

RMS DPI 2007-1-136-0

КАТОДОЛЮМИНЕСЦЕНТНАЯ МИКРОСПЕКТРОСКОПИЯ
КИАНИТА ИЗ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД
БАЛТИЙСКОГО ЩИТА
CATHODOLUMINESCENCE MICROSPECTROSCOPY OF KYANITE
FROM METAMORPHIC ROCKS OF THE FENNOSCANDIAN SHIELD

Морозов М.В.*, Кемпе У.****, Гётце Й.****, Азимов П.Я.*******

Morozov M.V.*, **Kempe U.****, **Goetze J.****, **Azimov P.*****

*St. Petersburg Mining Institute (Technical University), St. Petersburg, Russia,
morozov@spmi.ru

**TU Bergakademie Freiberg, Germany

***Institute of Precambrian Geology and Geochronology of the Russian
Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

The anatomy of kyanite single crystals picked up in metamorphic rocks from the Northern Karelia and the Kola Peninsula (Fennoscandian shield) has been studied by means of cathodoluminescence (CL). Two alternative zoning types were revealed: growth zoning and irregular ("plotchy") pattern. CL spectra consist of two narrow R-doublets centered at 689 and 706 nm (${}^4A_2 - {}^2E$ transition) overlapped with a broad background centered at 718 nm and caused by the ${}^4T_2 - {}^4A_2$ transition in Cr^{3+} . Relative intensities of R-bands can be explained in terms of different distribution of Cr over non-equivalent 6-fold structural sites. Relations between kyanite crystal genesis and its CL properties are discussed.

Петрогенетические реконструкции метаморфизма, как правило, сложны вследствие неоднократного проявления перекристаллизации, фазовых превращений и метасоматических изменений в минералах. Выявление в этой связи минеральных видов, обладающих информативной на микроуровне анатомией, химическими и структурными особенностями, имеет исключительно важное значение. Кянит является потенциальным генетическим «зондом», так как он характерен для высокобарических метаморфогенных систем, обладает сравнительно устойчивой кристаллической структурой, и его анатомия может быть исследована на микроуровне стандартным методом катодолюминесценции (КЛ), поскольку кянит содержит незначительное количество Fe^{2+} , являющегося основным тушителем люминесценции [1]. Кроме того, кянит является перспективным минералом-хронометром для датирования процессов метаморфизма [2], поэтому изучение его анатомии важно для интерпретации исследований U-Pb изотопной системы кянита.

Люминесценция кянита связана с вхождением в его структуру Cr^{3+} , изоморфно замещающего Al в четырех неэквивалентных октаэдрически координированных позициях. В спектрах фото- и термолюминесценции кянита доминируют два узких дублета R-линий

иона Cr^{3+} (переход ${}^4A_2 - {}^2E$), которые, по мнению А.Н. Таращана, соответствуют двум неэквивалентным позициям Cr^{3+} , различающихся средним расстоянием Cr–O [3]. Катодолюминесценция кянита практически не исследована. В настоящей работе методом катодолюминесцентной микроскопии и спектроскопии в комбинации с оптическим и растровым электронным микроскопами изучен состав и распределение центров люминесценции в кристаллах кянита из метаморфических пород Северо-Карельского зеленокаменного пояса (Беломорье) и Центрально-Кольского и Кейвского доменов (Кольско-Норвежская область) [4, 5].

Распределение центров люминесценции в кяните происходит неоднородно, наблюдаются два его анатомических типа: концентрически-зональный, отвечающий, по-видимому, ростовой зональности кристаллов кянита, и «пятнистый», при котором в области кристалла, отличающиеся интенсивностью люминесценции, распределены неравномерно. «Пятнистый» тип анатомии встречается намного чаще концентрически-зонального, что затрудняет выделение в кристалле разновременных зон, и по-видимому связан со вторичными изменениями кристаллов кянита.

Спектр катодолюминесценции характеризуется двумя полосами, центрированными при 689 и 706 нм. Каждая полоса соответствует одному R-дублету, который не разрешается в отдельные линии, что, возможно, связано с попарно близкими параметрами четырех октаэдров CrO_6 . Положения полос одинаковы для всех образцов, однако соотношение их интенсивностей (I_{689}/I_{706}) варьирует от 0.5 до 1.4, свидетельствуя о том, что Cr может различным образом распределяться между большими и меньшими октаэдрами CrO_6 . Заселенность ионами Cr октаэдрических позиций является возможным генетическим признаком кянита. Кроме того, в спектрах катодолюминесценции кянита наблюдается широкая бесструктурная полоса, центрированная при 718 нм и являющаяся спектральным фоном для R-полос. По аналогии со спектрами лазерной люминесценции иона Cr^{3+} в топазе [6] можно связать природу полосы 718 нм с переходом ${}^4T_2 - {}^4A_2$ иона Cr^{3+} .

Поскольку КЛ-спектр кянита несет информацию об относительном распределении хрома между двумя типами октаэдрических позиций, а распределение центров Cr^{3+} определяется ростовыми и, вероятно, постростовыми процессами, катодолюминесценция кянита является перспективным источником информации о процессах кристаллогенезиса в высокобарических метаморфогенных системах.

