ISSN 2221-3198

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА ЮГА РОССИИ

№ 4 / 2018

НАШИ ГОСТИ

УДК 549.351.355 (575.3)

DOI:10.23671/VNC.2018.4.20169

БЛЕКЛЫЕ РУДЫ В СЕРЕБРЯНЫХ И СЕРЕБРОСОДЕРЖАЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ТАДЖИКИСТАНА И ИХ СЕРЕБРОНОСНОСТЬ

© 2018 Ф. А. Файзиев, к. г.-м. н., А. Р. Файзиев, д. г.-м. н.

Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии Академии наук
Республики Таджикистан, Республика Таджикистан, 734063, г. Душанбе, ул.
Айни, 267, e-mail: foteh81@mail. ru, faiziev38@mail. ru

В статье приводятся сведения о блеклых рудах в серебряных и серебросодержащих месторождениях Таджикистана. Они в них распространены весьма неравномерно. Если в одних месторождениях блеклые руды встречаются в ничтожных количествах (Мушистон), то в других они образуют значительные скопления (Мирхант, Канджол, Большой Канмансур). Блеклые руды представлены рядом теннантит – тетраэдрит – фрейбергит, среди которых преобладают тетраэдриты. Из 191 химического анализа блеклых руд из месторождений Северного и Центрального Таджикистана, а также Памира всего 23 принадлежат к фрейбергиту, а 2 – к теннантиту. Содержание серебра в блеклых рудах всего региона в целом варьирует от 0,13 (Кансай) до 33,91 (Школьное) мас. %.

Ключевые слова: блеклые руды, сереброносность, рудо-формационный тип.

Блеклые руды характеризуются сложным и чрезвычайно непостоянным химическим составом среди класса сульфосолей. Они являются чуткими индикаторами рудогенеза, и их присутствие является положительным признаком сереброносности объекта [Спиридонов и др., 2008]. Химический состав блеклых руд индивидуален для разной рудной формации. Многообразие парагенезисов этих минералов отражает различие в геохимической обстановке их образования, т. е. изменение состава ассоциаций может указать на изменение условий образования руд.

Блеклые руды являются концентраторами и носителями ряда ценных металлов, в том числе и серебра. Содержание серебра, которое считается типоморфным примесным элементом блеклых руд, достигает 6,20-15,26 мас. % [Минералы, 1960] и даже больше – 11,20-17,71 мас. % [Дэна и др., 1951].

В данной статье сделана попытка систематизировать накопленный материал о блеклых рудах серебряных и серебросодержащих месторождений Таджикистана, в первую очередь, данные об их химическом составе и сереброносности.

Сведения о блеклых рудах в серебряных и серебросодержащих месторождениях Таджикистана можно найти в работах Г. С. Аверьянова, Ю. А. Арапова, С. К. Арбузовой, М. С. Безсмертной, М. М. Безуглого, Б. К. Брешенковой, М. М. Болдыревой, Ю. С. Бородаева, Н. С. Бортникова, С. Я. Клемперт, З. А. Королевой, Н. Н. Королевой, Л. М. Лурье, М. И. Моисеевой, Г. В. Моралева, Ю. С. Нестеровой, Г. Г. Павловой, В. С. Попова, А. Р. Файзиева, Ф. А. Файзиева, Т. И. Чвилевой и др.

В серебряных и серебросодержащих месторождениях Таджикистана блеклые руды являются одним из основных рудных минералов, содержание которых в отдельных рудных телах может быть выше концентрации других рудных минералов в целом. Например, в гигантском месторождении Большой Канимансур в отдельных рудных скоплениях содержание блеклых руд достигает 20% от суммы рудных минералов, а содержание серебра в них доходит до 20 мас. % [Файзиев, 2008].

Встречаются блеклые руды в виде редких мелких эвгедральных зерен (Кансай), идиоморфных выделений (Южная Дарбаза), каплевидных включений (Перевальное, Карамазар), округлых и нитевидных форм (Северный Зарнисор), неправильных и таблитчатых образований (Мирхант), таблитчатых кристаллов (Токузбулак), мономинеральных прожилков (Большой Канимансур) и т. д.

