

ной поверхности трибоэлектризатора с необходимым значением РВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Физические основы* электрической сепарации / А.И. Ангелов, И.П. Верещагин, В.С. Ершов и др. – М.: Недра, 1983.
2. *Добрёцов Л.Н., Гомоюнова М.В.* Эмиссионная электроника. – М.: Наука, 1966.
3. *Кузнецов В.Д.* Поверхностная энергия твердых тел. – М.: Техтеориздат, 1954.
4. *Месёняшин А.И.* Электрическая сепарация в сильных полях. – М.: Недра, 1978.
5. *Задорожный В.К., Локшина С.С., Щеголев И.А.* // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 1997. – №2. – С.74.
6. *Глазанов В.Н.* К вопросу электростатического обогащения угольной мелочи. – М.: Углетехиздат, 1950.
7. *Савельев И.К.* Курс общей физики / Т.3. – М.: Наука, 1987.
8. *Карта М., Феррара Г., Дель-Фа К., Чикку Р.* – В кн.: VIII Международный конгресс по обогащению полезных ископаемых / Т.1. – Л.: Механобр, 1969. – С.115.

**В.В.ЩИПЦОВ, А.В.БАРХАТОВ,
Л.С.СКАМНИЦКАЯ, В.А.ШЕКОВ**
(Институт геологии Кар НЦ РАН)

ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕЙСТВУЮЩЕЙ И ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ НА ПРИНЦИПАХ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

Республика Карелия относится к региону России с развитой политипией полезных ископаемых.

В настоящее время на территории Карелии выделены соответствующие блоковые структуры разных порядков.

имеющие границы раздела по субвертикальным и субгоризонтальным поверхностям с использованием принципов концепции слоисто-блокового строения, разработанной В.В. Белоусовым [1]. Но это лишь современная фиксация результирующего действия, вобравшего в себя древнейшие и древние эпизоды геологической истории - от периода формирования первичнокоровых образований типа "серых гнейсов" до типично осадочных, осадочно-вулканогенных и вулканических формаций лопийского, карельского, рифейского комплексов, венда, фанерозоя и квартера. Состав этих толщ чрезвычайно разнообразен.

В целом на поверхности Карелии выделены стратиграфические подразделения, соответствующие архейской (саамский и лопийский комплексы) и протерозойской (карельский комплекс с надгоризонтами от древних к молодым: сумийский, сариолийский, ятулийский, людиковийский, калевийский, вепсийский, рифейский комплекс, вендская системы) зонотемам, а также фанерозойская зоносистема (девонская, каменноугольная и четвертичная системы). На каждом стратиграфическом уровне сформированы те или иные полезные ископаемые.

Металлогеническая специфика отчетливо проявлена в трех главных областях на мезотектоническом уровне:

1. Беломорский мобильный пояс, для которого характерна уникальная раннедокембрийская структура. Геологическая эволюция данной структуры продолжалась более чем 1 млрд. лет и включала три основных периода эндогенной активности -позднеархейская (2,9-2,6 млрд лет), палеопротерозойская (2,45-2,4 млрд лет) и свекофеннская (2,0-1,8 млрд лет). Весьма характерны ультраметаморфические и плутонические комплексы

2. Карельский кратон - это вторая мезоструктура, главной особенностью которой является позднеархейская континентальная кора в качестве основания для протерозойских комплексов. Региональная гранитизация имела место в позднеархейский период.

3. Третья мезоструктура составляет на территории Ка-

релии часть **Свекофеннского геоблока**. Особенность данной области заключается в формировании континентальной коры раннепротерозойского периода, а также в региональной гранитизации свекофеннских вулканогенно-осадочных пород.

Совокупность имеющихся данных по текущему состоянию изученности геологии Карелии позволяет в эволюции её земной коры, с учётом корреляции с соседними областями и другими щитами (см.рисунок), выделить крупные тектономагматические эпохи [3].

