

ционного хранилища и ресурсного центра [Теленков, 2006] в составе информационной системы «Природопользование Урала».

### Литература

*Коржавин В. Н., Хворов П. В.* Применение Internet-технологий в организации проведения аналитических работ на примере рентгеноструктурного анализа // Тезисы докладов Третьей Национальной конференции по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ-2001). Москва, 2001. С. 448–449.

*Коржавин В. Н., Теленков О. С.* WEB-интерфейс доступа к базам данных в геолого-минералогических исследованиях на основе ГИС // Металлогения древних и современных океанов–2003. Формирование и освоение месторождений в островодужных системах. Миасс: ИМин УрО РАН. 2003. С. 257–258.

*Теленков О. С.* Региональное информационное хранилище и ресурсный центр для обеспечения фундаментальных исследований в области геологии и минералогии // Металлогения древних и современных океанов-2006. Условия рудообразования. Миасс: ИМин УрО РАН, 2006. С. 245–249.

*Теленков О. С., Дутиков Д. Н., Гребенникова Л. Н., Заушицина О. Л.* Обработка данных геолого-минералогических исследований в составе корпоративной информационной системы // Металлогения древних и современных океанов-2007. Гидротермальные и гипергенные рудоносные системы. Миасс: ИМин УрО РАН, 2007. С. 170–173

*А. В. Брисюк*

*Санкт-Петербургский государственный университет,*

*г. Санкт-Петербург*

*mralex\_spb@mail.ru*

### **Минералого-геохимическая характеристика пегматитовой жилы Люмаки, Финляндия (научный руководитель В. В. Гордиенко)**

**Объектом исследования** в настоящей работе послужила пегматитовая жила в районе Люмаки в Финляндии, вмещающая одноименное месторождение ювелирных бериллов. Эти пегматиты пространственно и генетически связаны с гранитами-рапакиви. Актуальность исследований заключается в том, что пегматитовые жилы данной формации очень слабо охарактеризованы в литературе, кроме того, эти данные устарели в связи с совершенствованием аналитических методов и эволюцией геологических концепций. Пегматит Люмаки охарактеризован только в одной статье [Serro, 1993], посвященной бериллам, а описание самой жилы крайне скупое.

**Целью** работы явилось сравнительное изучение закономерностей распределения элементов-примесей в минералах пегматитовой жилы по ее простиранию и мощности, а также выявление геохимической преемственности между жилой и интрузивом гранитов-рапакиви, дифференциатом которого она является, и сопоставление результатов исследования с имеющимися данными по волынским пегматитам.

**Основные задачи** исследования:

1. Описание вариаций вещественного состава и текстурно-структурных особенностей пород жилы по простиранию и мощности на основе выполненной в поле фотодокументации и изучения взятых образцов и шлифов.

2. Выявление на основе результатов аналитических исследований (ICP-MS, спектральный полуколичественный анализ, рентгено-спектральный флюоресцентный анализ, РФА) различия в составе минералов по простиранию и мощности тела.

3. Определение температур кристаллизации ведущих парагенезисов пегматита.

4. Выделение наиболее перспективных участков для добычи бериллов.

**Минералого-петрографическая характеристика пород жилы Люмаки.**

Пегматитовая жила (рис. 1) представляет собой субширотное пологопадающее пегматитовое тело (угол падения  $12^\circ$ , азимут простирания  $300^\circ$ ), резко несогласно секущее вмещающие породы.

