

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ПРОМЫШЛЕННЫХ МИНЕРАЛОВ КАРЕЛИИ: ШАГ ЗА ШАГОМ

Щипцов В.В., Бубнова Т.П., Гаранжа А.В., Данилевская Л.А., Скамницкая Л.С.,
Хазов Р.А., Ильина В.П., Лебедева Г.А., Фролов П.В., Щипцова Н.И.

Институт геологии Карельского научного центра РАН

ASSESSMENT OF KARELIA'S INDUSTRIAL MINERAL POTENTIAL: STEP BY STEP

Shchiptsov V.V., Bubnova T.P., Garanzha A.V., Danilevskaya L.A., Skamnitskaya L.S.,
Khazov R.A., Pyina V.P., Lebedeva G.A., Frolov P.V., Shchiptsova N.I.

Institute of Geology, Karelian Research Centre RAS

The authors discuss significant historical landmarks in industrial mineral production. For several centuries the industrial minerals, occurring in what is now the Republic of Karelia, have played an important historical role. Muscovite was first discovered in the early 10th century. Mica has been mined extensively since the 16th century. Shungite rocks have been studied for more than 200 years. In the 1920s, feldspar production was launched in North Karelia, and a proposal to start kyanite and garnet ore prospecting was put forward.

It should be noted that from the very beginning one of the main goals of research conducted by the Institute of Geology was to study the formation and distribution pattern of industrial mineral deposits and to estimate their economic value. A great contribution to this field of research was made by prof. P.A. Borisov, the first Director of the Institute of Geology. The Institute staff members have focused their attention on the study of the geological structure of mica provinces and muscovite deposits, the spatial distribution of mica pegmatites, the internal structure of pegmatite veins and the improvement of methods for muscovite prospecting and estimation of muscovite reserves. These studies were supervised by B.Y. Alexseev, L.L. Grodnitsky and M.M. Golod. An extended quartz-feldspar production project was headed by A.S. Pekki. The opening of a pegmatite quarry for glass production at the Linnavaara deposit was initiated by the Institute of Geology.

Shungite and mafic igneous rocks have been given close attention. Another Institute of Geology's initiative was to build a quarry at Nigozero to provide raw material for light-weight concrete filler production. A chemical-technological classification of stonecast materials is now being developed.

The purpose-oriented study of carbonaceous rocks from Karelia's black shale units, headed by A.K. Pekki, has begun. A large easily dressable crystalline flaky graphite deposit was discovered at Ihala.

The Institute of Geology has been actively developing international cooperation in the study of industrial minerals on the Fennoscandian Shield since the 1990s.

In the past three decades, the Institute of Geology has been involved in the mineralogical and technological evaluation of new industrial minerals such as hallegflinta from the Kostomuksha iron deposit, anorthosite from the Nizhneye Kotozero prospect, syenite from the Yeletozero massif, aluminosilicates (kyanite, andalusite, staurolite and garnet), Sr-Ba-bearing alkali-feldspar, rare-earth-titanium and apatite materials, quartz, talc and soapstone, shungite rocks, etc.

Most industrial minerals are multi-purpose materials. Their quality is evaluated with regard for their physical and physico-chemical properties and mineral composition.

The School of Technological Mineralogy (STM) was opened at the Institute of Geology under the auspices of the Russian Mineralogical Association Commission headed by V.V. Shchiptsov. Annual workshops for Russian geoscientists are held and proceedings are published by the STM.

At the present time, the main goals of research are to evaluate ores from Karelia's industrial minerals, to update quality control flow charts, to estimate available mineral resources for the production of refractory materials, glass, ceramics, building materials, etc.; and to conduct an environmental and economic feasibility study of the mining industry based on Karelia's industrial minerals.

Признано, что горнодобывающая сфера принадлежит к приоритетным направлениям человеческой деятельности и что данная проблематика подлежит постоянному изучению и обсуждению на различных уровнях. В современном мире промышленные минералы в минерально-сырьевом секторе традиционно играли важную роль.

Под понятием «промышленные (индустриальные) минералы» понимаются полезные ископае-

мые, близкие по значению к неметаллическим. Химические и физические свойства определяют их использование во многих областях промышленного производства без процессов металлургического передела. В этот большой класс входит минеральное сырье (минералы и горные породы), извлекаемое человеком из недр, кроме металлов, энергетических видов полезных ископаемых, воды и самоцветов (Щипцов, 2001). В мировой

практике, включая северные страны Европейского континента, эта терминология широко применяется, особенно когда речь идет о конечном использовании минерального передела.

На территории Республики Карелия (юго-восточная часть Фенноскандинавского щита) формирование промышленных минералов связано с изменением режимов геодинамических обстановок. Основные геологические особенности Фенноскандинавского щита, одной из древних мегаструктур Земли, определились за продолжительный период активного пульсационного становления земной коры – от ранних датированных этапов формирования (> 3.5 млрд лет) со сменой геодинамических режимов во всей последующей истории геологического развития вплоть до кайнозойской активизации. Значительная часть промышленных минералов принадлежат к метаморфогенной серии месторождений и проявлений, преимущественно связанных с региональным метаморфизмом и кислотными, основными и щелочными фациями метасоматоза. Систематизированный подход к оценке промышленных минералов Карелии позволяет ранжировать их по важнейшим геологическим событиям в истории земной коры Фенноскандинавского щита и определяет их роль в экономике минерального сырья с учетом того обстоятельства, что мировая конъюнктура достаточно стабильна и имеет тенденцию к росту (табл.).

Таблица. Геологические обстановки формирования основных промышленных минералов Карелии
Table. Geological settings of Karelia's basic industrial minerals.

Геологическая палеообстановка	Промышленный минерал
Архейские гранито-гнейсовые поля с интенсивно, умеренно и слабо реактивизированными областями	Полевой шпат, кварц, мусковит, гранат, графит, кианит, пирит, корунд, сподумен
Структурно-формационные комплексы архейских гранит-зеленокаменных областей	Кварц, гранат, графит, кианит, мусковит, пирит, ставролит, тальк
Области развития свекокарельских осадочно-вулканогенных и вулканических толщ	Кварц, тальк, шунгит, графит, полевой шпат, барит, андалузит
Рифейско-вендский комплекс	Кварц, флюорит, Ва-Sr полевой шпат, волластонит
Дифференцированные интрузии от ультраосновного до кислосщелочного и карбонатитового состава архейского и протерозойского периода	Апатит, кальцит, полевой шпат, барит, ильменит, титаномагнетит, магнетит, хромит, асбест, тальк, магнезит, пирит, оливин
Фанерозойские осадочные комплексы	Диатомит, сапропель

Исторический аспект

В течение нескольких столетий минеральное сырье на современной территории Карелии играло важную роль в организации хозяйственной

деятельности человека и связано с историческими событиями тех времен. Славу слюдяной провинции России Карелия стала приобретать путем разработок слюды еще с X века в окрестностях Лоухского и Пулонгского озер и по берегам Чупинской губы Белого моря. Разработки слюды в Карелии достигли значительных масштабов в XVI в. во времена Ивана III. В XVIII веке слюдяной промысел Карелии прекратил существование в связи с началом производства оконного стекла. Добыча слюды в Карелии до XX века не возобновлялась. В 1919 г. происходит второе рождение слюдяного промысла с потребностью в электротехнических материалах, когда техническая экспертиза карельского мусковита установила его соответствие лучшему в мире сорту листовой слюды – Rubymica. Освоение минерального сырья (слюдамусковит, калиевый полевой шпат - микроклин и кварц) для нужд электротехнической, фарфорофаянсовой и стекольной промышленности начато с 1922 г. силами частных компаний на севере Карелии. Интенсивная разработка месторождений слюды началась в 30-е годы. Слюдяной рудник организован в 1936 г. в местечке Малиновка Варакка. Значительная часть запасов мусковита была заключена в крупных жилах и кустах жил пегматитов. Здесь существовала самая глубокая шахта в мире по добыче мусковита (нижний горизонт выработки проходил на глубине около 200 м от поверхности земли).