Основные типы оруденения в различные металлогенические эпохи показаны в табл. 1.

Таблица 1

Основные типы оруденения

Металлогеническая эпоха	Тип оруденения
Лопийская (верхнеархейская)	Магматический, магмато- гидротермальный, метаморфогенно- гидротермальный, керамические пегматиты, редкометалльные пегматиты, вулканогенно-осадочный, осадочный
Карельская (раннепротерозойская)	Магматический, магматогенно-гидротермальный, вулканогенно-осадочный, осадочный
Свекофеннская	Магматический, метаморфогенно-гидротермальный, вулканогенно-осадочный, мусковитовые пегматиты, керамические пегматиты, редкометалльные пегматиты
Рифейская	Магматический, магматогенно-гидротермальный, грейзеновый

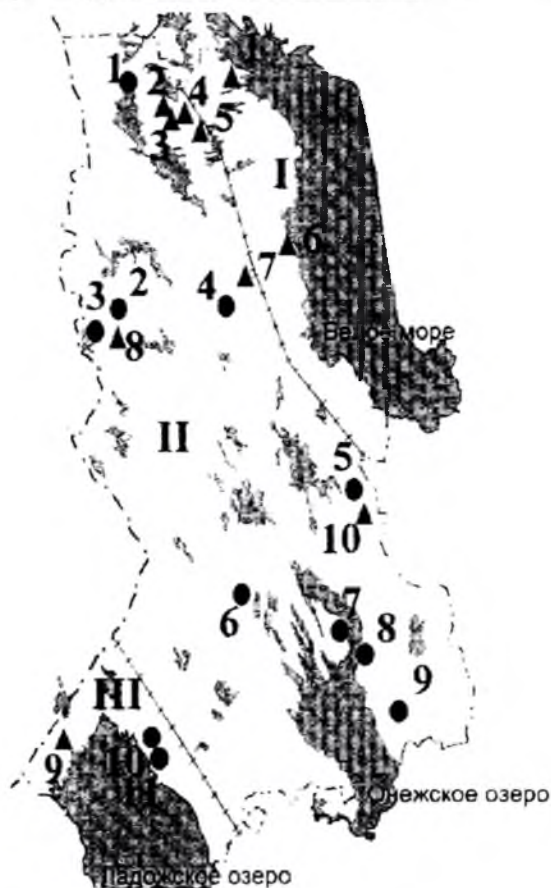


Схема размещения осваиваемых и перспективных месторождений полезных ископаемых Карелии:

Мезоструктуры Карельского региона: I - Беломорский подвижный пояс; II - Карельский кратон; III - Свеккофенский геоблок;

● - месторождения металлов: 1 - Луккулуйсвадра, 2 - Костомукша, 3 - Таловейс; 4 - Лобаш; 5 - Западно-Светлозерское; 6 - Воронов Бор; 7 - Средняя Падма; 8 - Пудожгорское; 9 - Аганозерское; 10 - Кителя; 11 - Уукса;

▲ - месторождения промышленных минералов: 1 - Хетоламбино, 2 - Тикшеозерское; 3 - Елетьозерское; 4 - Суривара; 5 - Хизовара; 6 - Тербестровское; 7 - Роза-лампи; 8 - Костомукша; 9 - Ихальское

В современной структуре горнопромышленной отрасли ведущее место занимает **Костомукшское месторождение магнетитовых кварцитов**, представляющих собой тонкозернистую вкрапленность минералов, крайне неоднородных по вещественному составу и физико-механическим свойствам, с присутствием сульфидных минералов. Продукция Костомукшского ГОКа составляет основную долю горнопромышленного комплекса, который в целом не превышал 15-16 % объема промышленного производства экономики Карелии. Кроме того, следует отметить, что экономика Карелии ориентируется в первую очередь на лес и лесопромышленный комплекс, доля которого составляет более 40 % объема промышленного производства.

