

Рис. 1. Соотношение содержания $[AlO_4]^{0-}$ -центров в кварце и коэффициента термической активации ($K_T=C_3/C_2$) для различных типов жильного кварца: 1 – гигантозернистый молочно-белый согласных жил, стекловидный, гранулированный, первично-мелкозернистый; 2 – гигантозернистый молочно-белый секущих жил, высокопрозрачный реликтовый; 3 – околосредовой; 4 – дымчатые кристаллы; 5 – дымчато-цитриновые кристаллы.

Таким образом, различные типы жильного кварца приполярноуральских месторождений дифференцированы как по общему содержанию алюминиевых центров, так и по их алюмощелочной специализации.

Работа поддержана грантами Президента РФ «Молодые кандидаты наук» МК-1044.2005.5.

ЛИТЕРАТУРА

Вахидов Ш. А., Гасанов З. М., Самойлович М. И., Яркулов У. Радиационные эффекты в кварце. Ташкент: ФАН, 1975. 188 с.

Кузнецов С. К. Жильный кварц Приполярного Урала. СПб.: Наука, 1998. 203 с

Лютюев В. П. Особенности вхождения примесей алюминия в кристаллическую структуру минералов кремнезема // Материалы Междунар. семинара «Кварц, кремнезем». Сыктывкар: Геопринт, 2004. С. 28—31.

Раков Л. Т. Поведение парамагнитных дефектов при термическом отжиге кварца // Кристаллография. 1983. Т. 34, вып. 1. С. 260—262.

Экспрессное определение методом ЭПР содержаний изоморфных примесей в образцах кварцевого сырья: Методические рекомендации. М.: ВИМС, 1991.

РЕДКОМЕТАЛЛЬНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ КАРБОНАТИТОВ ВУЛКАНА КЕРИМАСИ (ВОСТОЧНО-АФРИКАНСКИЙ РИФТ, С.ТАНЗАНИЯ)

Купцова А.В., Петров С.В.

СПбГУ, Санкт-Петербург, irbis_313@mail.ru

Исследование редкометалльной минерализации проводилось в элювиальных отложениях кратерных фаций паразитических конусов карбонатитового вулкана Керимаси (Северная Танзания). В работе применен шлиховой метод опробования, который позволил впервые выделить и проанализировать редкие минералы эффузивных карбонатитов (карбонатитовые туфы и туфобрекчии) и базальтовых лито- кристаллокластических туфов (содержащих, в том числе, и обломки кальцитовых карбонатитов).

В тяжелой немагнитной фракции шлихов обнаружены: бастнезит, кальцитрит, бадделейт, пироклор, перовскит, титанит, апатит, флюорит, барит, кальцит.

Минералы группы пироклора были классифицированы по габитусу и морфологии поверхностей. Выделено три группы: кристаллы октаэдрического, кубооктаэдрического габитуса и кристаллы с комбинацией граней (111), (100), (110). Последние две грани всегда имеют подчиненное значение, по отношению к граням октаэдра и наблюдаются лишь в комбинациях с ним (рис. 1a,b,c).

По морфологии поверхностей минералы группы пироклора не отличаются разнообразием, в отличие от пироклоров из древних карбонатитов и их кор выветривания. Различаются кристаллы: 1) с неразвитым микрорельефом, гладкие, с острыми ребрами; 2) с мелкочешуйчатым рельефом, «округленными» ребрами; 3) пористые, с червеобразными углублениями (рис. 1d,e,f).

Химический состав пироклоров прослежен по результатам 11 микрозондовых анализов (табл. 1). Состав пироклоров существенно не отличается как друг от друга, так и в пределах одного зерна. Они характеризуются низкой дисперсией содержаний Na, Ca, Ti, Nb и Al. По соотношению главных катионов в позиции В изученные пироклоры относятся к подгруппе собственно пироклоров ($Nb+Ta > 2Ti$).

