 % свободных от минеральных примесей чешуек фракции 0,04–0,1 мм, что удовлетворяет ряд технических условий.

Гранат принадлежит к перспективным промышленным минералам, поле его использования расширяется. Он обладает умеренно высоким удельным весом (4,1–4,3 г/см³), твердостью по шкале Мооса (6,5–7,5), точка плавления около 1250 °С. К важному достоинству граната относится использование его при металлорезке. Высокая устойчивость граната к физическому и химическому воздействию придает ему свойства высококачественного абразива (наждачная бумага, абразивные круги, полировальные и шлифовальные пасты, порошки и дробь). Гранат применяется на некоторых несложных поверхностях. Инертность, устойчивость к деградации, размер частиц и фракционное распределение, удельный вес, отсутствие слипания мел-

ких частиц граната (прослойка между фильтрами, обычно между кремнеземом и антрацитом) создают идеальные возможности для использования в фильтрации воды (мультисредние фильтрационные системы).

В Карельской зоне Арктики расположены крупные гранатовые проявления Тербеостровское, Западное и Униярви, а также проявление Высота-181, ресурсы которого оцениваются в 12 млн т руды (рисунок) [4].

К новому типу месторождений полевошпатового сырья относятся анортозиты Нижнекотозерского массива в пределах Беломорского подвижного пояса (рисунок). Массив размещен на площади развития образований беломорского комплекса Беломорского подвижного пояса. На данной территории выделены несколько промышленных типов пород, где четко локализуются серые анортозиты с содержанием меланократовых минералов до 15 %; главный породообразующий минерал — плагиоклаз высокой основности (до 74 % An), в целом основность плагиоклаза не менее № 50. Дана предварительная технологическая оценка анортозитов как многоцелевого сырья. К важным данным относятся результаты исследований о растворимости анортозитов в HCl и H₂SO₄, выполненные по стандартной методике. Анортозиты представляют собой потенциальную минерально-сырьевую базу.

Лейкокатовая разновидность кварцевых порфиров на месторождении Роза-Лампи (рисунок) представлена двумя штоками и является полезным ископаемым. На этом месторождении была проведена предварительная разведка в 1969 г. Месторождение протяженностью до 1500 м при мощности 150–400 м на глубину прослежено до 70 м. Основной минеральный состав, в %: кварц 35–50, включая фенокристы, калиевый полевой шпат 40–50, серицит 5–10, биотит 1–3. Характерными являются вкрапленники голубого опаловидного кварца. Запасы составляют 147 млн т руды до глубины 30 м. Выход полевошпатовых концентратов, полученных флотоэлектромагнитной сепарацией, составляет более 45 %. Содержания основных компонентов в полевошпатовом концентрате следующие, в %: Fe₂O₃ — 0,15; Al₂O₃ — 14,4; Na₂O — 1,48; K₂O — 11,3. Пути использования: высоковольтный электротехнический фарфор, керамические изделия, кислотоупоры и др.

Пироксенит-габбро-щелочная с карбонатитами формация представлена Елетьозерским, Тикшеозерским и Восточным массивами в северной Карелии. Елетьозерский комплекс представляет собой эллипсоидальное в плане интрузивное тело площадью около 100 км², вытянутое в субмеридиональном направлении. Его западное продолжение срезано крупным разломом, т.е. первоначальные размеры массива были существенно больше. Он прорывает архейские гранито-гнейсы, комплексы ТТГ-серии, а также раннепалеопротерозойские микроклиновые и плагиомикроклиновые граниты. Возраст комплекса, определенный U-Pb методом по циркону с помощью SHRIMP-II, составляет 2080±30 млн лет, т.е. он является древнейшим на сегодняшний день образованием подобного типа [6].

