

Особенности минерагении промышленных минералов Севера Европейской части России

Бурцев И.Н.¹, Войтеховский Ю.Л.², Щипцов В.В.³

¹Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

²Геологический институт КНЦ РАН, г. Апатиты

³Учреждение Российской академии наук Институт геологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск

Летописная история Северной территории непосредственно начиналась с разработок ныне так называемых промышленных минералов в 16 веке - это соляные варницы, ломка слюды и др.

Север Европейской части России по географо-экономическому положению, наличию развитого минерально-сырьевого комплекса, включая промышленные минералы, относится к важному региону России. Что касается промышленных минералов, то перспективы развития минерально-сырьевой базы агрохимического, горнотехнического, нерудного металлургического, минерально-строительного сырья и других отраслей промышленности имеются, несомненно. Около 40 видов промышленных минералов и горных пород определяют в значительной доле минеральный потенциал Севера Европейской части России и составляют 1/3 всех известных видов в мире.

В геологическом строении значительную площадь занимает Восточно-Европейская древняя платформа, докембрийский кристаллический фундамент которой обнажается на Фенноскандинавском щите. В частности, это ее восточная часть представлена Карело-Кольской и Свекофеннской областями, сложенными глубокометаморфизованными архейскими и протерозойскими образованиями. Северная часть Восточно-Европейской платформы имеет осадочный чехол, сложенный морскими и континентальными отложениями палеозоя. В истории геологического развития платформы выделяется несколько структурных этапов, повлиявших на становление формаций в комплексах отложений. Время их формирования отвечает этапам каледонской, герцинской и альпийской складчатости. На севере и северо-востоке данная платформа ограничена надвиговым фронтом байкалид юга Баренцева моря, полуострова Канин и Тимана (Печорская плита), имеющей складчатое рифейское основание, а на востоке граничит с герцинидами Уральской складчатой области (Урало-Пайхойская складчатая область). Соответственно традиционно выделяются четыре структурно-минерагенические провинции, каждая из которых характеризуется своими тектоническими, магматическими и минерагеническими особенностями, условиями и режимами формирования. Все это предопределило разнообразие и специфику геолого-промышленных типов промышленных минералов.

Значительную роль в становлении и формировании промышленных минералов **Фенноскандинавского щита** играли глубинные процессы, определившие специфику минерагении. Большая группа промышленных минералов генетически прямо связана с процессами метаморфизма при различных термодинамических параметрах и флюидных режимах [1, 2].

Месторождения и проявления промышленных минералов Фенноскандинавского щита ассоциируются (1) с системами гранит-зеленокаменных или гранулит-гнейсовых областей (поясов) Карело-Кольского региона, представляющих собой верхние уровни позднеархейской протоконтинентальной коры (графит, кианит, андалузит, ставролит, пирит, кварц, гранат, полевой шпат, мусковит метаморфогенного и гидротермально-метасоматического генезиса), при этом Кейвская провинция высокоглиноземистых пород является суперкрупным объектом; (2) областями развития свекокарельских осадочно-вулканогенных и вулканических толщ (метаморфизованные и слабо метаморфизованные месторождения первично осадочного или вулканогенного происхождения) - кварциты, кварц, карбонатные породы, тальк, шунгитовые породы бассейнов осадконакопления позднего протерозоя в Карельском Заонежье, графит, волластонит, кварцевые порфиры; (3) рудогенерирующими свекофенскими пегматитовыми системами, составляющими Карело-Кольскую провинцию слюдоносных и керамических пегматитов, – мусковит, полевой шпат, кварц, турмалин, сподумен, поллуцит; (4) осадочными и вулканогенными породами рифейско-вендского комплекса (месторождения,

главным образом, метаморфического и осадочного происхождения, а также захороненные коры выветривания - андалузит, каолин, графит, карбонатные породы), (5) дифференцированными интрузиями от ультраосновного до кислото-щелочного и карбонатитового состава архейско-протерозойского возраста (месторождения магматогенного и метаморфогенного генезиса - хромит, ильменит, магнетит, оливин, серпентинит, тальковый камень, нефелиновый сиенит, асбест, графит, полевой шпат, тальк, флюорит, пироксид); (6) каледонско-герцинскими щелочными плутонами (большая группа месторождений магматогенного и гипергенного происхождения - апатит, флогопит, вермикулит, бадделит, барит, нефелин, титанит, бритоцит, пироксид, лопарит, эвдиалит, эгирин, что может быть результирующим следствием палеозойской плюм-тектоники).

