

УДК 549.657

ГЕНЕЗИС И ТИПОХИМИЗМ МИНЕРАЛОВ РЯДА ЛАМПРОФИЛЛИТ-БАРИТОЛАМПРОФИЛЛИТ ИЗ КОМПЛЕКСА ЛУЯВРИТ-МАЛИНЬИТОВ ХИБИНСКОГО МАССИВА

Ю.В. Азарова

*Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ) РАН,
Москва, azarova@igem.ru*

Проведен детальный анализ химического состава и характера постмагматического преобразования минералов ряда лампрофиллит-баритолампрофиллит из луюврит-малиньитов Хибинского массива локальным рентгеноспектральным и электронно-микроскопическим методами. Установлено, что в луювритах высокобариевый лампрофиллит является типоморфным акцессорным минералом. В малиньитах установлены две стадии изменения лампрофиллита, соответствующие двум стадиям их формирования: 1) на стадии преобразования первичных пород (люувритов или титанитовых трахитоидных мельтейгит-уртитов) в результате K,Si-метасоматоза происходила: перекристаллизация первичного Ва-лампрофиллита без изменения состава (в случае луювритов) и обогащение первичного стронциевого лампрофиллита барием и калием (в случае мельтейгит-уртитов); 2) на стадии низкотемпературного преобразования пород под действием растворов, обогащенных стронцием и/или кальцием, идет замещение Ва-лампрофиллита стронциевым аналогом (в малиньитах, генетически связанных с луювритами) и развитие по Ва,K-лампрофиллиту титанита (в малиньитах, связанных с ийолит-уртитам).

Установлено, что характер постмагматического изменения первичного стронциевого лампрофиллита в «порфировидных малиньитах» также свидетельствует о преобразовании первичных для них пород — трахитоидных ийолитов — в ходе K,Si-метасоматоза.

Статья содержит 4 рисунка, 1 таблицу и список литературы из 16 наименований.

Лампрофиллит — $(\text{Sr}, \text{Ba}, \text{K})_2\text{Na}(\text{Na}, \text{Fe}, \text{Mn})_2\text{Ti}_3(\text{Si}_4\text{O}_{16})(\text{O}, \text{OH}, \text{F})_2$ — является одним из самых характерных акцессорных минералов Хибинского щелочного массива. Он встречается в породах практически всех его комплексов: нефелиновых сиенитов, мельтейгит-уртитов, апатит-нефелиновых пород, рисчорритов, луюврит-малиньитов. Лампрофиллиту был посвящен целый ряд работ, однако систематического изучения акцессорного лампрофиллита из пород Хибинского массива, в частности, изучения генетического аспекта его минералогии, до настоящего времени практически не предпринималось. Объектом настоящего исследования стали в основном минералы ряда лампрофиллит-баритолампрофиллит из пород комплекса луювритов-малиньитов.

Особенностью структуры лампрофиллита является слоистое строение, допускающее свободное вхождение крупных катионов — Sr, Ba, K, Ca, Na в межслоевое пространство и существенные вариации соотношений между ними (Расцветаева и др., 1995а, Расцветаева, Дорфман, 1995б). Эта структурная особенность делает лампрофиллит перспективным с точки зрения использования его как одного из минералого-геохимических индикато-

ров изменений условий среды минералообразования.

Общая характеристика объектов исследования

Луювриты и малиньиты в Хибинском массиве пространственно связаны с комплексом трахитоидных мельтейгит-уртитов Центральной дуги. Их переслаивающиеся пластовые тела прослеживаются в верхней части этого комплекса, вдоль контакта Кукисвумчорр-Расвумчоррской апатит-нефелиновой залежи с перекрывающими рисчорритами до верховьев реки Кунийок. Хибинские луювриты представляют собой позднюю меланократовую фазу нефелиновых сиенитов; сложены они ортоклазом, нефелином и темноцветными минералами; характеризуются отчетливо трахитоидной текстурой, обусловленной ориентировкой лейст ортоклаза. Вопрос о генезисе малиньитов остается спорным. Согласно взглядам одной группы исследователей, они являются поздней фазой мельтейгит-уртитов или рисчорритов (Н. А. Елисеев, Т. Н. Иванова, С. И. Зак и др.), другие — И. А. Зотов, Б. Е. Боруцкий, А. И. Серебрицкий — рассматривают их как продукт метасоматической переработки (ортоклазизации) мельтейгит-уртитов или ийолитов на их кон-

