УДК 549.621.46 (470.55)

ПОЛИХРОМНЫЙ КАНКРИНИТ–ВИШНЕВИТ В ЩЕЛОЧНЫХ ПЕГМАТИТАХ УЧАСТКА КУРОЧКИН ЛОГ, ВИШНЁВЫЕ ГОРЫ НА УРАЛЕ

В.А. Попов, В.И. Попова
Институт минералогии, УрО РАН, 456317, Россия, г. Миасс, Ильменский заповедник; popov@mineralogy.ru

POLYCHROME CANCRINITE–VISHNEVITE OF ALKALI PEGMATITES OF THE KUROCHKIN LOG OCCURRENCE, VISHNEVYE MOUNTAINS OF THE URALS

V.A. Popov, V.I. Popova
Institute of Mineralogy, UB RAS, 456317, Russia, Miass, Ilmen State Reserve; popov@mineralogy.ru

Полихромный кристалл канкринита–вишневита обнаружен в щелочном нефелин-полевошпатовом пегматите участка Курочкин Лог Вишнёвых гор на Южном Урале. В одном кристалле размером 15 мм наблюдается постепенный переход от ранних жёлтых зон сульфатсодержащего канкринита $(Na_{5.32}Ca_{0.89}\square)_{6.21}(Al_{6.07}Si_{5.93}O_{24})(CO_3)_{0.59}(SO_4)_{0.41}\cdot 3H_2O$ к поздним голубым зонам вишневита $(Na_{6.27}Ca_{0.06}K_{0.31}\square)_{6.64}(Al_{5.99}Si_{6.01}O_{24})(SO_4)_{0.99}(CO_3)_{0.01}\cdot 3H_2O$.

Илл. 2. Табл. 1. Библ. 6.

Ключевые слова: канкринит, вишневит, щелочные пегматиты, Вишнёвые горы, Урал.

Polychrome cancrinite–vishnevite crystal was found in alkali nepheline-feldspar pegmatites of the Kurochkin Log occurrence from the Vishnevye Mountains in the Southern Urals. A crystal 15 mm in size exhibits a gradual transition from early yellow zones of S-bearing cancrinite $(Na_{5.32}Ca_{0.89}\square)_{6.21}(Al_{6.07}Si_{5.93}O_{24})(CO_3)_{0.59}(SO_4)_{0.41}\cdot 3H_2O$ to late blue zones of vishnevite $(Na_{6.27}Ca_{0.06}K_{0.31}\square)_{6.64}(Al_{5.99}Si_{6.01}O_{24})(SO_4)_{0.99}(CO_3)_{0.01}\cdot 3H_2O$.

Figures 2. Table 1. References 6.

Key words: cancrinite, vishnevite, alkali pegmatites, Vishnevye Mountains, Urals.

Введение

Канкринит («карбонатный канкринит») и вишневит («сульфатный канкринит») впервые были открыты в нефелин-полевошпатовых пегматитах Ильменских и Вишнёвых гор на Южном Урале (Rose, 1839; Розе, 1840; Белянкин, 1931) и широко распространены в других регионах России и мира (Минералы, 2003). Самое известное месторождение канкринита и вишневита (рудник «Шпат») находится на участке Курочкин Лог Вишнёвых гор (рис. 1), где локализованы два субширотных параллельных жильных тела нефелин-полевошпатовых пегматитов длиной по 90–100 м и шириной до 10–25 м, секущих неоднородно-гнейсовидные миаскиты с субмеридиональной полосчатостью (Бонштедт-Куплетская, 1951; Левин и др., 1997).

Минеральные парагенезисы, оптические данные и ранние химические анализы состава минералов непрерывного ряда канкринит – сульфатсодержащий канкринит – вишневит в щелочных пегматитах Вишнёвых гор подробно освещены в монографии Э.М. Бонштедт-Куплетской (1951). «Нормальный высокодвупреломляющий канкринит, очень обычный для самих миаскитов, в миаскитовых пегматитах почти не наблюдался. Наибольшее распространение и развитие получил сульфатный канкринит, который является одним из главных минералов обеих пегматитовых линз Курочкина Лога. Здесь на многие метры в обнажениях карьеров можно наблюдать крупнозернистый пегматит, в котором сульфатный канкринит образует выделения, достигающие нередко величины 50–90 см. Он серого и жёлтого цвета с прекрасной

Рис. 1. Месторасположение миаскитовых пегматитов бывшего рудника «Шпат» в миаскитах участка Курочкин Лог (*по* Э.М. Бонштедт-Куплетской, 1951).