В начальный период программой освоения Костомукшского железорудного месторождения было намечено производство только магнетитового концентрата с использованием высокоэффективной технологии мелкого дробления в замкнутом цикле и последующими стадиями обогащения, а затем получение конечной продукции в виде окатышей.

Спустя 15 лет Костомукшский ГОК столкнулся с критическим состоянием хвостохранилища и нерешенными вопросами по созданию горнопромышленного комплекса в Карелии на базе Костомукшского месторождения. Комплексный подход к освоению железорудного месторождения не осуществлен на практике (вмещающие породы - геллефлинта складированы, тальк-хлоритовые сланцы идут в отвалы, золото не извлекается, а все научно-практические разработки пылятся на книжных полках и в архивах).

В общем балансе природных ресурсов полезные ископаемые в их потенциально стоимостном выражении (минеральные ресурсы в недрах, лес на корню) значительно превосходят лесные ресурсы и являются слабо используемым резервом в экономике республики. Учитывая, что лес - это возобновляемые, а минеральное сырье - невозобновляемые ресурсы, важно рассчитать оптимальный вариант использования всех природных ресурсов.

Карелия всегда была известна как область, в которой преобладают неметаллические виды полезных ископаемых, составляющие около 80 % всех месторождений, находящихся на балансе. В первую очередь к ним относятся слюда-

мусковит, полевошпатовое сырье, кварц, облицовочный камень, щебень, включая высокопрочный, шунгитовые породы, кварциты, мрамор, глины, природные охры. Сюда следует добавить большую группу перспективных видов индустриальных минералов, используемых во многих современных технологиях и системах экологической безопасности: особо чистый кварц, гранат, кианит, графит, флюорит, апатит, ильменит, диатомиты, карбонатные породы, тальк-хлоритовые сланцы, тальк-магнезиальные породы, серпентиниты, в более отдаленной перспективе - алмазы. Индустриальные минералы - это широкое определение, включающее все минералы, которые человек извлекает из недр земной коры, кроме энергетических полезных ископаемых, металлических руд, воды и самоцветов. Обычно используемый синоним "неметаллы" менее точный, чем индустриальные минералы и породы. В природе существует более 50 главных типов пород и минералов, относимых к этому классу, в том числе более 20 индустриальных видов отмечаются в Карелии.

В последние годы, вопреки нашим желаниям и ожиданиям, в неметаллорудной промышленности Карелии наблюдается спад производства. Заметных структурных изменений не происходит, хотя намечается тенденция становления новых, как правило, частной формы собственности горно-добывающих предприятий, испытывающих огромные трудности без четкой государственной политики и поддержки. На севере Карелии полностью прекращена добыча мусковита и закрыты шахты в прошлом крупного горно-обогатительного комбината "Карелслюда", значительно сократилось производство полевого шпата и кускового пегматита, упало производство известковой муки на Рускеальском заводе, не реализованы планы по комплексному использованию геллефлинты на Костомукшском железорудном месторождении, в трудной ситуации находятся Кондопожский завод каменного литья и минерального сырья, Кондопожский шунгитовый завод и др.

Имеются всего лишь **три обогатительные фабрики неметаллорудного назначения** - две по переработке пегматита и одна по переработке мрамора с новой технологической линией по переработке небольшого объема геллефлинты. На действующих карьерах по добыче полевого шпата

применяется ручная рудоразборка при сортировке пегматита, используемого в керамике и стекольном производстве. Например, при содержании микроклина в пегматите 5-28 % извлекается не более 50 % полезного компонента. На по-мольно-обогащительной фабрике в пос. Чупа после магнитной сепарации выход конечного концентрата составляет 15,8-16,3%. В то же время применение прогрессивных методов обогащения могло бы сократить потери сырья и повысить качество концентратов. В частности, положительные результаты были достигнуты сотрудниками ВИМСа и Института геологии КарНЦ РАН при использовании разработанной методики кусковой сортировки радиометрическими методами, включая рентгенорадиометрическую и рентгенолюминесцентную сепарации, с доводкой полученных промпродуктов путем сухой магнитной сепарации.

