



Коллекция титановых гранатов Минералогического музея имени А.Е. Ферсмана РАН

Гриценко Ю.Д.

Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана РАН
 e-mail: Ygritsenko@rambler.ru

Титановые гранаты широко распространены во многих скарнах и ультраосновных щелочных массивах. Шорломит, моримотоит и андрадит образуют широкие серии твердых растворов. Наиболее распространенными считаются меланит (Ti-содержащий андрадит) и шорломит. Была изучена коллекция титановых и титаносодержащих гранатов Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана РАН. Все полученные составы гранатов располагаются от чистого андрадита до поля, отвечающего составу моримотоита. Ни одного шорломита среди изученных образцов коллекции не установлено. Пересчет составов гранатов из литературных источников также показал широкое развитие моримотоита и титаносодержащего андрадита, собственно шорломит оказался редок. Полученные данные позволяют делать вывод о гораздо большем распространении моримотоита, в отличие от шорломита, достоверных находок которого гораздо меньше, чем считалось ранее.

Ключевые слова: титановые гранаты, моримотоит, шорломит, андрадит, меланит, Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана РАН.

Титановые гранаты широко распространены во многих скарнах и ультраосновных щелочных массивах. Комиссией IMA по новым минералам, номенклатуре и классификации (CNMNC) утверждены три титанистых граната: шорломит с формулой $\text{Ca}_3(\text{Ti}, \text{Fe}^{3+})_2(\text{Si}, \text{Fe}^{3+})_3\text{O}_{12}$, его алюминиевый аналог хатчеонит $\text{Ca}_3(\text{Ti}, \text{Fe}^{3+})_2\text{SiAl}_2\text{O}_{12}$ и моримотоит $\text{Ca}_3(\text{Ti}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+})_2(\text{Si}, \text{Fe}^{3+})_3\text{O}_{12}$. Шорломит впервые описан и назван Шепардом (Shepard, 1846), Уитни (Whitney, 1849). Формулой конечного члена принято считать $\text{Ca}_3\text{Ti}_2(\text{SiFe}^{3+})_3\text{O}_{12}$. Моримотоит был описан Хемни (Henmi et al., 1995) с формулой конечного члена $\text{Ca}_3\text{TiFe}^{2+}\text{Si}_3\text{O}_{12}$. Считалось, что гораздо большим распространением пользуется шорломит по сравнению с моримотоитом как в коллекции Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана РАН, так и по литературным данным. Моримотоит достаточно редок в природе. Различными исследователями

был установлен моримотоит в виде мелких кристаллов или отдельных зон в кристаллах граната только в нескольких проявлениях: скарновое проявление Fuka в префектуре Окаяма в Японии – rare locality (Henmi e.a., 1995); остальные находки связаны со щелочными породами – в округе San Benito в Калифорнии, США (Armbruster e.a., 1998), в комплексе Ice River, Канада (Antao, 2014), на реке Мороту на Сахалине (Grapes e.a., 1979) и в Хибинах на горе Расвумчорр (Михайлова и др., 2006). Хотя в последней работе авторы, к сожалению, не приводят состав установленного граната. Хатчеонит с идеализированной формулой $\text{Ca}_3\text{Ti}_2(\text{SiAl}_3\text{O}_{12})$, был открыт в 2014 г. в Ca-Al включениях в метеорите (углистом хондрите) Алленде, где он метасоматически развивается по мелилиту, перовскиту и Ti-Al-диопсиду (Ma & Krot, 2014).

Кроме того, в литературе часто используется термин «меланит», обозначающий высокотитанистый андрадит, обычно содержащий 5–10 мас.% TiO_2 и пользующийся гораздо большим распространением по сравнению с шорломитом и моримотоитом. В меланите (андрадите) реализуются две схемы изоморфного вхождения четырехвалентного титана: шорломитовый тип $2^{VI}Fe^{3+} + 2^{IV}Si^{4+} \rightarrow 2^{IV}Ti^{4+} + 2^{VI}Fe^{3+}$ и моримотоитовый $2^{VI}Fe^{3+} \rightarrow ^{IV}Ti^{4+} + ^{VI}Fe^{2+}$.

Была изучена коллекция титановых и титансодержащих гранатов Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана, включающая 22 образца из различных карбонатитовых и скарновых месторождений мира. Были проанализированы образцы из Африканды, Вуориярви, Коальский п-ов; рудника Ожидаемый, Минусинский округ; Гули, Одихинчи, Сибирь, Красноярский край; Дахуу-Нура, Тува; Фадью-Куда, Таймыр; Муруна и Ингили, Алдан, Якутия; Magnet Cove и Hot Spring Co, США, Valtigels, Тироль, Италия; Ахматовской копи, Урал; Питкяранты, Карелия; Врассиано, Италия.

