

УДК 549.08+553.411

© А.В. Юдин

**СУЛЬФОЦУМОИТ $\text{Bi}_3\text{Te}_2\text{S}$ ИЗ ЖИЛЫ ВАСИЛЬЕВСКОЙ
КОЧКАРСКОГО ЗОЛОТО-КВАРЦЕВОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)**

Московский государственный университет, г.Москва
(Представлена д. чл. УАГН Э.М.Спиридоновым)

© A. V. Judin

**SULPHOTSUMOITE $\text{Bi}_3\text{Te}_2\text{S}$ FROM THE VASILJEVSKYA
VEIN FROM KOCHKAR GOLD-QUARTZ DEPOSIT
(SOUTH URALS)**

Кочкарское рудное поле, крупнейшее на Южном Урале по количеству добытого золота, расположено в 120 км к югу от г.Челябинска. Месторождение принадлежит инверсионной плутоногенной золото-кварцевой формации и сопряжено с дайкообразным Пластовским интрузивом гранодиоритов-адамеллитов C_1 , который внедрился вдоль контакта Восточно-Уральского антиклинория и зеленокаменного Восточно-Уральского синклинория. Интрузив вытянут в меридиональном направлении на 35 км при максимальной ширине до 10 км. В интрузиве крутопадающие трещины скола вмещают дорудные и внутрирудные дайки гранитоид-порфиров, микродиоритов и спессартитов, более 1000 золотоносных кварцевых и карбонат-кварцевых жил с ореолами березитизированных - лиственитизированных пород, послерудные дайки лампрофиров и долеритов [1,2,5,7,9].

Сетью разломов рудное поле разбито на три крупных тектонических блока: Северный (собственно Кочкарский), Юго-западный (Трифоновско-Партизанский) и Юго-восточный (Себряно-Зеленый). В Северном блоке золоторудные жилы обогащены шеелитом, бедны серебром, содержат продуктивную золото-теллуридную минеральную ассоциацию (теллуриды Bi ,

Pb , Au). В Юго-западном блоке золоторудные жилы содержат продуктивную золото-висмутин-сульфосольную минеральную ассоциацию (сульфосоли Bi , Pb-Bi , Ag-Pb + гессит). В Юго-восточном блоке рудные жилы обогащены серебром и содержат продуктивную золото-сульфоантимонидовую минеральную ассоциацию с блеклыми рудами [5].

Западная часть Пластовского интрузива, вмещающая месторождение, находится в пределах Восточноуральского антиклинория на склоне гранито-гнейсово-купольной структуры позднегерцинского возраста. В ядре термально-купольной структуры расположен позднеорогенный Борисовский плутон гранитов P_1 и пегматитоносных лейкогранитов P_2 (~ 260 млн. лет) [7]. Вертикальная мощность Борисовского плутона ~10 км, восточный его контакт погружается под Кочкарское месторождение. Борисовские граниты секут плагиогранитоиды, дайки и оруденелые породы Пластовского массива [1]. Процессы послерудного метаморфизма заметно изменили минеральный состав золотых руд Кочкарского месторождения, в них молочно-белый жильный кварц превращен в серый гранулированный, при реакциях кварца с карбонатами, хлорита с серицитом, хлорита с карбонатами, первичных рудных минералов между собой возникли актинолит, биотит-флогопит, эпидот-клиноцоизит, плагиоклазы с обратной зональностью, пирротин, метаморфогенные теллуриды - такие как кочкарит [6], раклиджит [3] и иные.

Убогосульфидная золото-кварцевая жила Васильевская расположена в южной части Северного блока. В рудах жилы Васильевской широко развиты высокопробное золото и теллуриды висмута, из которых преобладает тетрадимит, теллуrowисмутит более редок. Изучен образец мелко-среднезернистого жильного кварца с гранобластовой структурой с небольшими (1-3 мм) агрегатами зерен теллуридов и золота. Микроскопические наблюдения и исследование с помощью электронного микрозонда показали, что преобладающая часть теллуридов представлена тетрадимитом (рис. 1). В ассоциации с тетрадимитом развито высокопробное золото и впервые установленный в рудах Кочкарского месторождения сульфоцумоит. Это редкий минерал, открытый Завьяловым Е.Н. [4] в рудах вулканогенных месторождений золота.