К процессу комплексных научных исследований мусковитовых пегматитов с 1964 г. был подключен Петрозаводский институт геологии, подчиненный в определенный отрезок времени Министерству геологии и охраны недр СССР. На этом этапе были созданы лаборатории геологии и разведки слюдяных месторождений (Б.Я.Алексеев), геофизики (М.И.Голод), минералогии (А.Б.Наливкин). Главной задачей стало изучение особенностей геологического строения слюдоносных районов и отдельных месторождений мусковита Северо-запада СССР, закономерностей пространственного распространения слюдяных пегматитов, внутреннего строения пегматитовых жил, а также вопросы совершенствования методов разведки и подсчета запасов мусковита глубоких горизонтов эксплуатирующихся месторождений Карелии. Наиболее концентрированным выражением достижений в изучении мусковитовых пегматитов данного периода явилась разработанная Л.Л.Гродницким формационно-парагенетическая классификация. Наряду с ним вклад в комплексное изучение пегматитов Карелии за двадцатилетний период внесли в разное время Б.Я.Алексеев, О.И.Володичев, В.Я.Волочаев, Л.С.Голованова, М.И.Голод, Л.Л.Гродницкий, И.Н.Карелина, Б.Н.Клабуков, В.А.Коншин, А.И.Крохин, А.Б.Наливкин, А.С.Пекки, А.К.Полин, В.С.Попов, А.М.Ручьев, Г.П.Сафронова, А.С.Семенов, М.М.Стенарь, В.В.Щипцов и др. В ходе многолетних работ выполнены геолого-

структурные, минералого-геохимические, петрологические исследования с высокой степенью детальности фактического материала (многие горизонты подземных выработок и сотни глубоких скважин) и широкой пространственной корреляцией данных. В 1991-1995 гг. завершено изучение самых крупных месторождений Беломорского пегматитового пояса – Риколатва, Лейвова и Плотина. Составлена пространственно-временная (объемная, до глубины 700 м) модель пегматитогенеза в генетической связи с процессами структурной и полиметаморфической эволюции. Одним из итогов явилась монография Л.Л.Гродницкого (Гродницкий, 1982). Ему же принадлежит большая заслуга в открытии месторождения мусковитовых пегматитов Слюдозеро (северная Карелия).

На раннем этапе в институте появилась лаборатория диэлектриков (зав. В.Я.Волочаев), впоследствии переименованная в лабораторию технологии мусковита. Сотрудники лаборатории (И.Н.Карелина, А.Б.Наливкин) изучали включения в слюдах и их влияния на качество изделий, использование мелкоразмерной слюды как потенциально полезного ископаемого. Поддерживались тесные деловые связи с Петрозаводской слюдяной фабрикой.

Одновременно, в 20-е годы добыча полевошпатного сырья в России получает становление и развитие в Карелии. В 1927 г. поселок Хетоламина вошел в состав Чупинского рудоуправления. Особенный вклад в создание минерально-сырьевой базы керамической промышленности принадлежит проф. П.А.Борисову, бывшему некоторое время начальником Чупинской разведочной партии. Куст пегматитов включал 23 промышленные пегматитовые жилы. Многие годы Хетоламинский рудник оставался основным объектом добычи керамического сырья, представленных керамическим пегматитом, в т.ч. блоковым микроклином. Недавно завершена разработка открытым способом самой крупной пегматитовой жилы месторождения. С первых дней существования института в его структуре оставался под патронажем П.А.Борисова отдел минерального сырья, на базе которого в 60-ые годы организованы лаборатории. Одна из таких лабораторий – это лаборатория минерального сырья (зав. А.С.Пекки), к основному направлению которой относились исследования по расширению минерально-сырьевой базы преимущественно кварц-полевошпатового сырья. По рекомендации института начинается эксплуатация пегматитов месторождения Линнаваара (северное Приладожье) для стекольного производства. Именно тогда ставится задача по поискам заменителей пегматитов на нетрадиционные источники полевого шпата. Исследуются граниты-рапакиви, кварцевые порфиры, аркозовые песчаники и другие породы (А.С.Пекки, Т.К.Кулмала). Выходит в свет монография (Пекки, Разоренова, 1977). При лаборатории возникла

группа технологов, занятая вопросами обогащения минерального сырья (Л.С.Скамницкая, В.И.Кевлич).

История планомерных исследований кварцевого сырья на современной территории Карелии начинается с изучения пегматитов и жильного кварца на предмет нахождения кристаллов мориона, пригодных на пьезокварц. К одному из первых этапов относится работа Питкярантской партии Ленинградской экспедиции на Питкярантском и Улялегомском гранит-рапакиви массивах в 1948 году. В 60-70-ые годы изучались и оценивались в Карелии кварцевые образования участка Фенькина-Лампи и кварциты Метчангъярви для использования в металлургическом производстве. Региональные прогнозно-оценочные работы в Карелии на кварцевое сырье также проводились силами комплексной разведочно-добычной экспедиции № 121 шестого всесоюзного производственного объединения в 1975-77 годах. В дальнейшем комплексная работа по изучению кварца для производства специальных кварцевых материалов и изделий была продолжена на ряде месторождений северной Карелии с участием Северной ПРЭ, ГосНИИКСа, ВНИИСИМСа, ГОКа «Карелслюда», лаборатории Центрально-Уральской ГРЭ, МГРИ, Гусевского завода им. Дзержинского, Южно-Уральского завода «Кристалл» и ПО «Рубин». Впервые ГКЗ СССР утвердил запасы кварца Карелии для плавки, варки оптических стекол и синтеза искусственных кристаллов.

С 1964 г. Ю.К.Калинин возглавил лабораторию технологии минерального сырья. Лабораторию удалось оснастить современным по тому времени оборудованием, что позволило проводить изучение механо-технологических свойств минерального сырья, а также исследовать тонкий механизм структурных превращений вещества при его термической обработке. Основным объектом исследований становятся шунгитовые и основные изверженные породы. По рекомендации лаборатории строится Нигозерский карьер, обеспечивающий сырьем производство легких заполнителей бетонов на всей территории Северо-Запада Европейской части СССР. Разрабатывается промышленная химико-технологическая классификация петругического сырья (Лебедева и др., 1979), позволившая обеспечить (Хавчезерское месторождение) хорошее качество стеклокристаллических материалов различной номенклатуры на предприятии в г. Кондопога пироксеновым порфиритом.