такте с луявритами, хибинитами и лявочорритами. В настоящей работе на основании анализа как более ранних работ, так и установленных нами признаков, малиньиты рассматриваются как породы метасоматического происхождения. По своему минеральному составу и геологическому положению они разделены на три типа: 1 – малиньиты, сформировавшиеся в результате метасоматического преобразования луявритов и приуроченные к зоне эндоконтакта луявритов с трахитоидными мельтейгит-уртитам (далее обозначены нами как «малиньиты-L»), со сходным с луявритами минеральным составом, но отличающиеся от них пойкилитовой структурой, обусловленной крупными пойкилообластами ортоклаза и амфибола; 2 – малиньиты, приуроченные к зоне экзоконтакта луявритов и трахитоидных титанитовых (сфеновых) (?) мельтейгит-уртитов, сформированные в результате метасоматического преобразования последних (обозначены как «малиньиты-U»), также характеризующиеся пойкилитовой структурой, но по составу более близкие к мельтейгит-уртитам, содержащие существенно больше нефелина и темноцветных минералов, чем «малиньиты-L», и меньше – калиевого полевого шпата; их характерной чертой является также обогащенность титанитом; 3 – «порфиридные малиньиты», согласно терминологии С.И. Зака (Зак и др., 1972), которые прослеживаются в нижней части толщ трахитоидных мельтейгит-уртитов на контакте с подстилающими хибинитами и среди рихторритов и, по-видимому, представляют собой измененные в результате метасоматических процессов мелкозернистые трахитоидные ийолиты. Они характеризуются порфиридной структурой, обусловленной пойкилокристаллами лампрофиллита или полевого шпата, выделяющимися среди основной более мелкозернистой массы, сложенной темноцветными минералами и нефелином, и трахитоидной текстурой, обусловленной ориентировкой игольчатого эгирин-геденбергита и лейст метасоматического калиевого полевого шпата, замещающего нефелин. Выходы этих пород отмечены на горе Поачвумчорр. Коренные выходы «малиньитов-L и -U» прослеживаются на горе Кукисвумчорр.

Морфология, характерные ассоциации и химический состав лампрофиллита луяврит-малиньитов

В луявритах лампрофиллит образует призматические кристаллы золотисто-коричневого цвета размером от нескольких

миллиметров до 1 см и их сростки, находящиеся между лейстами высокобариевого ортоклаза (последний содержит до 3.0–3.5 % BaO), среди магнезиоарфведсонита и эгирина, ассоциирует с эвдиалитом (собственно эвдиалитом по (Johnsen *et al.*, 2003)), титанитом, реже ринкитом и апатитом. Лампрофиллит здесь одна из наиболее поздних минеральных фаз: он образуется позже темноцветных и большинства акцессорных минералов – ринкита, апатита, включения которых наблюдаются в его кристаллах, титанита, который он в ряде случаев замещает, и эвдиалита.

По составу первичный лампрофиллит луявритов является высокобариевым, хотя отмечается заметный разброс в содержаниях как BaO – в большинстве случаев от ≈10–11 до ≈15 %, так и SrO – от ≈8 до 11 % (табл. 1); отношение (в формульных коэффициентах) Ba/Sr = 0.7–1.4, причем между Sr- и Ba-доминантными образцами прослеживается непрерывный изоморфный ряд (рис. 1). Калий и кальций содержатся в лампрофиллите в подчиненных количествах. Содержание марганца также незначительно.

На поздних стадиях минералообразования бариевый лампрофиллит замещается разностями с еще более высоким содержанием бария, вплоть до баритолампрофиллита (содержание BaO возрастает до 20–21 %, содержание SrO – около 4–5 %; Ba/Sr = 2.5–3.7 – ан. 3, 4 в табл. 1), развивающимся

