

ОСОБЕННОСТИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В КАРБОНАТИТАХ ПРОЯВЛЕНИЯ ПОГРАНИЧНОГО

Е.И. Ласточкин, Г.С. Рипп, А.Г. Дорошкевич

Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ, gin-buryatia-07@yandex.ru

Проявление Пограничное находится в южном обрамлении Северо-Муйской глыбы, оно представлено карбонатитами, слагающими вытянутое в субмеридиональном направлении крутопадающее тело. Обнаженная часть его имеет ширину от 50 до 100 м и протяженность около 550 м (рис. 1). Вмещающими породами являются габброиды, имеющие резкие контакты с карбонатитами. Возраст карбонатитов, полученный Ag/Ag методом по арфведсониту, равен 624 ± 3 млн. лет, а по флогопиту 625 ± 9 млн. лет [3].

В формировании проявления выделяется две фазы [1]. На начальной образовались породы, обогащенные магнетитом. Они содержат редкие фенокристы эгирина и кристаллокласты калиевого полевого шпата.

Карбонатиты проявления были подвержены метаморфическим преобразованиям, одним из его следствий явилось рафинирование минералов от примесей. U-Pb возраст 559 ± 17 млн. лет (SHRIMP II) выделившегося из апатита монацита свидетельствует о близости со временем метаморфических процессов, проявившихся на проявлении Веселое [4].

Карбонатиты главной фазы составляют более 90% объема залежи [2]. Это массивные среднезернистые породы. По ориентировке зерен апатита просматривается субвертикальная полосчатость пород. Участки более крупнозернистых агрегатов, сегрегации магнетита и апатита придают им такситовую текстуру. Присутствие ксенолитов, большую часть которых составляют вмещающие породы, обусловило (особенно в приконтактных зонах) появление брекчиевых текстур.

Главными минералами карбонатитов являются доломит, магнетит и апатит [1]. В числе второстепенных встречаются кальцит, эгирин, арфведсонит, биотит, а среди аксессуарных отмечены монацит, пироксенол, циркон, торит, титанит, графит, молибденит, стронцианит. По химическому составу породы относятся к доломитовым карбонатитам.

В габброидах отмечается зона фенитизации, сложенная щелочными полевыми шпатами, эгирином, арфведсонитом, флогопитом. Аналогичные минералы образовались и в ксенолитах габброидов.

В карбонатитах присутствует редкометальная минерализация (торит, монацит, пироксенол, колумбит). Источниками редких элементов для этих минералов послужили апатит, доломит и пироксенол. Важной особенностью проявления Пограничного

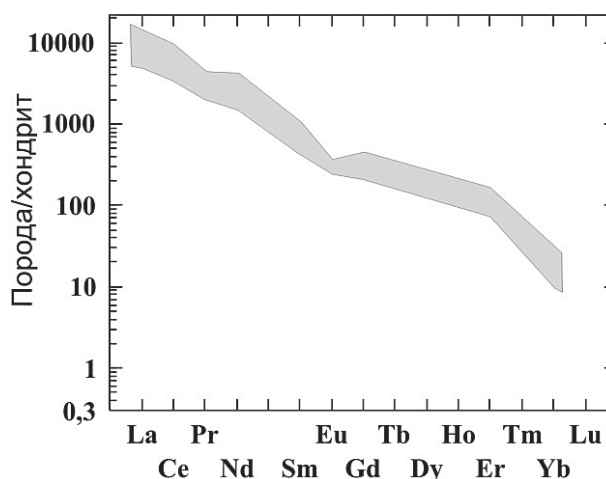


Рис. 2. Диаграмма нормированных содержаний РЗЭ в карбонатитах участка Пограничный. Нормировано к хондриту по [5].