Блеклые руды зафиксированы в проявлениях всех рудно-формационных типов серебра. Например, на серебро-полиметаллическом месторождении Большой Канимансур (Карамазар) они встречаются в ассоциации с серебро-висмутин-айкинит-халькопиритовыми и серебро-галенит-сфалеритовыми минеральными комплексами [Файзиев, 2008]. На серебро-полиметаллическом месторождении Канджол (Северный Таджикистан) блеклые руды по времени образования близки к халькопириту и образуют с ним взаимные прорастания (рис. 1). Здесь блеклые руды иногда обволакивают зерна халькопирита и галенита. В массивном галените они образуют угловато-округлые выделения размером до 3 см. В ряде случаев тетраэдрит с арсенопиритом образует скопления, причем в арсенопирите он находится в виде мелких включений удлиненной и округлой формы [Турлычкин, 1972]. В пустотах с шестоватым кварцем тетраэдрит образует относительно крупные кристаллы (3–4 мм). В блеклых рудах изредка видны выделения электрума. На рисунке 2 приводится изображение рисунка 1 в режиме BSE и рентгеновские карты распределения элементов в нем.

Рис. 1. Изображение участка шифа в отраженных электронах (BSE): 1, 2 – тетраэдрит, 3 – халькопирит, 4 – арсенопирит, 5 – галенит, 6 – кварц.

Рис. 2. Изображение участка шлифа рис. 2 в режиме BSE и рентгеновские карты распределения элементов.

Блеклые руды на серебро-полиметаллическом месторождении Токузбулак (Памир) встречаются совместно с галенитом, халькопиритом, пираргиритом [Аверьянов, 1982]. Здесь блеклые руды представлены тетраэдритом и фрейбергитом и образовались в двух генерациях.

На серебро-оловорудном месторождении Мирхант (Центральный Таджикистан) блеклые руды находятся в ассоциации с галенитом, тиманнит-клаусталитом, Fe-сфалеритом, халькопиритом, станнином, пиритом, сульфосолями серебра [Файзиев, 2013]. На рисунке 3 видны реликты раннего сфалерита в тетраэдрите. Трещины в нем выполнены кальцит-галенитовыми прожилками.

На месторождении Школьное (Северный Таджикистан), которое относится к серебро-золоторудной формации, встречаются три генерации блеклых руд [Моралев и др., 1988]. Ранняя генерация образовалась в золото-сульфосольную стадию и ассоциирует с халькопиритом, галенитом, сфалеритом, арсенопиритом, пиритом и электрумом. Их выделения обладают неправильной изометричной формой. Из жильных минералов присутствуют кварц, кальцит, сидерит, хлорит и адуляр. Бле-

Рис. 3. Изображение препарата в обратно-отраженных электронах (BSE):
1, 2, 8 – галенит, 3, 4 – пирит, 5, 6, 7 – тетраэдрит, 9, 10 – сфалерит.

клые руды второй генерации кристаллизовались в серебро-сульфидную стадию. Они находятся в виде изометричных или вытянутых выделений в галените. Кроме того они образуют полосы, вытянутые вдоль трещин спайности в галените. Третья генерация блеклых руд выделялась в барит-галенитовую стадию минералообразования. Встречается она с комплексом сульфoантимонитов и селенидов серебра, сурьмянистым серебром, алларгентумом и дискразитом. От ранних генераций к поздним уменьшаются размеры блеклых руд. Если в ранней генерации размеры их варьируют от 0,05 до 0,5 мм, то во второй 0,02-0,001 мм, а в третьей генерации – менее чем 0,005 мм.

На серебро-сурьмяных месторождениях Акджилгинского рудного поля (Памир) блеклые руды наблюдаются в ассоциации со сфалеритом, Sb-висмутином, андоритом, густавитом, станнином и халькопиритом [Павлова и др., 1990].

В серебросодержащих скарново-полиметаллических месторождениях Северного Таджикистана (Зарнисор, Такели) блеклые руды ассоциируют с пиритом, сфалеритом, халькопиритом, галенитом, арсенопиритом, кварцем, кальцитом, баритом и флюоритом. В Кансайском месторождении, кроме того, отмечается прустит.

