

Г.Н. ГАМЯНИН, И.Я. НЕКРАСОВ, Ю.Я. ЖДАНОВ, Н.В. ЛЕСКОВА

АУРОАНТИМОНАТ — НОВОЕ ПРИРОДНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ЗОЛОТА*(Представлено академиком Н.А. Шило 12 III 1987)*

В золото-серебрянных рудах Восточной Якутии широко развито "горчичное" золото, названное так за рыхлость и соответствующий цветовой оттенок. Под микроскопом оно представляет собой губчатый, ячеистый или фестончатый агрегат. Стенки ячеек сложены золотом, а внутренняя их часть может быть полая или заполнена тонкозернистым материалом. В рудах верхних горизонтов он представлен гипергенными оксидами сурьмы, а на глубоких горизонтах — гипогенными оксидами сурьмы (валентинитом) и антимонитом. Последний часто является единственным заполнителем ячеек. Совместно с антимонитом и валентинитом в агрегатах горчичного золота спорадически присутствует аурустибит (AuSb_2). В ассоциации с упомянутыми минералами нами обнаружено ранее неизвестное соединение Au и Sb — ауроантимонат.

Детальному исследованию подверглись два наиболее крупных выделения ауроантимоната из неокисленных золото-сурьмяных руд, залегающих на глубине 150 м от поверхности. Первое выделение ауроантимоната ассоциирует с антимонитом и имеет удлиненную форму с плавными извилистыми границами. Его размер составляет $0,008 \times 0,03$ мм. На контакте ауроантимоната с антимонитом в последнем развиваются оксиды сурьмы. Строение выделения неоднородное (рис. 1). Оно состоит из двух разновидностей, отчетливо различающихся в отраженном свете по окраске. Первая из них оливкового цвета, сложена участками овального строе-



Рис. 1. Гетерогенные выделения ауроантимоната среди антимонита: участки оливковой (1) и буrowато-серой (2) окраски. Полированный шлиф. 600 X

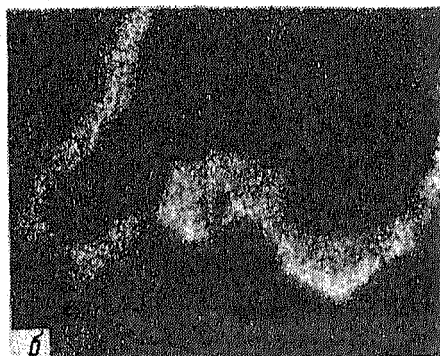
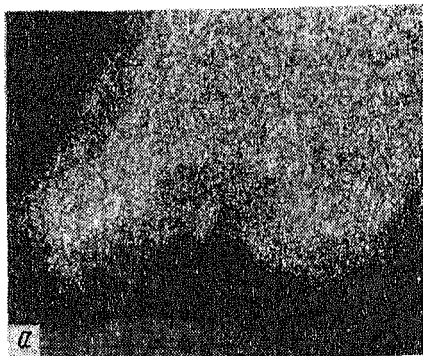


Рис. 2. Изображение в характеристическом рентгеновском излучении каемки аурантимоаната на золоте: а — AuM_{α} , б — SbL_{α} , 1500 $\times$

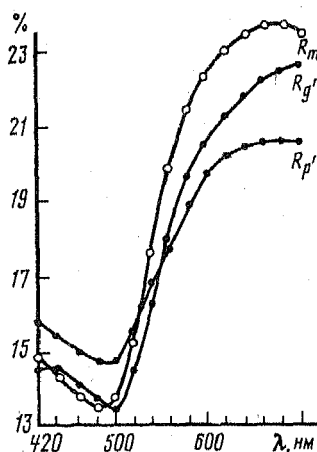


Рис. 3. Кривые отражения аурантимоаната ($R_{g'}$ и $R_{p'}$) и билибинскита (R_m)

ния, разделенных сплошной или прерывистой каемкой из микрокристалликов золота. Каждый в отдельности "оливковый" участок гомогенный. Другая разновидность имеет буровато-серый цвет и гетерогенное строение. Оно связано с наличием смеси мелких микроблоков вещества оливковой окраски и тончайшей ($< 0,01$ мм) пыли микрокристаллов золота в матрице из окислов сурьмы. Границы между веществом этих двух цветовых разновидностей неровные. По мере удаления вещества буровато-серого цвета от границы с веществом оливковой окраски наблюдается укрупнение микрокристалликов золота. При этом они группируются в микроовоиды вокруг скоплений окислов сурьмы.

Второе достаточно крупное для исследования выделение приурочено к монокристаллической золотине, расположенной на контакте антимонита и кварца. Она образует каемку шириной 0,003–0,02 мм вокруг золотины (рис. 2). Внутреннее строение каемки аналогично охарактеризованному для первого выделения, т.е. имеет место чередование участков оливковой и буровато-серой окраски. Вещество микроблоков оливкового цвета и представляет собой новое оксидное соединение золота и сурьмы.

Пять наиболее гомогенных участков оливкового цвета из обоих выделений подвергались микрозондовому анализу. Из них же отбирался материал и на рентгенометрическом изучении. Золото и сурьма определены нами на приборе JXA-50A, а кислород — Г. Поспеловой на приборе JXA-5 в Институте геологии и геофизики СО АН СССР (табл. 1). В каждом из 5 участков определение компонентов прове-

Таблица 1

Результаты микрозондового анализа аурантимоната, мас. %

№ выделения	№ участка	Au	Sb	O	Сумма
I	1	49,7	39,2	10,7	99,6
	2	50,1	39,1	11,2	100,4
	3	49,3	39,2	11,2	99,7
II	1	52,4	36,7	11,6	100,7
	2	52,6	36,3	11,4	100,3

Примечание. Условия съемки: ускоряющее напряжение 20 кВ, эталоны — синтетические AuSb_2 и Bi_2O_3 .