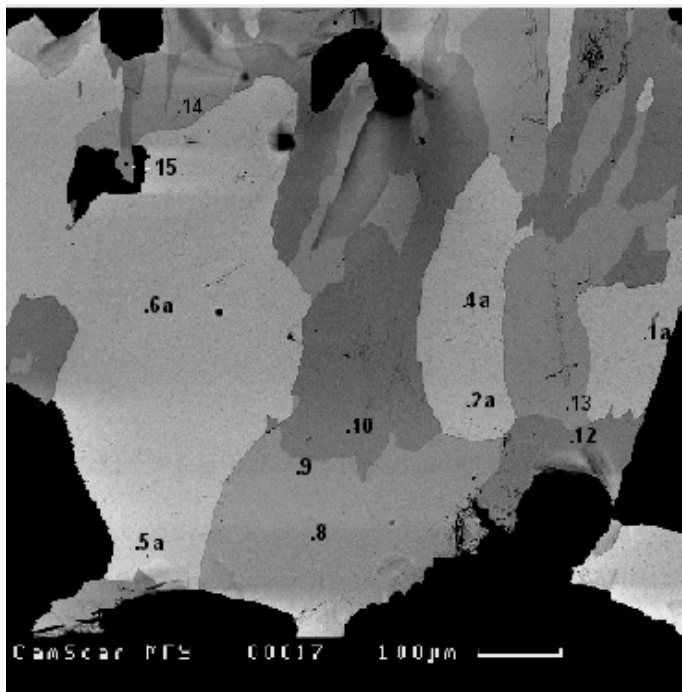


Рис. Срастание самородного золота (анализы 1а-6а), тетрадимита (анализы 10, 11, 12, 15), сульфоциноита (анализы 8, 9, 13, 14) в жильном кварце (черное). Золото-кварцевая жила Васильевская. Кочкарское месторождение. Снимок в отраженных электронах.

Под микроскопом агрегат тетрадимита и сульфоциноита представляет однородную массу, поскольку оптические характеристики сульфоциноита и тетрадимита очень близки [8]. Формы выделений и взаимоотношения этих минералов отчетливо видны на фотографии в отраженных электронах (рис.). Это мелкие (доли миллиметра) пластинчатые зерна. Характер границ зерен тетрадимита с тетрадимитом, сульфоциноитом, самородным золотом и с кварцем, как и характер границ зерен сульфоциноита и сульфоциноитом, золотом и с кварцем и золота с кварцем однотипны - это мелко зазубренные границы, характерные для гранобластовых агрегатов, продуктов контактового метаморфизма.

Состав сульфоциноита близок к теоретическому $\text{Bi}_3\text{Te}_2\text{S}$. Вариации состава - $(\text{Bi}_{2,89-2,95}\text{Pb}_{0,01}\text{Ag}_{0-0,01}\text{Fe}_{0,01-0,03}\text{Cu}_{0-0,01}\text{Zn}_{0-0,01}\text{Sn}_{0,01})_{2,93-3,01}(\text{Te}_{1,95-2,00}\text{Sb}_{0,01-0,02})_{1,96-2,02}(\text{S}_{0,92-0,98}\text{Se}_{0,09-0,10})_{1,01-1,08}$. (табл.1). Обращает внимание заметная примесь селена.

Таблица 1

Состав сульфоциноита (мас. %) золото-кварцевой жилы Васильевской. Кочкарское месторождение.

Компоненты	8	9	13	14
Bi	67,49	66,18	66,97	67,39
Pb	0,21	0,28	0,24	0,28
Ag	0,01	0,09	0,00	0,01
Fe	0,06	0,12	0,19	0,11
Cu	0,00	0,00	0,04	0,00
Zn	0,00	0,00	0,04	0,00
Sn	0,00	0,00	0,06	0,11
Te	27,29	27,90	27,44	27,66
Sb	0,10	0,21	0,16	0,18
S	3,45	3,40	3,23	3,36
Se	0,74	0,74	0,81	0,84
Сумма	99,36	98,93	99,19	99,95

Формульные единицы в расчете на 6 атомов

Bi	2,95	2,89	2,94	2,93
Pb	0,01	0,01	0,01	0,01
Ag	0,00	0,01	0,00	0,00
Fe	0,01	0,02	0,03	0,02
Cu	0,00	0,00	0,01	0,00
Zn	0,00	0,00	0,01	0,00
Sn	0,00	0,00	0,01	0,01
Сумма	2,97	2,93	3,01	2,97
Te	1,95	2,00	1,97	1,97
Sb	0,01	0,02	0,01	0,01
Сумма	1,96	2,02	1,98	1,98
S	0,98	0,97	0,92	0,95
Se	0,09	0,09	0,09	0,10
Сумма	1,07	1,08	1,01	1,05

Примечание: микрозонд Camebax-SX50 (каф. Минералогии МГУ), аналитик Брызгалов И.А.

Состав тетрадимита в ассоциации с сульфоцумоитом и золотом близок к теоретическому $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$. Вариации состава - $(\text{Bi}_{1.95-2.00}\text{Ag}_{0-0.01}\text{Fe}_{0-0.03}\text{Zn}_{0-0.03})_{1.98-2.01}(\text{Te}_{1.92-1.96}\text{Sb}_{0.01-0.02})_{1.93-1.97}(\text{S}_{0.97-1.01}\text{Se}_{0.06})_{1.03-1.07}$. (табл.2). Обращает внимание заметная примесь селена и отсутствие Pb, характерной примеси в изученных нами ранее образцах тетрадимита иных рудных жил северного блока, где примесь Pb до 1-1,2 мас.% [5,9].