На основании изучения взаимоотношений блеклых руд с другими сульфидами, ассоциирующими с ними, можно сделать вывод о том, что блеклые руды являются более поздними образованиями. В процессе формирования руд они замещали сфалерит, галенит, пирит и др. Особенно часто блеклые руды образуются за счет замещения халькопирита. По данным [Спиридонов и др., 2008] при замещении халькопирита блеклыми рудами избыточное железо сбрасывается в виде пирита. Таким образом, блеклые руды являются реакционными минералами, возникающими в результате воздействия рудоносных растворов на ранее отложенные сульфиды.

К настоящему времени по блеклым рудам серебряных и серебросодержащих месторождений Таджикистана имеется 191 химический анализ. Все пробы, за редкими исключениями, сереброносны. Концентрация серебра в них варьирует от 0,13 (Кансай) до 33,91 (Школьное) мас. %. Согласно классификации Н. Н. Мозговой и А. И. Цепина [Мозгова, 1983] они представлены рядом теннантит-тетраэдрит-фрейбергит, среди которых выделены 17 разновидностей, средний химический состав которых приведен в таблице. Как видно из этой таблицы, для месторождений Таджикистана наиболее широким распространением пользуются блеклые руды с преобладанием тетраэдритовой молекулы. Из всех анализов блеклых руд только 2 относится к теннантиту и 23 из них – к фрейбергиту. Это согласуется с мнениями [Лазаренко, 1956; Радкевич, 1940], согласно которым для серебро-полиметаллических и полиметаллических месторождений наиболее характерны тетраэдриты. В этих месторождениях преимущественно развиты серебросодержащие разности блеклых руд.

Изучение блеклых руд из месторождений различных формационных типов показывает на изменчивость их химического состава. Так, для серебросодержащих скарново-полиметаллических месторождений характерны Zn-теннантит и Pb-Ag-содержащий Zn-теннантит-тетраэдрит (Кансай) и Zn-аннивит-тетраэдрит (Перевальное, Карамазар). На месторождении Северный Зарнисор блеклые руды представлены Ag-Fe-тетраэдритом, а блеклые руды из месторождения Гайнаккан (Такелийское рудное поле) – Zn-тетраэдритом.

С серебро-сурьмяной рудной формацией связаны Fe-теннантит-тетраэдритовые, Fe-тетраэдритовые и фрейбергитовые разности блеклых руд (Акджилгинское рудное поле, Памир). Концентрация серебра во фрейбергите варьирует от 23,58 до 33,91 мас. %, составляя в среднем 27,55 мас. %. Фрейбергиты встречаются также в месторождениях серебро-золотого (Школьное) и серебро-полиметаллического (Токузбулак) формационных типов.

Для серебро-полиметаллического типа минерализации характерны главным образом Ag-Zn-тетраэдриты (Большой Канимансур, Канджол). В этом типе также встречается Ag-содержащий Zn-тетраэдрит (Чукурджилга).

Висмутсодержащие разности блеклых руд обнаружены на серебро-полиметаллическом месторождении Тарыэкан. Содержание висмута в них колеблется от 3,87 до 13,61 мас. %. На этом месторождении встречаются также Ag-содержащий Zn-тетраэдрит и Ag-содержащий Zn-аннивит-теннантит. Висмут обнаружен и в блеклых рудах месторождения Большой Канимансур.

Для месторождений серебро-оловянного формационного типа характерны Zn-тетраэдриты и Zn-содержащие Ag-тетраэдритовые разности блеклых руд.

В составе блеклых руд, помимо основных компонентов – меди, серы, сурьмы, мышьяка и серебра, обнаружены цинк, железо, а также менее характерные – ртуть, висмут, селен, кадмий, олово, свинец. За редкими исключениями все блеклые руды сереброносны. Во всех проанализированных блеклых рудах обнаружен цинк. В 162 из них концентрация этого элемента больше 1 мас. %, а максимальное его содержание равно 20,7 мас. % (Кансай). В значительных количествах цинк содержится в 11 выделенных разновидностях блеклых руд.

В подавляющем большинстве проб блеклых руд обнаружено железо. Его содержание варьирует от 0,05 (Большой Канимансур) до 7,19 мас. % (Верхняя Акджилга).