Таблица 2

Расчет рентгенограммы аурантимоната

<i>I</i>	<i>d/n</i>	<i>I</i>	<i>d/n</i>	<i>I</i>	<i>d/n</i>	<i>I</i>	<i>d/n</i>
10	4,18	1	2,08	1	2,72	1	1,588
2	3,92	3	2,03	1	2,59	1	1,553
3	3,72	1	1,719	9*	2,35	5	1,434
1	3,12	1	1,676	1	2,23	3	1,223

Примечание. Условия съемки: камера РКД-57,3 мм, $\lambda\text{-Fe}$, $h = 3$ ч. Звездочкой отмечена линия, совпадающая с отражением Au.

Таблица 3

Результаты измерения отражения (%) аурантимоната

λ , нм	R_g'	R_p'	λ , нм	R_g'	R_p'
420	14,5	15,8	580	19,6	18,9
440	14,5	15,4	600	20,4	19,6
460	14,0	15,0	620	21,2	20,2
480	13,7	14,7	640	21,7	20,4
500	13,4	14,5	660	22,2	20,5
520	14,5	15,5	680	22,5	20,5
540	16,2	16,8	700	22,6	20,5
560	17,9	17,8	—	—	—

Примечание. Отражение определено Л.И. Бочек на приборе фирмы "Opton" с эталоном WTIC при диаметре зонда 6 км.

дено по трем точкам. Из табл. 1 видно, что в анализируемом соединении наиболее стабильно содержание кислорода. Сравнительно в небольших пределах варьируют Au и Sb. Распределение компонентов в минерале равномерное (рис. 1). По данным табл. 1 анализы соединения из первого выделения пересчитываются на формулу $\text{AuSb}_{1,26}\text{O}_{2,76}$, а из второго — на формулу $\text{Au}_{1,02}\text{Sb}_{1,15}\text{O}_{2,83}$. Если исходить из среднего значения всех анализов табл. 1, формула минерала $\text{Au}_{1,01}\text{Sb}_{1,20}\text{O}_{2,79}$ близка к наиболее вероятному теоретическому составу аурантимоната — AuSbO_3 .

Расчет порошкограммы аурантимоната приведен в табл. 2. По набору межплоскостных расстояний и интенсивностей минерал не имеет аналогов в справочной литературе. Присутствие на рентгенограмме линий золота, возможно, связано с примесью микрокристалликов Au в порошке аурантимоната. Определить структурные параметры минерала на имеющемся материале не удалось. Не обнаружены и его структурные аналоги, которые позволили бы индифицировать рентгенограмму.

При изучении агрегата аурантимоната в иммерсии удалось наблюдать тонкие удлинённые червеобразные зерна. Анизотропия и внутренние рефлексии в них не выявляются, хотя величины отражения (R_g' и R_p') характеризуются низкими значениями (табл. 3). По конфигурации кривые отражения аурантимоната (рис. 3) близки к аналогичным кривым сложного теллулата золота — билибинскита [3]. Микротвёрдость, определённая на приборе ПМТ-3, при нагрузке 10 и 20 г идентична и составляет (среднее из 5 замеров): $H_{\max} = 223,8$ кгс/мм², $H_{\min} = 186,8$ кгс/мм² и $K_n = 1,2$. Около вершины отпечатков пирамидки образуются сколовые трещинки, свидетельствующие о хрупкости минерала.

Нахождение аурантимоната в парагенезисе с золотом, аурустибитом, антимонитом и валентинитом [2] в золото-сурьмяных рудах глубоких горизонтов свидетельствует о гипогенной природе этого нового оксида золота. Подтверждает сказанное и развитие реакционных каемок аурантимоната вокруг золота и аурустибита. Их образование является следствием частичного замещения золота на контакте с Sb_2S_3 или разложения аурустибита ($AuSb_2$) на золото и $AuSbO_3$ под воздействием гидротермальных растворов. Этот процесс мог реализоваться при довольно высоком окислительном потенциале (порядка 0,2–0,4 эВ) и сравнительно низкой температуре (150–200 °С). Такая окислительная обстановка создавалась в локальных участках рудных тел на завершающем этапе гидротермального процесса [1].

В обычных условиях аурантимонат метастабилен и разлагается на губчатое золото и окислы сурьмы. Поэтому он не встречается в золото-сурьмяных рудах верхних горизонтов месторождений.

Институт геологии Якутского филиала
Сибирского отделения Академии наук СССР
Якутск

Поступило
22 IV 1987

Институт экспериментальной минералогии
Академии наук СССР, Черноголовка Московской обл.

ЛИТЕРАТУРА

1. Индолев Л.Н., Жданов Ю.Я., Суплецов В.М. Сурьмяное оруденение Верхояно-Колымской провинции. Новосибирск: Наука, 1980, с. 231.
2. Анисимова Г.С., Жданов Ю.Я., Амузинский В.А. и др. — ДАН, 1983, т. 272, № 3, с. 657–660.
3. Спиридонов Э.М., Безсмертная М.С., Чилиева Т.Н., Безсмертный В.В. — Зап. ВМО, 1978, вып. 3, с. 310–315.