По данным микронзондового состава (52 анализа), содержание титана в гранатах варьирует от следов до 16.2 мас.%, суммарного железа 15.5–25.1 мас.%, алюминия от следов до 5.26 мас.%; циркония от следов до 15.9 мас.%. Все полученные составы в пересчете на миналы нанесены на диаграмму (рис. 1), предложенную в работе Grew e.a., 2013. Шорломитовый минал рассчитывался как $\frac{1}{2}Ti^{4+}$ в октаэдрической позиции, скомпенсированный трехвалентными катионами ($Fe^{3+} + Al$) в тетраэдре при $Fe^{3+} \gg Al$, моримотоитовый – Ti^{4+} , скомпенсированный двухвалентными катионами ($Fe^{2+} + Mg$) в октаэдрической позиции при $Fe^{2+} \gg Mg$. При этом в сумме шорломитовых миналов не учитывались циркониевые миналы – кимцит и керимасит.

Из полученных данных на диаграмме составов (рис. 1) видно, что все точки составов гранатов располагаются от чистого андрадита до поля, отвечающего составу моримотоита. Ни одного шорломита среди изученных образцов коллекции Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана РАН не установлено. Соотношение моримотоитового и шорломитового миналов варьирует от 6.9 до 0.8 в Ti -андрадитах и от 1.5 до 1.1 в собственно титановых гранатах.

При нанесении составов на диаграмму учитывалась сумма шорломитовых и моримотоитовых миналов, в отличие от других авторов, которые в своих работах разделяют моримотоитовые миналы, не разделяя при этом шорломитовые. На рисунке 1

нанесены данные по составам гранатов, опубликованные в работах Кухаренко, Багдасаров, 1962; Кухаренко и др., 1965; Pass, 1984; Flohr, Ross, 1989; Henmi e.a., 1995; Locock e.a., 1995; Chakhmouradian, Zaitsev, 2002; Chakhmouradian, McCammon, 2005; Galuskina e.a., 2005; Antao, 2014; Antao e.a., 2015, и из частной коллекции.

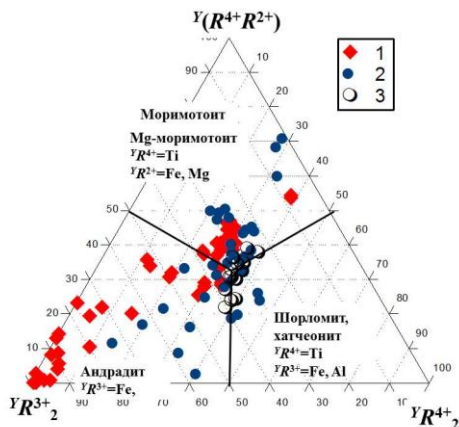


Рис. 1. Состав титановых и титансодержащих гранатов: 1 – коллекции Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана РАН; 2 – щелочных массивов: Африканда по данным (Кухаренко, Багдасаров, 1962; Кухаренко и др., 1965; Pass, 1984; Chakhmouradian, Zaitsev, 2002; Chakhmouradian, McCammon, 2005); Озерная Варака, Ковдор, Салмагорский массив по данным (Кухаренко и др., 1965; массивы Турьего мыса, Гули по данным (Pass, 1984); массива Ice River, Канада по данным (Locock e.a., 1995; Antao, 2014); Magnet Cove, США по данным (Flohr, Ross, 1989; Chakhmouradian, McCammon, 2005; Antao e.a., 2015); родингитоподобных пород Виллоя, Якутия, по данным (Galuskina e.a., 2005); скарнового проявления Fuka, Япония (Henmi e.a., 1995); 3 – щелочного массива Африканда (образцы из частной коллекции).

Большинство составов попадает в поле моримотоита и андрадита. Наибольшее количество моримотоитового минала содержат гранаты из type locality – скарнового проявления Fuka в Японии (68–71%). Наибольшее количество точек располагается в центре треугольной диаграммы с небольшим смещением в поле моримотоита. Шорломита оказалось на удивление мало. Это гранаты из кальцит-амфибол-пироксеновых пород щелочного массива Африканда (Кухаренко, Багдасаров, 1962; Chakhmouradian, Zaitsev, 2002; Chakhmouradian, McCammon, 2005; образцы из частной коллекции), некоторые образцы из щелочного массива Магнет Ков (Flohr, Ross, 1989; Antao, 2014). В коллекции Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана есть 4 образца из ийолит-пегматитов массива Африканда

и 3 крупных одиночных кристалла из Магнет Ков. Состав всех этих гранатов отвечает моримотоиту.

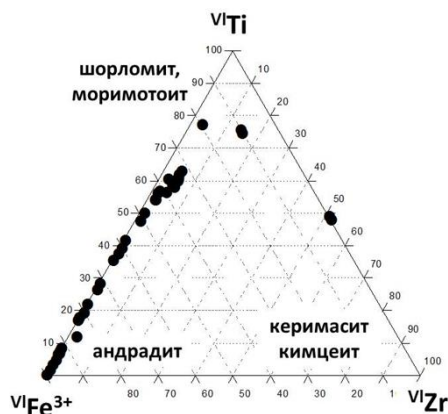


Рис. 2. Состав титановых и титансодержащих гранатов (а.ф.) в коллекции Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана РАН.