Таблица 1.

**Средний химический состав блеклых руд из серебряных
и серебросодержащих месторождений Таджикистана, в мас. %**

№№	Кол-во анализов	Cu	Ag	Zn	Fe	Cd	Pb	Hg	Sb	As	Bi	Sn	S	Se	Сумма	Месторождение
Zn-тениангит																
1	2	41,98	0,13	5,69	3,13	-	-	-	5,18	15,64	-	-	27,56	-	99,31	Кансай
Fe-тениангит-тетраэдрит																
2	5	35,71	1,76	0,58	6,2	-	0,3	-	15,85	7,25	5,44	-	25,88	-	98,97	Акджилгинское рудное поле
Фрейбергит																
3	23	17,44	27,54	2,01	4,32	0,24	0,1	0,06	26,27	0,22	0,07	0,16	21,26	0,01	99,70	Акджилгинское рудное поле, Токузбулак, Школьное
Fe-тетраэдрит																
4	10	36,85	2,43	0,53	5,96	0,10	0,09	0,04	27,07	0,69	0,31	0,13	24,97	-	99,17	Акджилгинское рудное поле
Zn-тетраэдрит																
5	51	35,28	3,72	5,62	1,97	0,27	0,07	0,34	25,78	1,40	0,26	0,07	24,93	-	99,71	Мирхант, Гайнаккан
Ag – Zn-тетраэдрит																
6	47	25,67	17,02	3,86	3,22	0,55	0,1	0,28	26,63	1,01	0,06	0,03	22,41	-	100,84	Большой Канмансур, Канджол
Ag – Fe-тетраэдрит																
7	13	29,73	13,44	1,06	5,37	0,35	0,1	0,04	24,33	2,11	0,36	0,09	23,84	-	100,82	СеверныйЗарнисор
Ag-содержащий Zn-тетраэдрит																
8	3	37,34	0,35	6,96	0,95	-	-	-	27,87	1,01	-	-	25,21	-	99,69	Тарыэкан
Ag (Hg) – содержащий Zn-тетраэдрит																
9	3	34,66	5,86	4,30	2,67	-	-	0,13	26,65	2,71	-	-	24,7	-	101,68	Канджол
Zn-аннивит-тетраэдрит																
10	2	36,05	-	7,45	-	-	-	-	15,0	-	18,85	-	23,15	-	100,5	Перевальное (Карамазар)
(Ag) – содержащий Zn-аннивит-тетраэдрит-тениангит																
11	3	32,01	6,42	6,58	-	-	-	-	17,14	3,18	10,44	-	22,59	-	98,36	Тарыэкан
Pb – Ag-содержащий Zn-тениангит-тетраэдрит																
12	2	18,75	2,05	13,25	1,84	-	9,17	-	19,92	4,72	-	-	25,85	-	95,55	Кансай
Ag-содержащий Zn-тетраэдрит																
13	5	35,24	4,21	6,91	1,62	0,17	-	0,26	23,26	3,24	0,52	-	24,25	-	99,68	Чукурджилга
Zn-содержащий Ag-тетраэдрит																
14	3	30,43	10,82	2,14	4,55	-	-	0,11	27,07	0,44	-	-	23,88	-	99,44	Мирхант
Ag – Bi-содержащий Zn – тетраэдрит																
15	8	34,38	4,50	7,31	0,36	0,23	0,59	0,1	21,40	3,31	5,55	-	23,96	0,15	101,84	Тарыэкан
Ag-содержащий Zn-аннивит-тениангит																
16	7	34,43	4,35	6,90	0,48	0,25	0,40	0,11	15,26	5,39	9,78	-	23,85	0,11	101,20	Тарыэкан
Bi-содержащий Ag-тетраэдрит																
17	4	28,1	13,26	3,53	3,13	-	-	-	26,11	0,40	2,79	-	24,03	-	101,35	Большой Канмансур

Примечание: В шести образцах из Школьного обнаружен Se от 0,02 до 0,6, в среднем 0,2 мас. %, в двух – Pb от 0,55 до 1,75, в среднем 1,15 мас. %. В пяти образцах Канджола и двух образцах Большого Каннимансура в Ag – Zn-тетраэдрите установлен Mn в количестве от 0,22 до 0,84, в среднем 0,56 мас. %.

