

По результатам интерпретации оптических спектров поглощения демантоидов рассчитаны координаты цветности по международной колориметрической системе CIE Lab и получены следующие вариации основных цветовых параметров: параметр L варьирует от 28.94 до 70.14; параметр а – от –3.89 до –13.53; параметр b – от 24.67 до 40.49. Источник света для расчета был использован – D65 «цвет холодного северного неба».

Образцы демантоидов проявления Скальный сопоставлены с таковыми известного уральского месторождения Ново-Каркодинское (табл. 2).

Таким образом, впервые изучена гранатовая минерализация проявления Скальный (Полярный Урал) и установлено, что гранаты представлены андрадитом, демантоидом и топазолитом. Совместно с гранатом обнаружены тальк, антигорит, тремолит и хромит. Благородные разновидности андрадита (топазолит, демантоид) могут использоваться в качестве ограночного сырья для получения ювелирных камней среднего качества. Образцы с гранатом проявления Скальный могут быть использованы в качестве коллекционного материала, а также для музейных и учебных коллекций.

Литература

Душин В.А., Попов С.Н., Костюк Б.Ф., Гульбис Н.Я. Цветной камень Полярного Урала. Екатеринбург: Полиграфист, 2000. 188 с.

Киевленко Е.Я. Геология самоцветов. М.: Земля, 2000. 582 с.

Орлов Р.Ю., Успенская М.Е., Вигасина М.Ф. Спектры комбинационного рассеяния минералов: справочник. М.: ГЕОС, 2007. 141 с.

Платонов А.Н. Природа окраски минералов. Киев: Наукова думка, 1976. 264 с.

Платонов А.Н., Таран М.Н., Балицкий В.С. Природа окраски самоцветов. М.: Недра, 1984. 196 с.

Г.Е. Ратьковский¹, Р.С. Паламарчук², В.С. Стативко¹

*¹ – Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург
ratkov_gleb.ev@mail.ru*

*² – Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии
и геоэкологии УрО РАН, Институт минералогии, г. Миасс*

Акцессорная минерализация и геохимические особенности пегматитовых жил Светлинского пегматитового поля, Южный Урал (научный руководитель – к.г.-м.н. С.Ю. Степанов)

Светлинское пегматитовое поле на Южном Урале входит в группу геологических объектов, выделенных Н.И. Кокшаровым под названием «Русская Бразилия» – совокупность месторождений и проявлений, богатых драгоценными и полудрагоценными камнями. В 50-е гг. прошлого столетия в пределах поля были инициированы геологоразведочные работы, направленные на выявление пьезокварца, в результате которых были попутно подсчитаны запасы редкометалльных руд (Ta и Nb). Пегматитовые тела Светлинского поля залегают внутри жильных тел лейкократовых гранитов [Таланцев, 1988], секущих вендские гнейсы и сланцы еремкинского метаморфического комплекса и, предположительно, генетически связаны с гранитами джабыксанарского

комплекса [Пужаков и др., 2014]. На расстоянии около 2 км к западу от этого массива расположено тело лейкогранитов № 2, на котором проведены наши исследования.

Целью работы является установление формационной принадлежности пегматитовых жил. Задачи исследований включали характеристику минерального состава Светлинского пегматитового поля и выявление распределения элементов-примесей в пегматитовых жилах.

Мощность пегматитовых тел варьирует от 2–5 до 70 см. Жилы обладают зональным строением, которое характеризуется сменой пород от периферии к центру в следующей последовательности: графическая кварц-полевошпатовая → пегматоидная кварц-полевошпатовая → гигантозернистая полевошпатовая («блоковая зона») → гигантозернистая кварцевая («зона кварцевого ядра»). Под кварцевым ядром обычно расположена миароловая полость («занорыш») с камнесамоцветным сырьем, выполненная глинистыми минералами или сыпучим агрегатом альбита. Каждая зона характеризуется своей акцессорной минерализацией. В графической и пегматоидной зонах часто встречаются индивиды мечевидного биотита, гранаты, расположенные цепочками параллельно зальбандам, и кварц-мусковитовые («ельчатые») агрегаты, перпендикулярные зальбандам. В блоковой зоне присутствуют минералы редких металлов и РЗЭ. Некоторые пегматитовые жилы в зоне кварцевого ядра содержат скопления кристаллов лепидолита. Единственным минералом, который не имеет однозначной пространственной позиции в объеме пегматитовых жил, является мусковит, который встречается как в графической зоне, так и на границе между блоковой зоной и кварцевым ядром.