Сегодня на балансе числится 10 месторождений металлических видов полезных ископаемых и известно около 50 промышленно перспективных рудопоявлений и месторождений с забалансовыми запасами, в которых присутствуют более 40 металлов, группа редких элементов, фосфор, сера, флюорит. Количество мелких проявлений и точек минерализации достигает 700. Среди месторождений имеется ряд объектов дефицитного для России сырья: хром (Аганозерское), титан (Пудожгорское, Койкарское), ванадий (Средняя Падма), молибден (Лобаш), золото (Таловейс) и др.[3]. Главные типы металлических полезных ископаемых сведены в табл. 2.

Таблица 2

Металлические полезные ископаемые в Карелии

Наименование полезного ископаемого	Металлогеническая зона	Формация	Возраст, млрд лет	Месторождения
1	2	3	4	5
КАРЕЛЬСКИЙ КРАТОН				
Черные и легирующие металлы	Центрально-Карельская	Зеленокаменный пояс	2,8	Костомукса
Хром-платина-никель	Бураковско-Аганозерский расслоенный массив	Внутрикратонный рифт	2,5-2,4	Аганозеро

1	2	3	4	5
Медь	Сегозерско-Онежская	Внутрикратонный бассейн	2,3-2,0	Воронов Бор
Уран-золото-платина-ванадий	то же	то же	2,3-2,0	Средняя Падма
Медь-платина	Панаярви-Кукасозерская	то же	2,45-1,9	Лукулуйс-ваара
Медь-никель	Ветренный пояс	Базит-ультрабазитовый магматизм зеленокаменного пояса	2,1	Восточно-Вожминское, Лебяжинское, Западно-Светлозерское
Железо-титан-ванадий	Пудожгорский габбро-долеритовый массив	Внутрикратонный бассейн	2,3-2,0	Пудожгорское
Золото	Костомукшский зеленокаменный трог	Свекофенская активизация	1,9	Таловейс
Молибден-редкие металлы	Лобашская область тектономагматической активизации	Зеленокаменный пояс	1,9-1,8	Лобаш
СВЕКОФЕННСКИЙ ГЕОБЛОК				
Олово-редкие металлы-флюорит-титан-полиметаллы	Улялегско-Салминская	Анарогенный вулканоплутонический пояс	1,5	Кителя, Уукса, Тулоозеро, Улялега, Видлица

Часть объектов по оценке вышла за границы предпроектной стадии геологоразведочных работ, хотя надо честно признать, что уровень комплексных и комбинированных технологий обогащения черных и полиметаллических руд и руд редких и драгоценных металлов известных месторождений в Карелии весьма низок. Известно, что геологическая оценка руд и промышленных минералов - это совокупность геологических и технологических исследований. Геологическая оценка не может быть всеобъемлющей. В.К.Крейтер [4] считал, что прогнозирование и оценка

технологических свойств руд является основным показателем их качества. Если подобные рекомендации не будут учитываться на последовательных стадиях изучения месторождения, то, по образному выражению Н.Н.Котляра [5], "обогащительная фабрика будет походить на тяжелобольного человека, страдающего хронической болезнью".

Данные свидетельствуют, что в огромном большинстве месторождения металлов или их рудопоявления относятся к комплексным рудам. При разработке проектов опытно-промышленного и промышленного освоения месторождений необходимо учитывать уровень их технологического обеспечения с учетом минимизации отрицательного воздействия на окружающую среду и компенсации экологического ущерба при освоении. В этом отношении Карелия представляет интерес как полигон для внедрения современных научно-технических достижений в области комплексной переработки минерального сырья (комплексное обогащение, экологически чистые технологии, замкнутый цикл водооборота и т.п.). В связи с этим рекомендуется разработка научной программы по исследованию технологий комплексной переработки металлических руд Карелии с целью технологической и эколого-экономической целесообразности освоения разных по масштабу месторождений, включая и малые по запасам, если это экономически оправдано.