Бимодальный Елетьозерский комплекс образован двумя главными интрузивными фазами. Породы первой фазы, слагающие главный объем комплекса, представлены преимущественно Fe-Ti-оксидными габброидами (феррогаббро) и в самых общих чертах имеют концентрически-зональное строение. Вторая фаза образована телом щелочных и нефелиновых сиенитов в центральной части массива, интрузирующим породы первой фазы. Рудный участок Суриваара Елетьозерского массива является наиболее перспективным. В 1950-е годы здесь на стадии поисково-разведочных работ были опробованы и оценены несколько минерализованных залежей с титаносодержащим магнетитом и ильменитом. По содержанию TiO₂ титаномagnetит-ильменитовые руды подразделены на три сорта: 1 — свыше 12 %; 2 — 8–12 %; 3 сорт — 5–8 %. Наиболее крупная залежь имеет протяженность 1400 м при средней мощности 36 м. Запасы по данным поисково-разведочных работ 1954–1956 гг. составляют более 60 млн т при среднем содержании TiO₂ — 8 %; прогнозные ресурсы до глубины 200 м — 182,5 млн т руды, в т.ч. TiO₂ около 3,5 млн т [4].

В строении щелочно-габброидного Елетьозерского массива большое практическое значение отводится щелочным сиенитам. На участке Северный (оз. Нижнее) проводились основные геолого-минералогические исследования, обследовался также Южный участок, расположенный между Нятовара и Суриваара. На этих участках осуществлялось бурение скважин до глубины 100 м. Так, залежь Северная имеет длину от 750 до 1250 м и ширину от 225 до 500 м. Минеральный состав представлен микроклин-пертитом, альбитом, нефелином (в общей сумме 75–85 %), эгирин-авгитом, арфведсонитом, амфиболом, биотитом [4]. Прогнозные ресурсы составляют по кат. P₁ — 9,5 млн т горной массы. Исходные породы обогащаются с использованием метода электромагнитной сепарации. Выход концентрата составляет 62–75 %. Концентраты делятся по содержанию Fe₂O₃ на три сорта, в %: 1 сорт — 0,1; 2 сорт — 0,3; 3 сорт — 0,8, содержащие Al₂O₃ — 20,5–22 %, Na₂O — 7,60–7,90 %, K₂O — 6,2–6,7 %.

На Тикшеозерском массиве выявлено и изучено месторождение Карбонатитовое. Апатитоносные карбонатиты на площади около 2 км² представляют собой комплексный тип руды. Кальцитовые карбонатиты составляют главную разновидность (CaO 35,11–51,80 %) По петрохимическим характеристикам различаются высококальциевые и магниевые-кальциевые карбонатиты. Минеральный состав карбонатитов: кальцит — более 90 %, доломит, анкерит, арагонит, брейнерит, анкилит, биотит — биотит и флогопит, рудные — магнетит, ильменит, пирротин, сфен, второстепенные и аксессуарные — тремолит, полевой шпат, кварц, пиррохлор, бадделлит.

Карбонатитовая руда перекрыта чехлом четвертичных образований мощностью от 5 до 15 м. По данным бурения, проводимого Центрально-Кольской поисково-съёмочной экспедицией, определена длина основного рудного тела по простиранию 5,4 км и ширина в раздувах до 600 м. Форма карбонатитового тела непра-

вильная, в горизонтальном близповерхностном сечении серповидная с извилистыми контурами. Прогнозные ресурсы составляют около 900 млн т карбонатитовой руды, около 40 млн т в пересчете на P_2O_5 со средним содержанием 4,3 % [4]. Возраст карбонатитов определен в 2 млрд лет [7].

Выводы

Установлено значение геолого-минералогических факторов и влияние типоморфизма минералов как связующего звена системного анализа при определении технологических свойств промышленных минералов арктической зоны Карелии. Выявлены индивидуальные типоморфные особенности минералов, присущие конкретному природному типу (метаморфогенные, метаморфогенно-метасоматические и метасоматические кианитовые и магматические апатит-карбонатитовые руды, полигенное кварцевое сырье, нетрадиционные виды полевошпатового сырья и др.).

Резюмируя, можно определить, что акцент при оценке промышленных минералов должен быть сделан в первую очередь на двух рудных районах — Тикшеозерско-Ельтьозерская площадь и Хизоваарская структура, потенциально крупные горнопромышленные узлы северной Карелии. Именно здесь может быть сформирована эффективная система недропользования на основе комплексного освоения и использования всей совокупности ресурсов недр. В частности, по прогнозам потребность на внутреннем рынке в апатитовом концентрате увеличивается. Если обращаться к апатиту как товарному продукту, получаемому из тикшеозерских карбонатитов, то этот продукт имеет хорошие качественные характеристики апатитового концентрата. Экономические показатели свидетельствуют об инвестиционной привлекательности проекта для горнодобывающей промышленности.

