

Заключение

Выполненный сравнительный анализ исследованных титан-циркониевых россыпей позволяет с большей полнотой обосновать общие закономерности взаимосвязи особенностей минерального состава руд с их технологическими параметрами. Установление этих закономерностей позволяет, в свою очередь, прогнозировать технологические показатели обогащения рудных песков и сделать вывод уже на ранних стадиях изучения об их промышленной значимости и принятия решения о целесообразности продолжения геологоразведочных работ.

Проведенные минералого-технологические исследования на Семеновской поисково-разведочной площади Заводоуковского района Тюменской области на материале двух малообъемных проб с применением комплекса минералого-аналитических методов и методик и прогноз технологических свойств с использованием разработанных критериев показали, что в изучаемых песках основная масса рудных минералов имеет крупность менее 0,044 мм (с преобладанием крупности 0,02 мм). Материал проб трудно обогатим (проба Т-1) либо не обогатим (проба Т-2). Дальнейшее продолжение геологоразведочных работ с целью промышленного освоения представленной площади экономически нецелесообразно.

ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ПЛАТИНОИДОВ В ИНТРУЗИВАХ КАРИКЪЯВРСКОЙ ГРУППЫ, КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ

Войтеховский Ю.Л.

Геологический институт Кольского НЦ РАН, г. Апатиты

Среди геологических объектов, предлагаемых к лицензированию Территориальным агентством по недропользованию по Мурманской области, числится и месторождение Карикъявр. Вместе с рядом других близко расположенных и формационно родственных объектов оно содержит резерв медно-никелевых руд для комбината “Печенганикель”. Но в связи со смещением акцентов на рынке цветных и благородных металлов Карикъявр все более обращает на себя внимание как носитель специфической минерализации ЭПГ. Ее краткой характеристике и посвящена эта статья.

Месторождение Карикъявр расположено в северо-западной части Кольского п-ова в северо-восточном гнейсовом обрамлении Печенгской структуры. Оно приурочено к массиву линзовидной (2 × 0.6 км) в плане и клиновидной в разрезе формы, разбитому на несколько блоков крутопадающими разломами. Главная черта внутреннего строения – хорошо проявленная дифференциация на (снизу вверх) перидотитовую (гарцбургиты, плагиолерцолиты, плагиооливиниты, нормальная мощность ~ 25 м), пироксенитовую (плагиопироксениты, ~ 5 м) и габброидную (внизу – габбронориты, выше – габбро, полная мощность неизвестна, 90% объема массива) зоны. Все породы претерпели региональный метаморфизм амфиболитовой фации и наложенные гидротермальные преобразования в зонах тектонических нарушений.

Руды вкрапленного и прожилково-вкрапленного типов приурочены в основном к низам перидотитовой части разреза и сосредоточены в двух рудных телах и нескольких линзах. Лишь одна линза прожилковых руд находится в подстилающих гнейсах. Син- и эпигенетические (метаморфически переотложенные) руды пространственно совмещены, но первичный облик руд в некоторых блоках фиксируется отчетливо (рис. 1). Сложен этот тип руд первой генерацией пирротина, пентландита и халькопирита, троилитом и кубанитом (рис. 2), а также аксессуарными хромшпинелидом, ильменитом и первой генерацией (титансодержащего) магнетита (рис. 3). Характерны структуры распада кубанита в халькопирите, ильменита в магнетите и хромшпинелиде, пламенеvidные вросстки пентландита в пирротине.

Эпигенетическое оруденение более всего проявлено в зонах дробления, где ассоциирует с метаморфическими силикатами: актинолитом, куммингтонитом, антофиллитом, слюдами, хлоритами и карбонатами. В чистом виде оно представлено в единственной рудной линзе в подстилающих гнейсах. Рудные минералы представлены вторыми генерациями пирротина, пентландита, халькопирита и магнетита (рис. 4), а также второстепенными (по объему) пиритом, никелистым кобальтином (рис. 5), маккинавитом, сфалеритом, аргентопентландитом, молибденитом, маухеритом, маккинавитом, титанитом и весьма редкими минералами благородных металлов (см. далее). Наиболее яркими отличительными чертами являются повышенная медистость эпигенетических руд по сравнению с сингенетическими, отсутствие кубанита и меньшее содержание оксидов в них. Объемное соотношение главных рудных минералов в них следующее (пирротин : пентландит : халькопирит : кубанит : оксиды): в сингенетических рудах 34:25:13:10:15, в эпигенетических рудах 44:12:40:0:2. При том, что пирротин везде является главным рудным минералом, сингенетические руды содержат (в рудной массе) в два раза больше пентландита и в три раза меньше халькопирита.

