

## ОСОБЕННОСТИ ПЕРОВСКИТА КАРБОНАТИТОВЫХ МАССИВОВ МАЙМЕЧЕ-КОТУЙСКОЙ ЩЕЛОЧНОЙ ПРОВИНЦИИ

Гриценко Ю.Д.

Перовскит является характерным акцессорным минералом щелочных ультраосновных массивов с карбонатитами. В некоторых массивах перовскит образует значительные скопления.

В природных соединениях группы перовскита  $ABO_3$  основными видообразующими катионами являются Ca, Na, REE, Sr, Pb и K в позиции A; Ti, Nb и Fe в позиции B, обычны изоморфные примеси Th, U, Ta, Al, Si, Zr, Mg и Mn (Mitchell et al., 2017). Группа перовскита включает следующие минеральные виды: перовскит  $CaTiO_3$  (Rose, 1839); лопарит  $(Ce,Na,Ca)(Ti,Nb)O_3$  (Кузнецов, 1925); луешит  $NaNbO_3$  (Satiannikoff, 1959); латраппит  $(Ca,Na)(Fe,Nb,Ti)O_3$  (Nickel, 1964); македонит  $PbTiO_3$  (Radusinovio, Markov, 1971); таусонит  $SrTiO_3$  (Воробьев и др., 1984); изолуешит  $(Na,La,Ca,Sr)(Nb,Ti)O_3$  (Chakhmouradian et al., 1997), бариоперовскит  $BaTiO_3$  (Ma, Rossman, 2008), мегавит  $CaSnO_3$  (Galuskin, Galuskina, Gazeev, 2011), гольдшминдит  $KNbO_3$  (Meyer et al., 2018). Все перечисленные минеральные виды, за исключением македонита, изолуешита, мегавита и гольдшминдита, связаны между собой непрерывными или близкими к непрерывным изоморфными рядами. В карбонатитоносных массивах химический состав минералов группы перовскита эволюционирует по трем основным трендам: луешитовому (обогащение Na и Nb), латраппитовому (обогащение Fe и Nb) и лопаритовому (обогащение Na и REE) (Шахмурадян, 1995).

Маймече-Котуйская щелочная провинция располагается в бассейне рек Котуя и Маймечи, в северной части Сибирской платформы, на территории Таймырского (Долгано-Ненецкого) округа, Красноярский край. На этой территории находится более десятка карбонатитовых массивов, причем многие из них содержат минералы группы перовскита. Были изучены перовскиты из самых крупных массивов этой провинции – Гулинского, Одихинча и Кугда. Массивы представляют собой кольцевые интрузии, сложенные последовательно внедрившимися оливинитами, якупирангитами, существенно мелилитовыми (турьяиты, окаиты) и существенно нефелиновыми (уртиты, ийолиты, мельтейгиты) породами, карбонатитами и фоскоритами (Егоров, 1969). Перовскит встречается во всех породах, обладая своими типоморфными особенностями в каждом типе.



Рис. 1. Двойник прорастания перовскита. Размер кристалла 8 мм. Кугда. Фото В. Левицкий.

Наиболее крупные скопления перовскита в перидотитах характерны для Кугдинского массива, где они слагают промышленные залежи перовскит-титаномагнетитовых руд (рудные оливиниты и рудные пироксениты). Кугдинский массив расположен в северной части Маймече-Котуйской провинции. Центральный тип строения массива подчеркивается концентрическим расположением слагающих его пород, наибольшим распространением пользуются оливиниты, в меньшем объеме развиты нефелин-пироксеновые и мелилитовые образования. Образование перовскита в оливин-клинопироксеновых меланефелинитах контролировалось недосыщенностью исходного расплава  $SiO_2$  при повышенных концентрациях в нем Ca и Ti. Габитус кристаллов перовскита псевдокубический, часто образует двойники прорастания (рис. 1), состав близок к теоретическому (табл. 1., ан. № 1).

Для перидотитов большинства массивов характерно образование перовскита в результате взаимодействия ранних минералов этих пород с мелилитовым, якупирангитовым расплавом, обогащенным кальцием. В таких случаях перовскит образует реакционные каймы шириной 0,1-3 мм вокруг зерен титаномагнетита (рис. 2). Состав этого перовскита также близок к стехиометричному. Иногда содержит невысокие содержания железа (табл. 1, ан. 2,3).