Из каждой выделенной зоны пегматитового тела нами отобраны пробы весом около 1.5 кг для определения содержаний элементов-примесей методом ИСП МС (ЦАЛ «ВСЕГЕИ», г. Санкт-Петербург). Весь материал, извлеченный из миароловых пустот, промыт на лотке, а полученные шлихи изучены методами растровой электронной микроскопии.

В результате минералогического анализа выявлены главные минералы, определяющие камнесамоцветную, редкометалльную и РЗЭ специализацию пегматитовых жил. Преобладание той или иной группы минералов указывает на условия формирования пегматитовых тел и позволяет определить их формационную принадлежность.

Камнесамоцветная группа минералов включает берилл и турмалин. Для берилла отмечается разнообразие габитусных форм и несколько разновидностей: ростерит, воробьевит, аквамарин и гелиодор. Для кристаллов турмалина характерно зональное строение: в краевых частях отмечается повышенное содержание шерлового минерала, а во внутренней части Fe частично замещается Mn (рис. 1а).

Группа редкометалльных минералов представлена лепидолитом, колумбитом и пухеритом, а также рутилом (рис. 1б, в). Лепидолит образует небольшие гнезда в кварцевом ядре некоторых пегматитовых жил и является основным концентратором Li. Колумбит повсеместно встречается в миароловых пустотах, образуя зерна и кристаллы размером до 2 см и более. Чаще всего кристаллы обладают собственной огранкой и не находятся в срастании друг с другом. Преобладает зональный колумбит-(Fe), количество Ta в котором составляет 2–3 %; также встречаются единичные зерна танталита-(Mn). В минералах всегда присутствует небольшая примесь Ti (в среднем, 2.7 мас. %, до 10.6 мас. %). Некоторые зерна колумбита замещают рутил. Пухерит $\text{Bi}(\text{VO}_4)$ обнаружен совместно с оксидами и гидроксидами Mn исключительно в шлиховых пробах

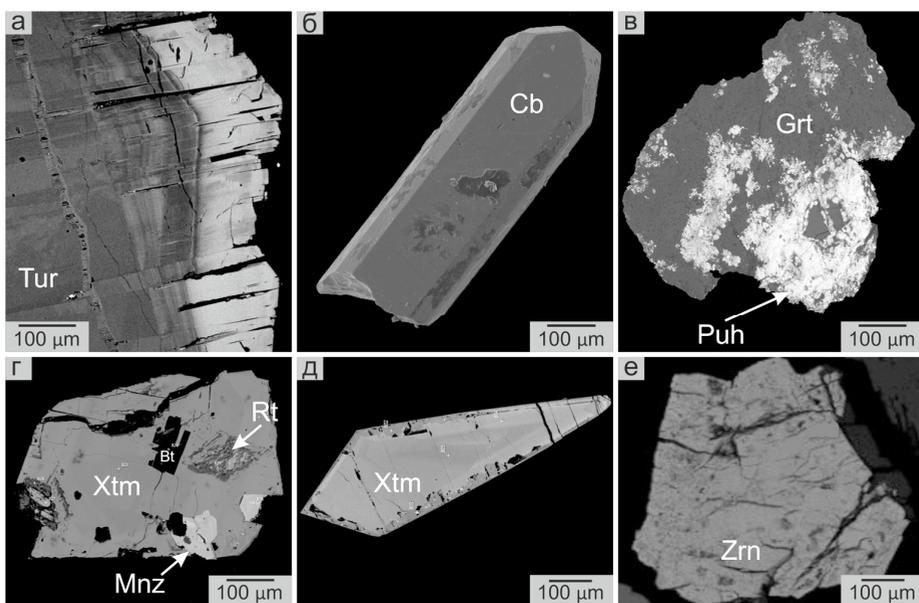


Рис. 1. Минералы из миароловых пустот пегматитов: а – зональный турмалин (Tur); б – кристалл колумбита (Cb); в – пухерит (Puh), замещающий зерно граната (Grt); г – сросток кристаллов биотита (Bt), монацита (Mnz) и ксенотима (Xtm), замещающего рутил (Rt); д – зональный кристалл ксенотима; е – зерно Hf-содержащего циркона (Zrn). СЭМ-фото.

