

Уральская государственная горно-геологическая академия
Уральское отделение
Всероссийского минералогического общества

УРАЛЬСКАЯ ЛЕТНЯЯ МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА-98

“под знаком кремнезема”

Всероссийская научная конференция
студентов, аспирантов, научных сотрудников,
преподавателей ВУЗов и академических институтов
геологического профиля

Екатеринбург
24-28 июля 1998 г.

Проект осуществляется при финансовой поддержке Российского Фонда
Фундаментальных Исследований (проект № 98-05-74039) и
ФЦП «Интеграция» (проект № К-0310).

Екатеринбург, 1998

Бурнонит гумбеитовой формации обогащен висмутом и мышьяком, содержит заметное количество теллура. Для бурнонита гумбеитовой формации характерно снижение содержания Bi и As от ранних генераций к поздним, т.е. по мере снижения температуры рудоотложения (Спиридонов и др., 1997).

Бурнонит березит-лиственитовой формации развит в составе карбонат-полисульфидной минеральной ассоциации вместе с галенитом, тетраэдритом, реже халькопиритом, буланжеритом. Бурнонит слагает выделения неправильной формы размером от субмикроскопических до первых мм.

По химическому составу бурнонит стехиометричен и содержит небольшие примеси Ag, Cd, Se, а также As и Bi (табл. 2). Формулы минерала:

№ 5 - $(\text{Cu}_{1,05}\text{Ag}_{0,01})_{1,06}(\text{Pb}_{0,95}\text{Fe}_{0,02})_{0,97}(\text{Sb}_{0,95}\text{As}_{0,05})_{1,00}(\text{S}_{2,96}\text{Se}_{0,01})_{2,97}$

№ 6 - $\text{Cu}_{1,00}(\text{Pb}_{0,97}\text{Cd}_{0,02})_{0,99}(\text{Sb}_{0,95}\text{As}_{0,05}\text{Bi}_{0,01})_{1,04}(\text{S}_{3,00}\text{Se}_{0,02})_{3,02}$

№ 7 - $\text{Cu}_{1,00}(\text{Pb}_{0,95}\text{Fe}_{0,01}\text{Cd}_{0,02})_{0,98}(\text{Sb}_{0,95}\text{As}_{0,04}\text{Bi}_{0,01})_{1,00}(\text{S}_{3,00}\text{Se}_{0,01})_{3,01}$

Таблица 2
Химический состав (мас. %) бурнонита из золоторудных жил месторождения Бестюбе

№№	5	6	7
Cu	13,78	13,17	13,15
Ag	0,26	0,08	0,10
Pb	40,95	41,70	40,70
Fe	0,21	следы	0,11
Cd	не обн.	0,37	0,50
Sb	24,00	22,81	23,82
As	0,73	1,18	0,69
Bi	не обн.	0,47	0,28
S	19,70	19,94	19,83
Se	0,16	0,32	0,20
Сумма	99,79	100,04	99,38

Примечание: электронный микроскоп Camebax SX-50 (каф. минералогии МГУ), анализист Н.Н. Кононкова. Au, Mn, Zn, Te – не обнаружены.

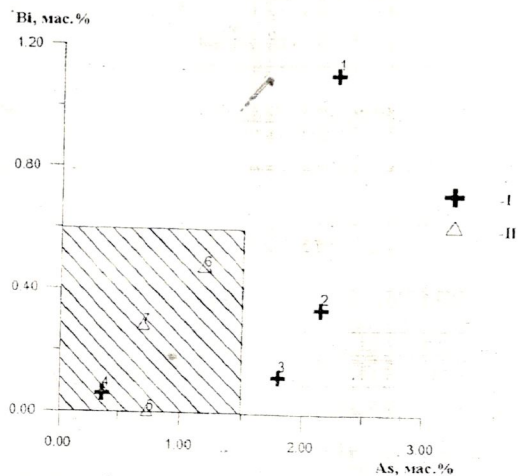


Рис. Поля состава бурнонита гумбеитовой и березит-лиственитовой формаций: I – бурнонит гумбеитов (номера на графике отвечают таблицам 1 и 2), II – бурнонит березит-лиственитов. Не заштриховано поле состава бурнонита гумбеитовой формации, заштриховано поле неопределенных решений.