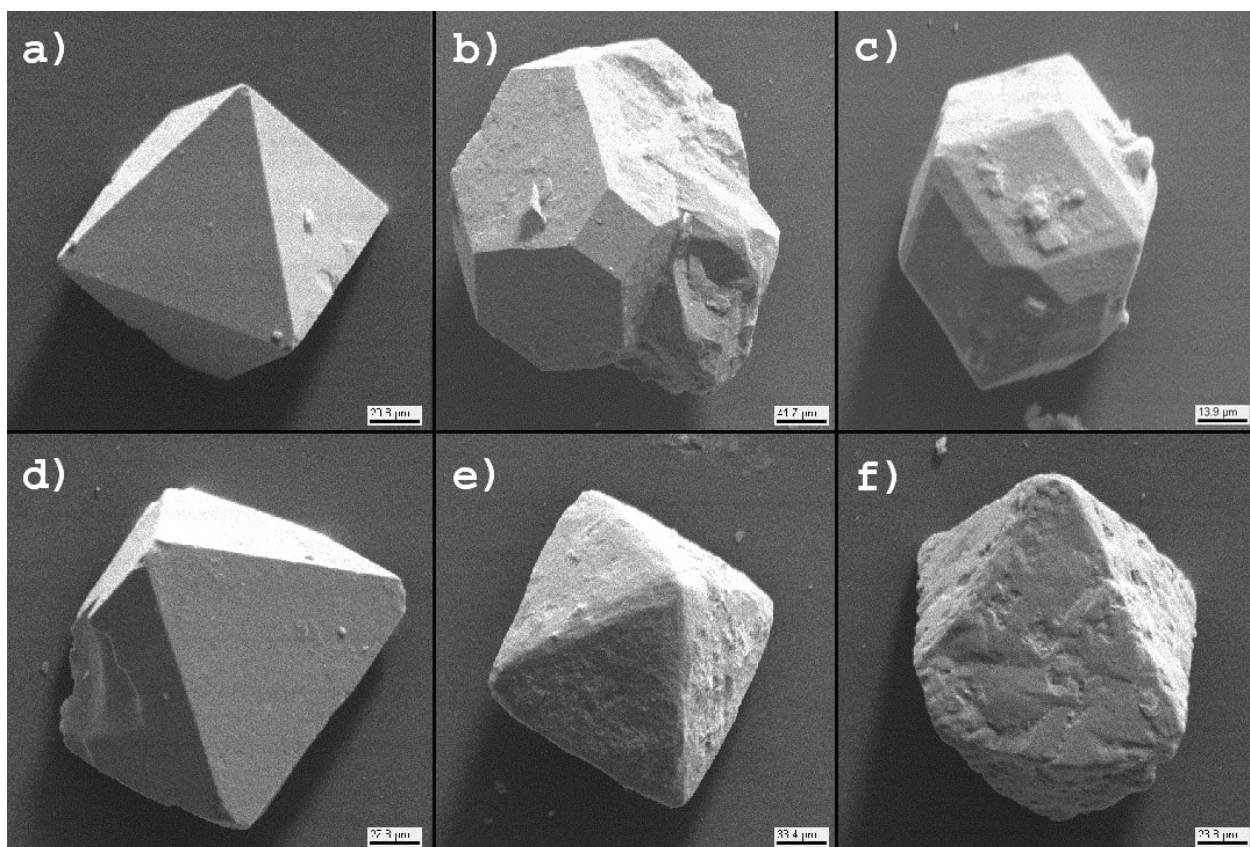


Рис.1. Габитус (а – октаэдрический, б – кубооктаэдрический, с – с комбинацией граней (111), (100), (110) и морфология (d – кристаллы с неразвитым микрорельефом, е – с мелкочешуйчатым рельефом, f - с червеобразными углублениями) кристаллов пирохлора.

Таблица 1. Формульные коэффициенты пирохлоров

Анализы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
При $\sum B=2$: Позиция B											
Nb	1,70	1,57	1,42	1,60	1,55	1,50	1,59	1,55	1,64	1,61	1,62
Ti	0,21	0,24	0,28	0,17	0,17	0,22	0,25	0,25	0,24	0,23	0,31
Fe	0,09	0,08	0,05	0,07	0,06	0,04	0,08	0,05	0,05	0,07	0,03
Al	-	0,11	0,12	0,16	0,22	0,25	0,07	0,14	0,07	0,09	0,04
Si	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-
Сумма	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Позиция A											
Na	0,63	0,46	0,54	0,56	0,59	0,52	0,54	0,47	0,53	0,52	0,55
Ca	1,21	1,22	1,05	1,10	1,07	1,04	1,27	1,22	1,29	1,18	1,21
Sr	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,01	0,01	0,01
U	0,02	0,03	0,01	-	-	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01
Сумма	1,86	1,71	1,60	1,67	1,67	1,57	1,84	1,70	1,85	1,72	1,78

Примечания: зоны кристаллов: 1,2,3,4, 7 – центральная; 6, 8,9 – промежуточная; 5,10,11 – краевая зоны. Аналитик: А.В. Антонов (ВСЕГЕИ)

В целом для химического состава пирохлоров отмечается отсутствие (в пределах обнаружения) таких основных элементов структуры как: Ta в позиции B, и Th, Ba и REE в позиции A. Дефицит катионов в A-позиции незначителен (Hogarth D.D., 1977). Отмечается прямая взаимосвязь между содержанием Ca и суммарным количеством катионов в A-позиции, в меньшей степени такая зависимость наблюдается для Na.