Соизмерение исследованных объектов промышленных минералов арктических районов Карелии с категорией доступности (свойство системы «общество — минеральные ресурсы») позволяет прогнозировать возможность их эффективного и безопасного использования в зависимости от достигнутого технологического уровня, что требует приложения значительных усилий, чтобы изменить взгляд на перспективу [5].

Минерагенический потенциал недр арктической зоны Карелии еще далеко не раскрыт полностью. Нет достаточной аргументации, например, в определении перспектив по оценке алмазов (Соколоозерская площадь), сподуменовых пегматитов (Плотная Ламбина), диатомитов (Амарная ламбина, Ряпукса, Сиг), галечного кварца побережья Белого моря, жемчуга (р. Кереть) и др. В силу этих обстоятельств предлагается разработать Программу по развитию горнопромышленного комплекса арктических районов Карелии с целью проведения научно-исследовательских, поисковых, поисково-оценочных и разведочных работ на данной территории. К реализации этой программы должны быть привлечены частные инвесторы и госкорпорации.

Фокус стратегии регулируется мегатрендами:

— необходимостью создания устойчивого использования дефицитных минеральных ресурсов;

— влиянием урбанизма как глобальной причины для развития отрасли минеральных стройматериалов и ресурсопотребляющего сектора;

— технологиями XXI в., направленными на металлы и промышленные минералы, использование которых возможно в высоких технологиях;

— приоритетом исследований арктической территории на эффективные материалы и энергию, новые минеральные ресурсы и высокотехнологичные горные предприятия.

Потенциал промышленных минералов районов карельской Арктики огромен. Их значимость зависит от глубины исследований, которая имеет зависимость от социально-экономических условий, экологических требований и потребностей рынка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глебовицкий, В.А. Проблемы эволюции метаморфических процессов в подвижных областях / В.А. Глебовицкий. — Л., 1973.
2. Данилевская, Л.А. Кварцевое сырье Карелии / Л.А. Данилевская, Л.С. Скамницкая, В.В. Щипцов. — Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004.
3. Добрецов, Н.Л. Минеральные ресурсы российской арктики и проблемы их освоения в современных условиях / Н.Л. Добрецов, Н.П. Похиленко // Геология и геофизика. — 2010. — Т. 51. — № 1. — С. 126—141.
4. Минерально-сырьевая база Республики Карелия. Книга 2. Неметаллические полезные ископаемые. Подземные воды и лечебные грязи. — Петрозаводск: Карелия, 2006. — 356 с.
5. Пешков, А.А. Доступность минерально-сырьевых ресурсов / А.А. Пешков, Н.А. Мацко. — М.: Недра, 2004.
6. Шарков, Е.В. Кристаллогенезис и возраст циркона из щелочных и основных пород Ельтьозерского магматического комплекса, северная Карелия / Е.В. Шарков, Б.В. Беляцкий, М.М. Богина, А.В. Чистяков, В.В. Щипцов, А.В. Антонов, Е.Н. Лепехина // Петрология. — 2015. — Т. 23. — № 3. — С. 285—307.
7. Corfu, F. U-Pb ID- TIMS age of the Tikshozero carbonatite: expression of the 2.0 Ga alkaline magmatism in Karelia, Russia / F. Corfu, T. Bayanov., V. Shchiptso., N. Frantz // Cent. Eur. J. Geosci. — 2011. — V. 3. — № 3. — P. 302—308.

© Щипцов В.В., 2018

Щипцов Владимир Владимирович // shchipts@krc.karelia.ru

УДК: 382.5:553.3

Хатьков В.Ю. (ПАО «Газпром», НИУ Томский политехнический университет)

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ РЫНКОВ ИМПОРТО-ЗАВИСИМЫХ ВИДОВ МИНЕРАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ В РОССИИ

Рассмотрены изменения стоимости суммы товарных потоков всех минеральных продуктов в России (производство, потребление, импорт и экспорт), в том числе импортозависимых товарных продуктов. Доля импортозависимых видов минеральных продуктов в сумме всех минеральных продуктов составляет 1,3–2,5 % от суммы стоимости их реализации (потребление + экспорт) и 2,3–4,0 % от стоимости национального потребления.