Fig. 1. Location of miaskite pegmatites of the Shpat old mine within Kurochkin Log miaskites (*after* E.M. Bonshtedt-Kupletskaya, 1951).

призматической спайностью, настолько хорошей, что молотком удаётся выбивать великолепные трёхгранные призмы. Канкринит сопровождается всегда микроклином, биотитом, альбитом, титанитом, цирконом, магнетитом, апатитом» (Бонштедт-Куплетская, 1951, с. 81).

И «сульфатный канкринит», и вишневит Э.М. Бонштедт-Куплетская рассматривала как «типично гидротермально-метасоматические» минералы, развивающиеся по нефелину. В шлифах она отмечала различающееся двупреломление в разных частях зёрен этих минералов. Однако полихромные кристаллы канкринита–вишневита не упоминались, и химический состав их не был изучен.

Ниже приводятся данные исследования химического состава зонального индивида канкринита–вишневита из жилы № 2 щелочного пегматита участка Курочкин Лог в Вишнёвых горах. Состав минерала определен на сканирующем электронном микроскопе SEM TESCAN Vega 3 с энергодисперсионной приставкой (аналитик И.А. Блинов, ИМин УрО РАН).

Результаты исследования

В старых отвалах рудника «Шпат» участка Курочкин Лог присутствуют многочисленные канкринитовые индивиды и агрегаты, составлявшие когда-то совместно с калиевым полевым шпатом и нефелином основной объём двух гигантских щелочных пегматитовых тел. Бóльшая часть канкринита сложена серыми индивидами, но нередко встречаются яркие жёлтые и розоватые индивиды, а также серовато-голубые участки в сложных агрегатах. В одном случае нами встречен полихромный индивид канкринита, в котором ранние части кристаллов имеют яркий жёлтый цвет и через бесцветную зону постепенно сменяются голубыми поздними зонами роста (рис. 2). Признаки метасоматических изменений канкринита не выявлены, и состав минерала изучен в разных ростовых зонах (таблица).

Из рассчитанных формул видно, что в одном кристалле размером 15 мм (см. рис. 2) от ранних зон роста (ан. 1) к поздним (ан. 5) увеличивается содержание S и K и уменьшается содержание Ca (см.

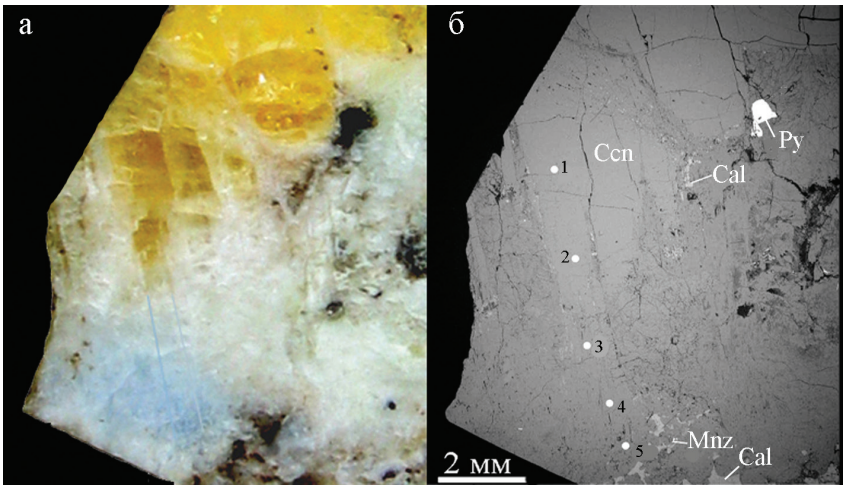

Рис. 2. Полихромный канкринит–вишневит из щелочных пегматитов участка Курочкин Лог.

а – фото в косом освещении; б – BSE-фото, 1–5 – номера анализов в таблице; Ccn – канкринит, Cal – кальцит, Py – пирит, Mnz – монацит-(Ce).