Список литературы:

- Кухаренко А.А., Багдасаров Э.А. (1962) Парагенезис и кристаллохимические особенности титановых гранатов из щелочно-ультраосновных пород Кольского полуострова // Уч. зап. АГУ. № 312. Вып. 13. С. 321–331.
- Кухаренко А.А., Орлова М.П., Булах А.Г., Багдасаров Э.А., Римская-Корсакова О.М. и др. (1965) Каледонский комплекс ультраосновных щелочных пород и карбонатитов Кольского полуострова и северной Карелии. М.: Недра. 769 с.
- Михайлова Ю.А., Коноплева Н.Г., Яковенчук В.Н., Иванюк Ю.П., Меньшиков Ю.П., Пахомовский Я.А. (2006) Минералы группы корунда в породах Хибинского щелочного массива (Кольский полуостров) // Зап. РМО. № 5. С. 41–54.
- Расс И.Т. (1984) О новом минерале $\text{Ca}_3\text{Ti}_2\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ в группе титанистых андрадитов // Докл. АН СССР. т. 277. № 1. С. 196–199.
- Antao S.M. (2014) Crystal structure of morimotoite from Ice River, Canada // Powder diffraction. Vol. 29. № 4. P. 325–330.
- Antao, S.M., Mohib, S., Zaman, M., and Marr, R.A. (2015) Ti-rich andradites: chemistry, structure, multi-phases, optical anisotropy, and oscillatory zoning // Canadian Mineralogist. Vol. 53. P. 133–158
- Armbruster T., Birrer J., Libowitzky E., and Beran A. (1998) Crystal chemistry of Ti-bearing andradites // European Journal of Mineralogy. Vol. 10. P. 907–921.
- Chakhtouradian A.R., and McCammon C.A. (2005) Schorlomite: a discussion of the crystal chemistry, formula, and inter-species boundaries // Physics and Chemistry of Minerals. Vol. 32. P. 277–289.
- Chakhtouradian A.R., Zaitsev A.N. (2002) Calcite-amphibole – clinopyroxene rock from the Afrikanda complex, Cola Peninsula, Russia: mineralogy and a possible link to carbo-natites // Can Mineral. № 40. P. 1347–1374.
- Deer W., Howie R.A., Zussman J. (1992) Rock-Forming Minerals. Vol. 1.
- Flohr M.J.K. and Ross M. (1989) Alkaline igneous rocks of Magnet Cove, Arkansas: Metasomatized jiolite xenoliths from Diamond Jo quarry // American Mineralogist. Vol. 74. P. 113–131.
- Galuskina I.O., Galuskin E.V., Dzierzanowski P., Armbruster T., and Kozanecki M. (2005) A natural scandian garnet. // American Mineralogist. Vol. 90. Pp. 1688–1692.
- Grapes R., Yagi K., and Okumura K. (1979) Aenigmatite, sodic pyroxene, arfvedsonite and associated minerals in syenites from Morotu, Sakhalin // Contributions to Mineralogy and Petrology. Vol. 69. P. 97–103.
- Grew E.S., Locock A.J., Mills S.J., Galuskina I.O., Galuskin E.V. and Halenius U. (2013) IMA Report. Nomenclature of the garnet supergroup // American Mineralogist. Vol. 98. P. 785–811.
- Henmi C., Kusachi I. and Henmi K. (1995) Morimotoite, $\text{Ca}_3\text{TiFe}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$, a new titanian garnet from Fuka, Okayama Prefecture, Japan // Mineralogical Magazine. Vol. 59. P. 115–120.
- Locock A., Luth R.W., Cavell R.G., Smith D.G.W., and Duke M.J.M. (1995) Spectroscopy of the cation distribution in the schorlomite species of garnet // American Mineralogist. Vol. 80. P. 27–38.
- Ma C. and Krot A.N. (2014) Hutcheonite, $\text{Ca}_3\text{Ti}_2(\text{SiAl})_2\text{O}_{12}$, a new garnet mineral from the Allende meteorite: An alteration phase in a Ca-Al-rich inclusion // American Mineralogist. Vol. 99. P. 667–670.
- Platt R.G. and Mitchell R.G. (1979) The Marathon Dikes. I: Zirconium-rich titanian garnets and manganese magnesian ulvöspinel-magnetite spinels // American Mineralogist. Vol. 64. P. 546–557.
- Shepard C.U. (1846) On three new mineral species from Arkansas, and the discovery of the diamond in North Carolina // American Journal of Science. Vol. 2. P. 249–254.
- Whitney J.D. (1849) Examination of three new mineralogical species proposed by Professor C.U. Shepard // Journal of Natural History, Boston. Vol. 6. P. 42–48.