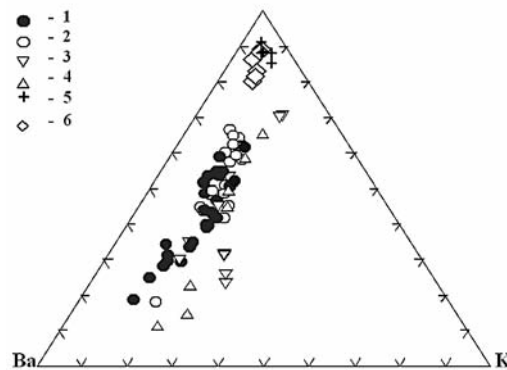


РИС. 1. Соотношения бария, стронция и калия (в формульных коэффициентах) в лампрофиллите пород комплекса луяврит-малиньитов Хибинского массива – собственно луявритов (1); «малиньитов-L» (2); «малиньитов-U» (3); «порфиридных малиньитов» (4); нефелиновых сиенитов Хибинского массива (5); луявритов дифференцированного комплекса и эвдиалитовых луявритов Ловозерского массива (6)

Таблица 1. Химический состав минералов ряда лампрофиллит-баритолампрофиллит из пород комплекса луаврит-малиньитов Хибинского массива

породы	луавриты				«малиньиты-L»				«малиньиты-U»			«порфирировидные малиньиты»		
	I		I-a		I, II-a		II-b		I	II-a		I	II-a	
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Na ₂ O	10.32	9.05	9.24	9.09	9.65	9.53	9.77	11.95	10.50	9.15	8.67	9.53	9.35	9.07
K ₂ O	1.01	1.70	1.21	1.12	1.71	1.50	1.67	1.89	1.77	1.88	2.69	1.78	1.76	2.56
CaO	1.00	0.97	0.91	0.87	1.02	0.92	1.17	1.57	1.35	1.11	1.34	1.39	1.22	0.94
SrO	10.55	7.53	5.26	3.93	5.30	8.07	9.60	11.62	14.59	8.46	6.39	14.48	9.74	4.81
BaO	10.80	15.28	19.71	21.39	17.05	14.35	10.09	4.08	3.26	14.21	18.03	5.88	10.68	19.71
MgO	0.35	0.44	0.41	0.45	0.00	0.43	0.48	0.52	0.70	0.26	0.62	0.77	0.45	0.53
MnO	1.57	1.22	1.66	1.60	2.09	1.76	1.87	1.36	1.27	2.30	1.70	0.85	1.15	0.00
FeO	2.96	2.64	2.70	2.56	2.71	2.61	2.98	3.87	4.63	2.66	2.85	4.24	3.64	2.34
Al ₂ O ₃	0.27	0.38	0.51	0.68	0.44	0.35	0.27	0.00	0.20	0.27	0.24	0.50	0.24	0.61
SiO ₂	29.70	29.08	28.65	27.85	30.90	29.37	30.06	32.60	29.55	30.95	29.59	30.20	29.54	30.35
TiO ₂	27.97	26.86	25.62	26.08	30.00	26.27	27.62	30.45	27.77	29.65	28.07	29.35	27.18	28.77
Nb ₂ O ₅	0.77	0.11	0.00	0.20	0.80	0.10	0.69	0.90	0.39	0.00	0.15	1.72	0.25	0.17
Сумма	97.27	95.26	95.88	95.82	101.67	95.26	96.27	100.81	95.98	100.90	100.34	100.69	95.20	99.86
Формульные коэффициенты: (Si + Al) = 4														
Na	2.67	2.38	2.45	2.46	2.38	2.48	2.49	2.84	2.73	2.27	2.25	2.40	2.43	2.66
K	0.17	0.29	0.21	0.20	0.28	0.26	0.28	0.30	0.30	0.31	0.46	0.29	0.30	0.42
Ca	0.14	0.14	0.13	0.13	0.14	0.13	0.17	0.21	0.19	0.15	0.19	0.19	0.18	0.13
Sr	0.82	0.59	0.42	0.32	0.39	0.63	0.73	0.83	1.14	0.63	0.50	1.09	0.76	0.36
Ba	0.56	0.81	1.06	1.17	0.85	0.76	0.52	0.20	0.17	0.71	0.95	0.30	0.56	0.99
Mg	0.07	0.09	0.09	0.09	-	0.09	0.09	0.10	0.14	0.05	0.12	0.15	0.09	0.10
Mn	0.18	0.14	0.19	0.19	0.23	0.20	0.21	0.14	0.14	0.25	0.19	0.09	0.13	-
Fe	0.33	0.30	0.31	0.30	0.29	0.29	0.33	0.40	0.52	0.28	0.32	0.46	0.41	0.25
Al	0.04	0.06	0.08	0.11	0.07	0.06	0.04	-	0.03	0.04	0.04	0.08	0.04	0.09
Si	3.96	3.94	3.92	3.89	3.93	3.94	3.96	4.00	3.97	3.96	3.96	3.92	3.96	3.91
Ti	2.80	2.74	2.63	2.74	2.87	2.65	2.74	2.81	2.80	2.85	2.83	2.87	2.74	2.78
Nb	0.05	0.01	0.01	-	0.05	0.01	0.04	0.05	0.02	-	0.01	0.10	0.02	0.01
Ba:Sr	0.69	1.37	2.53	3.67	2.17	1.20	0.71	0.24	0.15	1.14	1.91	0.27	0.74	2.77

