

НОВЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ДАННЫЕ Ti-Zr-Nb ДИОРТОСИЛИКАТОВ

Золотарёв А.А. мл. (aazolotarev@gmail.com)¹, Кривовичев С.В.¹,
Яковенчук В.Н.², Селиванова Е.А.², Паникоровский Т.Л.¹,
Пахомовский Я.А.², Иванюк Г.Ю.²

¹Санкт-Петербургское отделение. Санкт-Петербургский Государственный Университет

²Кольское отделение. Кольский научный центр РАН

NEW STRUCTURAL DATA OF Ti-Zr-Nb DISILICATES

Zolotarev A.A. jr.¹, Krivovichev S.V.¹, Yakovenchuk V.N.²,
Panikorovskii T.L.¹, Selivanova E.A.², Pakhomovsky Y.A.², Ivanyuk G.Yu.²

¹Saint Petersburg branch. Saint Petersburg State University

²Kola branch. Kola Science Centre, Russian Academy of Sciences

Ti-Zr-Nb–диортосиликаты – редкие акцессорные минералы щелочных пород: обычно карбонатитов и нефелиновых сиенитов (и связанных с ними пегматитов) (Bellezza et al, 2004). На сегодняшний день описано достаточно большое количество минералов, относящихся к этому классу, и открытия новых минералов продолжают каждый год. Так, например, совсем недавно были открыты и описаны такие минералы как звягинит (Pekov et al., 2014), батиеваит-(Y) (Lyalina et al., 2016), фогоит-(Y) (Samara et al., 2016). Разнообразие минеральных видов в этом семействе связано с широким диапазоном вариации структурных модулей и различных схем катионного замещения, что в свою очередь определяется структурной и химической сложностью данных минералов. Благодаря этому Ti-Zr-Nb–диортосиликаты продолжают и сегодня привлекать значительное внимание со стороны минералогов и кристаллохимиков (Sokolova and Samara, 2013; Lyalina et al., 2015; Lykova et al., 2015a,b). В данном докладе представлены новые структурные данные для двух членов семейства Ti-Zr-Nb – диортосиликатов: шкатулкалита $\text{Na}_{10}\text{MnTi}_3\text{Nb}_3(\text{Si}_2\text{O}_7)_6(\text{OH})_2\text{F}\cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (Menchikov et al, 1996) и потенциально нового минерала состава $(\text{Na,Ca})_{13}(\text{Fe,Mn},\square)_2(\text{Ti,Zr})_5(\text{Si}_2\text{O}_7)_4(\text{OH},\text{O})_{12}$. Шкатулкалит, относящийся к группе эпистолита, был открыт и описан в 1996 (Menchikov et al., 1996), тогда же были проведены исследования рентгеновскими методами и установлено, что минерал моноклинный, параметры элементарной ячейки $a = 5.468$ (9), $b = 7.18$ (1), $c = 31.1$ (1) Å, $\beta = 94.0$ (2)°, $V = 1218$ (8) Å³, $Z = 1$, по погасаниям была предложена одна из пространственных групп Pm , $P2$, $P2/m$. Однако из-за плохого качества монокристалльных данных структура минерала решена не была. Образец шкатулкалита был исследован нами методом рентгеноструктурного анализа. Структура была решена и уточнена в пространственной группе $P2/m$ до R-фактора 8.14%. Параметры элементарной ячейки: $a = 5.4638$ (19), $b = 7.161$ (3), $c = 15.573$ (6) Å, $\beta = 95.750$ (9) °, $V = 606.3$ (4) Å³, $Z = 1$. Основу структуры шкатулкалита составляют *НОН* блоки,

характерные для многих Ti-диортосиликатов (Sokolova and Camara, 2013), где *H* – гетерополиэдрический слой, состоящий из октаэдров Nb и полиэдров Na (к.ч. = 8) связанных с диортогруппами, а *O*-слой – октаэдрический слой, состоящий из октаэдров Ti и Na. Между *HOH* блоками находятся молекулы воды. Опираясь на структурные данные, формулу минерала можно записать в следующем общем виде: $\text{Na}_5\text{Nb}_2\text{Ti}(\text{Si}_2\text{O}_7)_2\text{O}(\text{OH},\text{F})_5 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. В целом по структуре и составу шкатулкалит схож с эпистолитом. Природный Ti-Zr-диортосиликат с формулой $(\text{Na},\text{Ca})_{13}(\text{Fe},\text{Mn},\square)_2(\text{Ti},\text{Zr})_5(\text{Si}_2\text{O}_7)_4(\text{OH},\text{O})_{12}$ был также исследован нами методом рентгеноструктурного анализа. Потенциально новый минерал триклинный, пространственная группа *P*-1, параметры элементарной ячейки $a = 7.0477(5) \text{ \AA}$, $b = 9.8725(5) \text{ \AA}$, $c = 12.2204(9) \text{ \AA}$, $\alpha = 77.995(5)^\circ$, $\beta = 82.057(6)^\circ$, $\gamma = 89.988(5)^\circ$, $V = 823.35(9) \text{ \AA}^3$, $Z = 1$ ($R_1 = 0.074$). Основу структуры Ti-Zr-диортосиликата составляют «стены» из цепочек реберно связанных октаэдров («octahedral walls») связанных с диортогруппами, схожими с модульными структурными элементами, используемыми для описания структур минералов группы вёлерита-куспидина (Biagioni et al., 2012). В структуре имеют место два типа таких октаэдрических «стен» с шириной в 4 и 5 октаэдров, соответственно. Последние объединяются между собой через дополнительную цепочку из реберно связанных октаэдров, формируя зигзагообразный комплекс из октаэдрических «стен», на подобии «обойных» (wallpaper) структур боратов (Grice et al., 1999). Таким образом, исследованный природный Ti-Zr-диортосиликат является потенциально новым минералом с новым типом структуры.

