

# ТИПОМОРФИЗМ КАЛИЕВЫХ ПОЛЕВЫХ ШПАТОВ ГРАНИТОВ И ПЕГМАТИТОВ ЭГИНДАБИНСКОГО МАССИВА ЦЕНТРАЛЬНОЙ МОНГОЛИИ

*Е. Ю. Тимко*

*Томский государственный университет, г. Томск, lenakortim@mail.ru*

Объектом исследования являлись калиевые полевые шпаты (КПШ) гранитов крупного (до 3000 км<sup>2</sup>) Эгиндабинского массива и связанных с ними редкометалльных пегматитов Мандальского поля в экзоконтакте.

Гранитный массив имеет двухфазовое строение: первая фаза представлена крупнозернистыми биотит-амфиболовыми гранитами и кварцевыми диоритами, вторая – мелкозернистыми биотитовыми гранитами [Матросов, 1970]. Большую часть площади, примерно три четверти (около 2200 км<sup>2</sup>), составляют довольно однообразные биотитовые граниты второй фазы [Федорова, 1977]. Это светло-серые, почти белые, мелко-среднезернистые породы массивной текстуры. Они содержат кварц – 32–40 %, плагиоклаз 21–30 %, КПШ – 23–38 %, биотит 5–7 %. Среди акцессорных минералов наблюдаются гранат и магнетит. Граниты второй фазы насыщены шпировыми пегматитами и являются материнскими для редкометалльных пегматитов экзоконтакта, залегающих в метаморфизованных песчано-сланцевых породах. Область развития отжатых пегматитов захватывает полосу шириной до 3 км и длиной 4–4.5 км на абсолютных высотах от 3180 до 2430 м. Распределение жил в пределах данной полосы резко неравномерное. Наиболее насыщен пегматитами северо-восточный участок.

В пределах Мандальского пегматитового поля выделены следующие парагенетические типы пегматитов, сменяющие друг друга по мере удаления от материнских гранитов: 1 – плагиоклаз-микроклиновые; 2 – микроклиновые, 3 – микроклин-альбитовые, 4 – альбитовые, 5 – сподумен- альбитовые, 6 – лепидолит-альбитовые.

КПШ распространены во всех типах пегматитов. Их содержание в гранитах 23–38 %, в пегматитах от 5 % до 50–70 %. Наиболее широко они развиты в микроклиновых внутригранитных пегматитах и экзоконтактовых микроклиновых пегматитах. В последующих типах пегматитов (типы 3–6) количество микроклина уменьшается за счет роста содержания автосоматического альбита, количество которого достигает максимума в 4 альбитовом типе и остается практически неизменным во всех последующих. КПШ напротив встречается все реже, и в 5, 6 типах наблюдается лишь в виде отдельных блоковых выделений, которые составляют порядка 5 % от общего объема породы.

Во всех типах пегматитов КПШ представлен микроклином с хорошо проявленной решеткой и разным количеством пертитов. Помимо пертитов распада, которые образуются в результате изменения местоположения ионов Na и K, осуществляемого путем миграции их по крупным каналам, имеющимся в структуре полевых шпатов и ориентированных закономерно; в микроклине также широко проявлены сегрегационные и метасоматические пертиты. Сегрегационные пертиты образуются за счет пертитов распада. Это превращение протекает как процесс сегрегации мелких вростков в более крупные (в сущности, здесь вновь осуществляется перераспределение ионов Na и K). Часто это сопровождается изменением пространственного положения и формы вростков [Руденко, 1954], что наблюдается в микроклине практически всех типов пегматитов. Метасоматические пертиты образуются в ходе альбитизации, при этом идет привнос ионов Na и вынос K. Процессы альбитизации широко проявлены в пегматитах поля, поэтому такие пертиты очень широко распространены и наблюдаются в микроклине всех типов пегматитов.