Примечание:

Фаза I — первичный лампрофиллит породы; I-a — баритолампрофиллит (в луавритах); II-a — лампрофиллит, образованный в результате K,Si-метасоматоза; II-b — лампрофиллит, образованный при воздействии поздних более низкотемпературных растворов. Аналитики — ан. 1-4, 6, 7, 9, 13 — В. В. Хангулов (Самебах SX-50, ИГЕМ РАН), ан. 5, 8, 10 — 12, 14 — Н. В. Трубкин (электронный микроскоп JSM-5300 с рентгеновским спектрометром Link ISIS, ИГЕМ РАН), 9, 14 — среднее по 2 анализам; 2, 3, 5, 8 — по 3; 12, 10, 11 — по 5; 6, 13 — по 7; 1, 7 — по 10 анализам.

по краям зерен. Причиной этого является, по-видимому, накопление бария в остаточной минералообразующей среде в силу его негогерентности.

Появление высокобариевого лампрофиллита в хибинских луавритах является их отличительной типоморфной особенностью. В аналогичных породах Ловозерского массива (Кольский полуостров) — луавритах дифференцированного комплекса луавритов-фойяитов-уртитов, эвдиалитовых, лампрофиллитовых и порфирировидных луавритах распространен преимущественно стронциевый лампрофиллит со значительным содержанием марганца (Буссен, Сахаров, 1972; Власов и др., 1959). Стронциевый лампрофиллит наблюдается и в лейкократовых нефелиновых сиенитах Хибин — хибинитах, фойяитах и т.д. Бариевый лампрофиллит и баритолампрофиллит до настоящего времени отмечались практически только в пегматитах и поздних секущих прожилках, залегающих среди апатит-нефелиновых пород и нефелиновых сиенитов

в Хибинском (Дудкин, 1959; Peng Tze-Chung, Chang Chien-Hung, 1965; Капустин, 1973; Расцветаева, Дорфман 1995а) и Ловозерском массивах (Кольский полуостров) (Семенов, 1972; Капустин, 1973; Буссен, Сахаров, 1972; Буссен и др., 1978), а также среди альбитизированных фенитов на Турьем мысе (Кольский полуостров), метасоматитов в Инагинском и Мурунском массивах (Юж. Якутия) (Расцветаева и др., 1995б; Лазебник и др., 1998), сиенитизированных сланцев в Ботокольском (Восточный Саян) (Капустин, 1973). Кроме этого, высокобариевый лампрофиллит описывался и в ряде других массивов мира (Зайцев, Когарко, 2002).

Для «малиньитов-L» характерно неравномерное распределение лампрофиллита. Здесь распространены его крупные (до 2 — 3 см и более) пойкилокристаллы (с включениями эгирина, нефелина, апатита, иногда ферсманита), развивающиеся среди пойкилокристаллов высокобариевого ортоклаза и Na-Ca-амфиболов ряда магнезиоарфведсо-

нит-рихтерит, реже — мелкие пластинчатые кристаллы. В ряде случаев лампрофиллит корродирован высокобариевым ортоклазом. Ассоциация минералов, сосуществующих с лампрофиллитом, близка к «луявритовой»: она включает эвдиалит, титанит, реже — ринкит, более поздние — Sr-апатит (6–10 % SrO), развивающийся по собственно эвдиалиту тасекит (Johnsen *et al.*, 2003), ферсманит, иногда — пектолит, скопления которого отмечаются в интерстициях между зернами других минералов.

