

Раздел 2. РЕГИОНЫ И ОТДЕЛЬНЫЕ ВИДЫ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ПРОМЫШЛЕННЫХ МИНЕРАЛОВ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ЧАСТЬ ФЕННОСКАНДИНАВСКОГО ЩИТА)

В.В.Щипцов

Институт геологии Карельского НЦ РАН

Введение

На Фенноскандинавском щите площадью около 1500 тыс.км², из которых 11.5% приходится на территорию Карелии, установлены крупнейшие и отчасти уникальные месторождения и многочисленные рудопоявления промышленных (далее по тексту индустриальных минералов¹) минералов: месторождения апатитового, полевошпатового, карбонатного, нефелинового, кианитового, ильменитового, слюдяного, талькового, шунгитового, кварцевого и других видов сырья.

Они связаны с осадочными, магматическими, метаморфическими, метаморфогенно-гидротермально-метасоматическими процессами. В соседних северных странах стоимость и объемы минерального сырья, полученного на основе промышленных минералов, значительно выше этих показателей для концентратов из руд металлов. В настоящее время в Республике Карелия добывается в денежном выражении несравненно меньшие количества промышленных минералов, чем у ее северных соседей, включая Мурманскую область (Недра России, 2001).

Основные геологические особенности

На территории Республики Карелия, восточной и юго-восточной части Фенноскандинавского щита, формирование индустриальных 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 этапов формирования (> 3.5 млрд. лет) со сменой геодинамических режимов во всей последующей истории геологического развития вплоть до кайнозойской активизации.

Результирующим эффектом стала закономерная геологическая поверхностная мозаика с четкими очертаниями пространственно-временных и структурно-вещественных комплексов горных пород. На современном эрозионном уровне щита на Водлозерском домене Карельского региона фиксируется раннеархейский нуклеус с возрастом до 3.5 млрд. лет (Левченков и др., 1989; Изотопная геохронология..., 1990).

Геологическое строение Карелии определяется преимущественно развитием докембрийских в различной степени метаморфизованных осадочно-вулканогенных толщ, ультраметаморфических и интрузивных пород при крайне подчиненном присутствии фанерозойских образований.

¹ Под понятием «индустриальные минералы» понимаются полезные ископаемые, 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. В мировой практике, включая северные страны Европейского континента, эта терминология широко применяется, особенно когда речь идет о конечном использовании продуктов минерального передела.

Докембрийские стратифицируемые образования юго-восточной части щита подразделены на основе проявлений орогенической активности на две подгруппы - архейскую и протерозойскую с возрастным рубежом 2500 млн. лет. Трапповый магматизм базальтового типа, проявленный в среднерифейское время, стал связующим звеном между докембрийскими и фанерозойскими эпохами.

На основе системного анализа минерального сырья Карелии выделены две группы - группа индустриальных минералов (монокристаллы и кристаллические агрегаты) и группа индустриальных пород, сложенных одним, двумя или более минералами).

Минерагения

Минерагения Карелии достаточно разнообразна по видам проявления. По масштабам проявления отдельных видов выделяются минерагенические пояса, рудные зоны, месторождения, потенциальные области и перспективные районы индустриальных минералов. На мегауровне выделены в качестве надрегиональных единиц первого порядка собственные геологические области со своими минерагеническими особенностями:

(1) архейские гранито-гнейсовые поля с реактивизированными и слабо реактивизированными областями (перспективы обнаружения месторождений индустриальных минералов и пород ограничены, исключая рудогенерирующие пегматитовые системы свекофеннского Беломорского пояса с мусковитовыми и керамическими пегматитами, а также структурно-метаморфические комплексы с кианитом и гранатом);

(2) структурно-формационные комплексы лопийских зеленокаменных поясов и связанные с ними типы месторождений индустриальных минералов метаморфогенного и гидротермально-метасоматического генезиса (графит, кианит, пирит, кварц, гранат, тальк, тальковый камень, геллефлинта);

(3) области развития свекокарельских осадочно-вулканогенных и вулканических толщ (метаморфизованные и слабо метаморфизованные месторождения индустриальных минералов первично осадочного и вулканогенного происхождения - кварциты, графит, карбонатные породы, тальк, шунгитоносные сланцы, кварцевые порфиры);

(4) осадочные и вулканогенные породы рифейско-вендского комплекса (месторождения индустриальных минералов, главным образом, метамофического и осадочного происхождения, также захороненных кор выветривания - каолин, кварциты, карбонатные породы);

(5) дифференцированные интрузии от ультраосновного до кислотощелочного и карбонатитового состава архейско-протерозойского периода (месторождения индустриальных минералов магматогенного, метаморфогенного и гидротермально-метасоматического генезиса - апатит, хромит, ильменит, магнетит, оливин, серпентинит, асбест, кварц, тальковый камень, нефелиновый сиенит);

(6) фанерозойские осадочные комплексы (месторождения индустриальных минералов - глины, диатомиты, сапропель).

В данной статье не рассматриваются основные виды добываемого общераспространенного минерального сырья - действующие карьеры по добыче блоков природного камня и щебня, включая материал высокопрочного сорта.

В Карельском регионе сформированы три мезоструктуры в качестве составляющих структуры Феноскандинавского щита. Основная мезоструктура включает древнейшее ядро - Карельский кратон территориально занимающий всю центральную часть Карелии. В понимании определения кратона принимается общепринятая точка зрения, т. е. относительно стабильная часть земной коры в пределах континентальной области с мощным сиалическим слоем. На востоке он граничит со второй мезоструктурой - Беломорским подвижным поясом архейского времени заложения с ранней континентальной корой, а на юго-западе с третьей мезоструктурой - Свекофеннской складчатой областью протерозойского периода формирования, на юго-востоке перекрывается палеозойским осадочным чехлом. В таблице 1 показано распределение основных видов индустриальных минералов и горных пород по трем мезоструктурам.

Индустриальные минералы и горные породы Карелии²

Беломорский подвижный пояс	Карельский кратон	Свекофеннская складчатая область
керамические пегматиты	керамические пегматиты	керамические пегматиты
кварц	кварц	Ba-Sr полевой шпат
мушквит	мушквит	кварц
гранат	кианит	графит
анортзиты	гранат	флюорит
диатомиты	графит	барит
глина	серный колчедан	сфен
	апатит	карбонатные породы
	нефелиновые сиениты	рапакиви
	геллефлинта	глина
	ильменит	
	оливин	
	магнезит	
	тальк	
	серпентинит	
	тальк-хлоритовый сланец	
	шунгитоносные породы	
	карбонатные породы	
	кровельные сланцы	
	глина	
	природные пигменты	
	диатомиты	
	сапропель	

Индустриальные минералы архейских гранито-гнейсовых полей с реактивизированными и слабо реактивизированными областями

Для Беломорского подвижного пояса, сложенного архейскими супракрустальными породами, характерен целый ряд индустриальных минералов - мушквит, гранат-альмандин, микроклин, плагиоклаз, кварц, кианит, но формирование их произошло в период свекофеннской активизации, обусловленной особой геодинамической обстановкой.