В северной части **Восточно-Европейской платформы** магматическая и тектоническая деятельность проявлена крайне слабо. Здесь преобладают такие объекты неметаллического сырья, как гипс, каменная соль, известняк, доломит, глины. Отмечается смена режимов, в частности, в пермском периоде происходило постепенное сокращение площади морского бассейна на платформе, что при поднятии приводило к формированию обломочных красноцветов. В юрский и меловой периоды формируется несколько новообразованных впадин, наложенных на более древние палеозойские прогибы и поднятия.

Двухъярусная **Печорская плита**, ограниченная с запада Канино-Тиманским поднятием, а с востока Пай-Хоем и Северным Уралом, покрыта мощным чехлом четвертичных отложений. Нижний ярус слагает преимущественно байкальский фундамент, верхний – осадочный чехол, образованный пологозалегающими палеозойскими, мезозойскими и кайнозойскими отложениями. Крупным выступом байкальского фундамента является Канино-Тиманское поднятие. В различные геологические эпохи – от венда до неогена на территории возникали условия, благоприятные для коррозирования, формирования комплексных россыпей и переотложения продуктов размыва древних россыпей на более высокие стратиграфические уровни. Наиболее высокие перспективы имеют россыпи, локализующиеся в позднедевонских и раннекаменноугольных отложениях. Россыпи соответствуют прибрежно-морским, аллювиально-дельтовым обстановкам осадконакопления. Из промышленных минералов и горных пород отмечаются лейкоксен, ильменит, цеолиты, циркон, желваковые фосфориты, карбонатные породы и каолиновые глины, бокситы, гипсы, палыгорскитовые глины, базальты, цеолиты, высокоглиноземистые метаморфические сланцы [3].

Урало-Пайхойская складчатая область (Западноуральская область) линейно протягивается в меридиональном направлении, включая архипелаг Новая Земля на севере. Выделяются геологические образования трех структурных этажей: архейско-нижнепротерозойского, верхнепротерозойского–кембрийского (первого уральского – доуралиды) и собственно уральского, позднедокембрийско-пермского (уралиды). Палеозойские отложения Полярного Урала и Пай-Хоя относятся к двум структурно-формационным зонам – Елецкой (Печорской) с палеошельфовыми карбонатными образованиями и Лемвинской (Карской) с палеобатиальными сланцевыми комплексами пород.

Наиболее важными промышленными минералами Западноуральской области являются барит, пьезооптический и жильный кварц Приполярно-Уральской хрусталеносной провинции и флюорит Урало-Новоземельской провинции.

Основные действующие или потенциально значимые объекты промышленных минералов на севере Европейской части России имеют важное народно-хозяйственное значение.

Мурманская область.

Спецификой геологии Кольского полуострова является развитие щелочного магматизма Кольской щелочной провинции с широким распространением силикатных щелочных пород и разнообразием по составу массивов карбонатитов и карбонатно-силикатных пород [4].

Производство фосфорных удобрений базируется в России на апатитовом концентрате, получаемом из апатитовых руд Хибинской группы месторождений. Хибинский полихронный и полигенный плутон, вмещающий апатитовые месторождения, относится к массивам центрального типа и расположен на площади более чем 1300 кв.км. Нефелиновые сиениты слагают большую часть всего массива, определив название в целом комплекса как агпаитовый нефелиновый массив. Одна из особенностей массива заключена в том, что агпаитовая минерализация в нефелиновых сиенитах формировалась в основном не на стадии основной магматической кристаллизации, а на стадиях поздне-

магматических и постмагматических процессов. Промышленные залежи апатита приурочены к так называемой Центральной дуге, где наиболее широким развитием пользуются пойкилитовые нефелиновые сиениты - ричесорриты. Важным промышленным минералом является нефелин, но его происхождение определяется специфическими условиями кислотно-основного взаимодействия. В тетраэдр SiO_4 , помимо Al^{3+} , входит Fe^{3+} , что резко снижает практические области возможного использования нефелинового продукта в промышленности.