Ниже приведены несколько примеров, связанных с положением дел в области металлических месторождений Карелии.

Месторождение Средняя Падма - это одно из нескольких месторождений ванадиевых руд, сконцентрированных на небольшой площади в Медвежьегорском районе и приуроченных к нижнепротерозойскому эпикратону Онежского прогиба. Ванадиевое оруденение контролируется сложно-построенной зоной дробления пород. Тектониты развиваются по комбинированной системе крутопадающих послонных нарушений и пологих проницаемых зон, ориентированных субперпендикулярно к напластованию алевролитов и шунгитсодержащих сланцев заонежской свиты. Вдоль нарушений развиты зональные ореолы гидротермально-метасоматического изменения пород. Внешняя зона представлена безрудными альбититами, внутренняя – карбонат-

но-слюдистыми метасоматитами, представляющими собой ванадиевую руду. Основным полезным компонентом руд является ванадий (90 % общей стоимости), другие элементы (уран, золото, платиноиды, медь, молибден) относятся к попутным, образуя в контуре ванадиевых залежей участки с повышенными концентрациями. Ванадиевая минерализация связана с хром-ванадиевыми слюдами с содержанием пятиокси ванадия от 15 до 20,5 % и ванадийсодержащим гематитом с содержанием пятиокси ванадия от 1 до 15 %. Главными концентраторами урана являются настуран, уранинит и титанаты урана. Золото, палладий, платина встречаются в рудах в самородном виде или образуют изоморфную смесь в селенидах.

При гидрометаллургической схеме переработки руд получен товарный оксид ванадия, содержащий 99,9 % V_2O_5 (извлечение V_2O_5 92,5 %, U 93 %), при автоклавном сернокислом выщелачивании 97 % концентрат V_2O_5 (извлечение V_2O_5 80 %, U 93 %). Для извлечения тяжелых минералов предложены флотационные и гравитационные методы обогащения.

Месторождение Средняя Падма входит по запасам ванадия в число пяти наиболее крупных месторождений мира.

Месторождение молибденовых руд Лобаш (Беломорский район) приурочено к субмеридиональной тектонической зоне повышенной проницаемости и локализовано в лопийских метавулканитах основного и среднего состава за счет рудопродуцирующих гранитов. Молибденовые руды представлены двумя природными типами: штокверковым (90 %) и жильным (10 %). Молибденит находится в ассоциации с пиритом, реже халькопиритом. Из других рудных минералов отмечен пирротин, сфалерит, галенит, спорадически шеелит, борнит, самородный висмут и другие минералы. Молибденовый концентрат получен флотацией с содержанием 48,0 – 52,3 % молибдена при извлечении 86-92%. По разведанным запасам и качеству руд месторождение Лобаш сопоставимо с эксплуатируемыми Сорским и Агаракским месторождениями в пределах бывшего СССР.

Месторождение хромитовых руд Аганозеро связано с пятым по величине в мире расслоенным Бураковско-

Аганозерским массивом верлит-клинопироксенит-габброноритового состава. Хромитовое оруденение массива стратиформного типа локализовано в перидотитовой подзоне разреза, где известно от одного до восьми хромитовых слоев мощностью от 0,1 до 5,4 м. Хромовые руды представляют собой оливин-клинопироксен-хромитовые породы с переменным содержанием указанных минералов. Второстепенные минералы представлены серпентином, карбонатом и магнетитом. По содержанию оксида хрома руды Аганозерское месторождение относится к бедным. Средневзвешенные значения Cr_2O_3 при бортовых содержаниях 5-10% (составляют 22,47 – 23,46 %. Концентрации суммы платиноидов варьируют от 0,11 до 1,3% (отношение Pt/Pd 1:3-1:5). В участках с наложенной пирит-халькопиритовой минерализацией отмечается золото в количестве до 4,5 г/т.