Состав раннего лампрофиллита «малиньитов-Л», в целом, идентичен бариевому лампрофиллиту и баритолампрофиллиту из луявритов: BaO — от ≈10 до 17 %, SrO — 5–10 %; Ba/Sr=0.7–2.2 (табл. 1, ан. с 5 по 7). Однако, бариевый лампрофиллит здесь, как правило, изменен — в большинстве случаев в его пойкилокристаллах наряду с доминантно бариевыми отмечаются и участки с постепенно понижающимся содержанием бария (до 4 % BaO) и повышающимся — стронция (в среднем ≈12 % SrO — табл. 1, ан. 8), прослеживающиеся параллельно трещинам спайности пойкилокристаллов лампрофиллита (рис. 2). Отношение Ba/Sr в этих участках снижается до 0.25, по составу они соответствуют собственно лампрофиллиту — стронциевому.

В горизонтах «малиньитов-У» лампрофиллит, в отличие от описанных выше пород, отмечается довольно редко. Его призматические кристаллы около 0.3–0.5, редко — 1 см в длину сосредоточены вместе с темноцветными минералами (в основном эгирином, реже отмечается магнезиоарфведсонит) между пойкилокристаллами калиевого полевого шпата (безбариевого, в отличие от «малиньитов-Л») и Na-амфиболов магнезиоарфведсонит-рихтеритового ряда. Лампрофиллит в различной степени корродирован полевым шпатом. Ассоциирует также с минералами группы эвдиалита (эвдиалитом высоконатриевого или кали-натриевого состава и развивающимся по нему тасекитом), джерфшеритом, поздними титанитом, Sr-апатитом (содержание SrO до 10 %), пектолитом, пироксеном. Последний отмечается, как правило, в пустотках и трещинах кристаллов измененного лампрофиллита.

В этих породах ранний лампрофиллит существенно стронциевый — содержание BaO в нем не превышают, в среднем 3 % (табл. 1, ан. 9). Очень часто он в различной степени, иногда практически целиком, замещен поздним бариево-калиевым лампро-

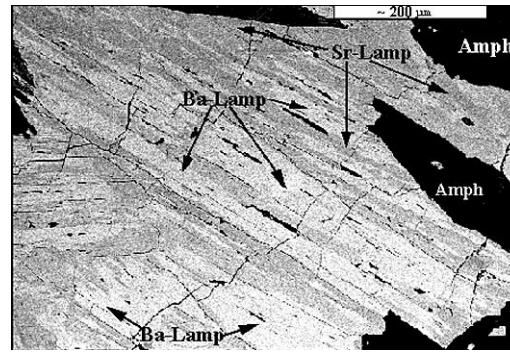


РИС. 2. Развитие стронциевого лампрофиллита по пойкилокристаллу высокобариевого лампрофиллита в «малиньитах-Л» (в отражённых электронах, сканирующий микроскоп JSM-5300, ИГЕМ РАН). Ba-lamp — высокобариевый лампрофиллит; Sr-lamp — стронциевый лампрофиллит; Amph — магнезиоарфведсонит

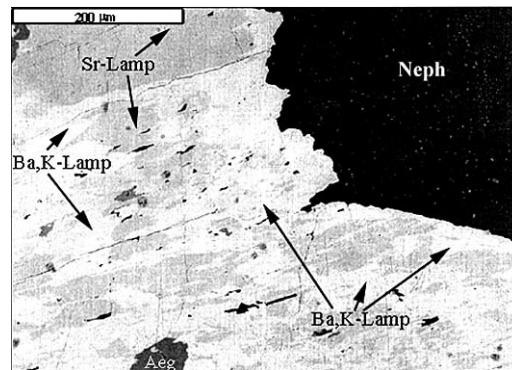


РИС. 3. Замещение первичного стронциевого лампрофиллита бариево-калиевым в процессе K,Si-метасоматоза в «малиньитах-У» (в отражённых электронах, сканирующий микроскоп JSM-5300, ИГЕМ РАН). Ba,K-lamp — бариево-калиевый лампрофиллит; Sr-lamp — стронциевый лампрофиллит; Neph — нефелин; Aeg — эгирин

филлитом (рис. 3). Содержания SrO в нем колеблются около 6–8 %, BaO ≈ 14–18 %, Ba/Sr ≈ 1.1–1.9, содержание K₂O в наиболее высокобариевых участках достигает 2.7 % (табл.1, ан. 11) (в первичном лампрофиллите пород, описанных выше, оно колеблется от 1.0 до 1.7 %, а в позднем лампрофиллите достигает 1.9 %, табл.1). На диаграмме, иллюстрирующей соотношения бария, стронция и калия в формульных коэффициентах (приведены в табл. 1), точки его составов несколько смещены в «калиевую» область (рис. 1). На еще более поздних этапах Ba,K-лампрофиллит, в свою очередь, замещается титанитом (рис. 4).