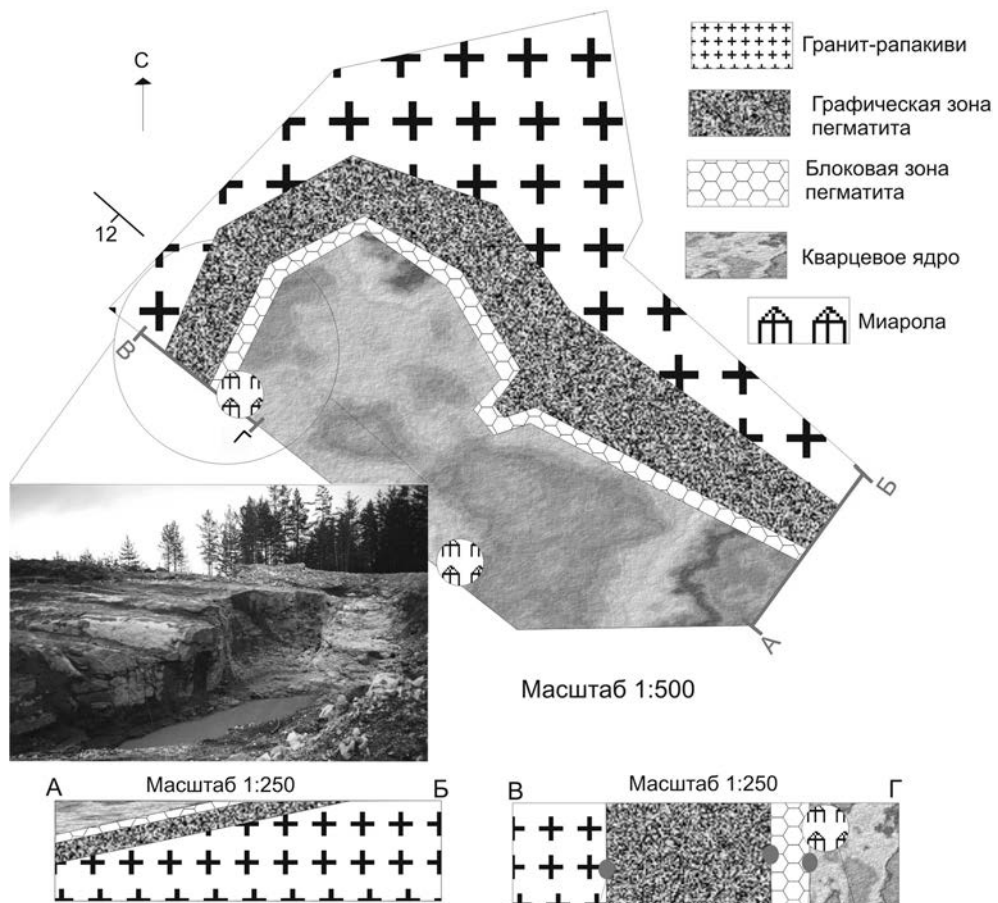


Рис. 1. Схема карьера Люмаки.

*Вмещающие породы* представлены роговообманковыми биотитовыми рапакиви. Окраска у них розовато-серая, средний минеральный состав (в порядке уменьшения содержания): микроклин, кварц, плагиоклаз, роговая обманка, биотит, пироксен и акцессорные минералы (флюорит, апатит, циркон, ильменит и магнетит).

В *приконтактной зоне* со стороны гранитов-рапакиви происходит увеличение содержания темноцветных и связанных с ними акцессорных минералов. Изометричные овоиды КПШ окаймлены бежевой оторочкой и, в целом, наблюдается помутнение и побурение КПШ. В приконтактной зоне в граните развита сильная трещиноватость, обтекающая пегматитовое тело. Наблюдаются веерообразные и концентрические трещины, заполненные дресвяным материалом. В зоне непосредственно контакта породы эпидотизированы, наблюдаются микропримазки флюорита на биотите. Зона контакта имеет неровную, но четкую границу. В приконтактной зоне со стороны пегматита минералы ожелезнены и представлены микроклином и кварцем, также заметны редкие зерна плагиоклаза (альбита) таблитчатой формы.