Характерной особенностью бурнонита гумбеитовой формации являются повышенные содержания мышьяка (до 2,3%) и висмута (до 1,1%). Эта особенность отличает бурнонит гумбеитов от бурнонита березитов. По этой причине дискриминационная диаграмма построена в координатах As – Bi (рис.). На диаграмме не заштрихованная область принадлежит бурнониту гумбеитовой формации. В заштрихованное поле попадает бурнонит березит-лиственитовой и гумбеитовой формациям – это поле неопределенных решений.

Кроме того, бурнонит гумбеитовой и березитовой формаций отличаются по содержанию Te – бурнонит гумбеитов содержит 0,10-0,16 мас. % теллура, в бурноните березитов теллур не обнаружен.

Филимонов С.В., Кононкова Н.Н., Спиридонов Э.М.
Московский государственный университет

МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ БЛЕКЛЫХ РУД КВАРЦ-ШЕЕЛИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГУМБЕИТОВОЙ ФОРМАЦИИ УРАЛА

Минералы группы блеклых руд – характерные минералы многих гидротермальных месторождений – имеют весьма сложный и непостоянный состав. Общая формула блеклых руд – $(\text{Cu}, \text{Ag}, \text{Ti}, \text{Au})_{10}(\text{Fe}, \text{Zn}, \text{Cu}, \text{Hg}, \text{Cd}, \text{Mn}, \text{Pb}, \text{Ni}, \text{Co}, \text{Sn}^{2+})_2(\text{As}, \text{Sb}, \text{Bi}, \text{Te}, \text{Sn}^{4+}, \text{Ge})_1(\text{S}, \text{Se})_{13}$. Благодаря широко проявленному изоморфизму блеклые руды являются чувствительными индикаторами условий рудообразования; их состав и эволюция состава индивидуальны для каждой рудной формации. Представляется необходимым изучить особенности макро- и микроэлементного состава блеклых руд важнейших рудных формаций на единой методической основе. С этой целью Н.Н. Кононкова разработала специальную программу работ на электронном микроскопе, которая позволяет с высокой точностью определять 20 химических элементов в одной точке. Ниже представлены первые результаты работ по этой программе для гумбеитовой формации.

Гумбеитовая формация Урала представлена серией разнотемпературных образований [1, 2]. Наиболее ранние и высокотемпературные кальцит-биотитовые и кальцит-доломит-биотитовые гумбеиты развиты на Гумбейском месторождении. Они сопровождаются калишпат-кварцевыми жилами с биотитом, молибдошеелитом, пиритом, вольфрамрутилом, апатитом, иногда с монацитом.

Среднетемпературные биотит-доломитовые и доломитовые гумбеиты широко развиты на Гумбейском и Кедровском шеелитовых месторождениях, на Кузнецовском и Шарташском рудопоявлениях шеелита. Они сопровождаются калишпат-карбонат-кварцевыми жилами с шеелитом, пиритом, молибденитом-3R, халькопиритом, рутилом, апатитом, блеклыми рудами (теннантитом, тетраэдритом); поздние жилы также содержат Ag-Bi галенит, сложные Cu-Pb-Bi сульфосоли.

Поздние и низкотемпературные фенгитовые гумбеиты, развитые в основном на Шарташском рудопоявлении, сопровождаются карбонат-кварцевыми жилами двух поколений: 1) с калишпатом, пиритом, галенитом, теннантитом, тетраэдритом, менегинитом, бурнонитом, сфалеритом (клеюфан); 2) с пиритом, халькопиритом, галенитом, тетраэдритом, бурнонитом, айкинитом, а также тетраэдритом, алланитом, гесситом, самородным золотом.

Блеклые руды отсутствуют в калишпат-карбонат-кварцевых жилах, сопряженных с ранними высокотемпературными кальцит-биотитовыми и кальцит-доломит-биотитовыми гумбеитами. В жилах, сопряженных доломит-биотитовыми гумбеитами в небольшом количестве развит Fe-теннантит (ан. 1) с высокой медистостью ($\text{Cu}^{2+} \Sigma \text{Me}^{2+}$), низкими содержаниями Bi, Cd, Sn.