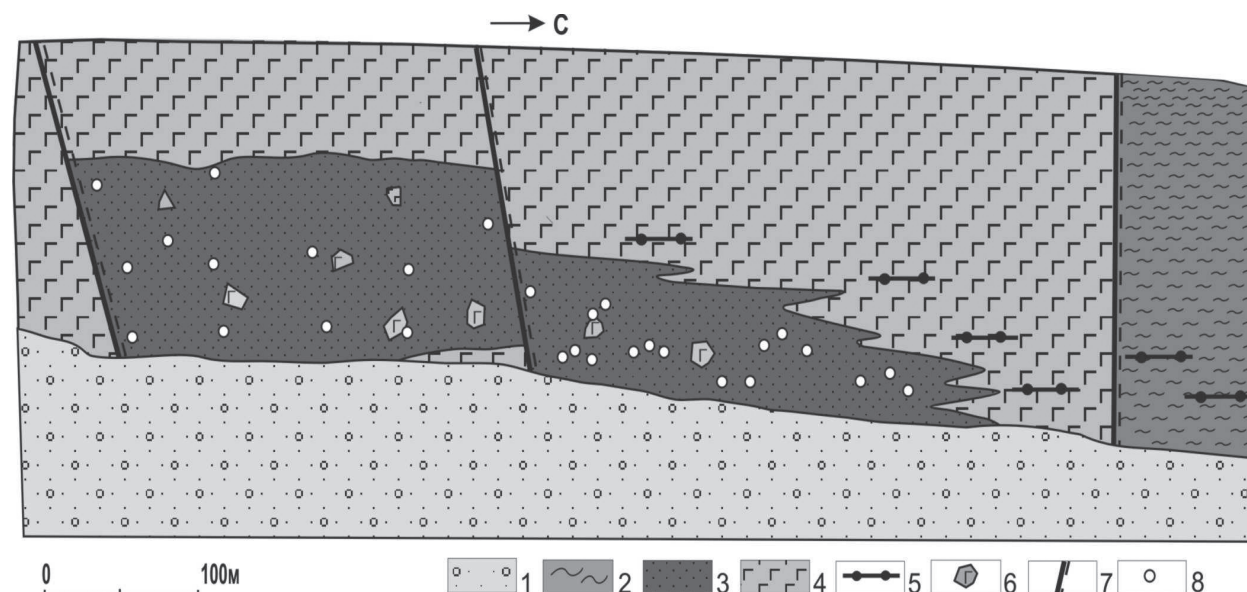


Рис. 1. Схема геологического строения проявления Пограничного.

1 - современные рыхлые отложения; 2 - кристаллические сланцы; 3 - доломитовые карбонатиты; 4 - габбро, габбродолериты; 5 - дайки щелочных сиенитов; 6 - ксенолиты габброидов; 7 - тектонические нарушения; 8 - точки отбора проб.

ного являются повышенные концентрации РЗЭ (до 1,5 мас.% TR_2O_3), стронция (до 4,2 мас.% SrO) и фосфора (более 3,5 мас. % P_2O_5). Содержание РЗЭ в 1,5-2 раза выше, чем в среднем доломитовом карбонате [3]. Главным носителем РЗЭ является апатит.

РЗЭ представлены существенно легкими лантаноидами (рис. 2). Количество лантана варьирует от 0,92 до 1,2 мас.% La_2O_3 , церия от 2,15 до 2,64 мас.% Ce_2O_3 , неодима от 0,65 до 1,3 мас.% Nd_2O_3 (табл. 1).

Концентрация стронция более чем в 3 раза превышает содержание в среднем доломитовом карбонате по [6]. Главным источником его являются доломит и апатит. Содержание SrO в апатите варьирует от 5,51 до 6,65 мас.% SrO (табл. 1), а в доломите от 1,17 до 4,5 мас.%. Столь высокие концентрации стронция в тригональных карбонатах явление неординарное и, вероятно, обусловлено не только высокими содержаниями его в системе, но и повышенными давлениями в момент кристаллизации карбонатитового расплава.