В «порфировидных малиньитах» лампрофиллит образует крупные пойкилокристаллы (до 2–4 см) среди массы тонкоиголь-

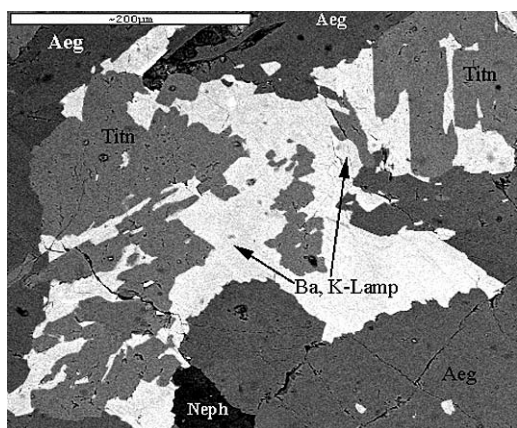


РИС. 4. Псевдоморфоза титанита по Ва,К-лампрофиллиту в «малиньятах-U» (снимок в отражённых электронных, сканирующий микроскоп JSM-3500, ИГЕМ РАН). Ва,К-ламр – бариево-калийевый лампрофиллит; Titn – титанит; Neph – нефелин; Aeg – эгирин-регенбергит

чатых эгирин-геденбергита и магнезиоарфведсонита и мелких зерен нефелина, корродируется поздним калиевым полевым шпатом, часто замещается микрозернистым агрегатом полевого шпата и эгирина. Кроме лампрофиллита, характерными акцессорными фазами здесь являются минералы группы эвдиалита (наиболее распространены высоконатриевый и кали-натриевый эвдиалит), образующие в этих породах крупные скопления, а также ринкит, лоренценит, титанит, апатит и другие.

По составу ранний лампрофиллит в «порфириовидных малиньятах» является стронциевым (табл. 1, ан. 12), однако, также как и в «малиньятах-U», он часто в значительной степени замещен лампрофиллитом, обогащенным барием и калием. В позднем лампрофиллите содержание ВаО достигает 19 %, К₂О – 2.6 % (табл. 1, ан. 14). На рис. 1 точки, отвечающие их составам, лежат в области, близкой к составу позднего Ва,К-лампрофиллита «малиньятах-U».

Генезис лампрофиллита в породах комплекса луаврит-малиньитов.

Анализ эволюции химического состава минералов ряда лампрофиллит-баритолампрофиллит из пород изучаемого комплекса и характера их изменения в результате постмагматических процессов, сопоставленный с особенностями общей эволюции акцессорной минерализации луаврит-малиньитов, позволяет в значительной степени реконструировать историю формирования

луаврит-малиньитов. Генетически высокоинформативным является анализ изменений, установленных для лампрофиллита из малиньитов данного комплекса.

Бариевый лампрофиллит «малиньитов-L».

Представляется, что «малиньиты-L» являются, в основном, продуктом преобразования луавритов в результате К, Si-метасоматоза и бариевый лампрофиллит здесь унаследован от исходной породы. В пользу этого предположения говорят: 1 – реликты минералов первичной ассоциации, аналогичной «луавритовой», в малиньятах этих горизонтов; 2 – ранние посткристаллизационные изменения, выразившиеся в перекристаллизации зерен минералов, образовании пойкилитовой структуры и корродировании первичных минералов ортоклазом; 3 – постепенные переходы между луавритами и «малиньятами-L», существование «переходных» разностей с составом, отвечающим луавритам, но сочетающим трахитоидные («луавритовые») и пойкилитовые («малиньитовые») участки породы. Бариевый лампрофиллит на этом этапе подвергался перекристаллизации, образуя пойкилокристаллы (без изменения состава).

Более позднее преобразование лампрофиллита в «малиньятах-L» – постепенное замещение бариевого лампрофиллита существенно стронциевым – по-видимому, является результатом воздействия на них поздних растворов, обогащенных стронцием и кальцием. Действие этих же растворов можно объяснить и формирование в «малиньятах-L» поздней «Ca-Sr-ассоциации» минералов, включающей Sr-apatит, таскит, пектолит, ферсманиит.