Fig. 2. Polychrome cancrinite–vishnevite from alkali pegmatites of the Kurochkin Log occurrence.

a – photo in oblique light; б – BSE-photo, 1–5 – numbers of analyses in Table; Ccn – cancrinite, Cal – calcite, Py – pyrite, Mnz – monazite-(Ce).

Таблица

Химический состав (мас. %) полихромного канкринита–вишневита из пегматита участка Курочкин Лог

Table

Chemical composition (wt. %) of polychrome cancrinite–vishnevite from the Kurochkin Log pegmatite

№ ан.	Na_2O	K_2O	CaO	Al_2O_3	SiO_2	SO_3	CO_3*)	H_2O*)	Сумма
1	15.60	–	4.72	29.27	33.75	3.13	3.33	5.12	94.92
2	17.78	0.24	3.01	27.06	30.51	3.29	2.73	4.68	89.30
3	18.09	0.51	1.19	27.68	31.98	5.95	0.90	4.85	91.15
4	18.66	1.40	0.62	28.54	33.53	6.79	0.50	5.04	95.08
5	18.39	1.38	0.34	28.92	34.20	7.47	0.05	5.12	95.87
Кристаллохимические формулы на 12 атомов (Si + Al)									
1	$(Na_{5.32}Ca_{0.89}\square)_{6.21}(Al_{6.07}Si_{5.93}O_{24})(SO_4)_{0.41}(CO_3)_{0.59}\cdot 3H_2O$								
2	$(Na_{6.63}Ca_{0.62}K_{0.06}\square)_{7.31}(Al_{6.13}Si_{5.87}O_{24})(SO_4)_{0.47}(CO_3)_{0.53}\cdot 3H_2O$								
3	$(Na_{6.51}Ca_{0.24}K_{0.12}\square)_{6.87}(Al_{6.06}Si_{5.94}O_{24})(SO_4)_{0.83}(CO_3)_{0.17}\cdot 3H_2O$								
4	$(Na_{6.46}Ca_{0.12}K_{0.32}\square)_{6.90}(Al_{6.01}Si_{5.99}O_{24})(SO_4)_{0.91}(CO_3)_{0.09}\cdot 3H_2O$								
5	$(Na_{6.27}Ca_{0,06}K_{0.31}\square)_{6.64}(Al_{5.99}Si_{6.01}O_{24})(SO_4)_{0.99}(CO_3)_{0.01}\cdot 3H_2O$								

Примечание. Ан. 1, 2 – жёлтый канкринит; 3 – белый вишневит; 4, 5 – голубой вишневит (см. рис. 2). *) CO_3 – расчёт по стехиометрии, H_2O – расчёт на 3 формульных единицы.

Note. An. 1, 2 – yellow cancrinite; 3 – white vishnevite; 4, 5 – light blue vishnevite (see Fig. 2). *)CO_3 calculated by stoichiometry, H_2O – calculated on the basis of 3 formula units.

таблицу). В последней зоне роста наиболее яркого голубого цвета эмпирическая формула минерала фактически соответствует крайнему члену ряда канкринит–вишневит, где определено самое высокое из известных анализов содержание S в вишневите. Для минералов ряда канкринит–вишневит разных объектов России и мира отмечалось переменное количество H_2O, а также вакансии в позиции (Na, Ca…) с возможным вхождением ионов гидроксония H_3O^+ и OH^- (Минералы.., 2003). В исследованном полихромном кристалле переменного состава от канкринита до вишневита также заметен существенный дефицит катионов в позиции A (см. таблицу).

В парагенезисе с канкринитом–вишневитом отлагались сингенетические вростки монацита-*(Ce)* состава (мас. %): Ce_2O_3 33.14; La_2O_3 29.77; Nd_2O_3 4.24; Pr_2O_3 1.41; P_2O_5 30.46; сумма 99.02, отвечающий формуле $(Ce_{0.47}La_{0.43}Nd_{0.06}Pr_{0.02})_{\Sigma=0.98}(PO_4)$, а также голубоватого кальцита $Ca(CO_3)_{0.99}(SO_4)_{0.01}$ с примесью SO_3 0.44 мас. % и пирита $Fe_{1.04}S_2$ (слабо лимонитизированного по тончайшим трещинкам).