Наиболее распространенные типы гумбеитов – это более поздние доломитовые. Они сопровождаются жилами с Zn-тетраэдритом трех зароджений (ан. 2-4). Особенности этих блеклых руд – повышенные содержания Bi (3-5 мас. %), Te (~1%), Cd (0,5-0,6%), низкие Ag.

Химический состав блеклых руд (мас.%) карбонат-кварцевых жил гумбеитов Гумбейского месторождения (1-4), Кузнецовского (5) и Шарташского (6-12) рудопроявлений шешлита

№ аrojден № (число анализов)	Cu	Ag	Ti	Fe	Zn	Pb	Hg	Cd	Mn	Ni	Co	As	-Sb	Bi	Te	Sn	Ge	S	Se	Сумма	
Жилы среди доломит-биотитовых гумбеитов																					
1	(3)	46,46	0,10	4,18	1,49	0,08	0,16	0,12	0,02	0,01	0,02	13,71	7,53	0,19	0,39	сл.	н.о.	27,56	0,16	102,28	
Жилы среди доломитовых гумбеитов																					
2	I	(3)	40,31	0,20	1,53	4,34	0,08	0,21	0,57	н.о.	0,01	6,30	15,34	4,57	0,94	0,06	0,06	26,03	сл.	100,72	
3	II	(5)	40,00	0,18	1,35	4,70	0,06	0,23	0,54	сл.	0,03	3,77	19,70	4,44	0,89	0,05	н.о.	25,76	0,05	101,83	
4	III	(1)	38,38	0,17	0,07	0,98	4,99	н.о.	0,06	0,08	1,43	23,66	3,63	0,77	0,09	н.о.	25,41	0,07	100,50		
5	(1)	38,10	0,31	сл.	0,35	7,42	н.о.	0,28	0,13	н.о.	4,44	20,64	2,94	0,03	0,10	0,14	25,51	0,08	100,50		
Ранние жилы среди фенгитовых гумбеитов																					
6	I	(1)	39,33	0,61	0,11	0,93	6,93	0,14	0,29	сл.	сл.	7,86	17,35	сл.	0,11	0,07	сл.	25,89	0,05	99,86	
7	II	(1)	37,81	0,30	0,07	0,57	6,91	н.о.	0,18	сл.	сл.	3,66	23,06	0,95	0,03	0,10	0,04	25,50	0,09	99,29	
8	III	(3)	37,38	0,73	0,15	0,67	6,90	0,02	0,04	0,23	0,03	3,36	23,50	0,83	0,03	0,09	0,05	25,63	0,03	99,71	
Поздние жилы среди фенгитовых гумбеитов																					
9	I	(3)	37,19	0,49	0,06	6,51	6,65	0,20	0,16	0,24	0,01	2,11	25,60	0,06	0,02	0,11	н.о.	25,50	0,03	98,85	
10	II	(3)	36,48	1,15	0,11	0,60	6,53	0,10	0,10	0,28	сл.	н.о.	2,97	24,02	0,09	0,05	0,10	н.о.	25,61	сл.	98,21
11	III	(2)	36,97	1,34	0,06	0,59	6,66	0,06	сл.	0,23	сл.	н.о.	1,45	26,50	0,07	0,05	0,12	н.о.	24,89	0,07	99,11
12	IV	(1)	35,43	3,02	сл.	0,04	7,28	0,15	0,46	0,38	н.о.	0,32	29,30	0,10	сл.	0,16	н.о.	24,30	н.о.	100,94	

№№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sb/(As+Sb), %	25	52	67	82	69	57	78	79	87	83	92	98
Cu ³⁺ /ΣMe ²⁺ , %	38	16	15	6	0	1	1	0	0	0	0	0

Примечание: электронный микроспектр Самеса SX-50, анализик П.И. Колонкова. Аи не обнаружено, н.о. — элемент не обнаружен; сл. — следы. Проведение микроспектральных анализов стало возможным благодаря контракту с Министерством природных ресурсов

От первого зарождения к третьему возрастают сурьмянистость Sb/(Sb+As) и цинкистость, снижается медистость.