Перовскит представлен кристаллами кубического и кубооктаэдрического габитуса с характерной смоляно-черной окраской (рис. 2). Исследованные перовскиты отличаются значительными колебаниями содержаний элементов-примесей (табл. 2). Причем для основных элементов структуры разница между минимальным и максимальным значением не превышает 25%, а для остальных колеблется в среднем от 60 до 92%.

Таблица 2. Формульные коэффициенты перовскитов

Структурная формула рассчитана на 3 атома кислорода										
Анализы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na	0,04	0,02	0,04	0,04	0,02	-	-	-	0,12	0,07
Ca	0,88	0,98	0,96	0,93	0,97	0,98	0,97	0,96	0,79	0,90
La	-	0,01	-	0,01	-	-	-	-	0,01	-
Ce	0,08	0,02	0,02	0,03	-	-	0,01	0,02	0,07	0,02
Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe	0,02	0,07	0,07	0,07	0,02	0,01	0,02	0,02	-	-
Ti	0,96	0,87	0,84	0,84	0,99	1,00	0,96	0,97	0,92	0,96
Nb	0,01	0,05	0,08	0,08	-	-	0,02	0,02	0,06	0,04
Анализы	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Na	0,01	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	-	0,01	-	0,02
Ca	0,95	0,95	0,93	0,98	0,95	1,00	0,94	0,94	0,96	0,95
La	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ce	0,02	0,03	0,03	-	0,01	0,03	0,04	0,03	0,02	-
Al	0,02	-	0,03	-	-	-	-	0,04	0,05	0,03
Fe	-	0,01	0,06	0,01	-	0,06	0,02	0,01	0,02	0,01
Ti	0,97	0,99	0,84	1,00	1,01	0,88	0,95	0,95	0,95	0,98
Nb	0,02	-	0,08	-	-	0,04	0,02	0,01	-	0,01

Примечания: 1 – кратер Лалуни; 2-20 – различные зоны кубоктаэдрических кристаллов перовскита, кратер Кизета. Аналитик: Антонов А.В. (ВСЕГЕИ).

В сравнении с перовскитами массивов Кольского полуострова отмечается обогащение Al, Fe и обеднение Sr, Nd, Pr, Nb. Зональность в распределении примесей не установлена, однако иногда более железистые и ниобиевые разности слагают оторочки кристаллов. Отмеченная ранее во многих работах (Чернышева, 1990, Campbell, 1997) синхронность колебания содержания REE и Nb сохраняется, наблюдается прямая корреляция между концентрациями Fe и Nb (0,72), Na и REE (0,60).

Апатит отмечается в виде бесцветных изометрических зерен или призматических кристаллов. Апатит из карбонатитов вулкана Керимаси не содержит значимых концентраций примесных элементов, в нем часто отсутствует фтор (табл. 3). В некоторых образцах отмечается наличие Fe, Si, Al, Sr.

Таблица 3. Формульные коэффициенты минералов группы апатита

Анализы	1	2	3	4	5	6	7
Ca	5,00	5,00	5,00	4,96	4,95	4,93	4,95
Fe	-	-	-	-	-	-	0,01
Sr	-	-	-	0,04	0,05	0,07	0,04
Сумма	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Si	-	-	-	-	-	-	0,11
Al	-	-	-	-	-	0,28	0,07
P	2,28	3,05	3,02	3,05	2,96	3,10	3,01
Сумма	2,28	3,05	3,02	3,05	2,96	3,37	3,19
F	-	-	-	0,56	-	0,54	0,56
Анализы	8	9	10	11	12	13	14
Ca	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Fe	-	-	-	-	-	-	-
Sr	-	-	-	-	-	-	-
Сумма	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Si	-	-	-	-	-	-	-
Al	-	-	-	-	-	-	-
P	2,76	2,91	2,85	3,03	3,02	3,25	2,83
Сумма	2,76	2,91	2,85	3,03	3,02	3,25	2,83
F	-	-	-	-	-	-	-

Примечания: кратеры: 1-7 – Кизета; 8-14 – Лалуни. Аналитик: Антонов А.В. (ВСЕГЕИ)

Кальциртит образует желтые и коричнево-желтые прозрачные изометрические зерна и тройники дитетрагонально-дипирамидальных индивидов (рис. 3). Химический состав кальциррита близок к стехиометрическому (табл. 4). Характерной особенностью является повышенное содержание Al и Fe, а также отсутствие таких примесей, как REE и Si.