Затем следует *графическая зона*. Она образует внешнюю непрерывную оторочку мощностью  $\approx 5$  м. Местами породы графической зоны разделены горизонтальными трещинами на плиты переменной мощности, по трещинам развиты кристаллы мориона и микроклин-пертита. В основном, эта зона представлена графическими срастаниями кварца и КПШ. Ближе к центру тела мономинеральные обособления микроклина чередуются с участками радиально-графических структур, при этом зерна дымчатого кварца и микроклина имеют вытянутую, иногда конусовидную форму и направлены в сторону осевой части тела. Эта зона ожелезнена, местами наблюдаются целые участки, покрытые железистыми охрами. К центру пегматита наблюдается укрупнение зернистости, увеличивается содержание биотита, вкрапленники кварца становятся более редкими, ихтиоглипты приобретают скелетный характер и сложную форму. Перед следующей зоной (блоковой) содержание кварца резко возрастает, и увеличивается размер зерен.

*Блоковая зона* развита неравномерно, связана с предыдущей зоной преимущественно постепенными переходами и местами содержит реликты классической графической зоны. Блоковая зона представлена крупными выделениями серого блокового кварца и микроклин-пертита, ближе к кварцевому ядру появляются крупные лейсты биотита. Он образует пластины, пачки и бочонкообразные кристаллы, иногда встречается в виде «барботова глаза». Местами встречаются блоковый альбит, ювелирный желтый берилл, монацит и редкие проявления топаза (неограниченные мелкозернистые агрегаты). В этой зоне появляются миаролы. В примиарольной части в ходе выщелачивания породы сильно ожелезнены, и микроклин-пертит становится бурым или красным, пегматоидные породы переходят в друзовые срастания кварца и микроклин-пертита, которые при выходе в миаролу приобретают хорошую огранку. Мощность блоковой зоны не превышает 1 м.

В блоковой зоне появляются *миаролы*, выполненные дымчатым кварцем, мелкими крайне редкими кристаллами топаза, мелкочешуйчатым биотитом и зеленым ювелирным бериллом. Они могут содержать кристаллы альбита, микроклина, ортоклаза, местами – берtrandит, гетит и флюорит. Размеры миаролы могут быть от нескольких сантиметров до нескольких метров. Вокруг миаролы наблюдаются трещины контракции. Под миаролами расположена зона выщелачивания, где видны следы растворения и замещения кварца, биотита и микроклин-пертита, а также и новообразованные минералы: альбит, гидрослюда и опал. В пегматитах Люмаки эта зона не превышает первых десятков сантиметров.

*Кварцевое ядро* расположено в центральной части тела и представлено молочно-белым кварцем. В кварцевой зоне тоже иногда встречаются миаролы, выполненные исключительно дымчатым кварцем. Причем плитки кварца около миаролы расположены ориентировано и иногда регенерированы до бесцветного и дымчатого кварца. Непосредственно на контакте с миаролой кварц бывает настолько трещиноватый, что при разборке превращается в кварцевую сыпучку. Мощность кварцевого ядра до 20 м, контакт с блоковой зоной резкий и извилистый.

Минералого-петрографическая характеристика пегматитов позволяет отнести их к хрусталеносной формации по классификации В. В. Гордиенко [1996].

**Морфологические особенности и генерации калиевых полевых шпатов.** В пегматитах Люмаки можно выделить две разновидности КПШ.

*Графический КПШ*, по-видимому, является наиболее ранним. Его характерной особенностью является, в целом, пойкилитовый характер выделений, обусловленный многочисленными закономерно ориентированными мелкими вростками кварца в значительно более крупных выделениях КПШ. Графический КПШ образует зерна от 1 до 10 см, заполненные пертитовыми вростками альбита (плаггиоклаз соответствует 17 номеру).

*Блоковый КПШ* принадлежит ко второй генерации минерала. Он образует изометрические выделения с характерным груборешетчатым двойниковым строением, лишенные кварцевых вросток. Часто можно увидеть, что графический агрегат путем постепенного укрупнения ихтиоглиптов кварца и их преобразования в ленточные изометричные формы переходит в агрегат блокового КПШ и кварца. Такие наблюдения свидетельствуют о более позднем образовании блокового КПШ по сравнению с графическим. Для блокового КПШ характерно развитие крупных ленточных пертитов, плаггиоклаз в которых соответствует номеру 8.