Структурное состояние полевых шпатов отражает основные закономерности и тенденции пегматитового процесса, его специфику. Основными критериями при оценке

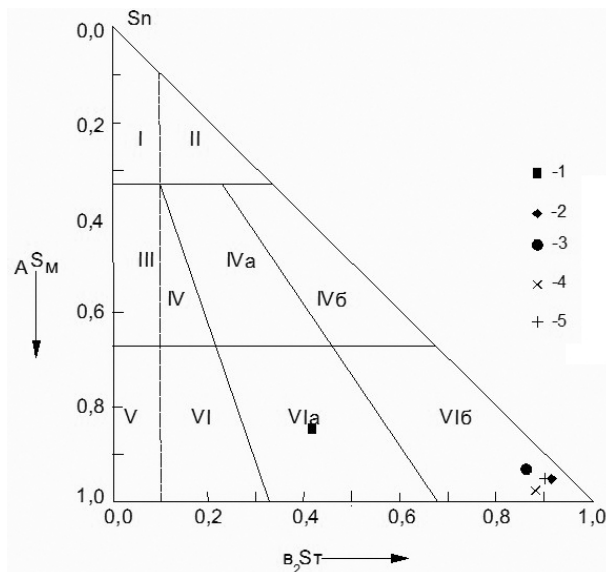


Рис. 1. Диаграмма  $A_{S_M} - v_2S_T$  структурных типов полевых шпатов [Гордиенко, Кухаренко, 1975].

Поля: I – санидинов; II – анортоклазов; III – ортоклазов; IV – ортоклаз-микроклинов; IVa – ортоклаз-микроклинов «промежуточных»; IVб – ортоклаз-микроклинов «максимальных»; V – адуляров; VI – адуляр-микроклинов; VIa – микроклинов «промежуточных»; VIб – микроклинов «максимальных». Точки: 1 – граниты; пегматиты: 2 – внутригранитные, 3 – микроклиновые экзоконтакта, 4 – сподумен-альбитовые, 5 – лепидолит-альбитовые.

структурного состояния щелочных полевых шпатов являются рентгеновские характеристики, позволяющие однозначно определить степень моноклинной и триклинной упорядоченности решетки минералов [Гордиенко, Кухаренко, 1975]. В ходе изучения гранитов и пегматитов Мандальского поля были отобраны и изучены КПШ из гранитов и разных парагенетических типов пегматитов, проведены структурные исследования и расчет структурных параметров. Согласно расчетам, содержание ортоклаза в микроклинах колеблется в пределах 88–96 %. По триклинной и моноклинной упорядоченности отчетливо обособляются КПШ гранитов (рис. 1).

Так как для микроклина пегматитов характерно укрупнение текстур пертитового распада за счет сегрегации и метасоматоза, то определяемое структурное состояние может не соответствовать изначальному (которое было при кристаллизации кристаллов). Согласно С. С. Кумееву [Кумеев, 1982] в этом случае происходит увеличение степени порядка в кристалле, при этом незакономерные изменения структурного состояния затрагивают К-фазу, поскольку Na-фаза устойчиво изменяется в направлении к низкому альбиту.

Для всех типов пегматитов поля характерна высокая степень упорядоченности КПШ, который всегда соответствует максимальному микроклину. Этот микроклин заметно отличается от микроклина гранитов по структурному состоянию. Значения параметров структурной упорядоченности микроклина пегматитов образуют рой сближенных точек в поле максимального микроклина. Следовательно, можно сделать вывод о том, что пегматиты образовались при относительно низких температурах и давлении, в ходе медленного охлаждения расплава и в их образовании большую роль играли летучие, поскольку именно эти факторы способствуют появлению триклинного упорядоченного КПШ [Типоморфизм минералов, 1989].

Во время кристаллизации и после образования КПШ на них могут одновременно действовать факторы, как способствующие упорядочению элементарной ячейки, так и препятствующие этому процессу. Переход от моноклинных КПШ к триклинным может происходить не только путем перекристаллизации (через жидкую фазу), но и в результате упорядочения их структуры в твердом состоянии. Определяемое в настоящее время структурное состояние КПШ является результатом воздействия как упорядочивающих, так и разупорядочивающих структуру факторов. Среди физических факторов это: температура, скорость кристаллизации и охлаждения системы, давление, деформации, повторный нагрев, геологический возраст, воздействие жесткого излучения; химические факторы, влияющие на состояние структуры – состав среды кристаллизации и состав образующихся КПШ [Типоморфизм минералов, 1989].

