Ю. Л. КАПУСТИН

ПЕРВАЯ НАХОДКА ХУАНХИТА В СССР

(Представлено академиком Н. В. Беловым 30 XI 1970)

Хуанхит — редчайший фторкарбонат редких земель и бария — впервые обнаружен Е. И. Семеновым и Чжан Пей-шанем (¹) в гидротермальных карбонатных жилах Внутренней Монголии (КНР). Нами он встречен в поздних карбонатах одного из комплексных массивов Сибири.

Массив имеет овальную (в плане) форму и вытянут в северо-западном направлении (вдоль директивного направления структуры вмещающего антиклинория (²⁻⁴)), прорывая толщу сланцев, конгломератов и диабазов докембрийского возраста. Массив имеет сложное, концентрически-зональное строение. Периферические части его сложены нефелинизированными пироксенитами (на юге) и ийолитами (на севере и востоке), а центральная часть — карбонатитами (свыше 60% по площади). Карбонатиты образуют мощный округлый (в плане) конический шток, контакты которого падают к центру массива. С севера и юга вокруг ядра располагаются серии конформных дугообразных жил карбонатитов (мощностью от 1 до 20 м). Ийолиты на контакте с карбонатитами перекристаллизованы и кальцитизированы, местами биотитизированы; мощность измененной зоны не превышает 5—10 м, в среднем составляя 1—1,5 м (при мощности карбонатитового ядра свыше 3 км). Карбонатиты вблизи контакта содержат ослюденелые реликты ийолитов и обогащены пироксеном (авгитдиоксидом) и слюдой, исчезающими на удалении от контакта 1—5 м. Довольно часто отмечаются и участки резкого контакта этих пород, а отдельные жилы карбонатитов постоянно имеют четкие секущие контакты (зоны приконтактового изменения не превышают 10 см).

Карбонатитовое ядро обладает зональным строением: периферическая зона его (свыше 70% площади) сложена ранними (кальцитовыми) породами, а в центре располагается мощное линейное тело поздних анкерито-доломитовых карбонатитов (субмеридионального простирания). Среди ранних карбонатитов выделены два типа: слюдяно-пироксеновые с дизаналитом (1-й этап) и форстерито-флогопитовые с акцессорным пирохлором (2-й этап) (²⁻⁶). Ранние карбонатиты весьма лейкократовые и сложены средне- и крупнозернистым (размеры зерен 0,5—2 см) кальцитовым агрегатом, с содержанием 5—10% (породы 1-го этапа)—15—20% (породы 2-го этапа) апатита и 10—20% силикатов. В центральной части массива известны тела никритовых порфиритов, внедрившихся в две фазы: до ранних карбонатитов (слюдяно-форстерит-пироксеновые) и после ранних, но до поздних карбонатитов (кальцит-флогопитовые «дамкьерниты»).

Поздние карбонатиты образуют линейное жилообразное тело мощностью свыше 500 м, сложенное преимущественно анкеритом, параанкеритом и доломитом (содержание FeO от 1,85 до 9%), но представляющее собой многофазное образование. На начальной стадии в них появляются доломит, параанкерит, пирит, молибденит (⁷), щелочной амфибол, колумбит, анатаз и, вероятно, бербанкит (встречен нами лишь в виде редких корродированных реликтов). На этой стадии вмещающие ранние карбонатиты подвергаются интенсивной доломитизации (в зоне, прилегающей к

доломит-анкеритовому телу, кальцитовые карбонаты раздроблены и содержат многочисленные метасоматические прожилки доломита; аксессуарный пироклор в них колумбитизирован), апатит в них растворяется, а магнетит замещается пиритом. В центре анкерит-доломитового тела развита более поздняя ассоциация и появляются флоренсит⁽⁸⁾, барит, стронцианит, баритокальцит, возможно очень редкий карбоцернаит (встречен в виде реликтов, замещенных баритом и редкоземельными минералами), марматит и ильменит. На завершающей стадии породы подвергаются интенсивному выщелачиванию, приобретают кавернозное строение и в них появляются кварц, флюорит, сидерит, клейофан и аксессуарные минералы: монацит, фторкарбонаты редких земель (паризит и бастинезит)⁽¹⁾, галенит и тетраэдрит. В единичных случаях вместе с кварцем нами наблюдался анкилит. В краевых зонах анкеритового тела местами сохраняется реликтовая полосчатость, унаследованная от замещенных ранних карбонатитов.

Хуанхит встречается в кавернозном участке анкеритового карбонатита, в пустотах, где образует пластинчатые кристаллы (размером до 0,5 мм) и веерообразные сростки их, нарастающие на гранях серого кварца. Реже встречаются зернистые массы хуанхита, заполняющие пустоты, выстланные кристаллами кварца и содержащие микропрожилки флюорита. Кристаллы хуанхита плохо образованы, со ступенчатыми, неровными гранями, несущими следы растворения. На отдельных кристаллах заметны узкие грани гексагональной призмы, но максимально развит пинакоид (0001). На хуанхите постоянно нарастают мелкие кристаллы пирита и стронцианита, реже — хлорита и гематита. В последнем случае хуанхит покрыт тонким порошковатым налетом агрегата барита, кварца и фторкарбонатов TR.