Вообще история исследований шунгитовых пород насчитывает уже более двухсот лет. Интерес к шунгитам особенно подогревался со времен русско-турецкой войны второй половины XIX в. в течение длительного периода как к «шунгскому антрациту». Большая заслуга принадлежит проф. А.А.Иностранцеву, который на основании полученных результатов определил эту породу как новый крайний член в ряду аморфного угле-

рода и назвал ее шунгитом. Спустя многие годы, проф. П.А.Борисов привлек снова интерес к шунгиту, выпустив книгу «Карельские шунгиты» (Борисов, 1956), в которой им предложена классификация шунгитов и поныне имеющая практическое значение. В 70-ые годы на основании огромного фактического материала, полученного Карельской комплексной экспедицией при проведении съемочных и поисково-оценочных работ, В.А.Сokolov, Л.П.Галдобина, Ю.И.Сацук и В.И.Горлов выполнили литолого-фациальный анализ образований заонежского горизонта. Одновременно с этими исследованиями, под руководством Ю.К.Калинина были начаты масштабные технологические работы по исследованиям шунгитовых пород, которые продолжаются в стенах института и в настоящее время на новом современном витке в лаборатории генезиса шунгитовых месторождений (М.М.Филиппов), лаборатории шунгитов (В.В.Ковалевский), лаборатории физико-химических исследований наноуглеродных материалов (Н.Н.Рожкова). В настоящее время шунгитовые породы используются в различных производствах (новые строительные материалы, газоочистка, водоподготовка, термическое производство и др.), для которых шунгитовое сырье добывается на двух действующих карьерах ЗАО НПК «Карбон-Шунгит», руководителем которого является бывший сотрудник института, д.т.н. Ю.К.Калинин. Он включен в список первооткрывателей Зажогинского месторождения шунгитов.

Первое упоминание о наличии Хизоваарского кианитового проявления встречается в геологическом заключении 1929 г. (В.С.Артамонов и др.). Исследования проводились по заданию Совнаркома СССР с целью поисков руд алюминия для развития самолетостроения. В 1941 г. завершилась предварительная разведка, а в период 1951-53 гг. проходила доразведка с целью переоценки кианита для производства силумина.

В конце 20-х годов прошлого столетия при поисках пегматитовых жил на побережье Белого моря были встречены породы, обогащенные гранатом. Было известно только о гранатосодержащих породах, развитых в железнодорожной полосе и на побережье Белого моря от Сороки и до Княжей губы. Первоначальное изучение гранатовых проявлений Шуерецкого района в 1929-1930 гг. производил П.А. Борисов (Институт Севера) на договорных началах с трестом "Карелгранит". В 1931-1932 гг. геологоразведочные работы выполнялись Ленинградским отделением Института прикладной минералогии (руководители работ В.С.Артамонов и Н.А.Игнатьев) также на договорных началах с трестом "Карелгранит". В результате были открыты месторождения – Тербеостровское (Шуерецкое), Еловый наволок, Солохина Луда, Югра-Наволок, Кислячиха. Затем наступил длительный период потери интереса к гранату как промышленному минералу.

Согласно «Трудам Вольно-Экономического общества» (1798), графит в Олонецком крае был известен еще в XVII в. Графитовые каменоломни были сосредоточены в окрестностях Сердобля (Сортавала) и Питкяранты. Заметное количество графитовой руды добывалось в шахте Шварц I. В конце XIX в. было добыто 120 т. графита (300 лет..., 2001). Планомерные специальные исследования были развернуты в институте под руководством А.С.Пекки в соответствии с Государственной программой по изучению углеродсодержащих пород черносланцевых толщ Карелии. Р.И.Бураковым, научным сотрудником института, был выявлен ряд проявлений чешуйчатого графита. С 1973 г. Н.С.Бискэ (Бискэ, 1987) продолжила исследования в этом направлении. По ее рекомендации проведены поиски и поисково-оценочные работы на графит на Ихальском объекте. Это крупное месторождение легкообогатимых руд явнокристаллического чешуйчатого графита. Частично испытания на обогатимость графитовых руд осуществлялись Л.С.Скамницкой в институте.

Важные результаты научных исследований промышленных минералов Карелии на современном этапе и стратегические подходы

Территория Карелии представляет собой потенциально значимую минерально-сырьевую область на промышленные минералы (Щипцов, 2005; Минерально-сырьевая ..., 2006) (рис. А, В, С, D).

В 90-ые годы институт стал активно развивать плодотворное международное сотрудничество в области изучения промышленных минералов Фенноскандинавского щита. Важным событием стала прошедшая в г. Петрозаводске в 1993 году международная конференция «Индустриальные минералы Балтийского (Фенноскандинавского) щита и новые технологии». К ее началу издана на англ. яз. книга «Precambrian Industrial Minerals of Karelia» (Precambrian..., 1993). Среди участников, кроме финских геологов, были геологи из Болгарии, Китая, Великобритании, Норвегии. Следствием всего стало выступление с докладом В.В.Щипцова в Берлине на XI международном Конгрессе по промышленным минералам (Shchiptsov, 1994). За всю историю конгрессов на тот момент это был первый участник от России (бывшего СССР).

Наиболее распространенными по использованию в качестве технологического компонента при производстве строительной и технической керамики являются промышленные минералы группы полевых шпатов (рис. D). Важное коммерческое значение принадлежит калиевому полевому шпату (микроклину). В этой области длительное время проводятся в институте исследования по минералого-технологической оценке новых объектов полевошпатового сырья – это геллефлинта (вмещающая порода магнетитовые кварциты Костомукшского железорудного месторождения),

анортозиты участка Нижнее Котозеро, месторождения сиенитов Елетьозерского массива Нижнее и Южное), алюмосиликаты (прежде всего, кианит с получением муллита, обладающего высокой огнеупорностью, термостойкостью, прочностью и химической инертностью) и др. (рис. D). В Лахденпохском районе открыты в 80-ые годы прошлого столетия и изучались при участии ККГРЭ Кайвомякское (10 км²) и Райвомякское (6 км²) месторождения потенциального комплексного Sr-Ва содержащего щелочнополевошпатового, редкоземельно-титанового и апатитового сырья, неизвестного ранее в СССР и за рубежом. Рудой на месторождениях являются горные породы, названные по месту нахождения ладогалитами (щелочные ультрамафиты и мафиты), а также тенсбергиты и нордмаркиты (сиениты – щелочные породы среднего и кислого состава) (Хазов, 1983, 1984). Интерес к этим массивам еще более усиливают выявленные акцессорные микроалмазы в диатремах эксплозивных брекчий (Khazov et al, 1993).

В соответствии с Федеральной Программой геологоразведочных работ на территории Карелии в 1995-2000 гг. ИГ КарНЦ РАН совместно с Северной поисково-разведочной экспедицией провел широкомасштабные региональные исследования по проекту «Прогнозно-минерагеническое изучение Республики Карелия в масштабе 1:1000000 с целью выявления объектов, перспективных на минеральное сырье для производства специальных кварцевых изделий» и составил прогнозно-минерагеническую карту кварценоности Республики Карелия в масштабе 1:1000000 с выделением промышленно-генетических типов кварца. Региональными исследованиями были охвачены основные геологические структуры, на всей территории Карелии и установлены новые кварценозные проявления, в том числе и кварцевые жилы с гранулированным кварцем, приуроченные к зонам кислотного выщелачивания этапа свекофеннской активизации, сливные кварциты и россыпи галечного кварца, в составе которых содержится до 30% гранулированного или прозрачного кварца (Данилевская, Щипцов, 2007) (рис. С). Проведенные минералого-технологические исследования кварцевого сырья позволили сделать предварительную оценку возможных направлений использования и промышленной значимости конкретных объектов. Результаты исследований изложены в монографии по кварцевому сырью Карелии (Данилевская и др., 2004).