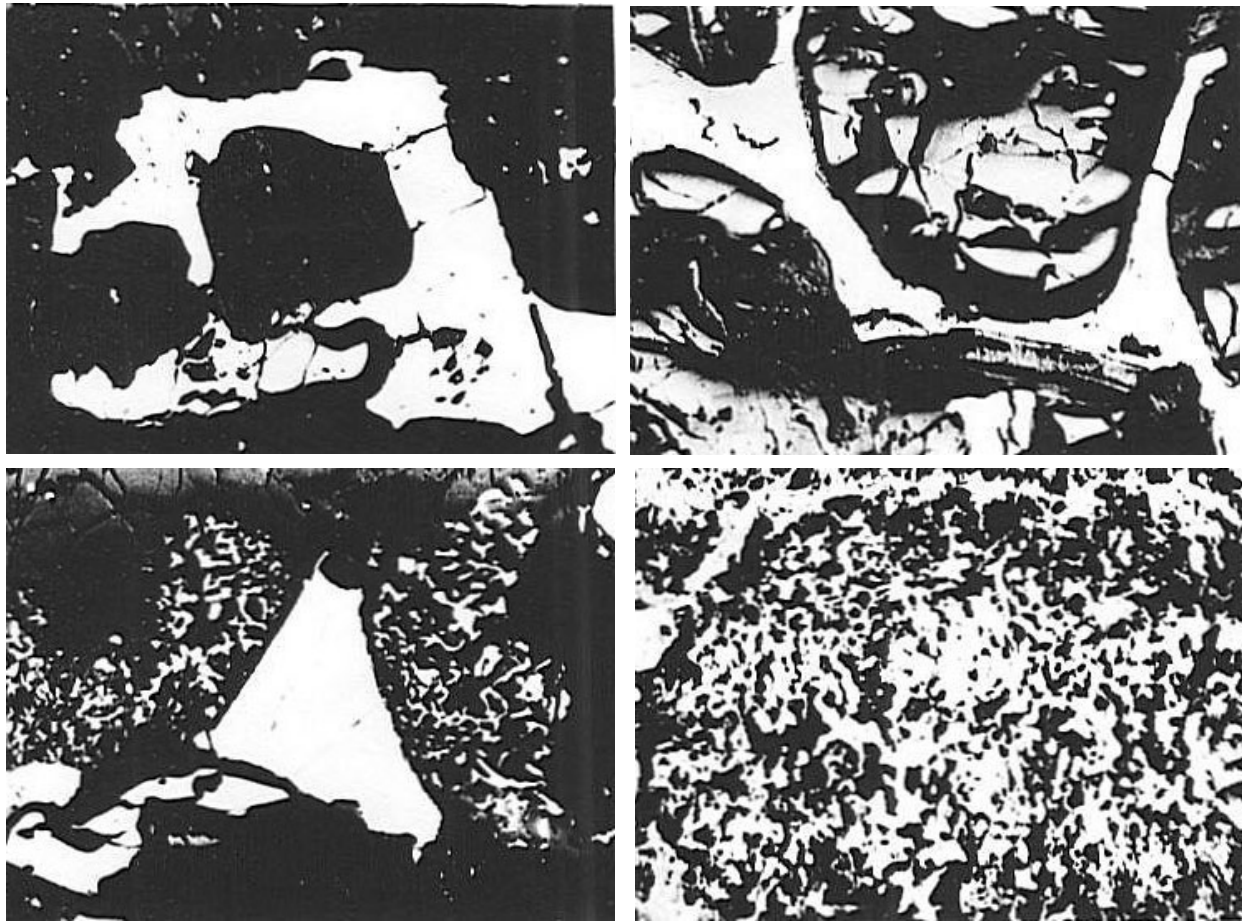


Рис. 1. Первично-магматические структуры сульфидной вкрапленности: Вверху – сидеронитовая, внизу: слева – червеобразные вроски пирротина в краевых зонах оливина, справа – эвтектоидные срастания оливина, пирротина и магнетита. Светлое – рудные минералы, черное – силикаты. Аншлифы, размер кадра ~ 0.5 мм