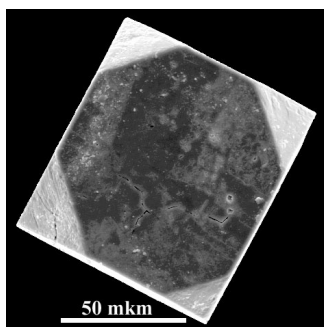


Рис.2. Перовскит

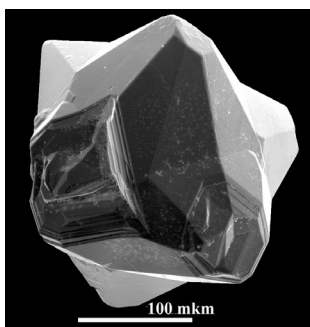


Рис.3. Кальцитит

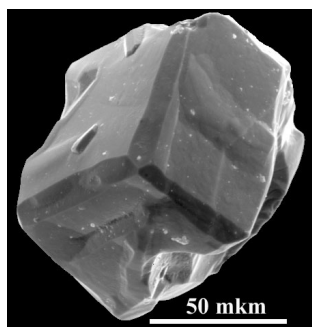


Рис.4. Бастнезит

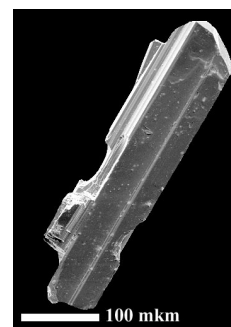


Рис.5. Бадделлит

Таблица 4. Формульные коэффициенты кальцититов

Анализы	1	2
Структурная формула рассчитана на 16 атомов кислорода		
Ca	1,96	1,95
Al	0,19	-
Fe	0,15	0,09
Ti	1,77	2,03
Zr	5,00	4,93

Примечания: кратеры: 1- Кизета, 2- Лалуни. Аналитик: Антонов А.В. (ВСЕГЕИ)

Бастнезит представлен мелкими темно-красными ромбоэдрическими кристаллами, двойниками и сростками, зернами с индукционными гранями (рис. 4). В составе минерала резко преобладает церий.

Бадделлит обнаружен в виде достаточно крупных (до 0,5 мм) бесцветных вытянутых кристаллов (рис. 5). В химическом составе минерала не обнаружено примесей, за исключением гафния.

ЛИТЕРАТУРА

Hogarth D.D. Classification and nomenclature of the pyrochlore group. American Mineralogist, Volume 62, 1977

Чернышева Е.А., Нечелюстов Г.Н., Квитко Т.Д., Вейс Б.Т. Эволюция состава перовскита в щелочных породах нижне-сянского карбонатитового комплекса. Геохимия, №9, 1990

Linda S. Campbell, P. Henderson, F. Wall. Rare earth chemistry of perovskite group minerals from the Gardiner Complex, East Greenland. Mineralogical Magazine, vol. 61, 1997

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ РАСПЛАВНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В КВАРЦЕ ЩЕЛОЧНЫХ ГРАНИТОВ ЕРМАКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЕРИЛЛИЯ

Лыхин Д. А., Козловский А.М.
ИГЕМ РАН, Москва, liha@igem.ru

В составе комплексных исследований магматизма и рудообразования на Ермаковском флюорит-фенакит-бертрандитовом месторождении нами были выполнены работы по изучению расплавных включений во вкрапленниках кварца рудоносного Штока щелочных гранитов. Ермаковское месторождение является одним из самых крупных месторождений бериллия на территории России. Оно расположено в Западном Забайкалье и пространственно и во времени связано с щелочными гранитами (Лыхин и др., 2001). Ермаковское месторождение относится к бертрандит-фенакитовой формации (Гинзбург и др., 1965) а так же является уникальным по запасам, минералогии и содержанию бериллия до 1,3 % BeO (Куприянова и др., 1994). Наиболее полные сведения о геологическом строении месторождения, главных минеральных типах руд и их генезисе представлены в работах (Гинзбурга и др., 1969, 1977; Новиковой и др., 1994, 1998).

Петрографически рудоносный Шток щелочных гранитов представлен порфировидными породами с вкрапленниками кварца и щелочного пертитового полевого шпата в количестве до 20 %. Основная масса пород мелкозернистая и состоит из тех же минералов, тонкорассеянного рудного минерала, а также акцессорного циркона.