Ковдорский щелочно-ультраосновной массив является минерально-сырьевой базой для производства апатитового, флогопитового, вермикулитового и баделлеитового концентратов.

Проводятся поисковые работы на графит на площади Пестпакша. Локализованы и оценены прогнозные ресурсы графита по категориям P_1 - 1 млн.т и P_2 - 2 млн.т. К потенциальным и привлекательным относятся баритовые руды месторождения Салланлатва (сидерит-баритовые и барит-анкеритовые руды остаточного типа), огромные запасы кианитовых руд в Кейвах (наиболее крупные месторождения - Тавурта, Тяпыш-Манюк, Безымянное, Лыстурта, Червурта, Новая Шуурурта, Шуурурта), разведанные месторождения диатомитов (озера Щучье, Веске-Ламбина, Травяное. Окуневское в бассейне оз.Имандра и др., гранатовые руды на участках Макзабак, Ровозеро, Тахлинтуайв, кварц (жила-гигант Перчатка), кварциты Тяпыш-Манюк (Западные Кейвы), оливиниты и др.

Республика Карелия.

Шунгитовые породы представляют собой вулканогенно-осадочные палеопротерозойские образования, содержащие шунгитовый углерод (некристаллический, фуллереноподобный углерод с метастабильной молекулярной структурой, не склонный к графитации). Основным элементом надмолекулярной структуры является глобула - многослойное образование размерами порядка 10 нм с порой внутри. Шунгитовые породы являются природными композиционными материалами [5].

Крупнейшее Зажогинское месторождение высокоуглеродистых шунгитовых пород (Медвежьегорский район) включает две залежи – Зажогинскую и Максовскую (заонежская свита людиковийского горизонта). Освоение Зажогинского куста залежей высокоуглеродистых шунгитовых пород – пример единственной в мире разработки шунгитов.

Из 21 известных проявлений куста щелочных асбестов в центральной Карелии наиболее изучено Краснополянское месторождение. Щелочной асбест представлен рибекит-асбестом среди карбонатно-глинистых пород, сформировавшихся в континентально-лагунных условиях. туломозерской свиты ятулия. Тальк представлен в первую очередь тальковыми рудами апоультрамафитового типа (месторождения Повенчанка и Светлоозерское, Игнойльское проявление).

К важному объекту относится графит Ихальского месторождения, комплексные апатит-карбонатные руды Тикшеозерского месторождения формации ультраосновных-щелочных пород и карбонатитов, полигенные кианитовые руды Хизоваарского рудного поля, мусковитовые сланцы как новый тип проявлений мелкочешуйчатого мусковита (Восточная Хизоваара), гранатовые руды (Высота-181), кварц (жилы-гиганты Меломайс, Фенькина Лампи и др.), нетрадиционные полевошпатовые объекты – анортозиты Котозера, сиениты Елетьозера и др. [2, 6].

Республика Коми.

К данной территории относится существенная часть крупнейшей в России Приполярно-Уральской хрусталеносной провинции. В пределах провинции известно около 200 месторождений (Желанное, Николай-Шор, Северная Лапча, Пелингичей-3 и др.) и проявлений горного хрусталя и жильного кварца; на трех из них в настоящее время ведутся добычные работы.

Глиноземистые метапелиты в составе рифейских флишоидных толщ на Тимане являются источником титановых минералов. В лейкоксене из кварцевых нефтеносных песчаников Ярегского месторождения заключено 57 % разведанных запасов титана в России [7]. Генетически Ярегское месторождение представляет собой типичную прибрежно-морскую россыпь, сформированную в девоне в ходе абразии рифейских сланцев Тимана. Лейкоксен развился по ильмениту под воздействием нефти, пропитавшей россыпь в триасе и насыщающей ее в настоящее время. В фанерозойских комплексах на Тимане выявлены комплексные (циркон-ильменит-лейкоксеновые, турмалиновые, гранатовые, редкометальные с золотом и алмазами) Пижемская, Сувойная, Пембойская, Ичетьюнская россыпи, известны перспективные проявления в пределах Волонгской, Белореченской, Верхнепешской площадей.

