

## НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ И ПЕРВЫЕ НАХОДКИ В СССР

УДК 549.512

Д. члены С. В. ЯБЛОКОВА, Л. С. ДУБАКИНА, А. Л. ДМИТРИК  
и Г. В. СОКОЛОВА

КУРАНАХИТ — НОВЫЙ ГИПЕРГЕННЫЙ МИНЕРАЛ ТЕЛЛУРА<sup>1</sup>

Новый гипергенный минерал — свинцово-марганцевый теллуриат обнаружен С. В. Яблоковой в зоне окисления Куранахского золоторудного месторождения (Южная Якутия) и по месту находки назван куранахитом (kuranaxhite).<sup>1</sup>

Минерал установлен в окисленных кварцево-лимонитовых и кварцево-гематитовых рудах ряда сульфидно-кварцевых залежей в ассоциации с гипергенным «горчичным» золотом и гидроокислами железа.

Под микроскопом хорошо видно, что куранахит образует теснейшие субграфические структуры срастания с самородным золотом и электрумом. Максимальный размер его индивидуализированных зерен не превышает 0.012 мм, преобладающий размер 0.002—0.004 мм. В относительно крупных агрегатах (диаметром 0.09 мм) минерал имеет

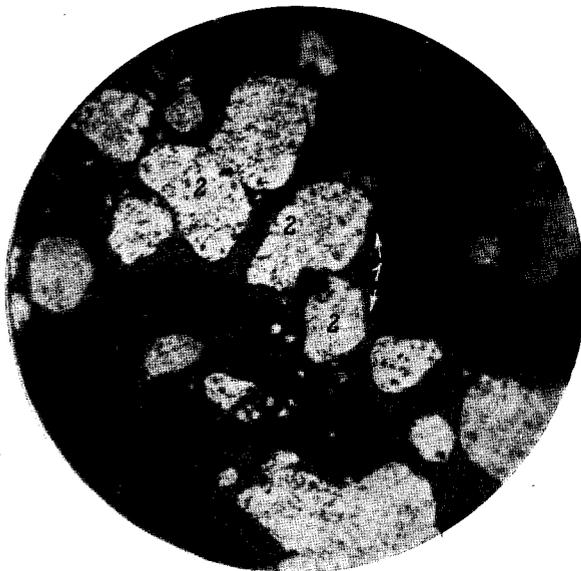


Рис. 1. Сrostки куранахита (1) с гипергенным золотом (2). Поляр. шлиф. Увел. 310.

аллотриоморфнозернистую структуру с четкими зубчатыми очертаниями изометричных зерен. Пленки куранахита, покрывающие губчатое золото, отличаются гребенчатой структурой с несколько удлиненными (1 : 3) зернами (рис. 1).

Для куранахита характерны пленочные или тонкоагрегатные скопления буровато-коричневого до почти черного цвета. Блеск его стеклянный, черта бурая. В прозрачных шлифах куранахит бурый до красноватого.  $N_g=2.002 \pm 0.007$ ,  $N_p=1.952 \pm 0.002$ ;  $N_g-N_p=0.050 \pm 0.009$  (определены с помощью высокопреломляющих фосфорных и мышьяковистых иммерсионных жидкостей в белом свете).

<sup>1</sup> Минерал куранахит утвержден Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 14 марта 1974 г. и Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 13 сентября 1974 г.

В полированных шлифах в отраженном свете куранахит имеет светло-серый цвет, на фоне золота заметен голубоватый оттенок. В скрещенных николях наблюдается отчетливая анизотропия с интенсивным цветным эффектом от сочно-голубого до бурого. Внутренние рефлексии отсутствуют. Двухотражение слабое, в иммерсии отчетливое с розоватым оттенком.

Отражение <sup>2</sup> куранахита весьма низкое, оно близко к отражению гидроксидов железа.  $R$  (в %) в интервале 460—1100 нм: 460 — 24.2, 480 — 24.4, 500 — 24.2, 520 — 24.0, 540 — 24.0, 560 — 24.4, 580 — 24.5, 600 — 24.2, 620 — 23.8, 640 — 23.5, 660 — 23.0, 680 — 22.8, 700 — 22.7, 720 — 22.1, 740 — 22.0, 760 — 21.9, 780 — 21.8, 800 — 21.6, 850 — 22.1, 900 — 22.2, 950 — 22.4, 1000 — 23.0, 1050 — 23.8 и 1100 — 25.0. Минерал обладает смешанной дисперсией со слабо выраженным максимумом в области длин волн 560—580 нм.