Лампрофиллит «малиньитов-U». Наиболее вероятно, что ранний (стронциевый) лампрофиллит «малиньитов-U» также «унаследован» от протопород, в данном случае – от трахитоидных титанитовых (сфеновых) (?) мельтейгит-уртитов, подвергшихся позднее переработке в результате К, Si-метасоматоза. Реликты этих пород в ряде случаев отмечаются в «малиньятах-U». Кроме того, на существование их генетической связи с трахитоидными мельтейгит-уртитам косвенно указывает и отсутствие резких контактов между этими породами – они связаны между собой постепенными переходами. В трахитоидных мельтейгит-уртитах акцессорный лампрофиллит мало распространен, по данным Арзамасцева и др. (1987), его количество не превышает 0.9 % от общей массы породы, этим, вероятно, и объясняется редкость лампрофиллита в «малиньятах-U».

На существенную роль K,Si-метасоматоза в формировании «малиньитов-U» указывает характер постмагматического изменения лампрофиллита — обогащение барием, некоторое обогащение калием и корродирование калиевым полевым шпатом (идентичный характеру изменения лампрофиллита в массивных мельтейгит-уртитях, подвергшихся интенсивной переработке с образованием пород комплекса рисчорритов в ходе K,Si-метасоматоза). Аналогичная схема изменения лампрофиллита была, в частности, описана (Агеева, 2001, 2002) для массивных уртитов, являющихся основной «матрицей» для формирования рисчорритов. Причиной возрастающей в ходе K,Si-метасоматоза активности бария, по Агеевой является повышающаяся щелочность среды минералообразования, обуславливающая повышение активности более основных компонентов, в данном случае бария, и понижение активности менее основных, то есть стронция.

В «малиньитах-U» так же, как и в «малиньитах-L», проявлено более низкотемпературное преобразование лампрофиллита, в результате воздействия поздних растворов. Здесь характер изменения лампрофиллита иной: в отличие от «малиньитов-L», для этих пород характерно развитие псевдоморфоз титанита по Ba,K-лампрофиллиту. Однако, позднее преобразование «малиньитов-U», вероятно, осуществлялось в результате воздействия тех же растворов, обогащенных кальцием и стронцием, что и обусловившие преобразование «малиньитов-L». На это указывает состав поздней ассоциации минералов, близкий к составу «Ca-Sr-ассоциации» «малиньитов-L»: она включает Sr-апатит, пектолит, пироксенол, тасекит и практически отличается от последней только широкой распространенностью здесь позднего титанита, образующего псевдоморфозы по лампрофиллиту.

Лампрофиллит «порфиридных малиньитов». Как видно из приведенных выше данных, ранний стронциевый лампрофиллит в «порфиридных малиньитах» претерпевает практически те же изменения, что и лампрофиллит в «малиньитах-U» — его пойкилокристаллы интенсивно корродируются поздним калиевым полевым шпатом, наблюдается обогащение стронциевого лампрофиллита барием и калием, которые, по-видимому, так же обусловлены процессами K,Si-метасоматоза. Первичными породами, из которых был унаследован стронциевый лампрофиллит в «порфиридных ма-

линьитах», возможно являются мелкозернистые трахитоидные ийолиты, пространственно связанные с «порфиридными малиньитами».

Выводы

Данные, полученные в результате детального анализа состава лампрофиллита и особенностей его посткристаллизационного преобразования, позволяют установить следующее:

1. Обогащенность первичным высокобариевым лампрофиллитом является типоморфной особенностью хибинских луявритов. На настоящий момент бариевый акцессорный лампрофиллит не отмечался ни в аналогичных породах — луявритах Ловозерского массива, ни в других (лейкократовых) нефелиновых сиенитах крупных высокощелочных массивов (Хибинском, Ловозерском и т.д.).