Минералы-концентраты ЭПГ изучались В.В. Дистлером и др. [1-3]. Установлено, что собственные минералы ЭПГ представлены сульфоарсенидами, диарсенидами, арсенотеллуридами, теллуридами и теллуrowисмутитами. Из преобладающих сульфоарсенидов установлены осарсит, холлингвортит, ирарсит и ранее неизвестная в природе минеральная фаза $(\text{Fe}_{0.62}\text{Pt}_{0.33})_{0.95}(\text{As}_{0.58}\text{S}_{1.47})_{2.05}$. Из диарсенидов найдены сперрилит и ранее неизвестная минеральная фаза $(\text{Os}_{0.70}\text{Ru}_{0.27}\text{Ir}_{0.02})_{0.99}\text{As}_{2.02}$. В классе арсенотеллуридов обнаружены новые фазы $(\text{Ru}_{0.95}\text{Fe}_{0.04}\text{Os}_{0.01}\text{Ir}_{0.01})_{1.01}(\text{As}_{0.95}\text{S}_{0.03})_{0.98}\text{Te}_{1.01}$ и $(\text{Ru}_{0.69}\text{Os}_{0.29}\text{Rh}_{0.05}\text{Ir}_{0.01})_{1.04}(\text{As}_{0.96}\text{S}_{0.04})_{1.00}(\text{As}_{0.39}\text{Te}_{0.57})_{0.96}$. Теллуриды и теллуrowисмутиты представлены меренскиитом и майчнеритом. Но самой неожиданной находкой стали сульфоарсениды Fe, Ni и Co (по соотношению этих катионов их следует относить к Ni-кобальтинам), содержащие ЭПГ до 20% от суммы металлов. Содержания отдельных элементов достигают (вес.%): Rh – 10.50, Os – 9.35, Ir – 5.76, Ru – 3.29, Pt – 0.91, Pd не установлен. Чрезвычайно высокие содержания ЭПГ вообще, тяжелых ЭПГ – в особенности, преобладание Rh, Os, Ir и Ru над Pt и Pd и, наконец, столь широкий изоморфизм ЭПГ с Fe, Ni и Co установлен в этой группе минералов впервые.

Ю.Н. Нерадовским и др. [4] установлены редкие для медно-никелевых месторождений: самородный висмут $(\text{Bi}_{0.980}\text{Pt}_{0.016}\text{Fe}_{0.004})_{1.000}$ и электрум (Au:Ag = 2:1), а также паркерит $(\text{Ni}_{3.01}\text{Fe}_{0.04}\text{Pt}_{0.02})_{3.07}\text{Bi}_{2.04}\text{S}_{1.88}$ и фрудит $(\text{Pd}_{0.94}\text{Fe}_{0.12}\text{Pt}_{0.03})_{1.09}(\text{Bi}_{1.87}\text{S}_{0.03})_{1.90}$. Дополнительно к названным минеральным фазам автором впервые для карикьявской группы объектов диагностированы содержащие ЭПГ маухериты, развивающиеся по сингенетическим халькопириту и пирротину в виде неправильных зерен в ассоциации с зигенитом, Ni-пиритом и Ni-кобальтином (вес.%): # 1 (Карикьявр) Ni – 49.257, Co – 1.150, Fe – 0.736, Cu – 0.250, Ag – 0.126, Rh – 0.056, Pd – 0.044, Pt – 0.042, As – 47.553, S – 0.087; # 2 (Карикьявр) Ni – 48.006, Co – 1.957, Fe – 1.581, Rh – 0.133, Pd – 0.082, As – 47.541, S – 0.202; # 3 (Сакен) Ni – 49.965, Fe – 0.788, Co – 0.785, Cu – 0.166, Ag – 0.083, Rh – 0.072, Pt – 0.028, Ru – 0.024, As – 47.418, S – 0.116; # 4 (Сакен) Ni – 51.187, Co – 0.813, Fe – 0.322, As – 48.149, S – 0.141 (микронзондовый анализ на MS-46 Cameca). Содержания ЭПГ на уровне 0.03-0.50 вес.% известны лишь для маухеритов рудника Пайп и месторождений Садбери в Канаде [5].