В Карелии выделены два типа талькосодержащих пород (Precambrian..., 1993). Месторождения и проявления первого типа (апоультрамафитовый тип) распространены в ультрамафитах перидотит-пикритового или дунит-перидотитового состава, а также в коматиитах, обычно серпентинизированных, в архейских гранит-зеленокаменных областях. К ним относятся тальковый камень, реже тальк (железистый). Проявления второго типа

(апокарбонатный тип) приурочены исключительно к доломитам ятулийского надгоризонта протерозоя. С этими комплексами связаны проявления маложелезистого талька до талькитов.

Важную роль на начальном периоде сыграл проект «Kosstone» «Создание модели камнедобывающей промышленности в Еврорегионе Карелия (территория Костомукшского р-на)» TACIS CBC Small Project Facility. Партнерами с финской стороны были Союз Кайнуу (координатор), муниципалитеты г.Кухмо и г. Суомуссалми, Региональное отделение в г.Куопио Геологической службы Финляндии. Партнеры в проекте с российской стороны – администрация г. Костомукши и ИГ КарНЦ РАН. Подобные исследования заложили фундамент в перспективу создания первого производства с использованием карельского талькового камня, что является хорошим примером развития приграничного сотрудничества. Силами института здесь была проведена поисково-оценочная стадия работ с подсчетом запасов по промышленным категориям на площади «Озерки» по заказу компании «ИНКОД» – держателя лицензии. Результаты научно-прикладных исследований тальковых пород Республики Карелия обобщают новые данные по оценке минерально-сырьевой базы талька и талькового камня (Соколов, 1995; Бархатов и др., 2010) (рис. В).

Минералого-технологические исследования позволили сделать вывод о перспективах мусковитовых кварцитов, расположенных в восточной части Хизоваарской структуры (Щипцов и др., 2003). В отличие от чупинского мелкозернистого пегматитового мусковита, маложелезистый мусковит из кварцитов 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. Около 75% производимой в мире молотой слюды сухим способом потребляется в производстве гипсоплит и лакокрасочных материалов.

Выявлены месторождения и проявления гранатовых руд (Западно-Плотинское, Унияярви, Левин Бор, Высота-181). Гранатовые руды Карелии изучены и технологически оценены в лаборатории геологии, технологии и экономики минерального сырья ИГ КарНЦ РАН (Щипцов и др., 2002; Гранатовые руды Карелии, 2009). Предварительные результаты лабораторных технологических испытаний свидетельствуют о принципиальной возможности обогащения руд с получением гранатового концентрата.

Хизоваарское кианитовое поле – наиболее подготовленный объект для промышленного освоения высокоглиноземистых пород России (Хизоваарское., 1988). К новому виду полевошпатового сырья относятся упомянутые выше детально изученные и оцененные анортозиты крупного проявления Нижнее Котозеро (Щипцов и др., 2004). Выполнены технико-экономические расчеты

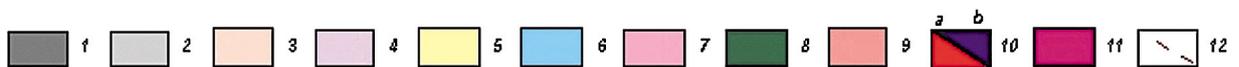
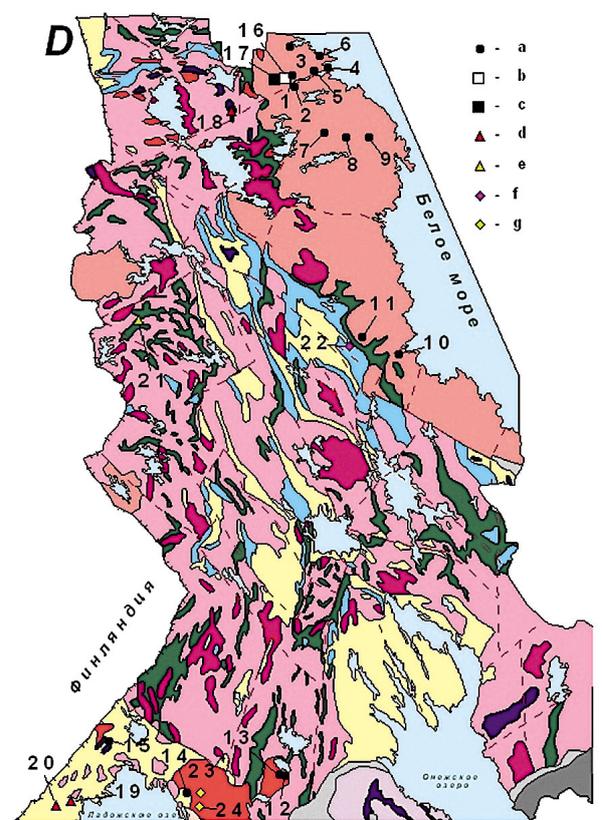
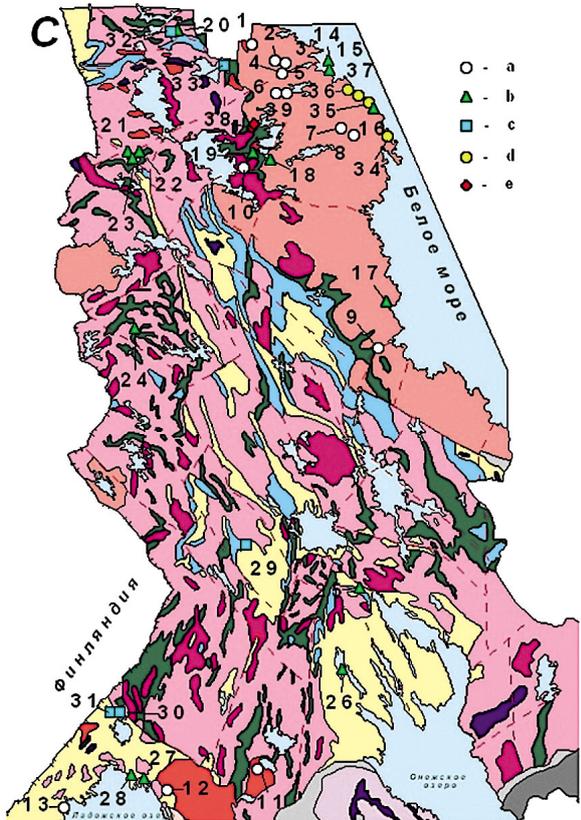
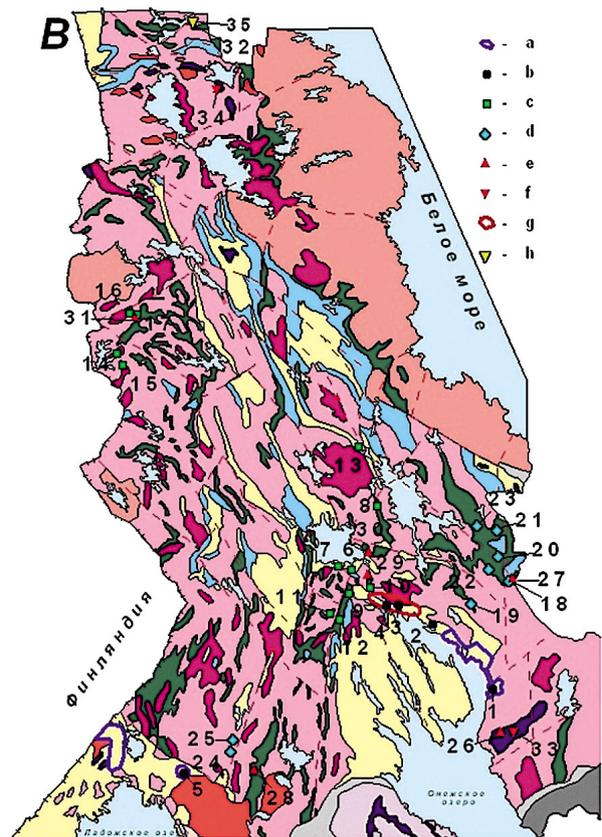
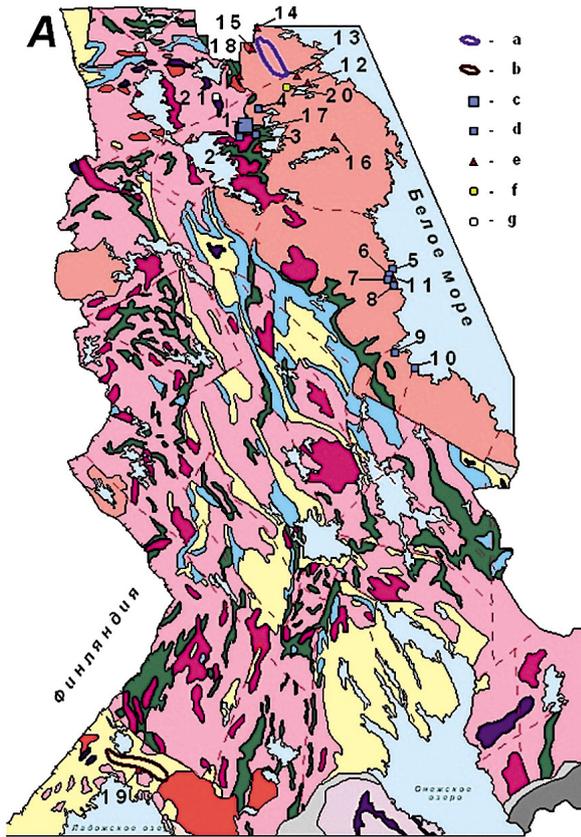