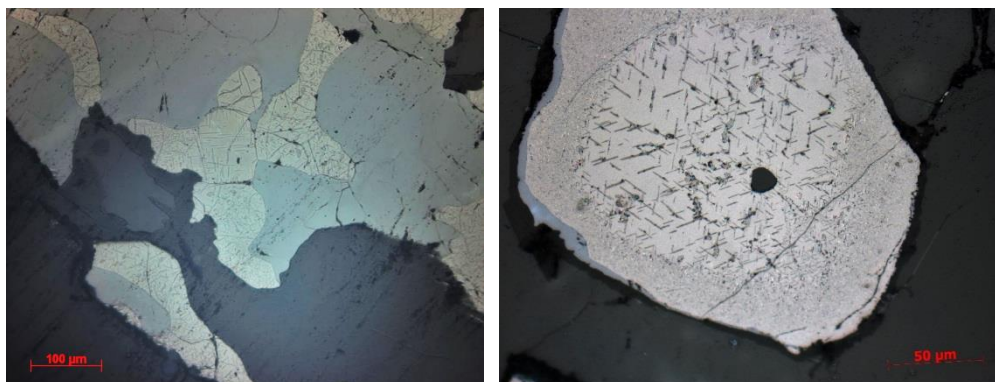


Рис. 2. Каймы перовскита (серое) вокруг зерна титаномагнетита (светло-серое) со структурами распада ильменита и ульвошпинели (темносерое). Фотографии в отраженном свете.

В ийолит-пегматитах массива Одихинча перовскит не получил широкого распространения. Основными титановыми минералами этих пегматитовых жил являются титановые гранаты – моримотоит и меланит. Лишь в нескольких пегматитовых жилах перовскит образует сростки хорошо ограненных кристаллов октаэдрического габитуса. Причем в ассоциации с перовскитом гранат относительно беден титаном, содержание  $TiO_2$  в нем не превышает 5 мас. %. Перовскит беден примесями, содержание  $Nb_2O_3$ ,  $Se_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Na_2O$  не превышает 0.8 мас. % (табл.1, ан. 4).

Среди редких сиенитовых жил пегматитов в ассоциации с микроклином, эгирином, нефелином, минералами группы эвдиалита при относительном возрастании содержания  $SiO_2$  в исходном расплаве, вместо перовскита широким распространением пользуется сфен, образующий в пегматитах кристаллы размером до 1 см.

Наиболее богаты перовскитом турьяиты и окаиты – мелилитовые породы, пегматоидные жилы и метасоматиты, широко распространенные в центральной части Гулинского плутона. Перовскит в ассоциации с мелилитом, флогопитом и апатитом, а также в апомелилитовых диопсид-кальцитовых породах образует отдельные зерна, кристаллы и мономинеральные шпиры длиной до 30 см, размер отдельных кристаллов достигает 5,5-6 см. Перовскит обладает кубооктаэдрическим габитусом и беден примесями.

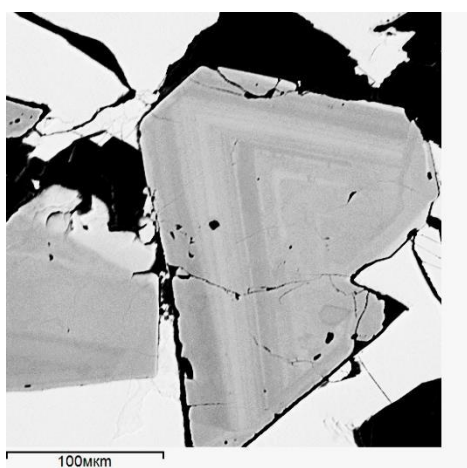


Рис. 3. Зональный кристалл перовскита в ассоциации с пирротинном (белое), кальцитом, апатитом (черное) из фоскоритов Гулинского массива. Фотография в отраженных электронах.

В отличие от карбонатитовых массивов Карело-Кольского региона, массивы Маймече-Котуйской провинции содержат небольшое количество фоскоритов. Фоскориты Гулинского плутона образуют штокообразные тела до нескольких метров в поперечнике, состоящие из апатита, диопсида, кальцита, флогопита, магнетита, форстерита, перовскита, цирконолита, пирротина, джерфшерита и др. Перовскит образует сложно-зональные хорошо ограненные кристаллы кубического,



3	нпо	41,24	57,45	0,48	нпо	нпо	нпо	нпо	99,17
4	0,2	40,05	55,24	0,21	0,82	нпо	нпо	нпо	96,32
5	1,99	33,1	50,1	1,39	6,26	0,98	3,14	нпо	94,97
6	2,35	31,9	51,4	2,13	5,4	1,05	4,25	0,2	96,33
7	2,37	34,4	48,5	2,5	9,47	1,11	2,11	нпо	98,09
8	2,55	33,1	48,9	1,69	8,49	1,32	2,99	нпо	96,49
9	2,34	32,4	46,8	1,69	12,1	0,71	2,67	нпо	96,37
10	3,15	32,4	47,9	1,41	11,4	1,06	3,45	нпо	97,62
11	1,11	35	52,3	1,2	3,88	1,3	2,63	нпо	96,31
12	2,24	33,9	51,9	0,89	6,51	0,69	3,48	нпо	97,37
13	1,73	34,1	51,7	1,65	4,56	1,51	4,14	нпо	97,66
14	1,86	34,26	52,74	1,21	2,97	1,15	3,21	нпо	95,54
15	2,88	27,9	52,52	0,59	1,28	4,21	8,05	3,03	97,58
16	3,32	28,7	52,8	нпо	0,49	4,69	9,96	нпо	96,64
17	1,77	34,3	52,5	1,74	3,05	1,01	2,57	нпо	95,17
18	1,81	34,1	52,8	1,46	5,25	1,38	4,12	нпо	99,11
19	1,37	35,6	49,1	3,15	5,43	1,37	2,71	нпо	97,36
20	0,98	37,27	46,91	3,97	10,93	нпо	нпо	нпо	99,08
21	2,12	35,53	40,31	4,08	17,26	нпо	нпо	нпо	97,18
22	1,76	37,32	44,32	4,04	12,05	нпо	нпо	нпо	97,73