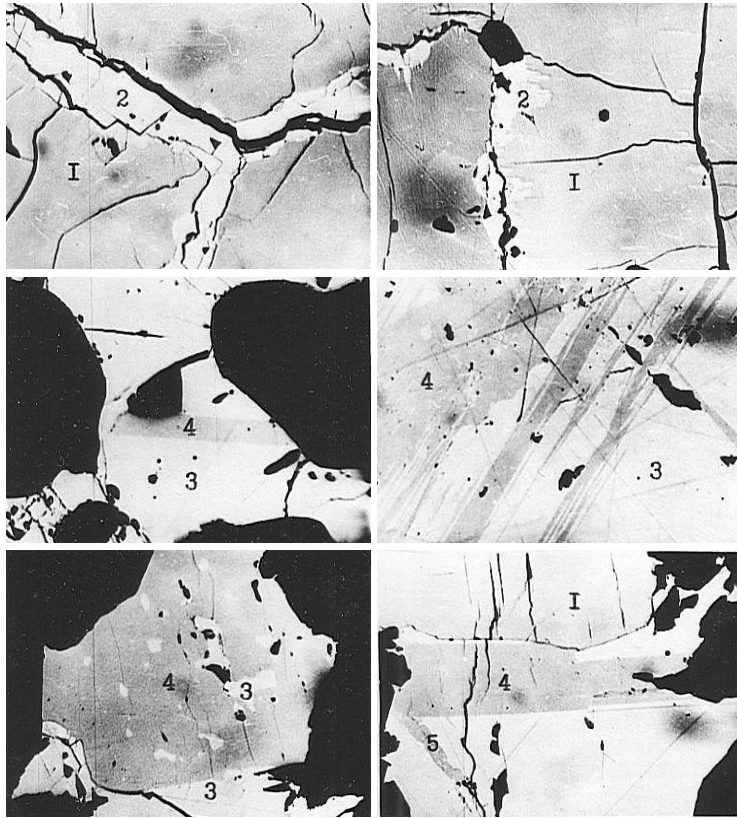


Рис. 2. Взаимоотношения главных сингенетических сульфидов: 1 – пирротин, 2 – пентландит, 3 – халькопирит, 4 – кубанит, 5 – маккинавит, черное – силикаты. Аншлифы, размер кадра ~ 0.5 мм

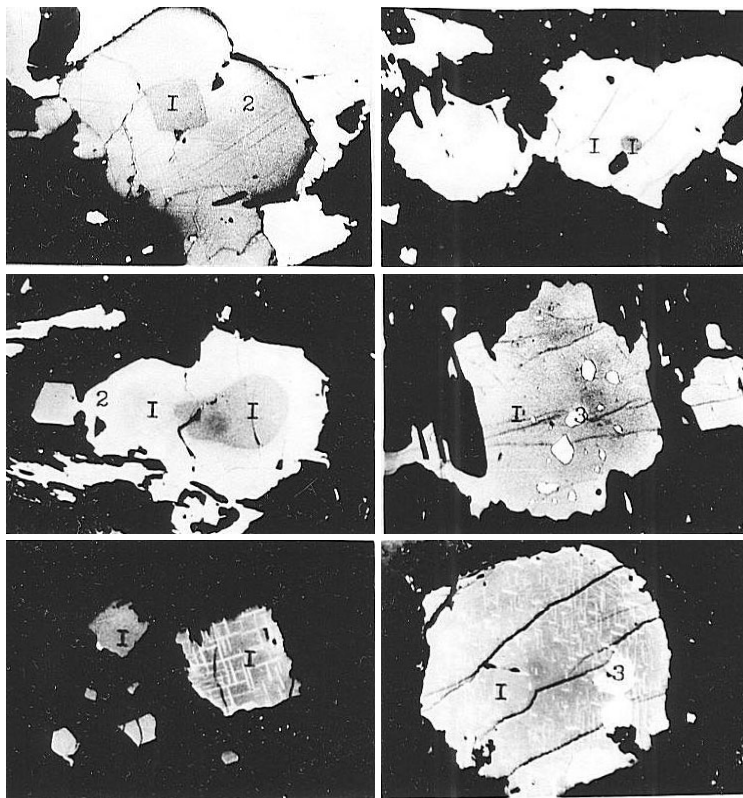


Рис. 3. Взаимоотношения сингенетических сульфидов и оксидов: 1 – хромшпинелид, 2 – титаномагнетит, 3 – сульфиды; пластинки в хромшпинелиде и титаномагнетите – ильменит, черное – силикаты. Аншлифы, размер кадра ~ 0.5 мм

