УДК 549.514.81

Е.С.КИСЕЕВА
Геолого-разведочный факультет,
группа МГП-01, ассистент профессора

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ЦИРКОНОВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ПЕГМАТИТАХ МАМСКО-ЧУЙСКОЙ МУСКОВИТОВОЙ ПРОВИНЦИИ

Представлены результаты гониометрического, оптико-микроскопического, электронно-микроскопического и микрорентгеноспектрального изучения кристаллов акцессорного циркона пегматитов одного из слюдоносных объектов Мамско-Чуйской мусковитовой провинции. Определены онтогенические особенности кристаллов циркона, изучено распределение основных химических компонентов и элементов-примесей по определенным кристаллографическим направлениям, показаны статистические закономерности вариации химизма цирконов.

The article presents the results of goniometric studies, optical and electron microscopy and micro X-ray spectroscopic analysis of accessory zircon in mica pegmatites from the Mamsko-Chuysky province in Eastern Siberia. The study allowed to decipher ontogenetic features of zircon and to reveal distribution of major and trace elements in certain crystallographic forms. Some of statistical regularities in compositional variations of zircons are shown.

Циркон характерен для пород самого различного состава и генезиса, в которых присутствует в количестве, типичном для акцессорных минералов. Благодаря своей химической и механической стойкости, а также способности принимать в кристаллическую решетку примеси U, Th и REE, циркон широко используется для изотопного датирования горных пород [4].

Как известно, циркон характерен для сиенитовых щелочных пегматитов. В гранитных пегматитах циркон встречается значительно реже. Его крупные кристаллы обнаруживаются в ассоциации с монацитом, ортитом, ксенотимом, реже уранинитом лишь в наиболее глубинных редкоземельных гранитных пегматитах.

Сведений о цирконе мусковитовых пегматитов немного. Он отмечен в Карельских пегматитах как «сквозной» акцессорный минерал в виде игольчатого метамиктного циртолита [1]. Для пегматитов Мамско-Чуйской мусковитовой провинции отмечены его повышенные концентрации в кварц-мусковитовом агрегате, который образуется в пегматитовых жилах при гидролизе полевых шпатов на метасоматической стадии пегматитового процесса. Такие наблюдения позволили Ю.М.Соколову [2] впервые высказать предположение об индикаторной роли акцессорного циркона в пегматитах мусковитовой формации.

Объектом данных исследований явились образцы пегматитов одного из слюдоносных объектов Больше-Северного пегматитового поля, в котором во время полевых работ группы сотрудников ЛГИ в 1983 г. была обнаружена необычно высокая концентрация (порядка 7 кг/т) акцессорного циркона [3].

Скопление кристаллов циркона наблюдается в кварц-мусковитовом комплексе, развитом в жиле плагиоклазовых пегматитов на контактах этих пород с глиноземистыми кианит-двуслюдяными гнейсами.

Цирконы представлены желтовато-коричневыми кристаллами от 0,2 до 6,0 мм. Кристаллы идиоморфны, характеризуются удлиненным обликом (коэффициент удлинения от 1,5:1 до 4:1). По данным фотого-

ниометрических исследований* габитусные формы представлены комбинациями {100}, {311}, {110} с преобладающим развитием призмы {100} и дитетрагональной дипирамиды {311}, с резко угнетенным развитием призмы {110}, дитетрагональной дипирамиды {511}, тетрагональной дипирамиды {111}. В короткопризматических кристаллах габитусная роль дипирамид резко возрастает.

При оптико-микроскопическом изучении циркона в шлифах в его кристаллах были выявлены зональность и секториальность. Зоны и сектора роста кристаллов циркона существенно различаются показателями двупреломления, что устанавливается по разной интерференционной окраске кристаллов, возникающей в поляризованном свете. Пирамиды роста граней {100} и {110} характеризуются повышенным показателем двупреломления.

Зонально-секториальная неоднородность кристаллов циркона также выявляется катодолюминесцентным методом. Исследования, выполненные в лаборатории ЦИИ ВСЕГЕИ с помощью катодолюминесцентного детектора, показали, что в кристаллах этого минерала существуют зоны роста нескольких порядков, причем ширина зон роста высшего порядка достигает десятых долей микрона.

В лаборатории научно-образовательного центра фундаментальных исследований СПГГИ (ТУ) были изучены особенности состава циркона, в частности, содержания элементов-примесей (на уровне до 0,1 %). С помощью растрового электронного микроанализатора JSM-6460L (Япония) было изучено распределение в кристаллах главных и примесных компонентов (Si, Zr, Hf). Установлено, что распределение Zr и Hf по профилям сканирования от центральных к краевым зонам роста отображает обратную зависимость содержания этих элементов, что свидетельствует о типичном для циркона изоморфизме Zr и Hf. Существенных различий зон и секторов роста кристаллов, выявляемых оптико-микроскопическим и катодолюминесцентным методами, по содержанию Si, Zr, Hf и U не установлено, хотя в некоторых кристаллах краевые зоны роста несколько обогащены U.