Каменная и калийно-магниева соли получили известность благодаря Сереговскому соляному промыслу, начавшему постоянную работу в XVI–XVII вв. Сереговский диапир с галитовым типом солей является пока единственным выявленным из подобного рода структур в европейской части России. Верхнепечорский бассейн с одноименным месторождением является естественным продолжением Соликамского соленосного бассейна (кунгурский ярус нижней перми). Здесь выделены хлоридно-натриевый (галит) и калийно-магниеваый (карналлит, сильвинит) промышленные типы солей. Проявления солей, связанные с верхнеордовикской галогенной формацией, известны в пределах Косью-Роговской впадины.

Хойлинское месторождение является единственным объектом в европейской части России, на котором ведется добыча баритов. Стратиформные рудные залежи на месторождении приурочены к верхним горизонтам пагинской свиты, залегают на кремнистых и глинистых сланцах и перекрываются углисто-глинистыми, углисто-кремнистыми сланцами с прослоями карбонатных пород няньворгинской свиты. Средние содержания $BaSO_4$ по рудным телам в контурах карьеров изменяются от 84.78 до 86.04 %. Наряду с этим месторождением, перспективы связаны с Малохойлинским и Пальникским проявлениями барита.

Довольно широко распространены на территории республики фосфориты. Типичными платформенными являются фосфориты мезозойского возраста Сысольской площади, которая представляет северную оконечность Вятско-Камского фосфоритоносного бассейна. Здесь известно разведанное и ранее эксплуатировавшееся Койгородское месторождение. Фосфориты юрского уровня на перспективной Максаро-Пижемской площади на Среднем Тимане также относятся к желваковому типу. На Северном Тимане этот тип представлен Волонгским и Безмошицким проявлениями.

В верховьях р.Цильмы известно своеобразное по составу – фосфат-бокситовое Заостровское месторождение. Фосфориты слагают здесь нижнюю часть профиля выветривания рифейских пород, образуя пластовую залежь. Пласт фосфоритов сменяется вверх по разрезу фосфатно-глинистыми и фосфатно-аллитными породами, которые перекрыты фосфатоносными бокситами шамозит-диаспорового состава, содержащими крандаллит и алюмофосфатные минералы.

Несколько перспективных площадей фосфоритовых руд высокого качества в терригенно-карбонатных породах ордовика выявлены на Полярном Урале. Проявления фосфоритов установлены в породах верхней перми западного Притиманья.

С Тиманской провинцией связаны крупные сырьевые базы высокоглиноземистого огнеупорного сырья, каолинов и химически чистых известняков для бумажной промышленности, высокомагнезиальных доломитов, глин.

Маложелезистые разности бокситов выявлены на девонских месторождениях Ворыквинской группы на Среднем Тимане. Кроме огнеупорного сорта бокситов здесь известны структурные маложелезистые аргиллиты, а также огнеупорные маложелезистые каолиновые глины в эрозионно-карстовых депрессиях фундамента.

Южно-Тиманский район представлен осадочными бокситами нижнекаменноугольного возраста. Высокими перспективами характеризуется Кедва-Вольская группа где оценены Лоимская, Ваповская, Верхне-Ухтинская залежи осадочных бокситов. В районе Тимшерско-Пузлинской группы бокситовых месторождений находится Пузлинское проявление каолиновых глин.

Весьма высокие перспективы в отношении выявления бессернистых маложелезистых бокситов и каолинов имеет перспективная Верхнеижемская площадь.

Вологодская область.

На этой территории разрабатывается Белоручейское месторождение высококальциевых известняков высокого качества.

Архангельская область.

Выявлено Завозское месторождение гипса метасоматического типа. В области имеется крупное Кармозерское месторождение палыгорскитовых глин, а также месторождения чистых известняков.

Перспективы развития и эффективность использования минерально-сырьевой базы промышленных минералов во многом зависят от разработки и внедрения инновационных технологий на

всех стадиях – от прогноза, поисков и оценки объектов, добычи, обогащения и глубокой переработки сырья до получения продукции с высокими эксплуатационными характеристиками.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН №14.