Концентрат с содержанием Cr_2O_3 48,1 % , FeO 28,7% (извлечение Cr_2O_5 70,7 %) получен гравитационными и магнитными методами. Из этого концентрата выделен феррохром металлургическим путем (содержание Fe -50 %, Cr -50%).

Месторождение золота Таловейс расположено в южной части Костомукшской трогообразной зеленокаменной структуры, сложенной лопийскими осадочно-вулканогенными образованиями. Центральное золоторудное поле находится в осевой части зеленокаменного трога и охватывает площадь максимального развития коматиитов. В пределах поля выделены две обстановки нахождения золоторудной минерализации: в связи с малыми гранитоидными интрузиями, к которым приурочены месторождения Таловейс, и в пределах зон рассланцевания коматиит-базальтовых пород (рудопровление Берендей). Определены два типа руд:

золото-пирит-кварцевые руды в катаклазированных, окварцованных и серицитизированных гранит-порфирах с прожилково-вкрапленной пиритовой минерализацией (золото мелкое и тонкодисперсное, содержание 3,5-5,6 г/т);

золото-пирит-кварцевые руды в кварцевых жилах с мелким и крупным свободным золотом, содержание до 15 г/т).

Из других полезных компонентов отмечается присутствие серебра при соотношении с золотом 1:1. Большая часть

золота высокопробное - 860-970 (65 %).

Для извлечения золота из руд месторождения Таловейс применялась комбинированная технологическая схема, включающая гравитационное обогащение и последующую флотацию хвостов обогащения. Извлечение золота по этой схеме составило 94,1 %, в том числе гравитацией 86,9 % и флотацией 72 %. Полученные концентраты отвечают требованиям ТУ (содержание золота 200 г/т) для последующей металлургической переработки.

В Карелии, как и в целом в России, произошло резкое снижение добычи индустриальных минералов (мусковит, полевой шпат, малоуглеродистый шунгит, петругигическое сырье). В тоже время в республике насчитывается около 90 месторождений и почти 300 промышленно значимых проявлений индустриальных минералов [6]. Основной особенностью современного состояния минерально-сырьевой базы Карелии (как и для всей России) является разрушение существовавших в СССР технологических минерально-сырьевых связей и преобразование их в экспортно-импортные, которые, однако, еще не сложились. При низкой технологии добычи и переработки сырья, его большой себестоимости, высоких транспортных тарифах продукция карельских горных предприятий оказалась неконкурентоспособной с зарубежной.

В то же время системный анализ сырьевой базы индустриальных минералов позволяет утверждать, что отдельные группы месторождений и рудопоявлений обладают важными с практической точки зрения физическими, химическими и техническими свойствами. Для привлечения инвестиций в первую очередь рассматривается производство таких минералов, как чистый кварц, высокоуглеродистый шунгит, кианит, гранат, графит, тальк, диатомит, полевой шпат, облицовочный камень, высокопрочный щебень, каолин, природные охры. Интересно отметить, что минеральный состав основных типов месторождений индустриальных минералов имеет много сходства, отличие же заключено в количественных соотношениях (табл. 3).