По механическим свойствам куранахит неоднороден. На вариационной кривой, построенной по 35 замерам твердости методом микровдавливания разноориентиро-

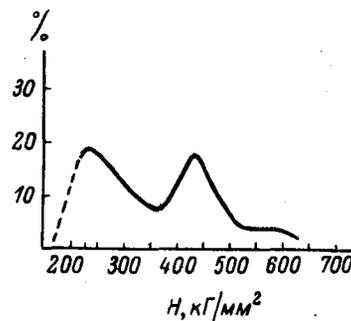


Рис. 2. Вариационная кривая твердости куранахита.

ванных зерен нового минерала (ПМТ-3, нагрузка 20 Г), выявляются два максимума:  $H_1$  и  $H_2$  равные 228 и 441 кГ/мм<sup>2</sup>, которые, очевидно, соответствуют двум наиболее вероятным значениям его твердости (рис. 2). Твердость по шкале Мооса 4—5, по шкале Хрущева  $H_0=4$ ,  $H_0=5$ . Минерал хрупкий; от углов отпечатков алмазной пирамидки отходят многочисленные трещины хрупкого разрыва, разбивающие зерно на мелкие обломки. Хорошо полируется.

Таблица 1

Химический состав куранахита по данным микрорентгеноспектрального анализа

Окислы	Вес. %					Атомные количества		Коэффициент
	обр. 233	обр. 1045	обр. 41	среднее	пересчет на 100%	анионов	катионов	
PbO . . . . .	45.0	45.6	45.6	45.4	45.8	2051	2051	1.0
MnO <sub>2</sub> . . . . .	15.5	15.0	15.7	15.4	15.5	3564	1782	0.8
TeO <sub>2</sub> . . . . .	37.9	38.8	37.9	38.2	38.7	6606	2202	1.0
Сумма . . . . .	98.4	99.4	99.2	99.0	100.0			

Диагностическое травление: минерал химически стойкий, стандартные реактивы КОН, FeCl<sub>3</sub>, HgCl<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub> и HCl (1 : 1) не действуют. Куранахит растворяется при подогревании в концентрированной соляной кислоте и царской водке.

Изучение химического состава нового минерала производилось на рентгеновских микроанализаторах IXA-3A «Джеол» (металлы) и MS-46 «Ка-

<sup>2</sup> Измерено Л. И. Бочек на ФМЭ-1, усовершенствованном в ЦНИГРИ. Погрешность измерения 1 отн.%, на краях спектра — 2 отн.%;  $R_{\max}$  из замеров 5 участков, представленных агрегатами разноориентированных зерен. Эталон — кремний. Объектив 40×.

мека» (кислород).<sup>3</sup> Эталоны — химически чистый марганец, искусственные PbS и NiTe, а также TiO<sub>2</sub> (на кислород). Ускоряющее напряжение 20 кв (при определении металлов) и 10 кв (анализ на кислород).

Аналитические линии: Pb<sub>Mα</sub>, Mn<sub>Kα</sub> и Te<sub>Lα</sub>. Исследовались три образца нового минерала, в каждом из них измерения проводились не менее чем в 5—10 точках. Пересчет относительных интенсивностей на концентрации выполнен методом «гипотетического состава» (Боровский, Рыдник, 1967).

Вводились поправки на поглощение и атомный номер. Кислород в куранахите определен полуколичественно, содержание его порядка 20—22 вес.%. Эти данные хорошо согласуются с результатами определения концентраций металлов, сумма которых составляет 78—80 вес.%. Наличие кислорода в минерале позволяет представить результаты микрорентгеноспектрального анализа в окисной форме (табл. 1).

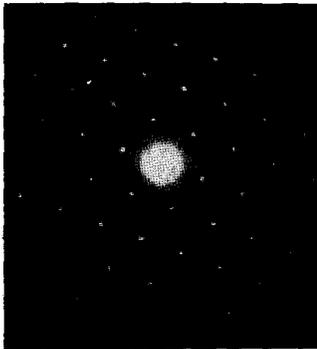


Рис. 3. Микродифракционный снимок куранахита.

Расчет формулы куранахита вызвал некоторые затруднения из-за присутствия в минерале марганца и теллура — элементов с переменной валентностью. Судя по отношению атомных количеств кислорода и металлов, можно представить, что эти элементы находятся в высшей степени окисления. Это предположение также подтверждается окислительно-восстановительной реакцией между куранахитом и концентрированной соляной кислотой. В качестве индикатора, определяющего выделение хлора, использовался 2,2'-дипиридил (комплекс с Fe<sup>3+</sup>), нанесенный на фильтровальную бумагу. Окраска индикатора в восстановленной форме красная, при окислении свободным хлором она обесцвечивается. Интенсивное обесцвечивание 2,2'-дипиридила при обработке куранахита соляной кислотой и медленное обесцвечивание над эталоном — ортеллуровой кислотой — свидетельствует о том, что марганец в куранахите присутствует в четырехвалентной форме. В этом варианте валентность теллура следует принять равной шести. Таким образом, пересчет данных микрорентгеноспектрального анализа по методу В. С. Соболева (Булах, 1967) привел к формуле Pb<sub>1.0</sub>Mn<sub>0.5</sub>Te<sub>1.0</sub>O<sub>6.0</sub>. Дефицит Mn<sup>4+</sup> в формуле, возможно, связан с неустойчивостью куранахита в зоне окисления и его дальнейшим преобразованием, сопровождающимся выносом марганца.