Рис. Схема размещения основных промышленных минералов на территории Республики Карелия (А – высокоглиноземистое сырье, В – высокомагнезиальное сырье, С – кварцевое сырье, D – полевошпатовое сырье)
 Fig. Scheme showing the distribution of industrial minerals in the Republic of Karelia. A – high-alumina raw materials; B – high-Mg raw materials; C – quartz raw materials; D – feldspar Raw materials.

Условные обозначения: 1 – палеозой (известняки, доломиты, песчаники, пески и глины девона и карбона); Нео- и мезопротерозой: 2 – венд (песчаники, алевролиты, глины, конгломераты, гравелиты - валдайская серия); 3 – рифей (конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты, аргиллиты, туфопесчаники, диабазовые, базальтовые туффиты и туфы - салминская свита); 4 – вепсий (конгломераты, кварцито-песчаники – петрозаводская, шокшинская и др. свиты). Палеопротерозой: 5 – калевий, людиковий, ятулий (кварцевые конгломераты, аркозы, кварцито-песчаники, кварциты, доломиты, шунгиты, вулканы, диабазы, туфы, туффиты, пикриты и другие вулканогенно-осадочные породы, сланцы, гнейсы, амфиболиты сортавальской, ладожской, сегозерской, онежской и др. серий и свит, малые интрузии разного состава); 6 – сумий, сариолий (конгломераты, аркозы, сланцы, доломиты, диабазы, туфы, туфопесчаники, туфобрекчии, кварцевые порфиры, кератофиры и пр. большезерской, тунгудско-надвоицкой и др. серий и малые интрузии разного состава). Архей: 7 – породы Чупинского парагнейсового комплекса Беломорского подвижного пояса (гнейсы, амфиболиты, мигматиты, гранито-гнейсы беломорской серии и ее аналогов), малые интрузии разного состава и возраста; 8 – лопий (гнейсы, амфиболиты, железистые кварциты, графитистые сланцы, вулканы разного состава гимольской, парандовской, тикшозерской и др. серий нео- и мезоархея и малые интрузии разного состава); 9 – нерасчлененные, преимущественно гранитоидные породы и мигматиты архея с ядрами континентальной коры; 10 – палеопротерозойские интрузии (граниты, гранодиориты, основные, ультраосновные породы); 11 – неоархейские интрузии гранитов и гранитоидов; 12 – разрывные нарушения различного возраста, определяющие блоковое строение региона.

1 – Paleozoic (limestones, dolomites, sandstones, sands and clay of Devon and Carbon); Neoproterozoic and Mezoproterozoic 2 – Vendian (sandstones, siltstones, clay, conglomerates, gritstones, - Valdian Formation); 3 – Riphean (conglomerates, gritstones, sandstones, siltstones, mudstones, tuff-sandstones, diabasic and basaltic tuffites and tuffs – Salmian Formation); 4 – Vepsian (conglomerates, quartzite-sandstones – Petrozavodsk, Shoksha Formation and others); 5 – Kalevian, Lyudicovian; Jatulian (quartzite conglomerate, arcose, quartzite-sandstones; quartzites, dolomites, shungites, volcanites, diabases, tuffs, tuffites, picrites and other volcanic-sedimentary rocks, schists, gneisses, amphibolites of the Sortavalian, Ladoga, Segozierian, Onega Formations and others, small intrusions); 6 – Sariolian, Sumian (conglomerates, arcose, schists, dolomites, diabases, tuff-sandstones, tuff-breccia, quartz porphyry, keratophyres and others of Bolshozierian and Tunguda-Nadvoitsa Formations, small intrusions; Archean): 7 – rocks of the Chupa paragneiss Formation of the Belomorian mobile belt (gneisses, amphibolites, migmatites, granite-gneisses of the Belomorian Formation and its analogs) and small intrusions; 8 – Lopian (gneisses, amphibolites, iron quartzites, graphitic schists, volcanites; of Gimola, Parandova, Tikshozierian and others terrains of Neo and Mezoarchean and small intrusions); 9 – non-divided Lopian and Saamian, advantageously granitoid rocks and migmatites of Archean and nucleus of the continental crust; 10 – Paleoproterozoic intrusions (granites, granodiorites, basic and ultrabasic rocks); 11 – Neoproterozoic granites and granitoids; 12 – fractures of different age.

