

НОВЫЕ ДАННЫЕ О МИНЕРАЛАХ ГРУППЫ ГИАЛОТЕКИТА ИЗ ЩЕЛОЧНОГО МАССИВА ДАРАИ-ПИЁЗ (ТАДЖИКИСТАН)

Агаханов А.А.^{1,2}, Паутов Л.А.², Карпенко В.Ю.², Сийдра О.И.¹

¹Институт Наук о Земле, СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия

²Минералогический музей им А.Е. Ферсмана, РАН, Москва, Россия

A NEW DATA ABOUT MINERALS OF HYALOTEKITE GROUP FROM ALKALINE MASSIF DARAI – PIOZ, TADJIKISTAN

A.A. Agakhanov, L.A. Pautov, V.Yu. Karpenko, O.I. Siydra

¹Institute of Earth Sciences, SPbState University, Saint Peterburg, Russia

²Fersman Mineralogical Museum RAS, Moscow

Группа гиалотекита – относительно малочисленная группа каркасных боросиликатов с общей формулой $A_4M_2T(1)_2T(2)_2T(3)_8O_{28}X$, где $A = \text{Ba, Pb, K}$; $M = \text{Ca, Y}$; $T(1) = \text{B, Be}$; $T(2) = \text{Si, B}$; $T(3) = \text{Si}$; $X = \text{F, O}$, в которую входят в настоящее время три минерала: гиалотекит $(\text{Ba,Pb,K})_4\text{Ca}_2[\text{Si}_8(\text{B,Be})_2(\text{Si,B})_2\text{O}_{28}]$ F, капицаит-(Y) $(\text{Ba,K})_4(\text{Y,Ca})_2[\text{Si}_8\text{B}_2(\text{B,Si})_2\text{O}_{28}\text{F}]$ и хворовит $(\text{Pb,Ba,K})_4\text{Ca}_2[\text{Si}_8\text{B}_2(\text{Si,B})_2\text{O}_{28}]$ F. Гиалотекит был открыт в марганцевых скарнах Лонгбана, Швеция (Nordenskiöld, 1877; Lindström, 1887). Только спустя более века следующая достоверная находка гиалотекита сделана на массиве Дарай-Пиёз в Таджикистане (Grew et al., 1993; Grew et al., 1994; Christy et al., 1998) (рис. 1). Более раннее сообщение о находке гиалотеките на марганцевом месторождении Artillery Peak (Аризона, США) опубликовано без приведения каких-либо аналитических данных (Williams, 1982). Капицаит-(Y) (Паутов и др., 2000; Sokolova et al., 2000) (рис. 3) и хворовит (Pautov et al., 2015) (рис. 2) были установлены также в породах Дарай-Пиёзского массива. Помимо этого, нами недавно выявлен ещё один, предположительно новый, представитель группы гиалотекита – свинцовый аналог капицаита-(Y) (рис. 4). Характерной чертой массива Дарай-Пиёз является богатое видовое разнообразие минералов бора, большинство из которых являются редкими, а порой и эндемичными минералами: ридмерджнерит (борный аналог альбита), данбурит, датолит, стиллуэллит-(Ce), лейкофенит, тяньшанит, минералы группы таджикита, калькиборосилит-(Y), лаптевит-(Ce), пековит, малеевит, кирхгоффит, византиевит и недавно открытый одигитриаит (IMA 2015-028).

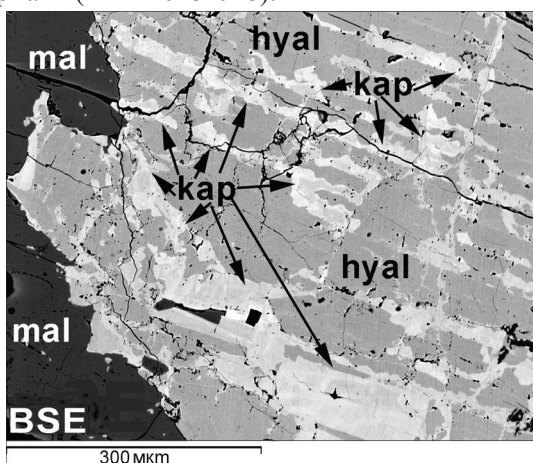


Рис 1. Зерно гиалотекита (hyal) с вростками капицаита-(Y) в сростании с малеевитом (mal). Изображение в отражённых электронах (BSE).