В полевых шпатах гранитов и пегматитов были изучены люминесцентные характеристики. Как известно, люминесценция КПШ определяется наличием примесных и

структурных дефектов:  $Tl^+$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $AlO_4^{4-}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ . Интенсивность свечения связана с концентрацией данных центров в минерале, а она в свою очередь определяется условиями образования. Таким образом, люминесценция является важной типоморфной характеристикой КПШ и обладает высокой генетической информативностью [Борозновская и др., 1996].

В ходе исследований в микроклине гранитов и внутригранитных пегматитов были зафиксированы центры, соответствующие дефектам  $AlO_4^{4-}$  и  $Fe^{3+}$ . Микроклин сподумен-альбитовых и лепидолит-альбитовых пегматитов, наиболее удаленных от контакта с гранитами, характеризуется отсутствием свечения  $Fe^{3+}$  и обнаруживает свечение  $Tl^+$  центра, что согласуется с данными масс-спектрометрического анализа валовых проб гранитов и пегматитов, которые фиксируют увеличение содержания  $Tl$  и  $Rb$  к конечным типам пегматитов. Это позволяет установить положительную корреляционную связь между содержаниями  $Tl$  и  $Rb$ . Согласно Г. В. Кузнецову и А. Н. Таращану [Кузнецов, Таращан, 1988] для амазонитовых редкометалльно-редкоземельных пегматитов Кольского полуострова, редкометалльных пегматитов Восточного Казахстана и редкометалльных петалитовых пегматитов Восточной Сибири, концентрация  $Tl^+$ -центров четко положительно коррелирует с содержанием  $Rb_2O$  и может рассматриваться как мера концентраций последнего в различных объектах. Это имеет важное значение в связи с вниманием, уделяемым исследователями полевых шпатов именно содержанию рубидия, используемому как самостоятельно, так и в форме индикаторного отношения  $K/Rb$  для оценки степени дифференциации рудных систем и их потенциальной редкометальности.

Изменение рентгенолюминесцентных характеристик микроклина, зафиксированное при исследовании различных минералого-парагенетических типов пегматитов, сводится в основном к двум наиболее важным закономерностям:

1) к росту концентрации  $Tl^+$ -центров, отражающему последовательное накопление в минерале редкощелочных примесей и в первую очередь рубидия;

2) к падению концентрации  $Fe^{3+}$ -центров, связанному с постепенным уменьшением общего содержания железа в минералообразующей среде, что характерно для эволюции пегматитового процесса.

Таким образом, породообразующий КПШ отражает эволюцию процесса пегматитообразования и в разных типах пегматитов имеет свои типоморфные особенности. Это позволяет использовать их для расшифровки условий образования пегматитов и оценки потенциальной рудоносности конкретных жил.

## Литература

Борозновская Н. Н., Коноваленко С. И., Карепин Е. Л. Возможность использования данных люминесцентного анализа при поисках и разведке миароловых пегматитов // Проблемы геологии Сибири. 1996. Т. 1. С. 27–33.

Гордиенко В. В., Кухаренко А. А. Методика исследования структурного состояния щелочных полевых шпатов и их рациональная номенклатура // Минералогия и геохимия. Л.: ЛГУ, 1975. С. 147–162.

Кузнецов Г. В., Таращан А. Н. Люминесценция минералов гранитных пегматитов / Кузнецов Г. В., Таращан А. Н.; Отв. ред. В. И. Павлишин; АН УССР. Ин-т геохимии и физики минералов. Киев: Наук. Думка, 1988. 180 с.

Кумеев С. С. Полевые шпаты – петрогенетические индикаторы. М.: Недра, 1982. 208 с.

Матросов И. И. К вопросу о происхождении зональности полей редкометалльных пегматитов // Геология и геофизика. 1970. № 7. С. 129–132.

Руденко С. А. Морфолого-генетическая классификация пертитовых сростаний // Записки Всесоюзного минералогического общества. 1954. № 1. С. 23–36.

Типоморфизм минералов: Справочник / Под ред. Л. В. Чернышовой. М.: Недра, 1989. 560 с.

Федорова М. Е. Геологическое положение и петрология гранитоидов Хангайского нагорья. М.: Наука, 1977. 152 с.