Таблица 3

Минеральный состав исходной рудной массы основных месторождений индустриальных минералов

Индустриальный минерал		Главные минералы									
Полезный компонент	Содержание, в %	кв	сл	су			ам	би			
1. Кианит	10-40	кв	сл	су							
2. Гранат	15-49	кв					ам	би			
3. Тальк	40-70				кар						
4. Полевой шпат + нефелин (щелочные сиениты)	75-85						ам	би	эг		
5. Полевой шпат (кварцевые порфиры)	40-50	кв	сл								
6. Полевой шпат (геллефлинта)	55-65	кв						би			
7. Апатит	15-18				кар						
8. Флюорит	10-40		сл			гр	ам				
9. Графит	2.8-6.1	кв						би	пш		
10. Ильменит	до 25						ам		пш	ол	пи
11. Шунгит	37-42	кв	сл					би			

Окончание табл. 3

Индустриальный минерал	Основные второстепенные минералы										
1.	гр	би	та								
2.				пш	ки						
3.						хл	ма	су			
4.						хл					
5.		би									
6.							ма	су			
7.		би					ма		фл		
8.						хл	ма			пи	
9.								су		пи	ам
10.							ма	су			
11.								су			

Примечание: кв - кварц; сл - мусковит, серицит; су - сульфиды (пирит, пирротин); кар - карбонаты (кальцит, доломит, магнезит); гр - гранат; ам - амфибол; би - биотит; пш - полевой шпат (микроклин, плагиоклаз); эг - эгирин; ол - оливин; пи - пироксен; фл - флоголит; су - сульфиды (пирит, пирротин); гр - гранат; ам - амфибол; би - биотит; пш - полевой шпат (микроклин, плагиоклаз); эг - эгирин; пи - пироксен; та - тальк; ки - кианит; хл - хлорит; ма - магнетит

Главными минералами являются: кварц, полевой шпат, биотит, мусковит, амфибол, гранат, карбонат, эгирин, оливин, пирит, пироксен; основные второстепенные минералы: хлорит, биотит, флогопит, тальк, полевой шпат, магнетит, сульфиды, пироксен, амфибол, кианит, гранат. Это связано в первую очередь с метаморфическим и метаморфогенно-гидротермально-метасоматическим генезисом многих индустриальных минералов.

Ниже приведены данные лабораторных и полупромышленных испытаний, многие из которых выполнены в Институте геологии КарНЦ РАН [8].

Получение полевого шпата из нетрадиционных источников:

вскрышные породы (геллефлинта) на Костомукшском железорудном месторождении являются хорошим источником для получения из них полевошпатовых концентратов натриевого состава путем сочетания сухой магнитной и полиградиентной сепарации;

из кварцевых порфиров месторождения Роза-лампи (Беломорский район) получены методами магнитной и полиградиентной сепарации кварц-полевошпатовые концентраты с содержанием оксида железа в среднем 0,15 % и высоким калиевым модулем - 14-16 ед. Сиениты и нефелиновые сиениты Елетьозерского массива (Лоухский район) относятся к потенциальному минеральному сырью, на основе которого при малых и укрупненных лабораторных испытаниях выделены магнитной сепарацией полевошпатовые концентраты с высоким содержанием оксида алюминия в среднем 21% и низким содержанием оксида железа - менее 0,1 %, что фактически соответствует качественным характеристикам полевого шпата, получаемого из нефелиновых сиенитов месторождения Стьерней (Норвегия), где находится крупнейший

рудник по добыче и переработке подобных пород.

Все выше упомянутые нетрадиционные источники полевого шпата различного практического назначения обладают перед пегматитом важными достоинствами: неограниченностью запасов, стабильностью состава и относительно легкой обогатимостью.

Разработаны оптимальные комбинированные схемы обогащения кианитовых руд Хизоваарского месторождения (Лоухский район), проверенные на стадии пробной эксплуатации опытно-промышленного карьера, собственником которого является компания ИМК.

В связи с возросшим спросом граната на мировом рынке были поставлены опыты по переработке гранатовых руд Тербестровского месторождения (Беломорский район). Руда относится к категории легкообогатимой с использованием технологической схемы, включающей сортировку для выделения ювелирного граната, гравитационное обогащение на концентрационных столах и электромагнитную доводку черного гранатового концентрата.