Табл. 1

Химический состав апатита и торита из карбонатитов проявления Пограничного

компонент	Апатит					Торит			
SiO ₂	-	-	-	-	-	13,56	13,3	7,2	14,62
FeO	-	-	-	-	-	н/опр	н/опр	3,52	0,5
MgO	-	-	-	-	-	н/опр	н/опр	0,61	
CaO	44,68	45,28	45,46	44,47	44,45	1,78	1,87	3,63	1,82
Na ₂ O	1,22	1,23	1,05	0,75	1,02	-	-	-	-
SrO	6,65	6,48	5,51	6,43	5,94	0,69	0,86	1,91	0,68
P ₂ O ₅	40,56	40,54	40,58	40,14	39,43	3,68	3,97	5,53	2,76
F	2,23	3,04	2,9	2,4	3	-	-	-	-
La ₂ O ₃	0,99	0,92	1,1	1,2	1,09	2,03	3,58	2,77	2,06
Ce ₂ O ₃	2,64	2,31	2,45	2,17	2,15	3,76	5,19	4,05	3,3
Pr ₂ O ₃	н/опр	-	-	-	-	0,73	0,76	-	-
Nd ₂ O ₃	0,65	1,3	1,2	0,98	0,96	1,39	1,69	-	1,02
ThO ₂	-	-	-	0,88	1	63,47	61,66	53,91	66,76
Сумма	100,54	101,11	100,25	100,54	99,06	91,09	92,88	83,14	93,53
- O = F ₂	0,94	1,28	1,22	1,01	1,26				

Примечание. Здесь и далее (-) – элемент не обнаружен, н/опр – элемент не определялся.

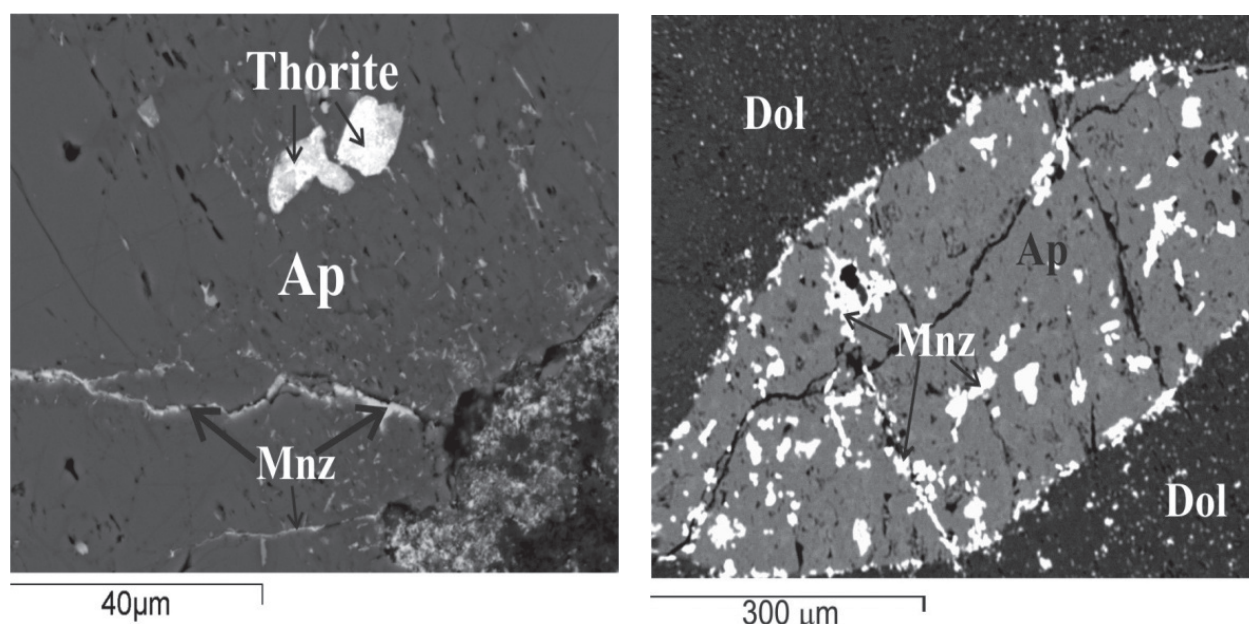


Рис. 3. а - выделения торита (Thr) (белое) и прожилков монацита (Mnz) в апатите. б - вкрапленность монацита (Mnz) в апатите (Ap), в доломите (Dol) присутствует тонкая сыпь (белое) стронцианита.