А – высокоглиноземистое сырье

(a) – область проявления кианитовых руд Беломорского подвижного пояса; (b) – область проявления андалузитовых и ставролитовых руд Свекофенноской складчатой мезоструктуры; (c) – месторождения кианита Хизоваарского рудного поля (1 – Южная линза, Северная линза, Восточная линза); (d) – проявления кианитовых руд (2 – Высота-181, 3 – Фукситовый участок, 4 – Магнетитовая Варака, 5 – Кислячиха, 6 – Еловый наволок, 7 – Тербеостров, 8 – Солохина Луда, 9 – Удинское; 10 – Кузостровское); (e) – месторождения и проявления граната (11 – Шуерецкая группа, 12 – Западная Плотина, 13 – Левин Бор, 14 – Нигрозеро, 15 – Дядина Гора, 16 – Энгозеро, 17 – Высота-181, 18 – Униярви, 19 – Кительское; (f) – анортозиты (20 – Нижнее Котозеро); (g) – нефелиновые сиениты (21 – Елетозерский массив, Южный и Северный участки)

А – high-aluminous raw materials

(a) – field of kyanite occurrences in the Belomorian mobile belt; (b) – field of andalusite and staurolite occurrences in the Svecofennian domain; (c) – Hizovaara kyanite deposit (1 – Yuzhnaya lense, Northern lense, Eastern lense); (d) – kyanite occurrences (2 – Vysota-181, 3 – Fuchsite area, 4 – Magnetite Varaka, 5 – Kyslyachiha, 6 – Elovyy Navolok, 7 – Terbeostrov, 8 – Solohina Luda, 9 – Udinskoye, 10 – Kuzostrovskoye); (e) – garnet deposits and occurrences (11 – Shueretskaya group, 12 – Zapadnaya Plotina, 13 – Levin Bor, 14 – Nigrozero, 15 – Dyadina Gora, 16 – Engozero, 17 – Vysota-181, 18 – Uniyarvi, 19 – Kytelskoye); (f) – anortosite (20 – Nizhnee Kotozero); (g) – nepheline syenite (21 – Eletozersky massive, Yuzhny and Severny areas)

В – высокомагнезиальное сырье

(a) – площади, перспективные для поисков маложелезистого талька; (b) – проявления маложелезистого талька апокарбонатного типа (1 – Пудожгорское, 2 – Габсельгское, 3 – Пиндушское, 4 – Фенькина Лампи, 5 – Саригора); (c) – месторождения (Сегозерская группа) и проявления талькового камня апоультрабазитового типа (6 – Каллиев-Муреннанваара, 7 – Турган-Койван-Аллуста, 8 – Уросозерское, 9 – Вожемское, 10 – Остерозеро (Нижний Петтель), 11 – Черный Наволок (Совдозеро), 12 – Каризкозеро 13 – Парандовское, 14 – Няльма Губа, 15 – Каменная Река, 16 – Озерки, 17 – Костомукшское); (d) – месторождения и проявления тальк-карбонатных руд железистого талька апоультрабазитового типа (18 – Светлоозерское, 19 – Повенчанка, 20 – Кумбуксинское, 21 – Южно-Вожемское, 22 – Золотопорожское, 23 – Вожозерское, 24 – Хюрсюля, 25 – Игнойла); (e) – серпентиниты (26 – Аганозерское, 27 – Светлоозерское, 28 – Хаутаваара, 29 – Вожемское, 30 – Кропотнаволок, 31 – Таловейс, 32 – Ханкус); (f) – оливиниты (33 – Бураковский, 34 – Тикшеозерский); (g) – Повенецкий рудный узел с проявлениями рибекит-асбеста (Краснополянское, Сапенецкое, Повенецкое и др. проявления); (h) – антофиллит-асбест (35 – Ханкус)

В – high-magnesia raw materials

(a) – perspective areas for talc prospecting; (b) – talc occurrences of apocarbonate type (1 – Pudozhgorskoye, 2 – Gabselgskoye, 3 – Pyndushskoye, 4 – Phenkina Lampi, 5 – Sarigora); (c) – Deposits (Segoreskaya group) and soap stone occurrences of apoultrabazite type

(6 – Kallievo-Murennenvaara, 7 – Turgan-Koivan-Allusta, 8 – Urozerskoe, 9 – Vozhenskoe, 10 – Osterozerskoe (Nyzhny Pettel), 11 – Cherny Navolock (Sovdozero), 12 – Karzickozero 13 – Parandovskoe, 14 – Nyalma Guba, 15 – Kamennaya Reka, 16 – Ozerky, 17 – Kostomukshskoe); (d) – talc deposit and occurrences of talc-carbonate apobasite type (18 – Svetlozerskoe, 19 – Povenchanka, 20 – Kumbuksinskoe, 21 – Yuzhno-Vozhminskoe, 22 – Zolotoporozhskoe, 23 – Vozhmozerskoe, 24 – Hyursyulya, 25 – Ignoila); (e) – serpentinite (26 – Aganozerskoe, 27 – Svetlozerskoe, 28 – Hautavaara, 29 – Vozhenskoe, 30 – Kropotnavalock, 31 – Taloveis, 32 – Hankus); (f) – olivinites (33 – Burakovsky, 34 – Tikshozersky); (g) – Povenetsky area with ribbecite-asbestos (Krasnopolyanskoe, Sapenetskoe, Povenetskoe et al); (h) – antofillite-asbestos (35 – Hankus)

C – кварцевое сырье

(a) – пегматиты (1 – Тэдино, 2 – Карельское, 3 – Малиновая Варакка, 4 – Чкаловское, 5 – Плотина, 6 – Слюдозеро, 7 – Пиртостров, 8 – Никонова Варакка, 9 – Слюдяной Бор, 10 – Пиртима, 11 – Кюрьяла, 12 – Люпикко, 13 – Соролансаари); (b) – жильный (14 – Пезжостров, 15 – Шарапиха, 16 – Кювиканда, 17 – Тербеостровское, 18 – Рухнаволоок, 19 – Хизоваара, 20 – Кукасозеро, 21 – Шайвозеро, 22 – Корпярви, 23 – Ихиярви, 24 – Меломайс, 25 – Фенькина лампы, 26 – Койкары, 27 – Нуолаймниеми, 28 – Мурсула); (c) – кварциты (29 – Метчангъярви, 30 – Куханас-лампы, 31 – Питкяниеми, сливные перекристаллизованные кварциты 32 – Кукасозеро, 33 – Степаново озеро); (d) – галечный (34 – мыс Одинчижный, 35 – Двинская губа, 36 – Жемчужная губа, 37 – Лодейная губа); (e) – кварцсодержащие породы (метасоматиты) (38 – Высота-181, 39 – Южная линза, 40 – Межозерное)

C – quartz raw materials

(a) – pegmatites (1 – Tedino, 2 – Karelskoe, 3 – Malinovaya Varakka, 4 – Chalovskoe, 5 – Plotina, 6 – Slyudozero, 7 – Pyrtostrov, 8 – Nikoova Varakka, 9 – Slyudyany Bor, 10 – Pyrtima; 11 – Kyuryala, 12 – Lyupikko; 13 – Sorolansari); (b) – veined (14 – Pezhostrov); 15 – Sharapiha, 16 – Kyuvikanda, 17 – Terbeostrovskoe, 18 – Ruhnvalock, 19 – Khizovaara, 20 – Kukasozero, 21 – Shaivozero, 22 – Korpiyarvi); 23 – Ihiyarvi, 24 – Melomais, 25 – Phenkina Lampi, 26 – Koikary, 27 – Nuolainiemi, 28 – Mursula), (c) – quartzites (29 – Metchangyarvi, 30 – Kuhanas-Lampi, 31 – Pytkyaniemi, exhaust blastic quartzites 32 – Kukasozero, 33 – Stepanovo ozero); (d) – pebbled (34 – mys Odinchizny, 35 – Dvinskaya guba, 36 – Zhemchuzhnaya guba, 37 – Lodeinaya guba; (e) – quartzbearing rocks (metasomatite) (38 – Vysota-181, 39 – Yuzhnaya linza, 40 – Mezhozernoye).