Мушквит. Мушквитовые пегматиты жильного типа пространственно связаны с породами чупинской свиты саамия, представленными кианит-гранат-биотитовыми, гранат-биотитовыми,

² В таблицу не включены общераспространенные месторождения блочного камня (граниты, габбродиабазы, габбро, амфиболиты и др.) и щебня (гранит, габбродиабаз, пироксеновый порфирит и др.)

биотитовыми и двуслюдяными плагиогнейсами, и контролируются узкими линейными зонами сжатых и изоклинальных, реже открытых, складок, а также с зонами рассланцевания и кливажа (Гродницкий и Полин, 1975; Щипцов, 1977).

Во всех известных случаях собственно рудовмещающие структуры являются молодыми наложенными относительно ранних структур, вдоль которых развиваются рудообразующие диафорические процессы в условиях фации кианит-мусковитовых гнейсов высоких давлений и средних температур (Володичев и Щипцов, 1975; Зарубин, 1969; Гродницкий, 1976).

Интенсивная разработка месторождений слюды началась в 30-е годы. В настоящее время известно 34 месторождения, но ни одно месторождение не эксплуатируется. С недавних пор приостановлена работа на действующих шахтах месторождений Малиновая Варакка, Плотина, Карельское, Тэдино. На этих рудниках сохранены тысячи тонн пегматитовой массы в отвалах с мелкоразмерным мусковитом.

К основным породообразующим минералам мусковитовых пегматитов относятся плагиоклаз (олигоклаз и альбит), кварц, микроклин, мусковит, биотит. Второстепенные - гранат, турмалин, апатит, пирит.

Последнее время сделан акцент в сторону оценки маложелезистых мусковитов из мусковитовых кварцитов. Весьма перспективны в этом отношении мусковитовые кварциты Восточно-Хизоваарского проявления. В отличие от чупинского мелкоразмерного мусковита маложелезистый мусковит (серицит) 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.

Области традиционного применения молотого мусковита - наполнители пластмасс и пигментов, в электродах дуговой сварки и органосиликатных материалах, бурение нефтяных и газовых скважин, наполнитель для резинотехнических изделий и красок, производство слюдобумаг, косметика и др.

Полевой шпат. Еще недавно основное эксплуатируемое месторождение полевошпатового сырья было Хетолабино. Оно представлено керамическими пегматитами, отнесенными к образованиям периода свекофеннской активизации в пределах Беломорского подвижного пояса. Жилы приурочены к породам хетолаббинской свиты саамия. Вмещающими породами пегматитов являются гнейсы, гнейсо-граниты и амфиболиты.

Добыча керамического сырья была начата на севере Карелии с 1924 г. и продолжается до настоящего времени. К основным породообразующим минералам относятся: микроклин - 65,2-95,8%, плагиоклаз - 1,5-10,2%, кварц - 1,7-11,2%, мусковит - 0,1-1,6%, биотит - 0,1-2,6%. Второстепенные и аксессуарные минералы: магнетит, сфен, циркон, кианит, пироксен, анатаз, турмалин, гранат, амфибол, ортит, карбуран, монацит (Precambrian Industrial Minerals..., 1993).

Полевошпатовым сырьем среди керамических пегматитов являются микроклин и микроклиновый пегматит. В последние годы коммерческий интерес усилился по отношению к плагиоклазовому сырью, включая нетрадиционные источники.

Кварц. Запасы кварца выявлены в чупинских месторождениях пегматитов Беломорской слюдоносной формации.

На территории Карелии в областях интенсивного развития процессов кислотного выщелачивания и относительно высокобарического метаморфизма обнаружены гранулированные жилы кварцевого сырья, относимого к категории особо чистого кварца, а также выделены кварцевые жилы, соответствующие по содержанию элементов-примесей горному хрусталу высоких марок.

В прибрежной полосе Белого моря обнаружены россыпи галечного кварца, имеющие потенциальное значение. В целом на территории сформированы полигенные типы кварца, образованные в каждой региональной макроструктуре.

Научно обосновано практическое значение минерально-сырьевой базы особо чистого кварца Карелии - одного из перспективных регионов России.

Гранат. Беломорский подвижный пояс, как и сочленяющийся с ним Парандовско-Тикшеозерский зеленокаменный пояс, перспективны и потенциальны на гранат. Наиболее

предпочтительным в коммерческом отношении является алмадин, благодаря более высокому удельному весу и устойчивости к износу (Harben, 1995).

Коммерческие гранаты, исключая самоцветы, относятся к метаморфогенному классу месторождений полезных ископаемых, образование которых определяется условиями амфиболитовой фации метаморфизма кианитового или кианит-силлиманитового типов. Особенно благоприятны условия метаморфизма средних температур и высоких давлений. Значительная роль также отводится метасоматизму, связанному с кислотным выщелачиванием в условиях кианит-мусковитовой и кварц-мусковитовой фаций. Волна сопутствующего железо-магнезиального метасоматоза по ранним метаморфогенным образованиям расширила на этой территории образование гранатовых руд за счет интенсивного метасоматизма. В практическом отношении особую значимость имеют гранатовые метасоматиты, включая гранатиты, гранатсодержащие амфиболиты и гнейсы структурных областей Беломорского мобильного пояса (Щипцов, 1997).

Вещественный состав большинства проявлений представлен такими минералами как кианит, гранат, биотит, полевой шпат и кварц. Остальные минералы присутствуют в незначительном количестве

К разведанным объектам относится Тербеостровское месторождение. Запасы составляют 177,4 тыс.т руды на глубину 10 метров. Потенциальные ресурсы - более 1 млн.т. На территории северной Карелии объекты с гранатом привлекательны в потенциальном отношении для создания промышленных производств в России.

Руды легко обогащаются методами гравитационной и магнитной (сухой или мокрой) сепарации. В Институте геологии получены концентраты при извлечении их из горной породы не менее 81%. Содержание граната в них составляет не менее 90%.

Гранат относится к перспективным индустриальным минералам, поле его использования на мировом рынке расширяется. К одному из важных достоинств граната относится невозможность слипания частиц граната. В мировой практике традиционно гранат оценивается по стандартам США.

Индустриальные минералы структурно-формационных комплексов лопийских зеленокаменных поясов

Кианит. Несомненный практический интерес среди индустриальных минералов Карелии представляет кианит - перспективное сырье для производства огнеупоров.

Минералы группы алюмосиликатов (кианит, андалузит, силлиманит) являются эффективным видом огнеупорного и керамического сырья, на основе которого может быть получена муллитовая керамика, обладающая высокой огнеупорностью, термостойкостью, прочностью и химической инертностью. Производство такой керамики основано на химическом синтезе смеси кварца и оксида алюминия.

В настоящее время месторождения кианита в России не разрабатываются. Богатые месторождения кианита Кейвской группы на Кольском полуострове находятся в крайне неблагоприятных экономико-географических условиях. В этой связи Хизоваарское месторождение кианитовых руд, благодаря разведанности запасов, степени технологической изученности и выгодному географическому положению, - перспективный объект с точки зрения вовлечения в эксплуатацию.