Интерес представляют технологические результаты по обогатимости графитовых руд Ихальского месторождения (Лахденпохский район). Руда с чешуйчатым графитом флотировалась с применением таких реагентов, как керосин и жидкое стекло, в результате чего получены концентраты с содержанием чистого углерода от 77 до 95 %, а обработка измельченной руды ультразвуком перед основной флотацией позволила получить флотоконцентрат с содержанием углерода 85-97 % при существенном увеличении выхода графита тигельной фракции.

Важным стал этап предварительной технологической оценки апатит-карбонатных и апатит-пироксеновых руд Тикшеозерского массива (Лоухский район), одного из крупных

массивов на территории Карелии. Особенное значение имеют апатитоносные карбонатиты, из которых комбинированными методами, включая флотацию, получены высококачественные апатитовые концентраты и преимущественно кальцитовые продукты, что можно отнести к примеру разработки малоотходной технологии.

Еще один пример малоотходной технологии связывается с результатами технологических исследований тальк-магнезитовых руд Светлоозерского месторождения (Сегежский район) с содержанием талька до 42 % и магнезита до 50%. Примененная комплексная технология с использованием безреагентной флотации дает возможность получения концентратов талька и магнезита, при этом содержание талька в концентрате равно 91,2% при общем извлечении 90,1 %.

Здесь показаны лишь отдельные примеры исследований по технологии обогащения целого ряда индустриальных минералов. Значительная часть из них может служить полем деятельности малых и средних по масштабу горных предприятий как основная составляющая стратегического плана по освоению недр Карелии на перспективу [9].

В современных условиях и на ближайшую перспективу планирование освоения месторождений полезных ископаемых в Карелии надо строить на предъявлении жестких требований к выбору технологии переработки минерального сырья и строгом нормировании экологической безопасности в этой сфере деятельности, чтобы не повторять горькие уроки прошлого.

По нашему убеждению, значительную роль в развитии минерального направления в экономике республики должны играть малые горные предприятия, доля которых в мире достаточна велика. В конце 80-х гг. ими добывалось 50% ос-

новых индустриальных минералов, в частности, 90 % флюорита и графита, 80 % полевого шпата, 30 % облицовочного камня и т.д. [10]. Для создания и функционирования малых горных предприятий в Карелии существуют достаточно благоприятные геологические, географические, экономические и социальные условия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов В.В. Основы геотектоники. - М: Наука, 1975. - 264с
2. Геология Карелии.- Л.: Наука, 1987. - 231 с.
3. *Металлогенические эпохи и эволюция рудообразующих процессов в докембрии Карелии* // С.И. Рыбаков, Л.Л.Гродницкий, В.В.Щипцов и др. / Геология рудных месторождений. – 1993. –Т. 35. - № 5. - С. 371-379.
4. *Крейтер В.К.* Учение о поисках и разведках полезных ископаемых и его основные задачи // Сов. геология. -1956. - №53.
5. *Котляр Н.Н.* Значение испытаний для проектирования обогатительных фабрик // Горно-обогатительное дело. – 1932. - №11.
6. *Рыбаков С.И., Щипцов В.В.* О направлениях геологического изучения и освоения минерально-сырьевых ресурсов Карелии // Проблемы геологии докембрия Карелии. – Петрозаводск. - 1993. - С. 3-11.
7. *Щипцов В.В.* Современная минерально-сырьевая база индустриальных минералов Республики Карелия // Геологическая оценка индустриальных минералов и пород Республики Карелия и отдельных регионов Европейского континента. - Петрозаводск, 1997. - С. 7-20.
8. *Precambrian industrial minerals of Karelia* (editor V.Shchiptsov). - Petrozavodsk, 1993. - 84 p
9. *Щипцов В.В.* Индустриальные минералы Карелии - поле деятельности малых горных предприятий // Минеральные ресурсы России –1995. - №2.
10. *Noetstaller R.* Small-Scale Mining. Washington, the International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 1987. - 74 p.