

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. Центральным типом 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).

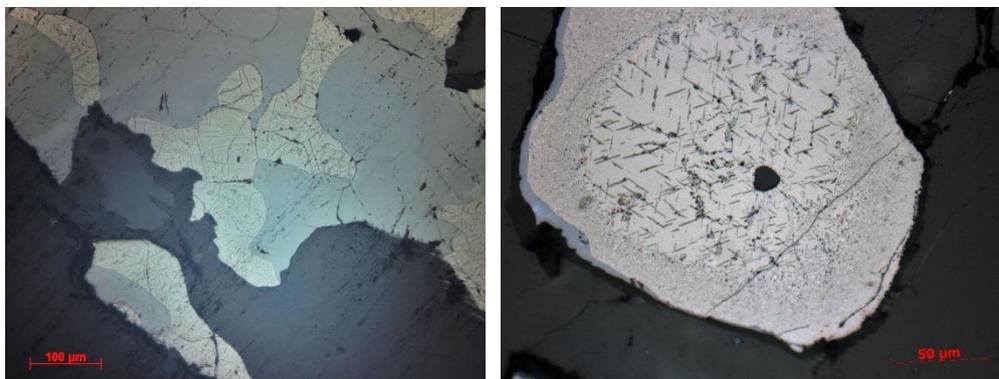


Рис. 2. Каймы перовскита (серое) вокруг зерна титаномагнетита (светло-серое) со структурами распада ильменита и ульвошпинели (темносерое). Фотографии в отраженном свете.

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.

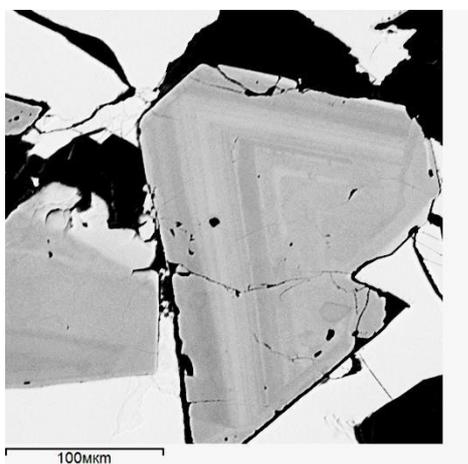


Рис. 3. Зональный кристалл перовскита в ассоциации с пирротинном (белое), кальцитом, апатитом (черное) из фоскоритов Гулинского массива. Фотография в отраженных электронах.

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., Афолина Г.Г., Сапожников А.Н. Таусонит SrTiO₃-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, CaSnO₃: 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, BaTiO₃, 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.