Хизоваарское месторождение кианитовых руд принадлежит к тем объектам, которые составляют промышленную сырьевую базу высокоглиноземистых пород России. (Хизоваарское кианитовое..., 1988) (рис. 1).

В рудах метаморфического типа кианит приурочен к графитизированным гранат-кианит-биотитовым сланцам фации алмадиновых амфиболитов по В. А. Глебовицкому (Глебовицкий, 1973). Содержание Al_2O_3 около и выше 24%. К наиболее крупным объектам с таким типом руд относятся "Северная линза" и "Восточная линза". "Северная линза" прослежена на расстоянии свыше 500 м при мощности от 8 до 40 м. "Восточная линза" имеет неправильную ветвящуюся форму с удлиненными "языками". Средняя длина около 700 м с раздувом мощности до 150 м.

Метаморфогенно-метасоматический тип представлен светло-серыми кианитовыми кварцитами с игольчатым кианитом и серыми до стально-серых с лучистым (сноповидным и радиально-лучистым) кианитом (на примере "Южная линза"). Руды с игольчатым кианитом состав-



Рис. 1. Опытный карьер по добыче кианитовых руд на Хизоваарском месторождении (Южная линза)

ляют 91% всего объема руд. Содержание кианита - 10-25%, кварца - 75-85%, мусковита - 0,5-1%. Второстепенные минералы: пирит, пирротин, магнетит, плагиоклаз, биотит, графит, к аксессуарным относятся рутил, апатит, сфен, гранат. Руды с лучистым кианитом содержат кварц (50-80%), киани. (10-49%), рудные (0-10%). Линзообразное тело имеет длину 950 м. при мощности 80- 100 м.

Метасоматический тип кианитовых руд распространен в районе участка "Восточный" и "Фукситовый". Характерная морфологическая особенность руд - густая сеть прожилков, выполненная кварц-кианитовыми агрегатами. На участке "Восточный" зона кварц-кианитовых прожилков составляет в длину около 300 м при средней мощности - 50 м. Содержание кианита в руде составляет 20-25%. Кианит пластинчатый длиной 2-3 см при толщине до 0,5 см. Главными минералами субстрата являются роговая обманка, гранат, ставролит, кианит, биотит, кварц, рудные (арсенопирит, пирит). Прожилковая кварц-кианитовая зона участка "Фукситовый" имеет сложные очертания и прослеживается на 250 м при средней мощности около 30 м. Содержание кианита в породе не превышает 17%, его окраска меняется от серо-голубой, синей до сапфировой, от темно-серой до черной.

Серный колчедан. На территории Карелии разведан ряд месторождений и проявлений колчеданного семейства, руды которых могут быть использованы в сернокислотном и целлюлозно-бумажном производствах. Крупнейшими по запасам руды являются Хаутаваарское - 14 млн.т (категории C_1+C_2), Парандовское - 12.2 млн.т и 4.6 млн.т серы (категории $C_1 + C_2$) (рис. 2).

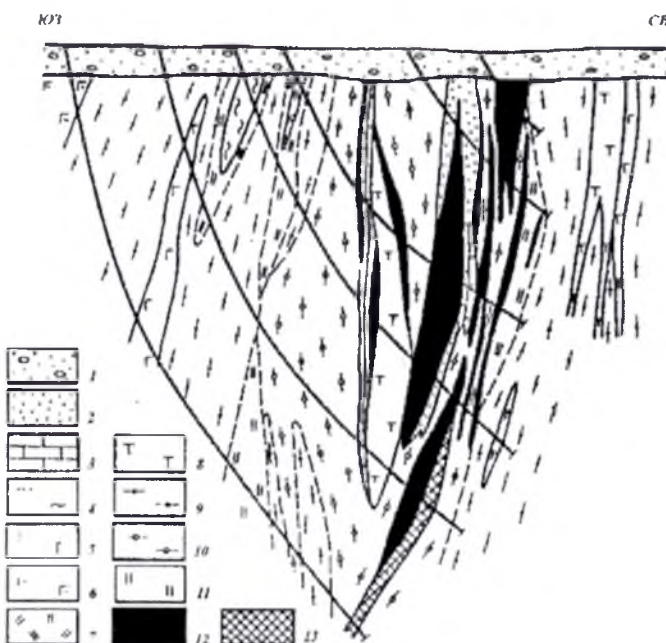


Рис. 2. Разрез Парандовского месторождения (Серноколчеданные месторождения..., 1978)
 1 - четвертичные отложения; 2 - кварциты; 3 - известняки; 4 - графитистые сланцы; 5 - амфиболизированные диабазы; 6 - амфиболизированные габбро-диабазы; 7 - туфы дацитовых порфиритов; 8 - хлорит-тальковые сланцы; 9 - порфиробластические породы с кварц-плагиоклаз-хлоритовой основной массой; 10 - порфиробластические породы с кварц-плагиоклазовой основной массой; 11 - порфиробластические породы с биотитизированной основной массой; 12 - пиритовая руда; 13 - пирротиновая руда

Руды содержат 30-41% серы, 36-42% железа. Кроме того, известны подобные месторождения с запасами от 3.5 до 10 млн.т руды по категориям $C_1 + C_2$ - Няльозерское, Ведлозерское, Ялонваарское, Золотые Пороги, Верхнее Вожмин-ское, Рыбозерское и др. Перечисленные месторождения представляют собой в основном регенерированные метаморфогенные руды, а их первоначальный генезис связан с эффузивным вулканизмом (Серноколчеданные месторождения..., 1978; Рыбаков, 1987). Главный тип оруденения относится к метаморфогенному генезису и частично связывается с метасоматическими процессами. К петрологическим и минерагеническим особенностям осадочно-вулканогенных формаций лопия принадлежит относительно простой состав серноколчеданных руд, представленный главным образом пирротин-пиритовым оруденением, поэтому под названием вида полезного ископаемого употребляется пирит, как главный индустриальный минерал данного рудного комплекса. По мере их омоложения, как отмечал С.И.Рыбаков (1987), происходит усложнение состава руд. Серноколчеданные руды представлены пиритом и пирротинном, при этом в пиритовых рудах сохраняются первичные осадочные слоистые, конкреционные и колломорфные текстуры, а пирротинная минерализация является наложенной метаморфогенно-гидротермальной.

Тальк. В Финляндии отмечается около 100 проявлений тальковых сланцев и горшечного камня, приуроченных к архейским зеленокаменным поясам и протерозойским сланцевым поясам. Уникальные свойства этого камня стали толчком к развитию производств теплоаккумулирующих печей и каминов, история которого относится к концу 19 века. Эта страна стала мировым лидером в производстве каминных печей «Forma Europa» и «Classico» с современным европейским дизайном, печей с духовым шкафом «Gougnnet», банных печей, каменок, дымоходов и широкого ассортимента отделочных камней для внешнего дизайна зданий и других сооружений и внутреннего интерьера. В Карелии проявления тальк-хлоритовых сланцев известны с давних времен, о чем свидетельствуют находки орудий труда древнего человека, сделанных из этого камня. В настоящее время здесь имеются два месторождения и десять проявлений. В первую очередь к ним относятся месторождения Каллиеве-Муренанваара и Турган-Койван-Аллушта. В Костомукшском зеленокаменном поясе выявлены пять новых перспективных участков на тальковый камень, сходных с месторождениями соседней Финляндии (Щипцов и др., 2002).