По свинцовому термометру [Гордиенко, 1994] была рассчитана температура кристаллизации минералов. Она составила для графической зоны 633 °С, для блоковой – 573 °С. Отношения К/Na в КПШ уменьшается по мощности (почти в 2 раза), и, опираясь на изобарометрическую диаграмму Стромера (рис. 2), этот факт можно интерпретировать как существенное снижение давления в системе в ходе пегматитогенеза. Давление во время кристаллизации графической зоны было >10 кб, во время кристаллизации блоковой зоны оно составило ≈ 3.5 кб. На основе этого можно сказать, что процесс образования миарольных ассоциаций происходил гораздо позже во времени и миаролы, возможно, наложенные.

**Вариации вещественного состава по простиранию и по мощности пегматитовой жилы.** Полученные данные о вариациях изменения вещественного состава биотита во времени в пегматитовой жиле Люмаки довольно сложны и противоречивы.

От блоковой зоны к примиарольной его содержание возрастает в 20 раз, а в самой миароле уменьшается в 10 раз. Данный факт свидетельствует о накоплении Be в биотите во времени и его выносе на последних стадиях пегматитогенеза.

Rb в КПШ в восточной и западной частях жилы закономерно возрастает от вмещающих гранитов-рапакиви в сторону кварцевого ядра, что сопровождается увеличением доли КПШ в породах. В западной части наблюдается незначительное понижение его содержания (на общем возрастающем фоне) только в приконтактной зоне жилы со стороны пегматитов. В восточной части содержание Rb тоже понижается в приконтактной части, но со стороны вмещающих гранитов, а в пегматитах равномерно возрастает в сторону кварцевого ядра, вариации в этой части жилы весьма невелики. В целом, с востока на запад содержание Rb возрастает во всех зонах жилы

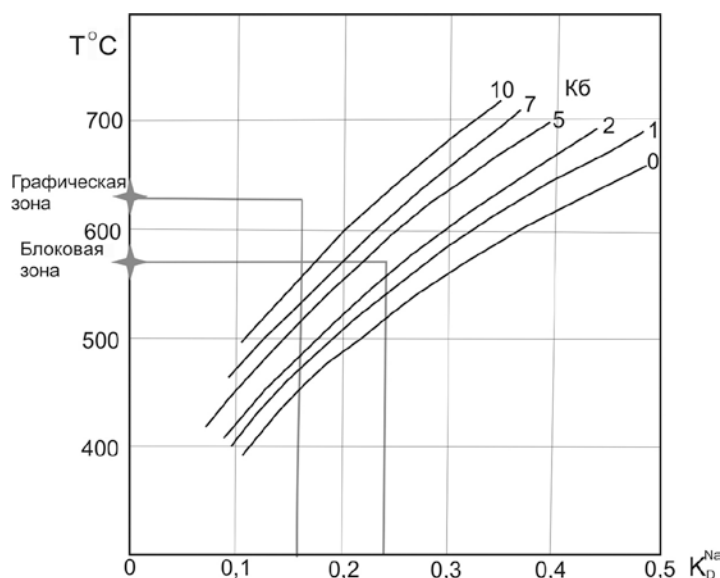


Рис. 2. Изобарометрическая диаграмма Стромера.

(более всего в приконтактной зоне со стороны пегматита), а во вмещающих породах в том же направлении оно падает.

Sr в КПШ по простирацию выявляет обратную с Rb корреляцию, т.е. его содержания понижаются в сторону кварцевого ядра пегматита (исключение составляет графическая зона, где наблюдается незначительное повышение концентрации Sr) и, соответственно, возрастают во вмещающих породах. Тем не менее, Sr ведет себя по-разному в восточной и западной частях: на западе он закономерно убывает, незначительный положительный скачок наблюдается лишь в приконтактной зоне; его поведение полностью противоположно Rb. Совсем иная картина наблюдается в восточной части жилы. Особых изменений в содержании Sr здесь нет: незначительное падение в приконтактной зоне от вмещающих гранитов к пегматитам, далее незначительное возрастание в породах жилы с последующим резким падением в графической зоне, также наблюдается обратная корреляция с Rb.