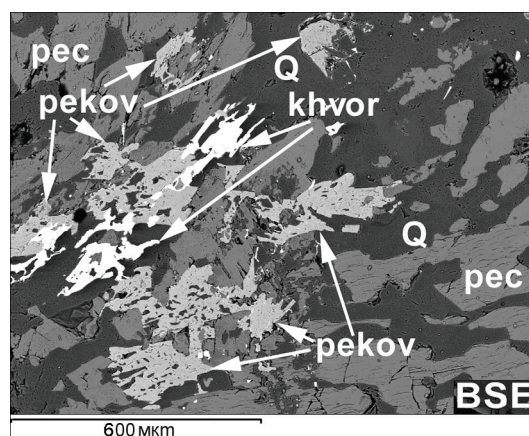


Рис 2. Сростание зёрен хворовита (khvor) и пековита (pekov) в кварц(Q)-пектолитовом (pec) агрегате из кварцолита.

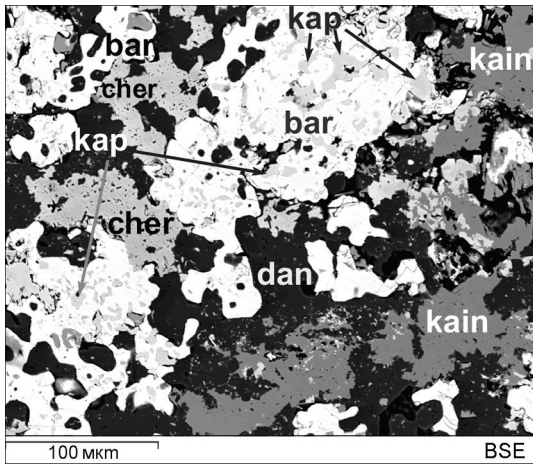


Рис. 3. Тонкое срастание капицита-(Y) (kap), черновита-(Y) (cher), кайнозита-(Y) (kain), барита (bar) и данбурита (dan) в BSE и рентгеновском характеристическом излучении элементов.

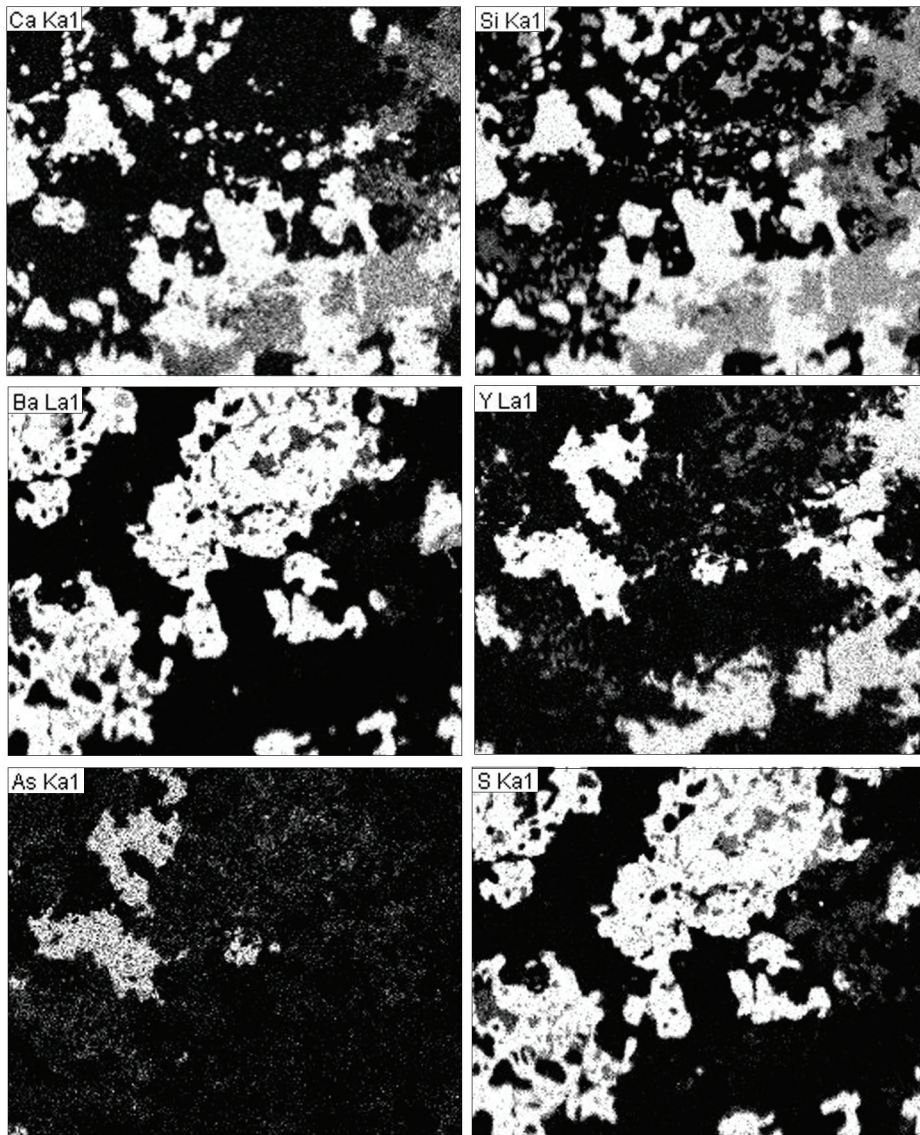


Рис 4. Срастание зёрен свинцового аналога капицита-(Y) (PbY) с высокосвинцовым малеевитом (mal) с кварцем (Q) в данбуриновом (dan) агрегате. Изображение в режиме BSE.