Данная работа поддержана Грантами Президента РФ для научных школ НШ-10005.2016.5 и молодых кандидатов наук МК-3296.2015.5. Исследования проведены с использованием оборудования РЦ РДМИ Научного парка СПбГУ.

Bellezza M., Merlino S., Perchiazzi, N. Chemical and structural study of the Zr, Ti-disilicates in the venanzite from Pian di Celle, Umbria, Italy // Eur. J. Mineral. 2004. V16. p. 957-969.

Biagioni C., Merlino S., Parodi G. C., Perchiazzi N. Crystal chemistry of minerals of the wöhlerite group from the Los Archipelago, Guinea // Can. Mineral. 2012. V50. p. 593-609.

Camara, F., Sokolova, E., Abdu, Y.A., Hawthorne, F.C., Charrier, T., Dorcet, V., Carpentier, J.-F. Fogoite-(Y), $\text{Na}_3\text{Ca}_2\text{Y}_2\text{Ti}(\text{Si}_2\text{O}_7)_2\text{OF}_3$, a Group-I TS-block mineral from the Lagoa do Fogo, the Fogo volcano, the São Miguel Island, the Azores: Description and crystal structure // Mineral. Mag.2016. 80: (in press).

Grice J.D., Burns P.C., Hawthorne F.C. Borate minerals. II. A hierarchy of structures based upon the borate fundamental building block // Can. Mineral. 1999. V.37. p. 731-762.

Lyalina, L.M., Zolotarev Jr., A.A., Selivanova, E.A., Savchenko, Ye.E., Krivovichev, S.V., Mikhailova, Yu.A., Kadyrova, G.I., Zozulya, D.R. Batievaite-(Y), $\text{Y}_2\text{Ca}_2\text{Ti}[\text{Si}_2\text{O}_7]_2(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_4$, a new mineral from nepheline syenite pegmatite in the Sakharjok massif, Kola Peninsula, Russia // Mineral. Petrol. 2016. 110: (in press).

Lyalina L.M., Zolotarev A.A. Jr, Selivanova E.A., Savchenko Y.E., Zozulya D.R., Krivovichev S.V., Mikhailova Y.A. Structural characterization and composition of Y-rich hainite

from Sakharjok nepheline syenite pegmatite (Kola Peninsula, Russia) // Mineral. Petrol. 2015. V.109. p. 443–451.

Lykova I.S., Pekov I.V., Zubkova N.V., Chukanov N.V., Yapaskurt V.O., Chervonnaya N.A., Zolotarev A.A. Crystal chemistry of cation-exchanged forms of epistolite-group minerals, Part I. Agand Cu-exchanged lomonosovite and Ag-exchanged murmanite // Eur. J. Mineral. 2015a. V27. p. 535-549.

Lykova I.S., Pekov I.V., Zubkova N.V., Yapaskurt V.O., Chervonnaya N.A., Zolotarev A.A., Giester G. Crystal chemistry of cationexchanged forms of epistolite-group minerals. Part II. Vigrishinite and Zn-exchanged murmanite // Eur. J. Mineral. 2015a. V27. p. 669–682.

Menchikov Y.P., Khomyakov A.P., Polezhaeva L.I., Rastsvetaeva R.K. Shkatulkalite $\text{Na}_{10}\text{MnTi}_3\text{Nb}_3(\text{Si}_2\text{O}_7)_6(\text{OH})_2\text{F}\cdot 12\text{H}_2\text{O}$ —a new mineral // ZapiskiVMO. 1996.V.125 p.120-126.

Pekov I.V., Lykova I.S., Chukanov N.V., Yapaskurt V.O., Belakovskiy D.I., Zolotarev A.A., Zubkova N.V. Zvyaginite, $\text{NaZnNb}_2\text{Ti}[\text{Si}_2\text{O}_7]_2\text{O}(\text{OH},\text{F})_3(\text{H}_2\text{O})_{4+x}$ ($x < 1$), a new mineral of the epistolite group from the Lovozero alkaline pluton, Kola Peninsula, Russia // Geology of Ore Deposits. 2014. V.56. p. 644-656.

Sokolova E., Camara F. From structure topology to chemical composition; XVI, New developments in the crystal chemistry and prediction of new structure topologies for titanium disilicate minerals with the TS block // Can. Mineral. 2013. V.51. p. 861-891.