D – полевошпатовое сырье

(a) – пегматиты (1 – Хетоламбинский куст, 2 – Чкаловское, 3 – Блинковые Вараки; 4 – Кривое озеро, 5 – Уракко-озеро, 6 – Кив-губа, 7 – Постельное озеро, 8 – Плотная ламбина, 9 – Восточное Мурашево, 10 – Слюдозеро, 11 – Торлов Ручей, 12 – Кюрьяла, 13 – Большое, 14 – Люпикко, 15 – Яккимское); (b) – гранит-аплит (16 – Озеро Долгое); (c) – анортозит (17 – Нижнее Котозеро); (d) – сиенит (18 – Нижнее (Елетьозерский массив), 19 – Кайвомяки, 20 – Райвомяки); (e) – геллефлинта (21 – Костомукшское); (f) – кварцевый порфир (22 – Роза-лампы); (g) – гранит-рапакиви (23 – Уксунйоки, 24 – Юкка-Коски).

D – feldspar raw materials

(a) – pegmatites (1 – Hetolambina, 2 – Chkalovskoe, 3 – Blinkovy Baraky, 4 – Krivoe ozero, 5 – Urakko-ozero, 6 – Kiv-Guba, 7 – Postelnoe ozero, 8 – Plotnaya lambina, 9 – Vostochnoe Murashevo, 10 – Slydozero, 11 – Torlov Ruchi, 12 – Kyuryala, 13 – Bolshoe, 14 – Lyupikko, 15 – Yakkimskoe); (b) – granite-aplite (16 – Ozero Dolgoe), (c) – anortosite (17 – Nizhnee Kotozero); (d) – syenite (18 – Nizhnee (Eletozersky massive), 19 – Kaivomyaki, 20 – Raivomyaki); (e) – hallephlinta (21 – Kostomukshskoe); (f) – quartz porphir (22 – Roza-lampi); (g) – granite-rapakivi (23 – Uksunjoki, 24 – Yukka-Koski).

по оценке целесообразности освоения месторождения карбонатитовых руд «Тикшеозерское» с получением 4 конечных промышленных продуктов – апатит, высококальциевое карбонатное сырье, магнетит, флогопит (Щипцов и др., 2007). Составлен инвестиционный проект по разработке промышленных отвалов от слюдодобычи с определением разнообразного ассортимента конечной продукции. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена взаимосвязь изоморфизма, дефектности структуры, параметров кристаллической решетки, заряда поверхности, сорбционной активности и флотуируемости при исследованиях обогатимости полигенетических типов апатитсодержащих руд Карелии (Тикшеозерское месторождение и Элисенваарская группа проявлений).

Применительно к промышленным минералам новыми следует считать ранее неизвестные минералы и породы (выявленные в последние 10–20 лет), которые по химическому составу и другим качественным показателям могут явиться по отношению к традиционным видам, альтернативным источником. Например, в Карелии к этим видам относятся шунгитсодержащие сланцы, анор-

тозиты, мусковитовые кварциты, ставролиты, прибрежные россыпи кварца, барий-стронциевое полевошпатовое сырье и др. Понятие «новое сырье» можно рассматривать в разных измерениях – как на мировом, так и региональном уровнях.

К нетрадиционным видам следует относить те из них, полезные свойства которых были известны, но в современных экономических условиях разработаны новые технологические решения, позволяющие говорить о рентабельности и эффективности их использования (Ларичкин и др., 2003). Например, в Карелии о промышленной ценности кианита, граната, шунгита и диатомитов стало известно уже в тридцатые годы прошлого столетия, но в то время технологический уровень изученности имел характер стартового и не определял в значительной степени возможные области использования и конечные продукты промышленного производства по причине научного уровня и технического развития общества. К подобным промышленным минералам и горным породам в Карелии можно также отнести тальковый камень, ильменит, апатит, кварцевые порфиры, нефелиновые сиениты и др.

Следует подчеркнуть важную особенность многих видов промышленных минералов многоцелевого назначения, в чем заключается большое отличие от руд металлов и горючих ископаемых, где ценность сырья определяется, прежде всего, содержанием полезного компонента. Качество же промышленных минералов оценивается в зависимости от их физических, физико-химических свойств и особенностей минерального состава, диапазон которых весьма широк и многообразен.

На примере минерало-технологического изучения минералов и руд Карелии установлено, что свойства (характер оруденения, текстурно-структурные особенности, размер вкрапленности рудных и нерудных минералов, их состав, гранулометрическая граница раскрытия сростков, химический состав минералов и т. д.) являются основой для выбора технологии обогащения.

В соответствии с принятой методологией, исследования проводились в двух направлениях. Первое – теоретическое предположение и экспериментальное изучение закономерностей изменения свойств минералов с целью интенсификации процессов обогащения. Второе – выбор и научное обоснование технологий обогащения на основе изучения закономерностей селективного разделения парагенетических ассоциаций промышленных минералов.

Одним из перспективных направлений развития технологии обогащения является разработка и обоснование способов и методов изменения природных свойств минералов с целью повышения технологических показателей. Использование термических, радиационных, химических и других видов энергетического воздействия на минералы является важнейшим современным направлением технологической минералогии. Преобразование свойств минералов в заданном направлении позволяет не только изменять обогатимость руд, но и создавать новые процессы извлечения полезных компонентов. В рамках данного научного направления исследована возможность повышения технологических показателей обогащения кианитовых, графитовых, гранатовых и некоторых других типов руд Карелии на основе предварительного модифицирования свойств минералов (Каменева, Скамницкая, 2003; Щипцов и др., 2006). На примере промышленных минералов Карелии выполнен комплекс исследований по выявлению и научному обоснованию механизмов изменения их свойств под воздействием ультразвука, химически активной плазмы, СВЧ-излучения, протонного облучения, воздействия мощными электромагнитными импульсами (Щипцов и др., 2006). Идея заключена в усилении контрастности свойств разделяемых минералов на основе направленного воздействия различными силовыми полями для повышения эффективности процессов обогащения, т.е. становится возможным на прин-

ципально новом уровне показать технологические решения на основе разработанной в лаборатории блок-схемы технолого-минералогического изучения промышленных минералов.

Особенностью современного этапа геолого-технологического изучения промышленных минералов Карелии является исследование новых видов на поисково-оценочной стадии. В этой связи в лаборатории геологии, технологии и экономики минерального сырья ИГ КарНЦ РАН выполнены системные технолого-минералогические исследования целого ряда перспективных типов промышленных минералов – маложелезистых мусковитовых кварцитов и сланцев, гранатовых и гранат-ставролитовых, кианитовых, титансодержащих, апатит-карбонатных руд, анортозитов и нетрадиционных видов полевошпатового сырья, на стадиях прогнозирования, поисков и оценки (Каменева, Скамницкая, 2003; Результаты фундаментальных..., 2006).

Особое внимание при исследованиях уделено методам технологической минералогии. Необходимо отметить, что в институте создана российская школа по технологической минералогии под эгидой Комиссии РМО, председателем которой является В.В.Щипцов. С 2006 г. проводятся ежегодные российские семинары по технологической минералогии и публикуются материалы в отдельных сборниках научных статей (Результаты фундаментальных..., 2006; Значение исследований технологической минералогии..., 2007; Новые методы технологической минералогии..., 2009; Технологическая минералогия, методы переработки..., 2010; Минерало-технологическая оценка..., 2011).