К наиболее изученным месторождениям и проявлениям талька в апоультрамафитах Карельского кратона относятся Светлозерское, Рыбозерское и Игнойльское месторождения. Общими чертами всех этих месторождений являются интрузии серпентинизированных дунитов и гарцбургитов. покровного типа, в которых обнаруживаются крутопадающие обогащенные тальком рудные тела мощностью до 200 метров. Вмещающими породами, как правило, выступают серпентиниты и хлоритовые сланцы. Тальк-карбонатные породы связаны преимущественно с толщами доломитового состава карельского комплекса. При гидротермальной переработке доломитов происходило образование маложелезистых разновидностей талька, который относится к наиболее ценному сырью для керамического, парфюмерного, медицинского и других производств.

Индустриальные минералы областей развития свекокарельских осадочно-вулканогенных и вулканических толщ

Графит. Графитовые проявления в Карелии обнаружены в двух структурных зонах - Свекофеннской складчатой области (Ладожский геоблок) и Северо-Карельской структуре Карельского кратона. В первой упомянутой зоне открыто более 30 проявлений различных типов графитовых проявлений, но практически все они имеют небольшие масштабы. Отмечены различные типы графита - криптокристаллический, плотнокристаллический, мелкочешуйчатый и крупночешуйчатый. Последний тип представляет наибольшую коммерческую ценность, благодаря хорошим параметрам флотационного и химического обогащения графитовых руд (Precambrian Industrial Minerals..., 1993).

Реальные рыночные возможности связываются в первую очередь с инвестициями в разведку и освоение Ихальского месторождения. На месторождении установлен графитовый горизонт с несколькими графитоносными пачками мощностью от 8 до 350 метров при длине до 1500 метров. Выделены два основных типа руд: неизменные графитсодержащие биотитовые гнейсы и преобладающие диафорированные графитсодержащие гнейсы. Содержание углерода в графитовой

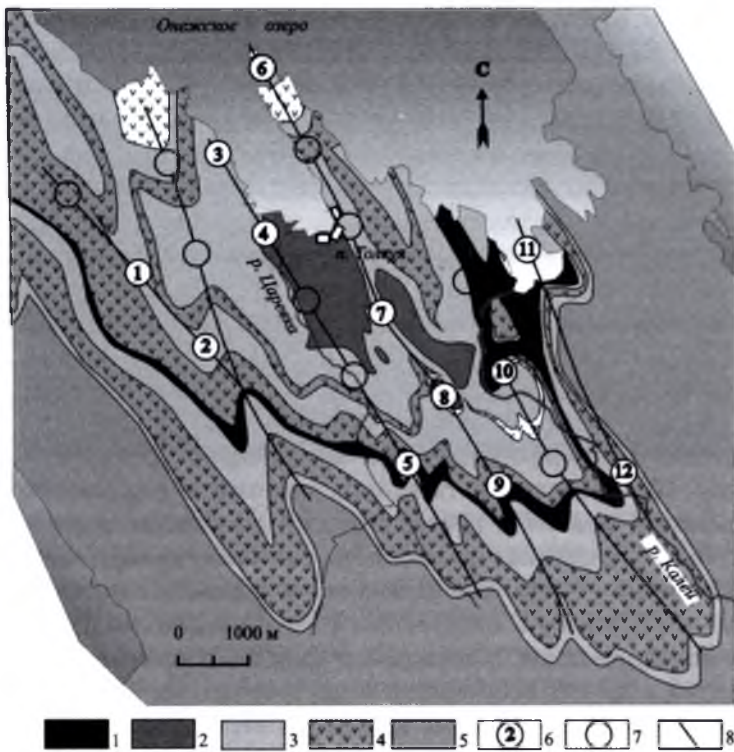


Рис. 3. Схема геологического строения северной части Толвуйской синклинали (составлена М.М.Филипповым, 2002, с использованием материалов С.В.Купрякова)

1-4 - породы второй пачки верхней заонежской подсвиты: 1 - шунгитоносные породы 6-го горизонта; 2 - хемогенно-осадочные породы; 3 - вулканогенно-осадочные породы; 4 - силлы габбро-долеритов; 5 - подстилающие комплексы пород, в т. ч. шунгитоносные; 6 - тела шунгитоносных пород (1 - Толвуйский Бор, 2 - Мироновская, 3 - Подсосонье, 4 - Андриановская, 5 - Зажогинская, 6 - Карнаволок, 7 - Мельничная, 8 - Максовская, 9 - Горوشка, 10 - Калейская, 11 - Часовенская, 12 - Алексеевская). 7 - предполагаемые купольные залежи шунгитоносных пород; 8 - оси антиклиналей («валов»)

руде от 2.8 до 9.2%, а в концентрате от 84.1 до 95.3% при его извлечении от 77.3 до 97.5% (Precambrian Industrial Minerals..., 1993).

При рассеве флотоконцентрата получается графит для тигельного, электроугольного, элементного, карандашного и литейного производства. Химически обогащенный графит с содержанием углерода 99.9% пригоден для изготовления коллоидных препаратов. Возможны и другие области использования.

Шунгиты. Шунгитоносная порода - первично-осадочная порода, содержащая некоторое количество шунгитового вещества. Шунгитовое вещество - древнее метаморфизованное органическое вещество, состоящее из углерода (> 95%), водорода (~ 1%), азота (~ 0,75%), серы (~ 0,3%) и кислорода (до 1,5%).

Шунгитоносные породы относятся к двум стратиграфическим уровням - людиковийский и калевийский надгоризонты (Геология шунгитоносных ..., 1982). На людиковийском уровне в заонежской свите произошло формирование углеродсодержащих пород в бассейнах глинисто-карбонатного осадконакопления при резко восстановительных условиях, которое сопровождалось подводным вулканизмом (Органическое вещество..., 1994) (рис. 3).

Породы, содержащие шунгит, на территории Карелии встречаются во многих точках, но промышленная их ценность определена наиболее полно для месторождений Заонежья. В Онежской мульде содержание углерода в породах достигает 70%. В разрезе Толвуйской синклинали выделяется 9 горизонтов шунгитовых пород. К шестому горизонту мощностью до 120 м, где залегают шунгитовые породы 2 и 3 разновидностей, приурочены Максовская и Зажогинская залежи, составляющие Зажогинское месторождение. По данным детальной разведки Максовская залежь имеет следующие параметры - длина 700 м, ширина 500 м, мощность в центральной части 120 м. Запасы шунгита составляют 33 млн.т по категориям В+С₁+С₂. Минеральный состав шунгитовых пород следующий: шунгит, кварц, серицит, хлорит, пирит и спорадически карбонат. Размеры минералов меньше, чем 1 мкм. Главными химическими компонентами шунгитовых пород являются свободный углерод, присутствующий в форме шунгита от 21 до 45% и кремний, входящий главным образом в состав кварца от 25 до 65% (Kalinin & Mikhailov, 1998).