Висмут определен в составе 80 образцов блеклых руд. Концентрация его колеблется от следов до 13,61 мас. % (Тарызкан) и 19,7 мас. % (Перевальное).

Свинец определен не во всех блеклых рудах. В обнаруженных образцах его содержание измеряется десятими и сотыми долями мас. %. Только в Pb-Ag-содержащем Zn-теннантите-тетраэдрите его концентрация в среднем равна 9,17 мас. %.

Ртуть также обнаружена не во всех выделенных разновидностях блеклых руд. Наибольшее ее количество (0,85 мас. %) зафиксировано в Zn-содержащем Ag-тетраэдрите и Fe-тетраэдриках.

В ряде проб блеклых руд обнаружен кадмий, среднее содержание которого достигает 0,85 мас. % в Zn-содержащем Ag-тетраэдрите. В некоторых пробах определены олово, селен и марганец, содержание которых не превышает десятых долей процента.

Литература

1. Аверьянов Г. С. Гипогенная минералогия месторождения Токузбулак // В сб.: Минералогия Таджикистана. Вып. 5. – Душанбе: Дониш, 1982. – С. 55-63.
2. Дэна Дж. Д., Дэна Э. С., Пэлач Э. и др. Система минералогии. Т. 1, полутом 1. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1951. – 608 с.
3. Лазаренко Е. К. О блеклых рудах // Минерал. сб. Львов. геол. о-ва. – 1956. – № 10. – С. 172-211.
4. Минералы // Справочник. Т. 1. – М.: Изд-во АН СССР. – 1960. – 618 с.
5. Мозгова Н. Н., Цепин А. И. Блеклые руды (особенности химического состава и свойств). – М.: Наука, 1983. – 280 с.
6. Моралев Г. В., Бортников Н. С., Малов В. С. Химический состав блеклых руд в связи с условиями рудообразования месторождения // Геология рудных месторождений. – 1988. – № 4. – С. 116-121.
7. Павлова Г. Г., Морцев Н. К., Борисенко А. С., Дыщук М. Ю., Боровиков А. А. Минеральный состав и стадийность формирования серебро-сурьмяного оруденения Акджилгинского рудного поля (Юго-Восточный Памир) // В кн.: Гранитоидный магматизм и оруденение Базардаринского горно-рудного района (Юго-Восточный Памир). – Новосибирск: Изд. ИГиГ СО АН СССР, 1990. – С. 124-159.
8. Радкевич Е. А. Блеклые руды // В кн.: Минералы СССР. Т. 2. – М.: Изд-во АН СССР, 1940. – 497 с.
9. Спиридонов Э. М., Филимонов С. В., Куликова И. М. и др. Минералы группы блеклых руд – индикаторы рудогенеза // В кн.: Проблемы геологии рудных месторождений, минералогии, петрологии и геохимии. – М. – 2008. – С. 356-359.
10. Турлычкин В. М. Канджольское рудное поле // В кн.: Геология и минеральные комплексы Западного Карамазара. – М.: Недра, 1972. – С. 368-382.
11. Файзиев А. Р. Минералогия и условия образования полиметалльного месторождения Большой Канимансур (Срединный Тянь-Шань). – Душанбе: Дониш, 2008. – 416 с.
12. Файзиев Ф. А. Типоморфные особенности блеклых руд на олово-серебро-полиметаллическом месторождении Мирхант (Центральный Таджикистан) // Мат. 21-й межд. научной конференции имени ак. В. И. Усова. – Томск. – 2013. – С. 211-212.

FAHL ORES FROM SILVER AND SILVER CONTAINERS OF DEPOSITS OF TAJIKISTAN

© 2018 F. A. Fayziev, Sc. Candidate (Geol.-Min.), A. R. Fayziev, Sc. Doctor
(Geol.-Min.)