Методология комплексной оценки промышленных минералов заключается в рациональном комплексировании минерало-аналитических исследований и перспективных технологий их переработки. Одновременно при этом увеличивается лицензионная привлекательность сырьевых объектов, поскольку предполагается увеличение экономической эффективности производства при внедрении инновационных технологий.

Заключение

С развитием высоких технологий все более значимыми становятся минеральные продукты высокой чистоты, а это, в свою очередь, на примере Карелии влечет за собой интерес к промышленным минералам Фенноскандинавского щита, часть из которых не играла значительной роли в недалеком прошлом (такие промышленные минералы докембрия, как кианит, гранат, новые типы полевошпатовых проявлений, кварцевое сырье, мусковит из нетрадиционных источников, ильменит, тальк и др.).

Основная цель, во-первых, заключалась в комплексной оценке руд промышленных минералов Карелии и совершенствовании технологических схем управления качеством с использованием

опыта Норвегии, Финляндии и Швеции; во-вторых, в обосновании минерально-сырьевой базы для использования в различных отраслях промышленности – огнеупорной, стекольной, керамической, строительных материалов и др.

Получены новые технолого-минералогические данные по конкретным природным типам руд, проанализированы закономерности изменения минералогических свойств и оценка дифференциации технологических типов, а также особенности обогащения (извлекаемые, трудноизвлекаемые и неизвлекаемые), выявлены основные тенденции рынка и установлены возможности использования карельского минерального сырья в производстве огнеупоров, стекла, керамики, строительных материалов и других производствах.

Эколого-экономически обосновывается перспективность создания отрасли горной промышленности, связанной с обнаружением на территории Карелии перспективных объектов промышленных минералов.

Литература

- Бархатов А.В., Щипцов В.В., Анисимов Ю.М.* Современное состояние и перспективы освоения месторождений талькового камня и талька в Карелии // Горный журнал, № 2, 2010 – С. 26–27
- Бискэ Н.С.* Графитовое оруденение Северного Приладожья (геологические и генетические особенности) Петрозаводск: КарФАН СССР, 1987. – 172 с.
- Борисов П.А.* Карельские шунгиты. Петрозаводск: Госиздат КФССР, 1956. – 267 с.
- Гранатовые руды Карелии // Щипцов В.В., Бубнова Т.П., Скамницкая Л.С., Гаранжа А.В., Ручьев А.М.* Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. – 208 с.
- Гродницкий Л.Л.* Гранитные пегматиты Балтийского щита. Л.: Наука, 1982. – 295 с.
- Данилевская Л.А., Скамницкая Л.С., Щипцов В.В.* Кварцевое сырье Карелии. Петрозаводск, 2004. – 226 с.
- Данилевская Л.В., Щипцов В.В.* Состояние и ресурсы минерально-сырьевой базы кварца Республики Карелия // Разведка и охрана недр. №10, 2007 – С. 29–33
- Значение исследований технологической минералогии в решении задач комплексного освоения минерального сырья // Сб. научных статей по материалам второго Российского семинара по технологической минералогии. Петрозаводск: 2007. – 199 с.
- Каменева Е.Е., Скамницкая Л.С.* Обогащение минерального сырья Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. – 230 с.
- Ларичкин Ф.Д., Каменев Е.А., Мотлохов В.Н.* Нетрадиционные виды минерального сырья: актуальность, определение и классификация // Горный журнал. №1, 2003. – С. 16–20
- Лебедева Г.А., Озерова Г.П., Калинин Ю.К.* Классификация петруггического сырья. Л.: Наука, 1979. – 120 с.
- Минерально-сырьевая база Республики Карелия. Книга 2. Под ред. В. П. Михайлова и В. Н. Аминова. Петрозаводск, 2006. – 356 с.
- Минералого-технологическая оценка месторождений полезных ископаемых и проблемы раскрытия минералов // Сб. статей по материалам V Российского семинара по технологической минералогии. Петрозаводск: 2011. – 240 с.
- Новые методы технологической минералогии при оценке руд металлов и промышленных минералов // Сб. научных статей по материалам третьего Российского семинара по технологической минералогии. Петрозаводск: 2009. – 187 с.
- Пекки А.С., Разоренова В.И.* Месторождения полевошпатового сырья Карелии. Л.: Наука, 1977.
- Результаты фундаментальных и прикладных исследований по разработке методик технологической оценки металлов и промышленных минералов на ранних стадиях геологоразведочных работ // Сб. научных статей по мат. Первого Российского семинара по технологической минералогии. Петрозаводск, 2006. – 163 с.
- Соколов В.И.* Талько-хлоритовые сланцы Карелии и пути их использования. Петрозаводск: 1995. – 128 с.
- Технологическая минералогия, методы переработки минерального сырья и новые материалы // Сб. научных статей по материалам четвертого Российского семинара по технологической минералогии. Петрозаводск: 2010. – 192 с.
- 300 лет учреждения приказа рудоконных дел в России // мат. Межд. конф. 15-19 июня 2000 г. Петрозаводск, 2001. – 122 с.
- Хазов Р.А.* Ладогалиты – новые апатитоносные щелочные ультраосновные породы // ДАН, т.268, № 5, 1983. – С.
- Хазов Р.А.* Необычный тип магматических месторождений стронция // Геология рудных месторождений. Т. XXV, № 4, 1984. – С. 101–103.
- Хизоваарское кианитовое поле // под ред. Л.Л. Гродницкого. Петрозаводск, 1988. – 105 с.
- Щипцов В.В.* Значение индустриальных минералов Карелии в областях промышленного производства // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск, 2001, вып.3. – С. 126–130
- Щипцов В.В.* Обзор и оценка индустриальных минералов Республики Карелия // Геология рудных месторождений, т. 47, № 1, 2005. С.3–15
- Щипцов В.В.* Геолого-технологическая характеристика крупного проявления анортозитов Котозерского участка (северная Карелия) // Геология и полезные ископаемые. Петрозаводск, 2004, вып.7. – С. 151–162.
- Щипцов В.В., Каменева Е.Е., Скамницкая Л.С.* Теория и практика обогащения минерального сырья Карелии // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. Вып.9. Петрозаводск, 2006. – С. 183–195.
- Щипцов В.В., Скамницкая Л.С., Бубнова Т.П., Данилевская Л.А., Родионов В.С.* Мусковитовые кварциты – новый промышленный тип слюдяного сырья // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 6. Петрозаводск, 2003. – С. 67–77.
- Щипцов В.В., Скамницкая Л.С., Бубнова Т.П., Щипцова Н.И.* Технолого-экономическая оценка комплексного использования карбонатных пород Тикшеозерского массива // Проблемы рационального использова-

ния природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов (III Международная научная конференция), Сыктывкар, 2007. - С. 228-230.

Khazov R.A., Biske N.S., Popov M.G., Pavlov G.M. Diamonds in ladogolites // Precambrian industrial minerals of Karelia // Petrozavodsk: 1993 – pp.51-52.

Precambrian Industrial Minerals of Karelia // ed. M.Shchiptsov. Petrozavodsk: 1993. – 83 p.

Shchiptsov V.V. Present and future industrial minerals in Karelia (Russia) // Papers presented at the 11-th “Industrial Minerals” International Congress, Industrial Minerals Division of Metal Bulletin plc, London, 1994. – pp. 15-21.