Области использования шунгитосодержащих пород определяются их составом и свойствами (производство легкого заполнителя бетонов - шунгизита, заменителя кокса и кварцита в производстве

ферросплавов, футеровочного материала алюминиевых электролизеров и заменителя графита в литейном производстве, минерального удобрения, в области экологии - водоподготовка и водоочистка).

Перспективные области применения - сорбент, катализатор, конструкционные радиоэкранирующие материалы, наполнитель композиционных материалов, карбидная и нитридная, в т.ч. волокнистая керамика для получения керамических порошков и др.

На нанноуровне установлены основные признаки шунгитового углерода, которые позволяют рассматривать его как фуллереноподобную форму природного углерода. Этим значительно усиливается интерес к уникальному виду полезного ископаемого.

Карбонатные породы. В стратиграфической последовательности карельского комплекса ятулийский надгоризонт имеет отчетливые маркирующие толщи карбонатных и кварцитовых образований. В центральной Карелии карбонатные породы, среди которых оконтурены площади месторождений, размещены внутри диабаз-сланцевых горизонтов или кварцитовых слоев вблизи силлов диабазов. Все карбонатные отложения залегают в пределах вулканогенно-осадочного бассейна или в линейных структурах нижнепротерозойского возраста (Соколов, 1963).

Карбонатные породы являются широко распространенными в пределах площадей Карельского кратона и Свекофеннской складчатой области. Здесь выявлен целый ряд месторождений известняков и доломитов.

Типичными морфологическими формами являются линзы мощностью 8-10 м при протяженности 400-500 м. Здесь среди карбонатных пород обнаруживаются средне- и грубозернистые розоватые известняки и мраморы при содержании CaO - 55.19-56.88%, MgO - 0.03-1.12%, Fe₂O₃ - 0.02-0.14%, SiO₂ - 0.1-0.39% [176], а также мраморизованные и окварцованные известняки, в которых содержание SiO₂ достигает 10%, а CaO от 45.48 до 50.71%, MgO от 1.85 до 12.0%, Fe₂O₃ в среднем около 5%. Характерным является переслаивание доломитов и известняков с преобладанием первых.

Наиболее крупными месторождениями мраморов являются Рускеала 1 и Рускеала 2. Месторождение Рускеала 1 эксплуатируется около 200 лет. На Райгубско-Пялозерском участке распространены доломиты промышленного значения.

Кроме того, выделяются участки, оцениваемые в качестве перспективных на карбонатное сырье - Чирка-Кемь, Шайдомское и Мунозерское. Маломагнезиальные карбонатные породы выявлены только на участке Керкес, а на остальных преобладают доломитовые разности. Значительные прогнозные ресурсы выявлены на участках Каллиовара (37 млн.т), Шайдомском (88 млн.т), Пялозерском (270 млн.т).

Многочисленные проявления преимущественно доломитовых карбонатных пород известны в отложениях заонежской свиты, широко развитой на Заонежском полуострове и в Приладжье, а также доломиты тулозерской свиты, обнажающиеся в районе Падозера, Спасской губы, Пялозера, Сундозера. Белой Горы и Тивдии, Шайдомозера, Перегубы, Повенца, Кузаранды, Пяльмы, Суоярви, Туломоозера, Малое Янисьярви.

Кварциты. В ятулийское время возникали фациальные условия, благоприятные для накопления чистых кварцевых песков в бассейнах с длительным перемывом и сортировкой обломочного материала (Геология, литология и палеогеография..., 1970). В этой обстановке происходило полное разрушение аркозовой составляющей, окисление железистых и удаление слюдястых минералов, что и стало причиной накопления в составе янгозерского горизонта ятулийского надгоризонта мощных пластов чистых кварцевых песков, метаморфизованных в дальнейшем в мономинеральные кварциты и кварцито-песчаники (месторождения Метчангьярви, Нестерова Гора, Боконвара, Шалговара).

В составе второй пачки нижнего ятулия выявлен горизонт высококремнистых кварцитов, сложенный светлосерыми и серыми мелко- и среднезернистыми разновидностями и кварцито-песчаниками. Средний химический состав приводится в таблице 2.

На месторождении Метчангьярви была проведена детальная разведка силами Карельской комплексной геологоразведочной экспедиции. Запасы месторождения оцениваются в 20 млн.т. Кварцит месторождения Метчангьярви состоит из относительно мелких кристаллов кварца, его химический состав аналогичен химическому составу первоуральского кварцита, но отличается от последнего распределением микровключений слюды преимущественно между зернами кварца.

Химический состав кварцитов наиболее изученных месторождений Карелии

Месторождения	Химический состав, %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	ппп
Нестерова гора	98.78	0.52	0.14	сл	0.15	0.05	0.16	0.05	0.06
Шалговара	97.08	1.68	0.16	0.09	0.15	0.13	0.21	0.18	0.07
Метчангъярви	98.40	0.62	0.14	0.02	0.10	0.04	0.15	0.08	0.38
Боконвара	98.29	1.34	0.07	сл	0.03	-	-	-	0.16

Очевидно, мелкозернистая микроструктура и преобладающая межкристаллическая локализация слюды являются главными факторами более высокой изностойчивости карельского кварцита. Карельские кварциты являются ценным минеральным сырьем для изготовления футеровок кислого состава (Щипцов и др., 2002). Проведенные в свое время промышленные испытания футеровок индукционных тигельных печей для плавки чугуна показали высокую стойкость масс на основе карельского кварцита. По своему химическому составу и физико-химическим свойствам кварциты месторождения Метчангъярви являются комплексным сырьем и могут быть использованы в различных отраслях промышленности.

Индустриальные минералы и горные породы дифференцированных интрузий от ультраосновного до кислщелочного и карбонатитового состава архейско-протерозойского периода

Апатит. На территории Карелии имеются несколько проявлений апатита комплексного типа. К наиболее масштабному относится апатит-кальцитовое месторождение Тикшеозерское (Северная Карелия), относимое к щелочному ультраосновному габбровому комплексу карбонатитами и сиенитами.

Апатитоносные карбонатиты площадью около 2 км² относятся к комплексному типу руды. Кальцитовые карбонатиты составляют главную разновидность. Из других карбонатов присутствуют карбонаты изоморфного ряда доломит-анкерит в небольших количествах, к аксессуарным относятся арагонит и анкилит (Сафронова, 1990). По петрохимическим характеристикам различаются высококальциевые и магниевые-кальциевые карбонатиты.

Кальциевые карбонатиты, помимо вышеназванных карбонатов, содержат в небольшом количестве сопутствующий флогопит, оливин, биотит, магнетит и другие минералы, образуя главную разновидность, в подчиненном соотношении присутствуют доломит-кальцитовые, кальцит-доломитовые карбонатиты с эгирином, оливином, рихтеритом, флогопитом, тремолитом, магнетитом и другими минералами. Магнетит при комплексном обогащении может иметь практическое значение.