Карбонат-кварцевые жилы, сопряженные с наиболее поздними фенгитовыми гумбеитами, содержат Zn-тетраэдрит с крайне низкой медистостью. Zn-тетраэдрит в ранних жилах представлен кристаллами трех зарождений, соответственно анализы 6, 7 и 8, минерал беден Ag (< 1%), содержит до 1% Bi, до 0,1% Sn. Zn-тетраэдрит поздних жил представлен выделениями четырех зарождений, соответственно анализы от 9 до 12, минерал несколько обогащен Ag (до 3%), Hg (до 0,5%), Pb и Sn (до 0,2%). От ранних зарождений к поздним растут сурьмянистость, и цинкистость блеклых руд, а также содержания серебра.

Изученные блеклые руды стехиометричны по составу. Их общие особенности — преобладание Zn-тетраэдрита, бедного Hg (< 0,5%) и Ag (гл. обр. < 1%), но с заметными количествами Bi (до 5%), Te (до 1%), Cd (до 0,7%). Типичны устойчивые низкие содержания Se, Pb, Tl, Sn (~0,1%) и очень низкие содержания Ge, Co, Mn, Ni. С ростом сурьмянистости в блеклых рудах систематически растут содержания Zn, Ag и Sn. Общий тренд — от высокомедистых к умеренномедистым и далее к низкомедистым, — свидетельство повышенного окислительного потенциала в ходе рудоотложения. Данные по блеклым рудам коррелируются с данными по шеедиту, в составе которого от ранних образований к поздним резко от 28% до 0,0п% снижается содержание минала повеллита CaMo⁶⁺O₄ [1].

Характерной особенностью блеклых руд гумбеитовой формации являются относительно повышенные содержания Bi и Te. В парагенезе с Te-содержащими блеклыми рудами теллуриды отсутствуют: очевидно, теллур здесь рассеян в составе блеклых руд. Тетрадимит, алтаит и гессит появляются только в поздних рудных образованиях гумбеитовой формации, в которых блеклые руды содержат следы теллура. Содержания серебра в блеклых рудах гумбеитовой формации менее 3,5%.

Как следует из представленных выше материалов, корректный анализ блеклых руд золотоносных образований должен обязательно включать в себя определение Bi и Te.

1. Спиридонов Э.М. и др. Гумбеитовая формация Урала. М.: ИГУ, 1997, 97с.
2. Спиридонов Э.М., Середкин М.В., Филимонов С.В. Типохимизм блеклых руд шеелитовых месторождений Урала. Изв. ВУЗов. Геология и разведка, 1997, № 6, с. 38-45.

Федонин О.В., Плетнев П.А., Спиридонов Э.М.
Московский государственный университет

БРАННЕРИТ UTe₂O₆ ИЗ МЕТАМОРФИЗОВАННЫХ ЗОЛОТОНОСНЫХ БРЕКЧИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧУДНОЕ, ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ

В последние годы на Приполярном Урале открыты своеобразные месторождения Аи-Чудное и род иных (Озеров, 1988). Эти месторождения расположены в пределах Кожимского поднятия Урал-Тауского мегаантиклинария. Месторождения штокверкового типа контролируются кососекущими зонами дробления в крупных телах метариолитов (трахиолитов) доордовикского возраста, частью размещены вдоль контактов субвулканических тел риолитов и в гравело-песчанниках раннего-среднего ордовика. Pb-Pb возраст риолитов по циркону 516 - 519 млн. лет, т.е. позднекембрийский (Соболев, 1995), трахиолиты обогащены REE, Th и U (Галанкина и др., 1997). Нижняя граница возраста золотого оруденения — средний ордовик.

Структуры золоторудных агрегатов гранобластовые, характерные сростания золота с ортитом, альбитом, титанитом и Fe-Cr мусковитом; в состав золотоносных агрегатов входят стильномелан ..., Р-Т параметры, определенные по газовой-жидким включениям в кварце и