Редкометалльные минералы слагают вкрапленность, прожилки, тяготеющие к апатиту, пирохлору. Торит наблюдается в виде неправильной формы зерен, обычно в апатите (рис. 3а). Состав его представлен в табл. 1. Особенностью минерала является присутствие редкоземельных элементов и стронция от 0,68 до 1,69 мас.% SrO.

Монацит в карбонате представлен маломощными прожилками, цементирующими участки трещиноватости, и выделениями в апатите (рис. 3б). Он характеризуется значительным количеством тория (до 7 мас. % ThO₂), серы и стронция (табл. 2).

Табл. 2

Химические составы монацита из карбонатов проявления Пограничного, мас. %.

P ₂ O ₅	CaO	SO ₃	SrO	La ₂ O ₃	Ce ₂ O ₃	Pr ₂ O ₃	Nd ₂ O ₅	ThO ₂	Сумма
28,71	0,49	0,99	0,99	21,66	32,05	2,70	7,15	6,79	100,54
30,61	1,24	1,21	1,21	21,77	34,33	2,93	7,17	2,44	101,7

Выделения колумбита приурочены к пирохлору и магнетиту. В обоих случаях они локализованы в участках тектонической нарушенности пород. Составы пирохлора и колумбита приведены в табл. 3. Колумбит характеризуется высокой железистостью (низкой марганцовистостью), содержит до первых процентов тантал, вольфрам и торий.

Табл. 3

Химические составы пирохлора и колумбита из карбонатов участка Пограничный, мас. %.

Компонент	пирохлор					колумбит	
SiO ₂	-	-	-	-	10,05	1,07	3,68
CaO	4,73	3,35	4,32	2,46	3,44	0,36	1,05
TiO ₂	4,76	4,77	-	-	-	0,71	2,69
FeO	1,38	1,13	0,79	0,8	6,35	20,8	21,86
Nb ₂ O ₅	41,24	42,98	54,17	51,72	36,46	71,00	53,18
Ta ₂ O ₅	10,52	10,85	7,18	5,75	13,62	2,41	5,49
SrO	2,86	2,36	-	-	-	-	-
WO ₃	3,87	3,38	3,93	5,02	8,19	1,46	2,37
PbO	1,95	2,44	1,04	0,92	3,15	-	-
UO ₂	28,11	29,02	29,11	30,19	5,27	-	2,47
ThO ₂	-	-	-	-	5,61	1,13	3,9
Сумма	99,42	99,28	100,54	100,09	95,58	99,04	98,83

Примечание. В пирохлоре сумма дана с учетом Al₂O₃, BaO, Ce₂O₃, в колумбите с учетом MnO, Al₂O₃, Sc₂O₃.

1. Рипп Г.С., Бадмацыренов М.В., Скулыбердин А.А. Новое проявление карбонатов в Северном Забайкалье // Петрология. 2002. Т. 10, № 4. С. 411-442.

2. Рипп Г.С., Бадмацыренов М.В., Дорошкевич А.Г. Минеральный состав и геохимические особенности карбонатов проявления Пограничное (Северное Прибайкалье) // Плюмы и проблема глубинных источников щелочного магматизма. Труды III международного семинара. Иркутск-Хабаровск. 2003. С. 88-108.

3. Рипп Г.С., Дорошкевич А.Г., Посохов В.Ф. Возраст карбонатитового магматизма Забайкалья // Петрология. 2009. Т. 17, №1. С. 79-96.

4. Lastochkin E.I., Ripp G.S., Doroshkevich A.G., Badmatsirenov M.V. Metamorphism of the Veseloe carbonatites, North Transbaikalia // Deep seated magmatism, its sources and plumes. Mirny-Irkutsk. 2006. P. 207-223.

5. Sun S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // Eds. Saunders A.D., Norry M.J. Magmatism in the ocean basins. Geol. Special Publ. 1985. № 42. P. 313-345.

6. Woolley A.R., Kempe D.R. Carbonatites: nomenclature, average, chemical composition and element distribution. Unwin Hyman, London, 1989. P. 1-14.