Карбонатитовая руда перекрыта чехлом четвертичных образований мощностью от 5 до 15 метров. На основании данных буровых работ Центрально-Кольской поисково-съёмочной экспедиции определена длина основного рудного тела по простиранию - 5,4 км, ширина в раздувах до 600 м. Форма карбонатитового тела неправильная, в горизонтальном близповерхностном сечении серповидная с извилистыми контурами. Прогнозные ресурсы составляют около 900 млн.т карбонатитовой руды, около 40 млн.т в пересчете на P₂O₅ со средним содержанием 4,3%; в титан-авгитовых пироксенит-габбро среднее содержание составляет 3,5% P₂O₅.

Ильменит. К титано-магнетитовому типу относятся Пудожгорское месторождение, Велимякское и Койкарское рудопроявления (Рыбаков, Щипцов, 1993), а также ильменитовый тип рудопроявлений Шилос и Хапунваара, при этом возраст рудообразования имеет широкий диапазон от лопия до рифея (Богачев и др., 1982).

На севере Карелии выявлена титановая формация, представленная Елетьозерским пироксенит-габбро-щелочным магматическим комплексом. Рудный участок Суриваара Елетьозерско-

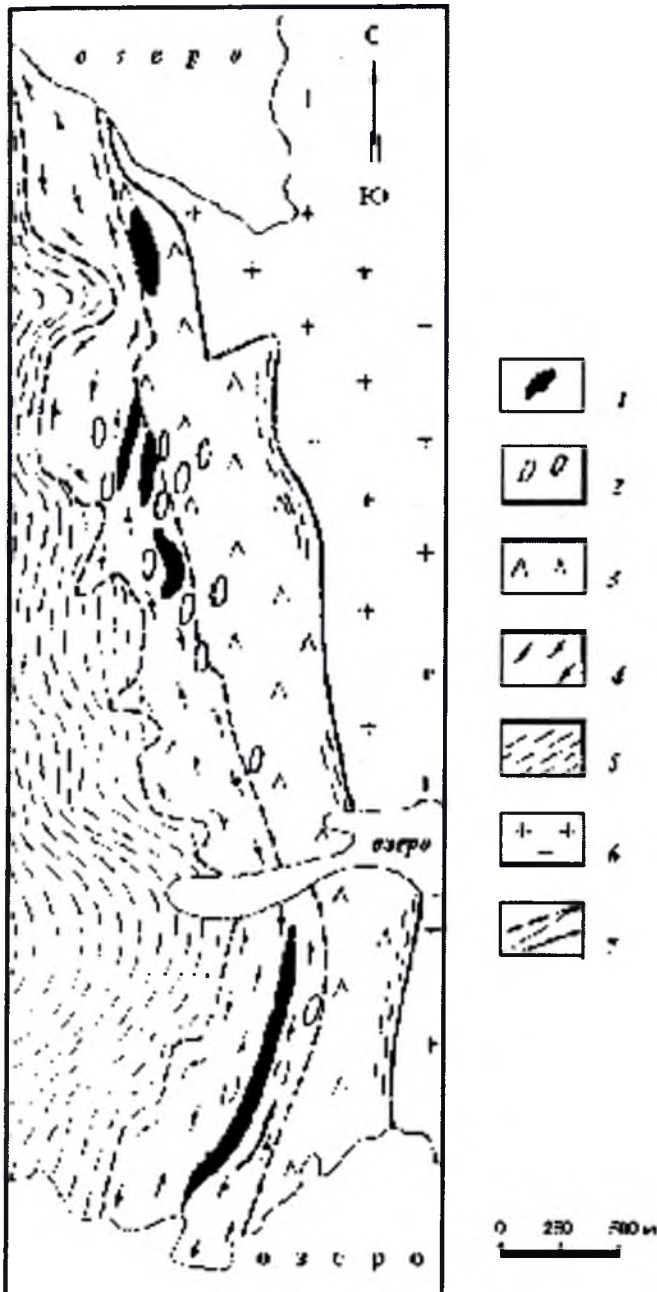


Рис. 4. Геологическая карта участка Суриваара (с использованием материалов А.И.Богачева и др., 1963)

1 - титано-магнетитовые и ильменитовые руды (рудные оливиновые габбро, перидотиты, слюдистые перидотиты, амфиболиты); 2 - щелочные и нефелиновые сиенит-пегматиты; 3 - крупнозернистые габбро; 4 - лейкократовое ортоклазовое габбро, слюдистое габбро, слюдистые перидотиты; 5 - мелко- и среднезернистое габбро; 6 - пегматиты; 7 - а - контакты предполагаемые, б - границы массива

го массива является наиболее перспективным (рис. 4). В 50-е годы здесь на стадии поисково-разведочных работ были опробованы и оценены несколько минерализованных залежей с титансодержащим магнетитом и ильменитом.

По содержанию TiO_2 титано-магнетит-ильменитовые руды подразделены на три сорта: I сорт - свыше 12%; 2 сорт - 8-12%; 3 сорт - 5-8%. Ильменит в основной массе проб представлен тремя генерациями - таблитчатые зерна неправильной формы, тонкие пластины и эмульсионная вкрапленность в зернах магнетита.

Наиболее крупная залежь имеет протяженность 1400 метров при средней мощности 36 метров. Запасы по данным поисково-разведочных работ составляют более 60 млн.т при среднем содержании TiO_2 - 8%. Прогнозные ресурсы до глубины 200 метров составляют 182.5 млн.т руды, в т.ч. TiO_2 - около 3.5 млн.т.

Химический состав ильменитовых концентратов участка Суриваара (%): SiO_2 - 0.52-1.11, TiO_2 - 41.38-45.98, Al_2O_3 - 0.44-2.50, Fe_2O_3 - 9.14-17.47, FeO - 28.82-39.73, MnO - 0.60-0.65, MgO - 1.87-4.12, CaO - 0.89-1.06, S - 0.35 - 0.81, V_2O_5 - 0.08-0.12, Co - 0.006-0.6, Cu - 0.028-0.05.

По характеру распределения TiO_2 в магнитной и немагнитной фракциях исследуемые пробы месторождения Суриваара (Елетьозерский массив) можно разделить на три группы:

- содержание TiO_2 в магнитной фракции равно содержанию TiO_2 в немагнитной фракции - трудно обогатимые (12.5%);
- содержание TiO_2 в магнитной фракции больше чем содержание TiO_2 в немагнитной фракции - средне обогатимые (75%);
- содержание TiO_2 в магнитной фракции меньше чем в немагнитной фракции - легко обогатимые (12.5%).

Нефелиновые сиениты и сиениты. Эти образования известны в строении щелочно-габброидного Елетьозерского массива. (Северная Карелия). В результате геологических исследований выделены несколько перспективных участков залегания нефелиновых сиенитов и сиенитов. Один участок - это Северный (оз. Нижнее), где проведены основные предварительные геолого-технологические исследования, другой участок - это Южный, расположенный между Нятоваара и Суриваара, на котором проводились буровые работы до глубины 100 м (щелочные сиениты залегают, возможно, и глубже).