Литература

1. Пожиленко В.И., Гавриленко Б.В., Жиров Д.В., Жабин С.В. Геология рудных районов Мурманской области. Апатиты, Изд. КНЦ РАН, 2002. с. 359
2. Минерально-сырьевая база Республики Карелия // Отв.ред. В.П.Михайлов, В.Н.Аминов. Изд. Карелия, Петрозаводск. 2006. Т.2. 356 с.
3. Минерально-сырьевой потенциал Тимано-Североуральского региона и роль Российской академии наук в его укреплении и освоении / Юшкин Н.П., Бурцев И.Н., Пыстин А.М., Малышев Н.А., Пименов Б.А., Остащенко Б.А. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН. 2001. 72 с.
4. Дудкин О.Б. Кольский регион как эталон металлогении щелочного магматизма // Геология и полезные ископаемые Кольского полуострова. Апатиты: Изд.КНЦ РАН, 2002. Т.2. С.23-37
5. Филиппов М. М. Шунгитоносные породы Онежской структуры. КарНЦ РАН. Петрозаводск. 2002. 289 с.
6. Щипцов В.В. Обзор и оценка промышленных минералов Республики Карелия // Геология рудных месторождений, т. 47, № 1, 2005. С.3-15
7. Игнатьев В.Д., Бурцев И.Н. Лейкоксен Тимана (минералогия и проблемы технологии). СПб: Наука, 1997. 215 с.

К минералогии золота на Кольском полуострове

**Войтеховский Ю.Л., Чернявский А.В., Волошин А.В., Шпаченко А.К.,
Басалаев А.А., Савченко Е.Э.**

Геологический институт КНЦ РАН, г. Апатиты, e-mail: woyt@geoksc.apatity.ru

За последние три года Геологическим институтом КНЦ РАН на Кольском полуострове выявлены и ревизованы три перспективных объекта: Панареченская вулкано-тектоническая структура, участок Кайлары и участок р. Подманюк.

Панареченская вулкано-тектоническая структура расположена в центральном блоке Имандра-Варзугской зоны Печенго-Варзугского зеленокаменного пояса и представляет собой брахиформную структуру, вытянутую в северо-западном направлении на 18 км при ширине 6 км (рис. 1) [3, 4]. Первые сведения о золотоносности структуры получены в 1980-х гг. Центрально-Кольской ГРЭ, выявлены 16 рудных минералов. Ревизия аншлифов ЦК ГРЭ и анализ собственных материалов с помощью MS-46 Camesa и LEO-1450 позволил авторам установить 42 рудных минерала из классов самородных металлов, сульфидов, сульфосолей, оксидов и теллуридов: пирит, марказит, пирротин, пентландит, макинавит, виоларит, галенит, алтаит, сфалерит, гринокит, молибденит, халькокоцит, ковеллин, халькопирит, борнит, тетраэдрит, бисмутинит, кобальтин, герсдорфит, арсенопирит, костибит, цумоит, теллурувисмутит, пильзенит, радхакришнаит (первая находка на Кольском п-ове), колорадоит (первая находка на Кольском п-ове), висмут, теллур, никель (первая находка на Кольском п-ове), магнетит, ильменит, рутил; благороднометалльные минералы: золото, серебро, эмпрессит, гессит, штюццит, волинскит, петцит, нагиагит (первая находка в России), аргентопентландит, фрейеслебенит (рис. 2). Кроме того, установлены 8 минеральных фаз, рассчитываемых на стехиометрические составы.

Авторами выделяются четыре типа рудоносных пород: углеродистые и сульфидно-углеродистые сланцы, серицит-карбонат-альбит-кварцевые метасоматиты, хлорит-карбонатные метасоматиты, пиритовые руды. Первые два типа пород в целом наиболее рудоносны. Сквозными для всех типов пород являются магнетит, ильменит, рутил, пильзенит, теллурувисмутит, цумоит, арсенопирит, халькопирит, сфалерит, алтаит, пирротин, пирит, фрейеслебенит, петцит, гессит, эмпрессит, серебро. Редкие штюццит, волинскит, нагиагит, гринокит, тетраэдрит, бисмутинит, костибит, радхакришнаит и колорадоит установлены только в серицит-карбонат-альбит-кварцевых метасоматитах. Более тонкие тенденции требуют дальнейшего изучения.