из занорышевой зоны и является единственным минералом-концентратором Bi. Рутил образует зерна менее 0.5 мм. Для индивидов этого минерала характерна постоянная примесь Nb и Ta (иногда до 24 мас. %) с расчетной формулой $(\text{Ti}_{0.88}\text{Fe}_{0.06}\text{Nb}_{0.05}\text{Ta}_{0.01})\text{O}_2$, что позволяет отнести его к ильменорутилу. Рутил часто замещается ксенотимом и монацитом (рис. 1г).

Группа РЗЭ минералов включает ксенотим (рис. 1д) и монацит-(Ce), которые обнаружены только в шлиховых пробах. Ксенотим концентрирует тяжелые лантаноиды $(\text{Y}_{0.82}\text{Dy}_{0.06}\text{Gd}_{0.04}\text{Sm}_{0.02}\text{Er}_{0.02}\text{Yb}_{0.02})\text{PO}_4$, тогда как монацит – легкие $(\text{Ce}_{0.51}\text{La}_{0.22}\text{Nd}_{0.15}\text{Pr}_{0.05}\text{Sm}_{0.04}\text{Gd}_{0.03})\text{PO}_4$. Монацит срастается с ксенотимом, цирконом и рутилом и формирует небольшие прожилки в зернах циркона. Внутри некоторых зерен монацита обнаружены реликтовые фрагменты кристаллов рутила и колумбита. Ксенотим и монацит, вероятно, образуются одновременно, а рутил и колумбит встречаются в ксенотиме в виде единичных реликтов.

В пегматитовых жилах встречаются также циркон (рис. 1е) и спессартин. Последний чаще всего замещается агрегатом оксидов и гидроксидов Mn, которые состоят, главным образом, из псиломелана и асболана с примесью Pb, Co и Ni и часто образуют полные псевдоморфозы, сохраняющие простые формы граната. В состав циркона всегда входит значительная примесь гафния – $(\text{Zr}_{0.90}\text{Hf}_{0.10})\text{SiO}_4$.

В результате минералогического анализа выделены две стадии замещения аксессуарных минералов пегматитовых жил. В первую стадию происходит образование кристаллов колумбита-(Fe) за счет ильменорутила, а во вторую – оба минерала замещаются ксенотимом и монацитом. Таким образом, в ходе формирования минералов вы-

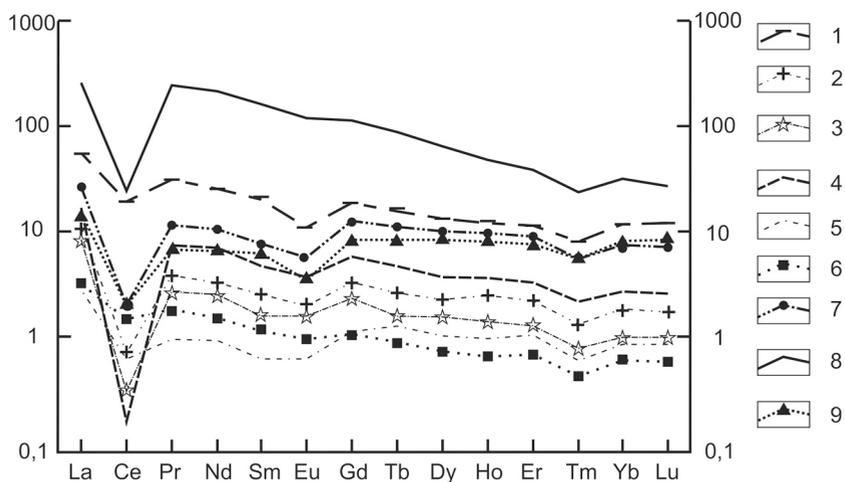


Рис. 2. График распределения РЗЭ в теле лейкократовых гранитов № 2.

1 – лейкократовые граниты; 2 – графическая зона мелкозернистой структуры; 3 – графическая зона среднезернистой структуры; 4 – микроклин блоковой зоны; 5 – кварц из зоны ядра; 6 – лепидолит из лепидолитового гнезда; 7 – альбитовый агрегат из занорыша; 8 – занорышевая глина; 9 – кварц-мусковитовые агрегаты. Содержание элементов нормировано на хондрит [Taylor, McLennan, 1985].

полнения миароловых пустот отмечается закономерная смена редкометалльной оксидной ассоциации на РЗЭ фосфатную.