Хуанхит желтого или оранжевого цвета, с ясной спайностью по плоскости пинакоида (0001); макроскопически он непрозрачен, но встречаются и редкие совершенно прозрачные участки. В непрозрачном материале под микроскопом заметна обильная пылевидная примесь красного пигментирующего вещества (гематит или гетит). Твердость минерала 4,5; дебаеграмма его аналогична дебаеграмме хуанхита из КНР (табл. 1). Оптически минерал из Сибири одноосный, отрицательный, гексагональной сингонии⁽¹⁾, с параметрами элементарной ячейки $a_0 = 5,1$ и $c_0 = 19,6\text{Å}$; $z = 3$. По свойствам и составу минерал из Сибири весьма близок к китайскому образцу (табл. 2). Спектральным анализом Н. В. Лизунов установил присутствие в хуанхите из Сибири также

Таблица 1

Межплоскостные расстояния хуанхита

№№ п.п.	Сибирь		КНР (°)		№№ п.п.	Сибирь		КНР (°)	
	l	d, Å	l	d, Å		l	d, Å	l	d, Å
1	7	4,04	1	3,91	11	2	1,336	7	1,335
2	10	3,26	10	3,21	12	6	1,325	6	1,325
3	7	2,55	7	2,50	13	2	1,275	1	1,305
4	6	2,15	5	2,10	14	2	1,267	5	1,252
5	7	2,11	9	2,09	15	3	1,201	3	1,201
6	9	1,997	10	1,973	16	3	1,184	5	1,176
7	3	1,769	4	1,759	17	3	1,157	3	1,157
8	3	1,642	7	1,616	18	2	1,091	6	1,083
9	3	1,574	7	1,557	19	1	0,989		
10	4	1,371	7	1,355	20	2	0,921		

Примечание. Условия съемки образца из Сибири: камера РКД, Cu—Ni-излучение, анализатор Р. А. Александрова.

Химический состав и свойства хуанхита (вес. %) *

	Сибирь		КНР	
TR ₂ O ₃	37,90 (0,2297)	38,40	37,35	38,25
Al ₂ O ₃	Не опр.	—	—	0,10
Fe ₂ O ₃	1,91	—	—	0,14
MgO	Не опр.	—	—	0,70
(Ca, Sr)O	0,66 (0,0127)	—	—	0,54
BaO	36,15 (0,2363)	36,46	36,14	39,35
CO ₂	19,20 (0,4363)	20,90	18,90	19,38
H ₂ O	0,80	0,93	—	0,05
F	4,40 (0,2315)	4,00	3,45	1,65
H. o.	0,72	—	—	—
—O=F ₂	1,85	1,68	—	0,69
Сумма	99,89	99,01		99,47
Аналитик	А. В. Быкова	В. Н. Клигина	А. В. Быкова	Чжан Цинь.
Источник		(¹)		(⁹)
Уд. вес	4,58	4,51		4,67
n ₀	1,766	1,76		
n _e	1,538	1,602		

* В скобках — атомное количество.

следов Mg, Mn, Cu, Pb. Состав TR в минерале из Сибири близок к их составу в китайском образце:

La₂₀Ce₅₃Pr₇Nd₁₇Sm₂Gd₁ (Сибирь).

La₂₂Ce₅₀Pr_{6,4}Nd₂₀Sm₁Eu_{0,1}Gd_{0,5}Er_{0,2} (КНР) *.

Формула сибирского образца: Ba_{1,05}Ca_{0,01}TR_{1,02}(CO₃)₂F_{1,01} аналогичная формуле китайского хуанхита: BaTR(CO₃)₂F. Незначительная примесь в минерале из Сибири Fe₂O₃ и H₂O, вероятно, обусловлена присутствием тонкораспыленного гематита (и гетита) и при расчете формулы нами не учитывалась.

Появление хуанхита в поздних карбонатитах вполне закономерно. В этих породах постоянно (и в самых различных регионах (¹⁰)) отмечается обильная стронциево-бариево-редкоземельная минерализация. Месторождение Внутренней Монголии (КНР), из которого первоначально описан хуанхит, не может быть отнесено к типичным карбонатитам, но представляет собой систему гидротермальных карбонатно-флюоритовых жил (с эгирином, магнетитом, гематитом), развитых среди осадочно-метаморфических пород (карбонатного состава), вблизи от контакта с граносиенитовой интрузией с развитыми на контакте скарнами (⁹). В этих жилах распространены сульфиды, щелочные амфиболы и редкоземельные минералы, характерные и для изученных нами поздних карбонатитов. Подобное явление сближает рассмотренные образования КНР и Сибири, хотя генетически они связаны с различными типами интрузивных пород и, возможно, с различными типами магматических комплексов. Поздние карбонатиты, постоянно содержащие сульфиды, хлорит, барит, стронцианит и минералы TR, отличаются от нормальных сульфидно-карбонатных жил лишь своей редкометальной спецификой.