Таблица 2

Состав тетрадимита (мас. %) в ассоциации с сульфоцумоитом из золото-кварцевой жилы Васильевской. Кочкарское месторождение.

Компоненты	10	11	12	15
Bi	58,68	58,16	58,76	58,15
Ag	0,00	0,08	0,13	0,07
Fe	0,00	0,08	0,00	0,25
Zn	0,00	0,00	0,08	0,27
Te	34,94	35,30	34,76	35,28
Sb	0,27	0,24	0,25	0,23
S	4,58	4,50	4,57	4,44
Se	0,62	0,63	0,64	0,67
Сумма	99,10	98,99	99,18	99,36

Формульные единицы в расчете на 5 атомов

Bi	1,98	1,97	1,98	1,95
Ag	0,00	0,01	0,01	0,00
Fe	0,00	0,01	0,00	0,03
Zn	0,00	0,00	0,01	0,03
Сумма	1,98	1,99	2,00	2,01
Te	1,93	1,96	1,92	1,94
Sb	0,02	0,01	0,01	0,01
Сумма	1,95	1,97	1,93	1,95
S	1,01	0,99	1,01	0,97
Se	0,06	0,06	0,06	0,06
Сумма	1,07	1,05	1,07	1,03

Примечание: микронзонд Camebax-SX 50 (каф. минералогии МГУ), аналитик Брызгалов И.А. Pb - не обнаружен.

Состав самородного золота в агрегате сульфоцумоита и тетрадимита довольно устойчив: золото высокопробное (925-935), незональное, содержит ничтожные примеси меди, ртути, платины (табл. 3).

Итак, в контактово-метаморфизованных золотых рудах Кочкарского месторождения впервые установлен сульфоцумоит. Ранее этот редкий минерал был установлен в неметаморфизованных золотых рудах вулканогенных и плутоногенных месторождений [4,8].

Таблица 3

Состав самородного золота (мас. %) в ассоциации с теллуридами висмута из золото-кварцевой жилы Васильевской. Кочкарское месторождение.

Компоненты	1а	2а	4а	5а	6а
Au	92,28	92,54	92,29	92,54	92,28
Ag	6,76	6,68	6,82	6,61	6,63
Cu	0,13	0,02	0,10	0,00	0,11
Hg	0,17	0,21	0,25	0,25	0,25
Pt	0,00	0,00	0,07	0,02	0,11
Сумма	99,34	99,45	99,53	99,42	99,38
Пробность	929	931	927	931	929

Примечание: микронзонд Camebax-SX50 (каф. Минералогии МГУ), аналитик Брызгалов И.А. Pd - не обнаружен.

Литература

1. **Бородаевский Н.И., Черемисин А.А., Яновский В.М., Покусаев В.И.** Кочкарское месторождение // Геология золоторудных месторождений СССР. Т. I. М.: Недра. 1984. С. 54-95.
2. **Высоцкий Н.К.** Месторождения золота Кочкарской системы в Южном Урале // Тр. Геолком. Т. XIII. СПб. 1900. N 3. 211 с.
3. **Завьялов Е.Н., Бегизов В.Д.** Раклиджит $(\text{Bi,Pb})_3\text{Te}_4$ - новый минерал из золоторудных месторождений Зод и Кочкарь // Зап. ВМО. 1977. Ч. 106. Вып. 1. С. 62-68.
4. **Завьялов Е.Н., Бегизов В.Д.** Сульфоцумоит Bi_2TeS - новый висмутый минерал // Зап. ВМО. 1981. Ч. 110. Вып. 5. С. 594-600.
5. **Спиридонов Э.М.** Минералогия метаморфизованного Кочкарского плутоногенного золото-кварцевого месторождения, Южный Урал. 1. Золото-теллуридные руды // Зап. ВМО. 1995. Ч. 124. Вып. 6. С. 24 - 39.

6. **Спиридонов Э.М., Ершова Н.А., Тананаева О.И.** Кочкарит $PbBi_4Te_7$ - новый минерал контактово метаморфизованных руд //Геология рудных месторождений. 1989. Т. 31. N 4. С. 98-102.

7. **Ферштатер Г.Б., Бородина Н.А., Рапопорт М.С. и др.** Орогенный гранитоидный магматизм Урала. Миасс. 1994. 247 с.

8. **Чвилева Т.Н., Безсмертная М.С., Спиридонов Э.М. и др.** Справочник – определитель рудных минералов в отраженном свете. М.: Недра. 1988. 505 с.

9. **Юдин А.В., Спиридонов Э.М.** Минеральные образования метаморфизма термально-купольного типа на примере Кочкарского золоторудного поля, Южный Урал. В кн.: Минералогическое общество и минералогическая наука на пороге XXI века. СПб.: изд. ВМО. 1999. С. 268-269.