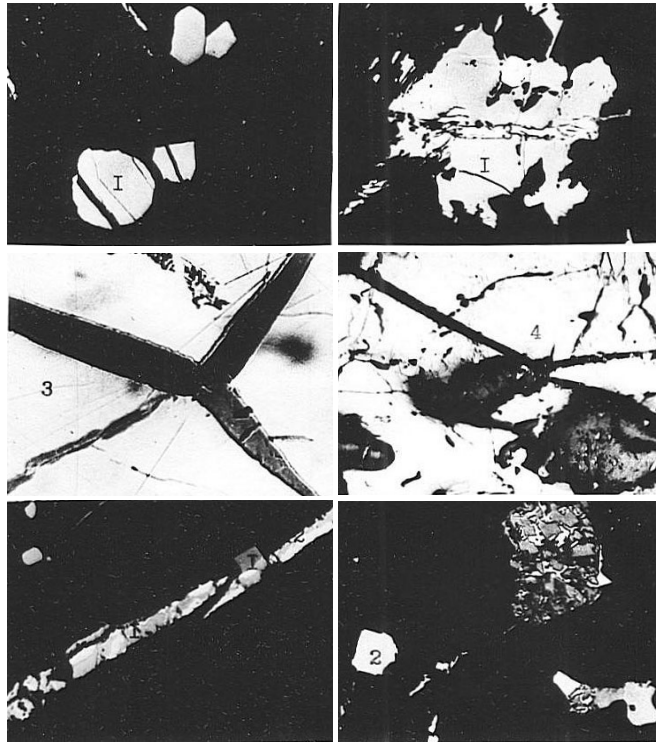


Рис. 4. Взаимоотношения эпигенетических сульфидов и оксидов: 1 – магнетит, 2 – пирротин, 3 – халькопирит, 4 – пентландит, черное – силикаты. Аншлифы, размер кадра ~ 0.5 мм

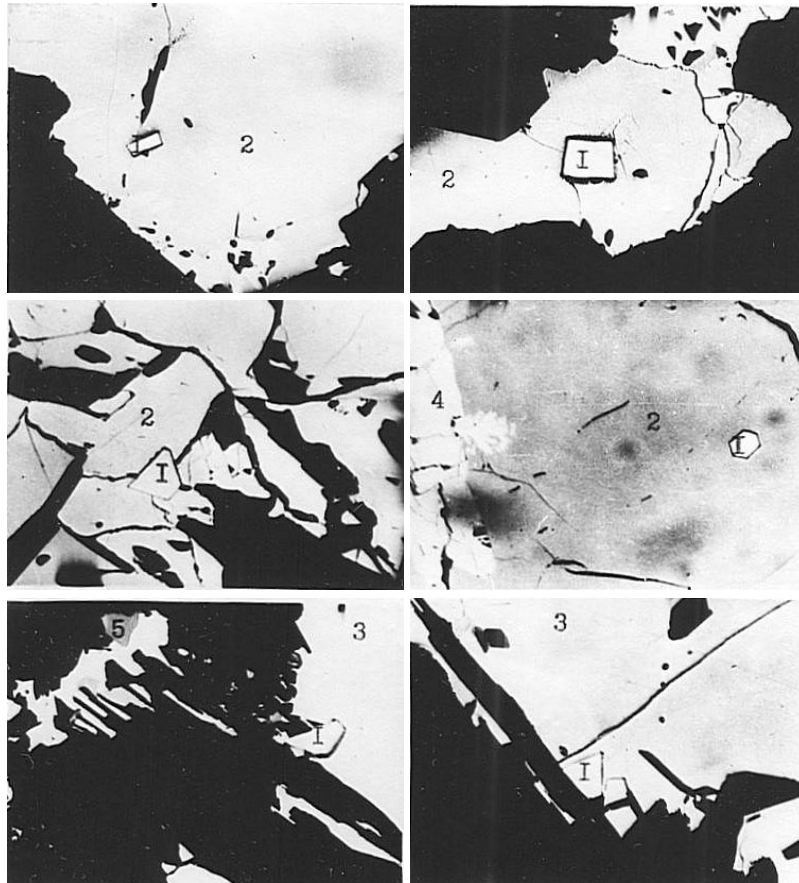


Рис. 5. Взаимоотношения Ni- кобальтина с главными сульфидами: 1 – Ni-кобальтин, 2 – пирротин, 3 – халькопирит, 4 – пентландит, 5 – сфалерит, черное – силикаты. Аншлифы, размер кадра ~ 0.5 мм