Содержания Ba в КПШ в пегматитовой жиле напрямую коррелируют со Sr и имеют обратную корреляцию с Rb в западной части жилы, убывая впоследствии в сторону кварцевого ядра. Отношения Ba/Rb и K/Rb в КПШ уменьшаются по мощности (K/Rb-отношение от контакта с вмещающими гранитами рапакиви к блоковой зоне пегматита уменьшается в 1,5 раза, Ba/Rb – в 12 раз соответственно), что свидетельствует о направленности процессов кристаллизации к осевой части пегматитового тела по мере остывания расплава. Это говорит о небольшой дифференцированности пегматитов Люмаки. В целом, распределение элементов Rb, Sr и Ba по простирацию жилы показывают, что ее восточная часть менее дифференцирована, чем западная, а следовательно последняя является самой продуктивной на камнесамоцветное сырье.

Продолжение изучения данного района позволит, вероятно, обнаружить поле пегматитов аналогичной специализации и на территории России, а также разработать методику по изучению и поиску подобных объектов.

#### Литература

Гордиенко В. В. Гранитные пегматиты (рудные формации, минералого-геохимические особенности, происхождение, поисково-оценочные критерии). СПб.: СПбГУ, 1996. 272 с.

Гордиенко В. В., Пономарева Н. И. Распределение свинца между сосуществующими калиевым полевым шпатом и плагиоклазом как диполовошпатовый геотермометр // Доклады академии наук, 1994. Т. 338. № 2. С. 205–206.

Seppo I. L., Kari A. K. A new gem locality Luumaki, Finland / Notes and new techniques, 1993. Vol. 29. № 1. P. 30–37.

*А. С. Дмитриева*  
*Институт геохимии СО РАН, г. Иркутск*  
*annadel@inbox.ru*

**Условия образования турмалиновой минерализации в пегматитовых жилах Малханского месторождения, Восточное Забайкалье**  
(научный руководитель В. Е. Загорский)

Целью настоящей работы является реконструкция условий образования турмалиновой минерализации в миароловых пегматитах Малханского поля на основе изучения флюидных включений (ФВ) в турмалине. В пределах поля, являющегося одним из крупнейших источников драгоценного турмалина в Евразии, наибольший интерес представляют высокопродуктивные жилы Моховая, Орешная, Соседка, Октябрьская, Западная-1 и некоторые другие. Наиболее весомый вклад в изучение и освоение Малханского месторождения самоцветов внесли геологи экспедиции «Байкал-кварцсамоцветы» и ЗАО «Турмалхан» В. Е. Кушнарев, А. Д. Сотников, В. И. Беляевский, а также сотрудники ИГХ СО РАН В. Е. Загорский и И. С. Перетяжко.

Геология, минералогия и геохимия пегматитов Малханского поля освещены в работах [Загорский, Перетяжко, 1992; 2008]. Условия образования полостей наиболее детально проанализированы на примере одной из миарол в жиле Октябрьская [Peretyazhko et al., 2004].

Богатые турмалином жилы сложены кварц-полевошпатовой матрицей графической, пегматоидной и блоковой структур, вмещающей многочисленные миаролы. Последние часто окружены комплексами непостоянного состава, сложенными лепидолитом, цветным турмалином, альбитом, петалитом. Околомиароловые комплексы сформировались на позднемагматическом этапе, тогда как минералообразование в миаролах соответствует гидротермальному этапу. Соседние, изолированные друг от друга миаролы часто разительно отличаются по составу друзовых парагенезисов и рыхлого материала их заполнения. Наряду с богатыми турмалином полостями, присутствуют миаролы, в которых борная минерализация представлена аксинитом, а также «кварцевые» (без минералов бора) миаролы.

Для кристаллов турмалина характерна продольная и концентрическая зональность (от ранних зон к поздним): черные шерлы → коричневые, желтые, салатовые Mn-Li-Al-турмалины → розовые, вишневые, светло-зеленые Li-Al-турмалины → темно-зеленые (до почти черных) Mn-Fe-содержащие Li-Al-турмалины.