2. В «малиньитах-L» (генетически связанных с луявритами) и «малиньитах-U» (связанных с мельтейгит-уртитями) характер изменения минералов ряда лампрофиллит — баритолампрофиллит и ассоциирующих с ними минералов иллюстрирует две стадии их формирования. Первая стадия — преобразование исходных пород — луявритов для «малиньитов-L» и трахитоидных титанитовых (?) ийолитов для «малиньитов-U» — в результате K,Si-метасоматоза. В случае «малиньитов-L» она сопровождается перекристаллизацией первичного бариевого лампрофиллита с образованием им пойкилокристаллов, без изменения состава; в случае «малиньитов-U» — обогащением первичного стронциевого лампрофиллита барием и калием. Вторая стадия — более низкотемпературное преобразование, связанное с воздействием поздних растворов, обогащенных стронцием и кальцием. В «малиньитах-L» бариевый лампрофиллит и баритолампрофиллит на этой стадии замещаются собственно лампрофиллитом (стронциевым), в «малиньитах-U» — титанитом. Воздействие этих растворов обуславливает и Ca-Sr-ый характер поздней минерализации в «малиньитах-L» и «малиньитах-U».

3. В «порфиридных малиньитах» изменение раннего стронциевого лампрофиллита, унаследованного от их протопород (мелкозернистых трахитоидных ийолитов), обусловлено преобразованием последних в ходе процессов K,Si-метасоматоза (так же, как и в «малиньитах-U»).

Автор благодарит за помощь В.В. Хангулова и Н.В. Трубкина.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 03 – 05 – 64139.

Литература

- Агеева О. А. Минеральные ассоциации и типоморфизм акцессорных минералов пироксеновых рихторритов (Хибинский массив) в связи с гипотезой их метасоматического образования // В кн.: Геология и геоэкология Фенноскандинавского щита, Восточно-Европейской платформы и их обрамления. Материалы XII молодежной конференции, посвященной памяти К.О. Кратца. СПб, **2001**. С. 91 – 92.
- Агеева О. А. Эволюция минералообразования в породах комплекса рихторритов (Хибинский массив). // В кн.: Исследования молодых. Материалы XIII молодежной конференции, посвященной памяти К.О. Кратца. Т. 2. Апатиты, **2002**. С. 7 – 11.
- Арзамасцев А.А., Иванова Т. Н., Коробейников А.Н. Петрология ийолит-уртитов Хибин и закономерности размещения в них залежей апатита. Л.: Наука, **1987**. 110 с.
- Буссен И. В., Еськова Е. М., Меньшиков Ю.П. и др. Минералогия ультращелочных пегматитов // Проблемы геологии редких элементов. М.: Наука, **1978**. С. 251 – 271.
- Буссен И. В., Сахаров А. С. Петрология Ловозерского щелочного массива. М.: Наука, **1972**. 294 с.
- Власов К. А., Кузьменко М. В., Еськова Е. М. Ловозерский щелочной массив. М.: Изд. АН СССР, **1959**. 623 с.
- Дудкин О. Б. О бариевом лампрофиллите // ЗВМО, **1959**. Т. 88. №6. С. 713 – 715.
- Зак С. И., Каменев Е. А., Минаков Ф. В. Хибинский щелочной массив. Л.: Недра, **1972**. 176 с.
- Зайцев В. А., Когарко Л. Н. Составы минералов группы лампрофиллита из щелочных массивов мира. // Геохимия, **2002**. № 4. С. 355 – 364.
- Капустин Ю. Л. О новых находках бариевого лампрофиллита и химической формуле лампрофиллита // Докл. АН СССР, **1973**. Т. 210. № 4. С. 921 – 924.
- Лазебник К. А., Заякина Н. В., Пацкевич Г. П. Бесстронциевый лампрофиллит – новый член группы лампрофиллита // Докл. Рос. АН, **1998**. Т. 361. №6. С. 799 – 802.
- Расцветаева Р. К., Дорфман М. Д. Кристаллическая структура Ва-лампрофиллита в изоморфном ряду лампрофиллит-баритолампрофиллит // Кристаллография, **1995а**. Т. 40. №6. С. 1026 – 1029.
- Расцветаева Р. К., Евсюнин В. Г., Конев А. А. Кристаллическая структура К-баритолампрофиллита // Кристаллография, **1995б**. Т. 40. №3. С. 517 – 519.
- Семенов Е.И. Минералогия Ловозерского щелочного массива. М.: Наука, 1972. 305 с.
- Johnsen O., Ferraris G., Gault R. A., et al. The nomenclature of eudialyte-group minerals // Canadian Mineralogist, **2003**. V. 41. pt. 3. 785 – 794.
- Peng Tze-Chung, Chang Chien-Hung. New varieties of lamprophyllite-barytolamprophyllite and orthorhombic lamprophyllite // Scientifica Sinica, **1965**. 14. 12.