Все перечисленные минералы – носители ЭПГ чрезвычайно мелкие – от единиц до первых сотен микрон – и доступны лишь для микрозондового анализа. Относительно Ni-кобальтинов высказано подтвержденное автором наблюдение [1-3], что наибольшие содержания ЭПГ приурочены к центральным частям крупных идиоморфных кристаллов. Автором установлено также, что содержания ЭПГ в Ni-кобальтинах из рудной линзы в подстилающих гнейсах обычно низкие. Это указывает на незначительный перенос ЭПГ при метаморфизме. Все эти наблюдения следует иметь в виду при дальнейшем технологическом изучении руд Карикьявра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дистлер В.В., Лапутина И.П. Сульфоарсениды никеля и кобальта, содержащие платиновые металлы // Докл. АН СССР. 1979. Т. 248. № 3. С. 718–721.
2. Дистлер В.В., Лапутина И.П. Необычная ассоциация минералов платиновых металлов из расслоенного габбро-норит-лерцолитового массива на Кольском полуострове // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1981. № 2. С. 103–115.
3. Дистлер В.В., Генкин А.Д., Гладышев А.Д., Филимонова А.А. Новые данные о генезисе медно-никелевого и платинового оруденения // Проблемы петрологии, минералогии и рудогенеза. М.: Наука, 1983. С. 43–46.
4. Нерадовский Ю.Н., Кузнецова А.С., Пахомовский Я.А. О самородном висмуте и других минералах в медно-никелевом рудопроявлении Карикьявр (Кольский полуостров) // Зап. ВМО. 1982. № 5. С. 552–556.
5. Cabri L.J., Laflamme J.H.G. Mineralogy and distribution of PGE in mill products from Sudbury // Proc. 2nd Int. Congress on Applied Mineralogy. - Los Angeles, Febr. 22-25, 1984. P. 911–922.

МНОГОФАКТОРНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КВАРЦЕВОГО СЫРЬЯ ПО СФЕРАМ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ (ФРАГМЕНТ)

Морохов В.А.

ФГУП «ВНИИСИМС», г. Александров Владимирской обл.

В порядке констатации известных специалистам сложившихся реалий приведём основные из них, в той или иной мере определяющих оценку состояния сырьевой базы высококремнеземистого, преимущественно кварцевого, сырья РФ [2, 5].

Запасы кварцев и кварцитов, учтённых Государственным балансом РФ, были разведаны в течение последнего 30 – 40 - летнего периода. В последующие годы на большинстве эксплуатируемых объектов в процессе понижения очистных работ произошли закономерные, свойственные практически всем месторождениям твёрдых полезных ископаемых, изменения качественных характеристик сырья (фазового состава минералов, физико-механических и петрофизических свойств, концентраций элементов-примесей и т.д.), определяющих в своей совокупности его технологичность. Отметим также, что на протяжении этого же периода «с нарастающим итогом» происходило изменение требований потребителей к качеству производимых горнорудными предприятиями продуктов-концентратов, их стоимостных характеристик, как правило в сторону удорожания, динамики добычи и потребления, усложнения технологий обогащательного передела, увеличения ассортимента, потребностей промышленности по стране в целом и по отдельным регионам. Научно-технический прогресс расширяет и увеличивает запросы различных отраслей промышленности в изделиях из высококремнеземистого сырья, тем самым пополняя список объектов деятельности вовлечением в сферу освоения его «нетрадиционных» разновидностей [10, 12, 13].

Сырьевые объекты отличаются генезисом, текстурными и структурными особенностями полезного ископаемого, его примесным составом, ассоциативной приуроченностью к другим минеральным группам и пр. Дифференциация по совокупности типоморфных признаков определяет не только генетическую принадлежность полезного ископаемого, но также его поликомпонентность и технологичность. По сути каждая разновидность высококремнеземистого сырья – горный хрусталь, жильный и гранулированный кварц, кварциты, кварцевые песчаники, мономинеральные кварцевые и полимиктовые пески, кварцсодержащие руды некоторых металлов и пр. – является природным технологическим типом. Заметим, что строгие качественные ограничения к «исходному» природному сырью, т.е. полезному ископаемому (кремнезёму), отсутствуют. Исключением из всего списка является горный хрусталь, участки кристаллов которого, лишённые трещин, свилей, включений, двойников и пр., прошедшие механическое обогащение, рассматриваются в качестве промежуточных промышленных продуктов для пьезо- и оптических изделий [4, 6].

Для всех прочих основным доминирующим параметром является минеральный состав, где основной полезный компонент – кремнезём – в различных формах проявления. Очевидно не очень строго, на понятийном уровне, исходя из конкретно сложившихся определений, под аналогами полезных компонентов, извлекаемых из