В результате анализа распределения элементов-примесей установлены отличия материала выполнения миароловых пустот, среди которых выделяются два типа – агрегат глинистых минералов с повышенным содержанием всех элементов-примесей и альбитовый тонкозернистый агрегат выполнения, где концентрируются Na, V и Sr. Концентрации РЗЭ во вмещающих лейкогранитах соответствуют средним содержаниям в общем объеме пород пегматитовой жилы. Геохимический анализ подтвердил результаты минералогического исследования и позволил заключить, что в минеральных ассоциациях пегматитовых жил Nb преобладает над Ta (колумбит над танталитом) и Y – над La (ксенотим над монацитом). Незначительное количество ТРЗЭ, помимо собственных минералов, может накапливаться в спессартине.

При анализе распределения РЗЭ в пегматитовых жилах выявлена отрицательная аномалия Ce (рис. 2), которая, возможно, является следствием влияния гидротермальных растворов, сорбирующих некоторые РЗЭ [Maupard, 2003] или удаления Ce из раствора в щелочных условиях в результате соосаждения гидроксидов Fe и Mn [Вах, 2013]. Причины появления такой аномалии указывают на возможное проявление гипергенных процессов, что согласуется с геологической обстановкой и развитием гидроксидов Fe и Mn.

Таким образом, минералого-геохимические особенности гранитных пегматитов Светлинского поля указывают на проявление в них признаков, характерных как для редкометалльных, так и для камерных пегматитов [Шмакин и др., 1999]. Данный вывод подтверждается закономерностями геологического строения, установленными для большинства гранитных пегматитов Южного Урала [Таланцев, 1988]. Важной минералогической особенностью гранитных пегматитов Светлинского поля является последо-

вательное замещение редкометалльных минералов РЗЭ фосфатами. Вероятно, эта особенность связана с последовательной сменой парагенезисов, характерных для редкометалльных и камерных пегматитов.

Литература

Вах Е.А. Содержание редкоземельных элементов в водах зоны гипергенеза сульфидных руд Березитового месторождения (Верхнее Приамурье) // Тихоокеанская геология. 2013. Т. 32. № 1. С. 105–115.

Пужаков Б.А., Шох В.Д., Шулькина Н.Е. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000. Издание второе. Серия Южно-Уральская. Лист N-41-XIII (Пласт). Объяснительная записка. СПб: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2014. 354 с.

Таланцев А.С. Камерные пегматиты Урала. М.: Наука, 1988. 144 с.

Шмакин Б.М., Загорский В.Е., Перетяжко И.С. Гранитные пегматиты. Т. 3. Новосибирск: Наука, 1999. 488 с.

Maynard J.B. Manganiferous sediments, rocks and ores // Treatise on Geochemistry. 2003. Vol. 7. P. 289–308.

Taylor S.R., McLennan S.M. The continental crust: its composition and evolution // Journal of Geology. 1985. Vol. 94. Is. 4. P. 57–72.

Н.К. Никандрова, М.А. Коркина

*Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии
и геоэкологии УрО РАН, Институт минералогии, г. Миасс
maria@mineralogy.ru*

Флюидные включения в кварце и апатите жилы Беркутинская (Южный Урал)

Жила Беркутинская является крупным кварцево-жильным образованием, входящим в состав Кыштымской группы месторождений. Кварц Кыштымской группы в течение многих десятилетий используется как источник для получения высокочистых кварцевых концентратов [Анфилов и др., 2012; Игуменцева и др., 2018]. Флюидные включения несут важную информацию о солевом составе исходного гидротермального раствора и температурах формирования и преобразования кварцевых объектов [Ермаков, Долгов, 1979]. Задача данного исследования состояла в оценке температур образования и состава исходного гидротермального раствора кварцевой жилы Беркутинская на основе изучения флюидных включений в кварце и апатите.

Жила Беркутинская залегает среди интенсивно деформированных, раздробленных, местами рассланцованных гранитоидов с жилками пегматоидов и состоит из трех блоков, разделенных пережимами. Простираение блоков субмеридиональное, падение юго-западное под углом 55–60°, протяженность жилы около 200 м. Мощность жилы в блоках различная, максимально до 5 м. Кварц мелко-среднезернистый от прозрачного, льдистого до непрозрачного светло-серого. Минеральные примеси представлены слюдами, полевым шпатом, апатитом, гранатом. В отдельных кварцевых глыбах наблюдаются крупные кристаллы апатита [Игуменцева, 2012].