The work was partially supported by the BRHE (Y1-G-15-01, Y1-G-15-03), the Ministry of Science and Education of Russia (PHI.2.2.2.3.1303), RFBR № 07-05-00767,

and the DAAD "Mikhail Lomonosov" program.

- [1] M. Pagel et al. Cathodoluminescence in Geosciences. Berlin e.a., Springer: 2000. XV, 514 p.
- [2] A.M. Passeraub et al. // S. Afr. J. Geol., v. 102, 1999, p. 323-334.
- [3] A.H. Таращан. Люминесценция минералов. Киев: Наукова думка, 1978. 296 с.
- [4] С.А. Бушмин и др. // Беломорский подвижный пояс и его аналоги: геология, геохронология, геодинамика, минерагения. Петрозаводск: ИГ КарНЦ РАН, 2005. С.125-129.
- [5] П.Я. Азимов и др. // Доклады Академии наук, 2003, т. 391. С. 373-377.
- [6] A.N. Tarashchan et al. // Phys. Chem. Minerals, 2006, vol. 32, p. 679-690.

RMS DPI 2007-1-137-0

**СОСТАВ БИОТИТОВ ИЗ ГРАНИТОИДОВ
НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ
THE COMPOSITION OF BIOTITES FROM GRANITOIDS OF
NOVOSIBIRSKOYE PRIOBYE**

Небера Т.С.

Nebera T.S.

Tomsk State University, Tomsk, Russia, tsnebera@mail.ru.

As a result of investigation of biotites from massifs of Obskoy, Novosibirskiy, Kolivanskiy, Barlakskiy of Novosibirskoye Priobye, it is shown, that the greatest differences under the conditions of biotites formation appeared at the temperature of their crystallization, alluminiferousity, alkalinity, ferruginosity. The biotites alluminiferousity is a good criterion of potassium chemical activity (alkalinity) in melts, and ferruginosity is a criterion of granitoids crystallization temperature. The granitoids of examined intrusives according to their alluminiferousity are divided into three groups of alkalinity (table) and two temperature groups. In the process of rock formation of Obskoy, Novosibirskiy, Mochishche massifs, the successive increase of micas ferruginosity component up to siderophyllite composition at a relatively identical alluminiferousity and high activity of potassium (alkalinity) take place. A certain decrease of alkalinity is registered under the crystallisation of limit differentiates (Barlakskiy massif).

В гранитоидных системах слюды, наряду с полевыми шпатами и кварцем, являются сквозным породообразующим минералом. Изучение состава биотита в гранитоидных системах дает возможность судить о физико-химических процессах минералообразования. Исследовался биотит из гранитоидных массивов Обской, Новосибирский, Кольванский, Барлакский Новосибирского Приобья, располагающиеся в западной части Кольвань-Томской складчатой зоны в области

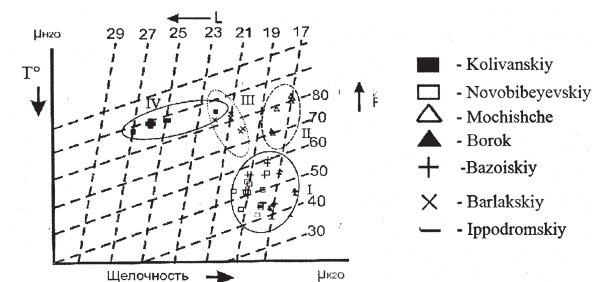
основного прогиба. Но до настоящего времени нет единого мнения при корреляции данных массивов.

Было выполнено более 60 микрозондовых анализов биотитов. Расчет кристаллохимических формул выполнен по катионному методу.

Основы анализа физико-химических условий становления гранитоидного расплава по составу биотитов рассматриваются в работах [1-3]. Определяющими параметрами является глиноземистость $I=Al/(Si+Al+Fe+Mg)$, железистость $F=Fe/(Fe+Mg)$, магнизиальность $Mg/(Mn+Mg+Fe)$ и др. Согласно этим работам общая глиноземистость биотитов понижается с повышением температуры (снижение химического потенциала воды) и щелочности (химической активности калия).

Наряду с глиноземистостью обычно меняется и железистость. Нанесенные на диаграмму изменения железистости и глиноземистости составы биотитов из гранитоидов Новосибирского Приобья образуют компактные поля, частично перекрывающие друг друга. Составы биотитов Обского, Новосибирского, Базойского массивов практически накладываются друг на друга. Это свидетельствует о сравнительно однородном составе биотитов в пределах массивов. В исследуемых биотитах данных массивов увеличение железистости характеризуется относительным постоянством глиноземистости и активности калия. Активность калия достаточно большая.

Составы биотитов Кольванского (IV), Барлакского (III), Мочище (II) четко индивидуализируются в виде трех полей. Они формировались



The points of biotites compositions on the diagram of ferruginosity- alluminiferosity [2]

при высокой активности воды, но в условиях резко различной активности калия (см. рисунок). Для них характерна повышенная железистость, но резкие различия по глиноземистости. Составы биотитов, вынесенные на диаграмму, предложенную