Рентгенометрическое изучение минерала проводилось в камерах РКД ( $D=57.3$ ) и РКУ ( $D=114.6$ ) на неотфильтрованном Fe излучении, а также с помощью микродифракции на электронном микроскопе Jem-7.

Для исследования использовался материал, извлеченный под микроскопом из минеральных обособлений, ранее проанализированных на микрозонде. Из-за очень малых количеств вещества рентгенограммы получились несколько ослабленными. Рентгенометрические данные свидетельствуют об индивидуальности исследуемого минерала. По характеру рентгенограмм порошка он отличается от всех известных минералов теллура, свинца и марганца. Параметры элементарной ячейки определялись из микродифракционных снимков. Минерал характеризуется гексагональной сеткой точечных рефлексов, которым отвечают либо две трансляции с  $a_0=5.1$  и  $b_0=8.9$  в ортогональных осях, образующие прямоугольный центрированный базис элементарной ячейки, причем  $b_0=a_0\sqrt{3}$ , либо транс-

<sup>3</sup> Кислород определен Л. А. Агафоновой.

ляции с  $a_0=b_0=5.1$  в гексагональных осях, образующих друг с другом угол в  $120^\circ$  (рис. 3). При отсутствии дифракционных картин другого типа можно предположить, что решетка минерала является либо центрированной ромбической, либо гексагональной. Индексирование порошкограммы показало, что в действительности элементарная ячейка является ромбической с параметрами  $a_0=5.1$ ,  $b_0=8.9$ ,  $c_0=5.3$ . Ошибка определения параметров элементарной ячейки  $\pm 0.1 \text{ \AA}$  (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

## Результаты расчета порошкограммы куранахита

$hkl$	$I$	$d_{\text{экспер.}}$	$d_{\text{вычисл.}}$	$hkl$	$I$	$d_{\text{экспер.}}$	$d_{\text{вычисл.}}$
111, 021	10	3.40	3.40	202, 132	5	1.851	1.842
332	0.5	3.04		240, 310	1	1.668	1.670
200, 130	6	2.558	2.55	241, 311	4	1.596	1.593
201, 131	1	2.322	2.30	330, 060	0.5	1.475	1.473
040, 220	0.5	2.205	2.208	043, 223	0.5	1.388	1.384
041, 221	5	2.050	2.04				

П р и м е ч а н и е. Условия съемки: камера РКД,  $D=57.3$ , Fe излучение (без фильтра).

Образование куранахита, судя по постоянной ассоциации его с гипергенным золотом (субграфические структуры срастания), очевидно, связано с окислением в зоне гипергенеза теллуридов, содержащих золото и серебро. Отсутствие последних в тех залежах, где наблюдается куранахит, обусловлено легкой окисляемостью теллуридов в гипергенных условиях (Щербина, 1937). Куранахит также неустойчив в зоне окисления. Дальнейшее преобразование его сопровождается замещением тонкодисперсными гидроокислами железа.

Находка нового теллуросодержащего минерала в рудах Куранахского месторождения, в которых теллур ранее не отмечался, может свидетельствовать о наличии в пределах рудного поля гипогенной золото-теллуридной минерализации.

Эталонный образец минерала хранится в Минералогическом музее АН СССР.

Авторы пользуются случаем выразить благодарность В. А. Новикову, И. Д. Борнеман-Старынкевич, В. А. Дрицу, П. А. Пинчуку, Г. А. Сидоренко, Н. А. Сиротининой и Л. П. Филипповой за ценные советы и помощь в работе.

## Литература

Б о р о в с к и й И. Б., В. Н. Р ы д н и к. (1967). К методике количественного локального рентгеноспектрального анализа. Заводск. лаб., т. XXXIII, № 8.

Б у л а х А. Г. (1967). Руководство и таблицы для расчета формулы минералов. Изд. «Недра».

Щ е р б и н а В. В. (1937). Основные черты геохимии теллура. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5.

Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов (ЦНИГРИ), Всесоюзный научно-исследовательский институт минерального сырья (ВИМС), Геологический институт (ГИН), Москва.

Поступила в редакцию  
22 октября 1974 г.