Обсуждение результатов и выводы

Наблюдения в горных выработках и в отвалах рудника «Шпат» участка Курочкин Лог позволяют несколько пересмотреть генетические построения наших предшественников. Так, агрегаты гигантских индивидов канкринита образуют зону в пегматитовом теле, в которой канкринит рос в парагенезисе с нефелином, полевыми шпатами, эгирином, биотитом, титанитом, цирконом, пирохлором, апатитом, кальцитом и другими минералами без признаков их замещения. В этих агрегатах местами наблюдаются проявления сил гравитации (минералогические отвесы) и явления геометрического отбора. Признаки метасоматического образования канкринита при замещении нефелина в пегматитовом теле, конечно, есть, но доля такого канкринита очень мала. Э.М. Бонштедт-Куплетская (1951) указывала, что разные минералы ряда канкринита–вишневита находятся в разных телах и в разных «гидротермальных» парагенезисах. Однако в нашем образце с ранними зонами роста крупного кристалла сульфатсодержащего канкринита кристаллизовались нефелин, полевые шпаты, эгирин, аннит, титанит и циркон. Постепенное увеличение содержания SO_3 в составе канкринита до предельного вишневита (в парагенезисе с сульфидами, кальцитом и анальцимом), а также продолжение кристаллизации разных минералов в полостях с преобладанием карбонатов свидетельствуют о постепенном переходе преимущественно силикатной системы (расплава-раствора) к остаточному карбонатитовому расплаву-раствору с возможным гидротермальным завершением. Следовательно, не все канкриниты Вишнёвых гор относятся к «гидротермальным метасоматическим» образованиям. По нашим данным, в пегматитах участка Курочкин Лог преобладает первичный канкринит–вишневит

камерной кристаллизации, и ряд канкринит–вишневит является непрерывным. Следует ожидать в кристаллах не только зональность, как в нашем случае, но и секториальность по разным компонентам.

Авторы благодарны И.А. Блинову за выполнение микрозондовых анализов.

Исследования выполнены в рамках госбюджетной темы АААА-А17-1/7020250032-1.

Литература

Белянкин Д.С. (1931) К минералогии и химии одного фельдшпатоида из Вишнёвых гор. *Изв. Гл. геол.-разв. упр.,* **50**(47), 747–752.

Бонштедт-Куплетская Э.М. (1951) Минералогия щелочных пегматитов Вишнёвых гор. М., Изд-во АН СССР, 176 с.

Левин В.Я., Роненсон Б.М., Самков В.С., Сергеев Н.С., Киселёв А.П., Левина И.А. (1997) Щёлочно-карбонатитовые комплексы Урала. Екатеринбург, Уралгеолком, 274 с.

Минералы: Справочник (2003). Каркасные силикаты. Фельдшпатоиды. М., Наука, **5**(2), 218–232 (канкринит), 237–245 (вишневит).

Розе Г. (1840) Описание некоторых минералов, недавно открытых на Урале. *Горный журнал,* **1**(3), 359–392.

Rose G. (1839) (Cankrinite). *Pogg. Ann. Phys. Chem.,* **47**, 379.

References

Belyankin D.S. (1931) [Mineralogy and chemistry of a feldspar from the Vichnevye Mountains]. *Izvestiya Glavnogo Geol.-Razved. Upravleniya [Izvestiya. Main Geological-Exploration Department]*, **50**(47), 747–752. (in Russian)

Bonshtedt-Kupletskaya E.M. (1951) [Mineralogy of alkali pegmatites of the Vishnevye Mountains]. Moscow, Academy of Sciences USSR, 176 p. (in Russian)

Levin V.Ya., Ronenson B.M., Samkov V.S., Sergeev N.S., Kiselev A.P., Levina I.A. (1997) [Alkaline carbonatite complexes of the Urals]. Yekaterinburg, Uralgeolcom, 274 p. (in Russian)

[Minerals: Handbook] (2003) Frame silicates, V. 2, feldspar. M., Nauka, 379. (in Russian)

Rose G. (1839) (Cankrinite). *Pogg. Ann. Phys. Chem.,* **47**, 379.

Rose G. (1840) [Description of some minerals discovered in the Urals]. *Gornyi Zhurnal [Mining Journal],* **1**(3), 359–392. (in Russian).

Поступила в редакцию 28 мая 2018 г.