Залежи северного участка имеют длину от 750 до 1250 м и ширину от 225 до 500 м. Минеральный состав следующий: главные минералы - микроклин-пертит, альбит, нефелин (в сумме 75-85%), эгирин-авгит, арфведсонит, амфибол, биотит; второстепенные и акцессорные минералы - эпидот, канкринит, хлорит, скаполит, сфен, апатит, флюорит, гранат, магнетит, пирит, пирротин. Горная масса обогащается методом электромагнитной сепарации. Выход концентрата составляет 62-75%. Концентраты делятся на три сорта: 1 сорт - 0.1% Fe_2O_3 , 2 сорт - 0.3% Fe_2O_3 , 3 сорт - 0.8% Fe_2O_3 .

По результатам лабораторных технологических испытаний в Институте геологии КарНЦ по южным проявлениям нефелиновых сиенитов были получены концентраты со следующими характеристиками (3 пробы): Al_2O_3 от 23.28 до 25.11%, Fe_2O_3 от 0.25 до 0.26%, Na_2O от 6.86 до 9.31% и K_2O от 7.59 до 10.00% (Кулмала и др., 1991). С учетом высоких содержаний алюминия в концентрате данные результаты могут иметь важное значение. Высокое содержание алюминия предположительно связывается с увеличением в породе содержания нефелина.

Области применения: керамическая промышленность - строительная и электрокерамика, плитки, кирпич, каменные керамические изделия (кирпич, плитки, трубы); стекольная - бытовое стекло, электровакуумное стекло, сорбент для очистки воды.

Площадь развития вышеуказанных пород, несомненно, является интересной в практическом отношении и заслуживает внимания с учетом конъюнктуры мирового рынка.

Индустриальные минералы фанерозойских осадочных комплексов

В Карелии имеются месторождения диатомитов - Ряпуксозеро, Амбарная ламбина, Сигозеро и Уросозеро. Образования представляют собой донные осадки современных мелких и средних озер голоцена. Наиболее крупное из вышеперечисленных месторождение Ряпуксозеро имеет запасы 1,4 млн.т. Обнаружены диатомиты в озерах Муезерского района (Демидов, 1995), связанные генетически как в Муезерском районе, так и в других местах Карелии с мощными песчаными толщами водно-ледниковой деятельности, как правило, в непосредственной близости от кварцитов, аркозов, кварцевых диоритов и других кварцсодержащих пород.

Цели региональных исследований

Для развития и вовлечения различных видов минерального сырья в республике необходимы конкретные действия, а именно:

- идентифицировать главные геологические источники и местопоявления качественных минеральных ресурсов;
- увеличить добычу и переработку региональных ресурсов с учетом местных потребностей и общего рынка;

- использовать экономико-географическое положение Республики Карелия;
- использовать новейшие технологические разработки при комплексном освоении месторождений и для минимизации экологического ущерба;
- обосновать инвестиционную привлекательность природных объектов для привлечения и иностранных и российских инвесторов;
- существенно повысить уровень менеджмента;
- привести отечественные спецификации в соответствие с существующими европейскими стандартами;
- совершенствовать нормативно-правовое обеспечение в увязке с прогнозом развития конкретной строительной отрасли минерально-сырьевого комплекса;
- добиться государственной поддержки развития малого и среднего горного бизнеса;
- использовать современные средства для создания полной информационной картины в части состояния и потребностей сырьевых ресурсов строительных материалов.

Заключение

На примерах индустриальных минералов прослеживается картина современных тенденций развития техники. С развитием высоких технологий все более актуальными становятся минеральные продукты высокой чистоты, а это в свою очередь влечет за собой интерес к таким индустриальным минералам, часть из которых не играла значительной роли в недалеком прошлом.

Литература

1. Богачев А.И., Гриб В.П., Гришин А.С. и др. Основные черты металлогении Карелии // Металлогения Карелии. Петрозаводск, 1982. С. 5-40.
2. Богачев А.И., Зак С.И., Сафронова Г.П., Инина К.А. Геология и петрология Ельтьозерского массива габброидных пород Карелии. М.: - Л.: Наука, 1963. 159 с.
3. Борисов П.А. Каменные строительные материалы Карелии. Петрозаводск, 1963. 367 с.
4. Володичев О.И., Щипцов В.В. О метаморфическом факторе формирования мусковитовых пегматитов (район центральной части Западного Беломорья) // Мусковитовые пегматиты. Л.: Наука, 1975. С. 165-168.
5. Геология шунгитоносных вулканогенно-осадочных образований протерозоя Карелии. Петрозаводск, 1982. 175 с.
6. Геология, литология и палеогеография ятулия Центральной Карелии / Соколов В.А., Галдобина Л.П. и др. Петрозаводск, 1970. 345 с.
7. Глебовицкий В.А. Проблемы эволюции метаморфических процессов в подвижных областях. Л., 1973. 127 с.
8. Гродницкий Л.Л. Формации и парагенетические типы пегматитов восточной части Балтийского щита // Зап. ВМО. 1976. Вып. 1. С. 40-47.
9. Гродницкий Л.Л., Полин А.К. Пегматиты Северной Карелии и их ореолы. Петрозаводск: Карелия, 1975. 227 с.
10. Демидов И.Н. Муезерское месторождение диатомитов // Геология и магматизм Карелии: Опер.-информ. материалы. Петрозаводск, 1995. С. 48-52.
11. Зарубин В.В. Особенности вмещающей среды и закономерности размещения пегматитовых жил месторождения Тэдино (Северная Карелия) // Труды ВСЕГЕИ. 1969. Т. 147. С. 58-70.
12. Изотопная геохронология Водлозерского гнейсового комплекса / Сергеев С.А., Бибикова Е.В., Левченков О.А. и др // Геохимия. 1990. №1. С. 73-83.
13. Кулмала Т.К., Скамницкая Л.С., Щипцов В.В. и др. Петрохимия, геохимия и обогащение щелочных сиенитов Ельтьозерского массива. Петрозаводск, 1991. С. 35-54.
14. Левченков О.А., Лобач-Жученко С.Б., Сергеев С.А. Геохронология Карельской гранит-зеленокаменной области // Изотопная геохронология докембрия. Л., 1989. С. 63-72.
15. Недра России. Полезные ископаемые. Т. 1. СПб. - М., 2001. 547 с.
16. Органическое вещество шунгитоносных пород Карелии. Петрозаводск, 1994. 208 с.
17. Рыбаков С.И. Колчеданное рудообразование в раннем докембрии Балтийского щита. Л.: Наука, 1987. 266 с.
18. 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.

