

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 $(\text{Na}_{5.32}\text{Ca}_{0.89}\square)_{6.21}(\text{Al}_{6.07}\text{Si}_{5.93}\text{O}_{24})(\text{CO}_3)_{0.59}(\text{SO}_4)_{0.41} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ к поздним голубым зонам вишневита $(\text{Na}_{6.27}\text{Ca}_{0.06}\text{K}_{0.31}\square)_{6.64}(\text{Al}_{5.99}\text{Si}_{6.01}\text{O}_{24})(\text{SO}_4)_{0.99}(\text{CO}_3)_{0.01} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

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 $(\text{Na}_{5.32}\text{Ca}_{0.89}\square)_{6.21}(\text{Al}_{6.07}\text{Si}_{5.93}\text{O}_{24})(\text{CO}_3)_{0.59}(\text{SO}_4)_{0.41} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ to late blue zones of vishnevite $(\text{Na}_{6.27}\text{Ca}_{0.06}\text{K}_{0.31}\square)_{6.64}(\text{Al}_{5.99}\text{Si}_{6.01}\text{O}_{24})(\text{SO}_4)_{0.99}(\text{CO}_3)_{0.01} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

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. Bonshedt-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. Большая 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.

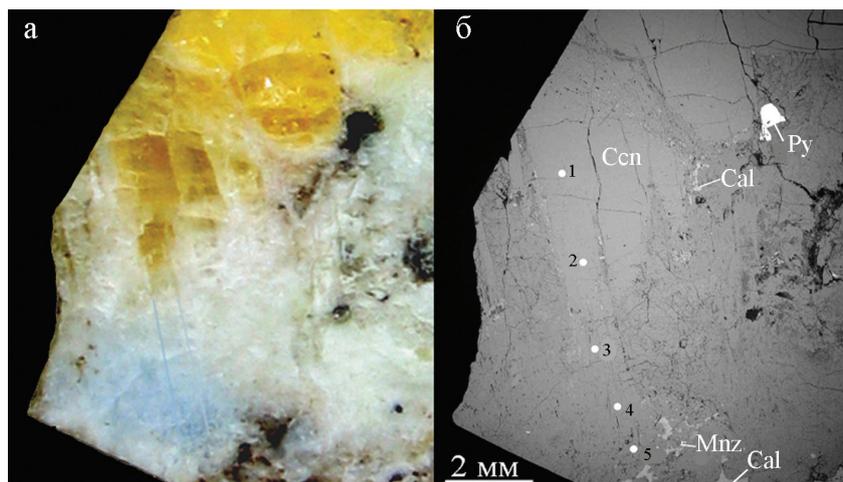


Рис. 2. Полихромный канкринит–вишневит из щелочных пегматитов участка Курочкин Лог.

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.

а – 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–вишневиты из пегматита участка Курочкин Лог

Table

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

№ ан.	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₃	CO ₃ ^{*)}	H ₂ O ^{*)}	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} □) _{6.21} (Al _{6.07} Si _{5.93} O ₂₄)(SO ₄) _{0.41} (CO ₃) _{0.59} · 3H ₂ O								
2	(Na _{6.63} Ca _{0.62} K _{0.06} □) _{7.31} (Al _{6.13} Si _{5.87} O ₂₄)(SO ₄) _{0.47} (CO ₃) _{0.53} · 3H ₂ O								
3	(Na _{6.51} Ca _{0.24} K _{0.12} □) _{6.87} (Al _{6.06} Si _{5.94} O ₂₄)(SO ₄) _{0.83} (CO ₃) _{0.17} · 3H ₂ O								
4	(Na _{6.46} Ca _{0.12} K _{0.32} □) _{6.90} (Al _{6.01} Si _{5.99} O ₂₄)(SO ₄) _{0.91} (CO ₃) _{0.09} · 3H ₂ O								
5	(Na _{6.27} Ca _{0.06} K _{0.31} □) _{6.64} (Al _{5.99} Si _{6.01} O ₂₄)(SO ₄) _{0.99} (CO ₃) _{0.01} · 3H ₂ O								

Примечание. Ан. 1, 2 – жёлтый канкринит; 3 – белый вишневит; 4, 5 – голубой вишневит (см. рис. 2). *) CO₃ – расчёт по стехиометрии, H₂O – расчёт на 3 формульных единицы.

Note. An. 1, 2 – yellow cancrinite; 3 – white vishnevit; 4, 5 – light blue vishnevit (see Fig. 2). *) CO₃ calculated by stoichiometry, H₂O – 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 H₂O, а также вакансии в позиции (Na, Ca...) с возможным вхождением ионов гидроксония H₃O⁺ и OH[–] (Минералы..., 2003). В исследованном полихромном кристалле переменного состава от канкринита до вишневита также заметен существенный дефицит катионов в позиции А (см. таблицу).

В парагенезисе с канкринитом–вишневитом отлагались сингенетические вроски монацита (Ce) состава (мас. %): Ce₂O₃ 33.14; La₂O₃ 29.77; Nd₂O₃ 4.24; Pr₂O₃ 1.41; P₂O₅ 30.46; сумма 99.02, отвечающий формуле (Ce_{0.47}La_{0.43}Nd_{0.06}Pr_{0.02})_{Σ=0.98}(PO₄), а также голубоватого кальцита Ca(CO₃)_{0.99}(SO₄)_{0.01} с примесью SO₃ 0.44 мас. % и пирита Fe_{1.04}S₂ (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 пара-

генезисе с нефелином, полевыми шпатами, эгирином, биотитом, титанитом, цирконом, пироксеном, 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 канкринит–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 SO₃ 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 микрзондовых анализов.

Исследования выполнены в рамках государственной 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 Vichneve Mountains]. *Izvestiya Glavno-go 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 Vishneve 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 carbonate 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.