Очевидно, что кристаллы циркона образовались метасоматическим путем. Этим обусловлена их концентрация в гнездах кварц-мусковитового агрегата, метасоматическое образование которого практически всеми исследователями пегматитов связывается с процессами гидролиза полевых шпатов. По-видимому, циркон зарождался на границах минеральных индивидов, оказывающих разное сопротивление разрастающимся кристаллам циркона. Это связано с тем фактом, что некоторые кристаллы циркона характеризуются асимметричной зональностью, свидетельствующей об анизотропии среды минералообразования.

Характер распределения и онтогенические особенности кристаллов циркона свидетельствуют об образовании в начальный этап метасоматического замещения плагиоклазовых пегматитов кварц-мусковитовым комплексом. На это указывают, во-первых, относительно равномерное распределение кристаллов циркона в объеме кварц-мусковитового комплекса, соответствующие плотности распределения кристаллов биотита в первичных пегматоидных гранитах и пегматитах, которые подвергались кварц-мусковитовому замещению. Во-вторых, кристаллы циркона тяготеют к реликтам кристаллов биотита, сохранившимся от замещения в кварц-мусковитовом комплексе, но преимущественно обнаруживаются в кварце и очень редко их можно видеть в плагиоклазе. Ясно, что в случае образования циркона после того, как в результате гидролиза полевых шпатов возникли кварц и мусковит, распределение метакристаллов этого минерала в породе определенно подчинялось бы ее неоднородности, в частности, границам минеральных индивидов. В действительности такая особенность в распределении циркона не установлена.

* Гониометрические измерения и расчет символов простых форм с применением фотогониометра проведены при участии проф. А.И.Глазова в лаборатории СПГГИ (ТУ).

Вопрос о возникновении таких высоких концентраций акцессорного циркона в кварц-мусковитовом комплексе плагиоклазовых пегматитов представляется не вполне ясным. С одной стороны, можно предполагать, что высокие концентрации этого минерала могли быть обусловлены накоплением соответствующих компонентов в зоне интенсивной фильтрации растворов сквозь пегматиты. Но такому предположению противоречат данные полевых исследований тех геологов, которые не отмечают на данном участке провинции признаки интенсивной мусковитизации и других проявлений процессов высокотемпературного метасоматоза в плагиоклазовых пегматитах [3].

Вместе с тем обращает на себя внимание особая геологическая позиция места концентрации циркона в пегматитах: приуроченность к протяженной тектонической зоне, контролирующей положение слюдоносных зон в пегматитах, причем в той части этой зоны, где метасоматические процессы захватывали как пегматиты, так и вмещающие метаморфические породы. Если учесть, что гнейсы в пределах указанной тектонической зоны и на контактах с пегматитами мусковитизированы и окварцованы (замещению явно подвергались плагиоклаз, биотит и кианит), то становится возможным предположить, что аномально высокие концентрации циркона в пегматитах обусловлены переотложением, по крайней мере, части его минеральных компонентов из вмещающих метаморфических пород (гнейсов и сланцев) в пегматиты. Иначе говоря, в процессе метасоматических изменений вмещающих пород растворы, обусловившие мусковитизацию, обогащались цирконовыми компонентами за счет реликтового (ксеногенного) циркона первичных пород, и это явилось одной из причин накопления $ZrSiO_4$ в кварц-мусковитовом комплексе пегматитов на контакте гнейсов и пегматитов.

Такое суждение является не более чем предположением. Вместе с тем оно не противоречит данным о переносе циркония и других редких элементов в пегматиты из вмещающих их метаморфических пород [1], а также в какой-то мере объясняет тот факт, что состав циркона в исследованных пегматитах, как установлено методом микрозондирования, характеризуется существенно пониженным содержанием Hf и повышенным значением Zr/Hf соотношения относительно типичного циркона гранитных пегматитов.

Исследования выполнены при поддержке российско-американской программы «Фундаментальные исследования и высшее образование» (BRHE) Американского фонда гражданских исследований и разработок (АФГИР) и Министерства образования РФ в рамках гранта НОЦ-015-02.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Леонова В.А.* Акцессорные радиоактивные и редкоземельные минералы как показатель геохимической специализации мусковитовых и керамических пегматитов (Карело-Кольский район) // Мусковитовые пегматиты СССР. Л.: Наука, 1975. С. 135-141.

2. *Соколов Ю.М.* Метаморфогенные мусковитовые пегматиты. Л.: Наука, 1970. 190 с.

3. *Сосин Д.Т.* Плагиоклазовые пегматиты Мамско-Чуйской слюдоносной провинции. / Д.Т.Сосин, М.А.Иванов, С.А.Руденко. Иркутск: Изд-во Иркутского университета. 1992. 144 с.

4. Hoskin PWO, Schaltegger U. The composition of zircon and igneous and metamorphic petrogenesis. In: Hanchar J. & Hoskin P., eds., Zircon, Rew. Mineral. Geochem., 2003. Vol. 53 Min. Soc. Am.

Научный руководитель д.г.-м.н. проф. *М.А.Иванов*

УДК 662.276.004