19. Сафронова Г.П. Породообразующие карбонаты и апатит Тикшеозерского массива // Новое в минералогии Карело-Кольского региона. Петрозаводск, 1990. С. 25-39.
20. Серноколчеданные месторождения Карелии / под ред. В.А.Соколова. Л.: Наука, 1978. 192 с.
21. Соколов В.А. Геология и литология карбонатных пород среднего протерозоя Карелии. М.-Л., 1963. 183 с.
22. Филиппов М.М. Шунгитоносные породы Онежской структуры. Петрозаводск, 2002. 200 с.
23. Хизоварское кианитовое поле (Северная Карелия) / Щипцов В.В., Скамницкая Л.С. и др. Петрозаводск, 1988. 105 с.
24. Щипцов В.В. Критерии оценки слюдоносности пегматитов Западного Беломорья // Пегматиты северной Карелии и Кольского полуострова. Петрозаводск: КФАН СССР, 1977.
25. Щипцов В.В. Современная минерально-сырьевая база индустриальных минералов Республики Карелия. // Геолого-технологическая оценка индустриальных минералов и пород Республики Карелия и отдельных регионов Европейского континента. Петрозаводск, 1997. С. 7-20.
26. Щипцов В.В., Перепелицын В.А., Гришенков Е.Е., Ененко В.П., Заверткин А.С. Исследования первоуральского и карельского кварцитов для футеровки индукционных тигельных печей // Новые огнеупоры. 2002. №6. С. 37-45.
27. Щипцов В.В., Соколов В.И., Калинин Ю.К. Тальк-хлорит Республики Карелия // Камень&Бизнес. 2002. № 3. С. 9-10.
28. Harben P.W. The Industrial Minerals Handy Book. London, 1995. 254 p.
29. Kalinin, Y & Mikhailov, V. Shungite rocks: geology and fields utilization // Comprehensive Assessment of Nonmetalliferous Deposits, Niini, H, ed. Otaniemi. 1991. P. 63-70.
30. Precambrian industrial minerals of Karelia / ed.V.Shchiptsov. Petrozavodsk, 1993. 84 p.

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕКОТОРЫХ ПРОМЫШЛЕННО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ЮЖНОГО УРАЛА

М.Т.Крупенин

Институт геологии и геохимии УрО РАН

Южный Урал, как южная часть Уральского складчатого пояса, является одним из старейших и развитых районов горнодобывающей промышленности России. По разнообразию полезных ископаемых и их запасам, а также по количеству горно-рудных и перерабатывающих предприятий он является едва ли не наиболее насыщенным в стране. Наряду с широко известными месторождениями железа, меди, алюминия, благородных и редких металлов, на Южном Урале широко представлены неметаллические полезные ископаемые различного профиля. Их разнообразие определяется длительной историей геологического развития территории Южного Урала - от архея до кайнозоя, с распространением образований верхнего докембрия (рифея и венда), палеозоя и мезозоя. Кроме того, среди геологических комплексов одинаково широко представлены как осадочные, так и метаморфические и разнообразные изверженные породы, приуроченные к различным геодинамическим обстановкам и тектоническим этапам развития, формирующим структурно-геологические зоны. В геологическом строении Урала целесообразно выделение Предуральской, Центрально-Уральской, Тагило-Магнитогорской и Восточно-Уральской структурно-геологических зон.

В Предуральской зоне расположены Предуральский краевой прогиб и область передовой складчатости, представленные отложениями среднего и верхнего палеозоя (от среднего девона до перми). В Предуральском прогибе, ограничивающем складчатый пояс с запада, развиты терригенные и карбонатные толщи верхнего палеозоя, заключающие крупнейшие в России запасы каменной и, в меньшей степени, калийной солей (Стерлибашевское, Илецкое и др.), гипса (в том числе селенита). Месторождения приурочены к эвапоритовым образованиям кунгурского яруса (рис. 1). В этих же отложениях известны проявления волконскоита.



Рис. 1. Верхнекамское месторождение калийных и каменных солей

К карбонатным горизонтам нижнего отдела пермской системы (ассельского и артинского ярусов) приурочены месторождения карбонатно-фосфоритовых агоруд – Верхнепалеозойские месторождения фосфорита. Выделяется два типа фосфоритовых месторождений и проявлений этого возраста: осадочные фосфориты в доломитизированных известняках (селеукский тип); остаточная кора выветривания по фосфатизированным карбонатным породам (ашинский тип). Фосфориты прогиба известны в Бельской и Юрюзано-Айской впадинах. В первой расположено Селеукское фосфоритовое месторождение, а во второй - Ашинское и Симское месторождения. Последние образовались в коре выветривания фосфатизированных и конкрециеносных известняков. Селеукское месторождение находится в Макаровском районе Башкортостана на левобережье р. Селеук, в 35 км южнее с. Петровское. Фосфоритоносный горизонт приурочен здесь к толще афанитовых доломитизированных известняков ассельского яруса нижней перми (швагериновый горизонт). Отмечены три фосфоритных пачки мощностью (сверху вниз) соответственно - 0,51, 1,31 и 0,8 м. Верхняя пачка отделяется от средней горизонтом пустых пород мощностью 15,6 м, нижняя от средней соответственно - 6,5 м. Каждая пачка состоит из прослоев доломитизированного известняка, фосфорита, реже органогенного известняка и кремневых конкреций. Фосфориты по виду напоминают листоватые битуминозные известняки. Содержание P_2O_5 в отдельных прослоях - 8,5-25%, среднее в руде по месторождению - 9%, а в концентрате - 16,3%. Средняя глубина залегания верхней фосфоритовой пачки - 18,5 м. Детально разведана только северная часть месторождения, запасы которой по категориям В+С составляют 5,5 млн.т, по C_2 122,2 млн.т.

Ашинское месторождение находится в 2 км юго-восточнее г. Аша. Продуктивная толща представлена массивными обломочными фосфатизированными известняками с большим количеством фауны и относится к артинскому ярусу нижней перми. Фосфориты залегают на очень неровной поверхности известняков, выполняя в них многочисленные карманы и трещины, в связи с чем мощность фосфоритовой залежи испытывает колебания от 0 до 60 м. В плане залежь имеет неправильную форму, вытянута в северо-западном направлении на 1,2 км. Ширина залежи от 50 до 200 м, глубина залегания редко превышает 1-2 м. Фосфорит представляет собой рыхлую землистую массу коричневатого-бурого цвета с преобладающим размером частиц менее 5 мм. Кроме фосфорита в породе встречаются обломки известняка. Содержание P_2O_5 колеблется от 20 до 30%, среднее по месторождению - 24%; содержание остальных компонентов (%): CaO - 41,85; MgO - 1,29; Al_2O_3 - 3,3; Fe_2O_3 - 3,21; нерастворимого остатка - 9,52; потери при прокаливании - 9,31. В небольших количествах в фосфоритах обнаружены Ni, Co, Cu, Mo, Sb, Zr и другие микроэлементы. Исследованиями Башкирского сельскохозяйственного института установлено что ашинские фосфориты в естественном состоянии не уступают по качеству стандартному порошковатому суперфосфату (Прокин и др., 1999).

В Центрально-Уральской зоне расположена крупная структура - Башкирский мегантиклинорий, сложенный терригенно-карбонатной толщей дислоцированных и слабо метаморфизованных отложений верхнего протерозоя (рифей). Суммарная мощность разреза