Таким образом, рассмотренная группа гидротермальных образований, связанных с различными интрузивными комплексами, носит много общих

* По данным определений Р. Л. Баринского.

черт, и разделение их часто затруднено. Возможно, что резкое обогащение гидротермальных жил стронцием, редкоземельными элементами цериевой подгруппы свидетельствует, прежде всего, о генетической связи их с щелочными комплексами, для которых также характерно обогащение этими элементами и появление их собственных минералов (лопарита, лампрофиллита, стронциевого апатита и др.). В гранитоидных комплексах и их гидротермальных дериватах преобладают иттриевые редкоземельные элементы над цериевыми и барий над стронцием. Особенно значительна примесь TR и Sr в карбонатах. В ранних карбонатах Сибири содержание SrO достигает 0,8%; BaO 0,2% и TR₂O₃ 0,2%, при соотношении TR: Cl₅₀La₂₀Nd₁₅Pr₅ (⁴¹). В процессе анкеритизации ранних пород из них высвобождается значительный объем этих элементов, но изоморфная емкость анкерита и доломита в отношении их невелика: содержание TR в них составляет обычно менее 0,1%; SrO 0,2% и BaO 0,02%. Естественно, что TR, Sr и Ba в этих условиях стремятся к образованию собственных минералов, чем и объясняется обилие их в поздних жилах. Извлечение TR, Sr и Ba из вмещающих ранних карбонатов не может служить указанием на отсутствие привноса этих элементов на стадии формирования поздних карбонатов, так как анкеритовые жилы, залегающие среди осадочно-метаморфических пород (гнейсов и сланцев), практически стерильных от TR, Sr и Ba, также содержат барит, стронцианит, акцессорные фторкарбонаты TR и монацит. При сопоставлении содержания и распределения перечисленных минералов в поздних жилах отмечается обогащение ими наиболее ранних стадий (кальцитовая прежде всего), на которых появляются основные ранние комплексные минералы TR, Sr и Ba (бербанкит, карбоцернаит, флоренсит, баритокальцит и др.). На последующих стадиях происходит перераспределение минералов и элементов, смена одних ассоциаций другими, но содержание самих элементов меняется мало.

Хуанхит образуется в участках, в которых отсутствуют акцессорные фторкарбонаты TR — паризит и бастнезит. Возможно, хуанхит образуется в начале той же стадии минералообразования, что и они, но затем ими замещается. Наиболее ранние минералы TR — бербанкит, карбоцернаит, монацит и хуанхит — весьма редки в карбонатах рассмотренного массива и значительно уступают по распространенности акцессорным фторкарбонатам TR. В участках породы, содержащих вкрапленность флюорита, хуанхит с периферии замещен плотным порошковатым агрегатом бастнезита, барита и кварца. В гипергенных условиях хуанхит относительно устойчив, но иногда покрывается тонкой пленкой порошкового агрегата, среди которого также преобладает бастнезит. В обожженных участках выветрелых карбонатов хуанхит не обнаружен.

Институт минералогии, геохимии и
кристаллохимии редких элементов
Москва

Поступило
26 XI 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Е. И. Семенов, Чжан Пэй-шань, *Sci. sinica*, **10**, № 8, 1007 (1961).
² А. А. Фролов, *Геол. рудных месторожд.*, № 5 (1960). ³ А. А. Фролов, *Геол. рудн. месторожд.*, № 2 (1962). ⁴ А. И. Гинзбург и др., *Редкометалльные карбонаты*, Геол. месторожд. редких элементов, в. 17, 1962. ⁵ Л. К. Пожарицкая, *Мин. сырье*, в. 1 (1960). ⁶ Л. К. Пожарицкая, В сборн. Особенности петрологии, минералогии и геохимии карбонатов Восточной Сибири, М., 1966. ⁷ М. Я. Сомина, *ДАН*, **167**, № 4 (1966). ⁸ М. Я. Сомина, А. Г. Булах, *Зап. Всесоюз. мин. общ.*, сер. 2, **95**, в. 5 (1966). ⁹ Е. И. Семенов, *Минералогия редких земель*, Изд. АН СССР, 1963. ¹⁰ Ю. Л. Капустин, В сборн. Геохимия, минералогия и типы месторожд. редких элементов, 2, «Наука», 1965. ¹¹ Ю. Л. Капустин, *Геохимия*, № 11 (1966).