Таблица 1

Химический состав свинцового аналога капицаита-(Y) (1), капицаита-(Y) (2-3), гялотекита (4) и хворовита (5) (мас.%)

Компоненты	1	2	3	4	5
SiO ₂	35.20	34.98	37.64	37.48	37.80
B ₂ O ₃	6.60	8.68	6.63	6.27	5.25
Y ₂ O ₃	11.12	7.93	9.12	5.74	1.66
Gd ₂ O ₃	–	0.64	0.05	–	0.00
Dy ₂ O ₃	0.35	0.70	0.40	–	0.07
Ho ₂ O ₃	0.53	0.14	0.25	0.16	0.00
Er ₂ O ₃	1.33	0.36	0.76	0.23	0.00
Yb ₂ O ₃	0.99	0.20	1.03	0.48	0.32
PbO	26.94	1.95	11.12	15.40	32.71
BaO	13.81	38.18	28.54	28.34	14.18
CaO	0.52	3.12	2.24	4.47	6.12
K ₂ O	1.89	0.87	1.24	0.63	0.70
Na ₂ O	0.18	0.46	0.20	0.09	0.05
F	1.22	1.40	1.30	1.27	1.23
-O = F ₂	-0.51	-0.59	-0.55	-0.54	-0.51
Сумма	100.17	99.94	99.97	100.02	99.51
Расчет формул на O = 29 ф.е.					
s _i +4	9.05	8.30	9.20	9.31	9.76
B ⁺³	2.95	3.55	2.80	2.69	2.34
Al ⁺³	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Σ (IV)	12.00	11.86	12.00	12.00	12.10
Y ⁺³	1.52	1.00	1.19	0.76	0.23
Ce ⁺³	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Nd ⁺³	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
Gd ⁺³	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00
Dy ⁺³	0.03	0.05	0.03	0.00	0.03
Ho ⁺³	0.04	0.01	0.02	0.01	0.00
Er ⁺³	0.11	0.03	0.06	0.02	0.00
Yb ⁺³	0.08	0.01	0.08	0.02	0.03
Ca ⁺²	0.14	0.78	0.59	1.19	1.69
Na ⁺¹	0.09	0.22	0.09	0.04	0.03
Σ	2.01	2.16	2.06	2.04	1.98
Pb ⁺²	1.86	0.12	0.73	1.03	2.27
Ba ⁺²	1.39	3.54	2.73	2.76	1.43
K ⁺¹	0.62	0.26	0.39	0.20	0.23
Σ	3.87	3.92	3.85	3.99	3.93
F	0.99	1.05	1.01	1.00	1.00

Примечание. 1, 3-5 – наши данные; 2 – данные Л.А. Паутова и др. (2000).

1 – Pb-аналог капицаита-(Y) из эгирин-кварц-микроклинового пегматита (среднее из 5-ти ан.), В и F – расчётные; 2 – капицаит-(Y) из силекситов, в сумму анализа входят: Al₂O₃ 0.04, FeO 0.01, MnO 0.05, La₂O₃ 0.01, Ce₂O₃ 0.09, Pr₂O₃ 0.03, Nd₂O₃ 0.32, Cl 0.01; BeO <0.02 мас. %; 3 – капицаит-(Y) из эгирин-кварц-микроклинового пегматита (среднее из 4-х ан.); 4, 5 – гялотекит (4, среднее из 3-х ан.) и хворовит (5) из эгирин-кварц-микроклинового пегматита в ассоциации с тяньшанитом, цезийкуплетскитом, березанскитом, лейкофаном, лейкосфенитом, таджикитом, дусматовитом. Прочерк – ниже предела обнаружения.

Минералы группы гялотекита распространены в эгирин-кварц-микроклиновых пегматитах в ассоциации с тяньшанитом, цезийкуплетскитом, полилитионитом, березанскитом, лейкофаном, лейкосфенитом, таджикитом, дусматовитом, согдианитом, стиллуэллитом-(Ce), данбурином. В этой ассоциации нами обнаружен Pb-аналог капицаита-(Y) в виде вростков от первых до нескольких десятков микрон в барите в ассоциации с черновитом-(Y), кайнозитом-(Y), синхизитом-(Y), минасжерайситом-(Y) (см. рис. 3, 4).