*Примечание. Химический анализ проведен в Минералогическом музее имени А.Е. Ферсмана РАН с помощью электронно-зондового микроанализатора «Camebax-microbeam» (Франция) с энергодисперсионным Si(Li)-детектором и системой анализа INCA Energy Oxford (ускоряющее напряжение 20 кВ, ток пучка 30 нА). «нпо» - содержание элемента ниже предела обнаружения.*

Таким образом, в карбонатитовых массивах Маймеча-Котуйской щелочной провинции от наиболее ранних серий пород (ультраосновной мельтейгит-уртитовой и турьяитовой) к более поздним сериям химический состав перовскита эволюционировал по двум основным трендам: в кальцитовых и доломитовых карбонатитах по луешитовому (обогащение натрием и ниобием); в фоскоритах – по лопаритовому (обогащение натрием и редкоземельными элементами).

#### Литература

*Воробьев Е.И., Конев А.А., Малышонок Ю.В., Афонина Г.Г., Сапожников А.Н.* Таусонит SrTiO<sub>3</sub>-новый минерал из группы перовскита // ЗВМО. 1984. Часть 113. Вып. 1, стр. 86–89.

*Кузнецов И.Г.* Лопарит – новый редкоземельный минерал из Хибинских тундр // Известия Геологического комитета. 1925. Вып. 44. С. 663–682.

*Егоров Л.С.* Ийолит-карбонатитовый плутонизм. Л.: Недра. 1991. 260 с.

*Егоров Л.С.* Мелилитовые породы Маймеча-Котуйской провинции. Л.: Недра. 1969. 248 с.

*Шахмурадян А.Р.* Минералы группы перовскита из горных пород щелочных магматических формаций Кольского полуострова. Автореф. Канд. г.-мн. н. С.-Пб. 1996.

*Anders E., Grevesse N.* Abundances of the elements: meteoritic and solar // Geochim. Cosmochim. Acta. 1989. V. 53.P. 197–214.

*Chakhmouradian A.R., Yakovenchuk V.N., Mitchell R.H., Bogdanova A.N.* Isolueshite; a new mineral of the perovskite group from the Khibina alkaline complex // European Journal of Mineralogy. 1997. V. 9. P. 483–490.

*Galuskin E.V., Galuskina I.O., Gazeev V.M., Dzierzanowski P., Prusik K., Pertsev N.N., Zadov A.E., Bailau R., Gubanov A.G.* Megawite, CaSnO<sub>3</sub>: A new perovskite-group mineral from skarns of the Upper Chegem-caldera, Kabardino-Balkaria, Northern Caucasus, Russia // *Mineralogical Magazine*. 2011. V. 75. P. 2563–2572.

*Ma C., Rossman G.R.* Barioperovskite, BaTiO<sub>3</sub>, a new mineral from the Benitoite Mine, California // *American Mineralogist*. 2008. V. 93. P. 154–157.

*Meyer N.A., Wenz M.D., Walsh J. P.S., Jacobsen S.D., Locoock A.J. and Harri, J.W.* Goldschmidtite, IMA 2018-034 // *Mineralogical Magazine*. 2018. V. 82. P. 1015–1021.

*Mitchell R.H., Welch M.D., Chakhmouradian A.R.* Nomenclature of the perovskite supergroup: A hierarchical system of classification based on crystal structure and composition // *Mineralogical Magazine*. 2017. V. 81(3). P. 411–461.

*Nickel E.H.* Latrappite – a proposed new mineral name for the perovskite-type calcium niobate mineral from the Oka area of Québec // *The Canadian Mineralogist*. 1964. V. 8. P. 121–122.

*Radusinovic D., Makov C.* Macedonite – lead titanate: A new mineral // *American Mineralogist*. 1971. V. 56. P. 387–394.

*Ros G.* Beschreibung einiger neuer Mineralien vom Ural // *Pogendorff Annalen der Physik und Chemie*. 1839. V. 48. P. 551–572.

*Safianikoff, A.* Un nouveau minéral de niobium // *Academe des Seances Royale de l'Outre-mer Bulletin*. 1959. V. 5. P. 1251–1255.