Химический состав минерала изучен на электронном микронзондовом анализаторе Superprobe JСХА-733 фирмы JEOL с помощью энергодисперсионного спектрометра с системой анализа INCA Energy 450 (Oxford) при ускоряющем напряжении 20 кВ, токе зонда 2 нА. Результаты анализа свинцового аналога гиалотекита в сравнении с составами минералов группы гиалотекита из массива Дарай-Пиёз приведены в таблице 1.

Установленные в группе гиалотекита ряды гиалотекит–хворовит, капицаит-(Y)–Pb-аналог капицаита-(Y) служат примером широкого изоморфизма между Ba и Pb в позиции *A*; однако, не до конца изучены пределы вхождения K в эту позицию (Агаханов и др., 2014; Pautov et al., 2015). В позиции *M* для этих пар минералов выявлен практически непрерывный ряд гетеровалентных замещений между Ca и Y с участием тяжёлых редких земель. Менее известно о масштабах изоморфных замещений между B и Be в тетраэдрической позиции *T*(2). В литературе имеются лишь единичные анализы BeO в этой группе (мас. %): 0.57 и <0.02 (Grew et al., 1994; Паутов и др., 2000). Пределы и механизмы гетеровалентного замещения для этой пары элементов еще предстоит исследовать.

Авторы благодарят за организацию и помощь в проведении полевых работ А.Р. Файзиева, Р.У. Собирову, П.В. Хворова, В.А. Муфтахова, Ф.Г. Гафурова, М.А. Шодибекова.

Работа выполнена при финансовой поддержке внутреннего гранта СПбГУ № 3.50.2099.2013.

Литература

Агаханов А.А., Паутов Л.А., Карпенко В.Ю. Минералогия свинца в щелочных породах массива Дарай-Пиёз // Рудный потенциал щелочного, кимберлитового и карбонатитового магматизма. Школа «Щелочной магматизм Земли». Тр. 31 Междунар. конф. памяти акад. Ф.П. Митрофанова (Москва, 7–8 октября 2014 г.) // Москва: ГЕОХИ РАН. 2014. С. 11–12.

Паутов Л.А., Хворов П.В., Соколова Е.В., Феррарис Дж., Ивальди Г., Баженова Л.Ф. Капицаит – (Y)(Ba,K)₄(Y,Ca)₂Si₈(B,Si)₄O₂₈F – новый минерал // ЗВМО. 2000. № 6. С. 42–49.

Christy A.G., Grew E.S., Mayo S.C., Yates M.G., Belakovskiy D.I. Hyalotekite, (Ba,Pb²⁺,K)₄(Ca,Y)₂Si₈(B,Be)₂(Si,B)₂O₂₈F, a tectosilicate related to scapolite: new structure refinement, phase transitions and a short-range ordered 3b superstructure // Min. Magaz. 1998. V. 62. P. 77–92.

Grew E.S., Belakovskiy D.I., Fleet M.E., Yates M.G., McGee J.J., Marquez N. Reedmergnerite and associated minerals from peralkaline pegmatite, Dara-i-Pioz, southern Tien-Shan, Tajikistan // Eur. J. Mineral. 1993. V. 5. P. 971–984.

Grew E.S., Yates M.G., Belakovskiy D.I., Rouse R.C., Su, S.-C., Marquez N. Hyalotekite from reedmergnerite-bearing peralkaline pegmatite, Dara-i-Pioz, Tajikistan and from Mn skarn, Låhgban, Värmland, Sweden: a new look at an old mineral // Min. Magaz. 1994. V.58. P. 285–297.

Lindström G. Om hyalotekit från Låhgban // Öfversigt af Kongliga Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar. 1887. N 9. P. 589–593.

Moore P.B., Araki T., Ghose S. Hyalotekite, a complex lead borosilicate: its crystal structure and the lone-pair effect of Pb(II) // Amer. Min. 1982. V. 67. P. 1012–1020.

Nordenskiöld A.E. Nya mineralier från Låhgban // Geologiska Föreningens Förhandlingar. 1877. N 3. P. 376–384.

Pautov L.A., Agakhanov A.A., Sokolova E.V., Hawthorne F.C., Karpenko V.Y., Siidra O.I., Garanin V.K., Abdu Y.A. Khvorovite, Pb₄Ca₂[Si₈B₂(SiB)₂O₂₈]F, a new hyalotekite-group mineral from the Darai-Pioz alkaline massif, Tajikistan: description and crystal structure // Min. Magaz. 2015. (in print).

Sokolova, E.V., Ferraris, G., Ivaldi, G., Pautov, L.A. and Khvorov P.V. Crystal structure of kapitsaite-(Y), a new borosilicate isotopic with hyalotekite – crystal chemistry of the related isomorphous series // N. Jb. Miner., Monatsh. 2000. Bd. 2. S. 74–84.

Williams S. A. Luddenite, a new copper-lead silicate from Arizona // Min. Magaz. 1982. V. 46. P. 363–364.