Institute of Geology, Earthquake Engineering and Seismology Academy of Sciences
of the Republic of Tajikistan, Republic of Tajikistan, 734063, Dushanbe, Ayni Str., 267,
e-mail: foteh81@mail.ru, faiziev38@mail.ru

The article contains information on faded ores in silver and silver-bearing deposits in Tajikistan. They are very unevenly distributed in them. If in some deposits faded ores occur in insignificant quantities (Mushiston), while in others they form significant clusters (Mirkhant, Kanjol, Bolshoy Kanimansur). Faded ores are represented by a series of tennantite – tetrahedrite – freibergite, among which tetrahedrites predominate. Of the 191 chemical analyzes of faded ores from the deposits of Northern and Central Tajikistan, as well as the Pamirs, only 23 belong to freibergite, and 2 to tennantite. The silver content in faded ores of the whole region as a whole varies from 0,13 (Kansai) to 33,91 mass. % (Shkolnoe).

Keywords: faded ore, silver-bearing, ore-formation type.

References

1. Aver'janov G.S. Gipogennaja mineralogija mestorozhdenija Tokuzbulak [Hypogenic mineralogy of the Tokuzbulak deposit]. V sb.: Mineralogija Tadzhiqistana. No. 5. Dushanbe. Donish, 1982. Pp. 55-63. (in Russian)
2. Dena Dzh.D., Dena Je.S., Pjelach Je. i dr. Sistema mineralogii [The system of mineralogy]. Vol. 1, half-bore 1. M. Izd-vo inostrannoju literatury, 1951. 608 p. (in Russian)
3. Lazarenko E.K. O bleklyh rudah. – [About faded ores]. Mineralogical sb. L'vov. geol. o-va. 1956. No 10. Pp. 172-211. (in Russian)
4. Mineraly [Minerals]. Reference book. Vol. 1. M. Izd-vo AN SSSR. 1960. 618 p. (in Russian)
5. Mozgova N.N., Cepin A.I. Bleklye rudy (osobennosti himicheskogo sostava i svojstv) [Faded ore (features of the chemical composition and properties)]. M. Nauka. 1983. 280 p. (in Russian)
6. Moralev G.V., Bortnikov N.S., Malov V.S. Himicheskij sostav bleklyh rud v svyazi s uslovijami rudoobrazovanija mestorozhdenija [The chemical composition of fahl ores to the conditions of mineralization of the deposit]. Geologija rudnyh mestorozhdenij. 1988. No 4. Pp. 116-121.
7. Pavlova G.G., Morcev N.K., Borisenko A.S., Dyshhuk M.Ju., Borovikov A.A. Mineral'nyj sostav i stadijnost' formirovanija srebro-sur'mjanogo orudenenija Akdzhilginskogo rudnogo polja (Jugo-Vostochnyj Pamir) [Mineral composition and staging of the silver-antimony mineralization of the Akdzhilga ore field (South-Eastern Pamir)]. V kn.: Granitoidnyj magmatizm i orudenenie Bazardarinskogo gorno-rudnogo rajona (Jugo-Vostochnyj Pamir). Novosibirsk. Izd. IGI SO AN SSSR. 1990. Pp. 124-159.
8. Radkevich E.A. Bleklye rudy [Faded ore]. V kn.: Mineraly SSSR. T. 2. M. Izd-vo AN SSSR. 1940. 497 p.
9. Spiridonov Je.M., Filimonov S.V., Kulikova I.M. i dr. Mineraly gruppy bleklyh rud – indikatory rudogeneza [Minerals of the faded ore group are indicators of ore genesis].

V kn.: Problemy geologii rudnyh mestorozhdenij, mineralologii, petrologii i geohimii. M. 2008. Pp. 356-359.

10. Turlychkin V. M. Kandzhol'skoe rudnoe pole [Kandzhol ore field]. V kn.: Geologija i mineral'nye komplekсы Zapadnogo Karamazara. M. Nedra. 1972. Pp. 368-382.

11. Fajziev A. R. Mineralogija i uslovija obrazovanija mnogometal'nogo mestorozhdenija Bol'shoj Kanimansur (Sredinnyj Tjan' – Shan') [Mineralogy and conditions of formation of the Bolshoi Kanimansur multimetal deposit (Middle Tien-Shan)]. Dushanbe. Donish. 2008. 416 p.

12. Fajziev F. A. Tipomorfnye osobennosti bleklyh rud na olovo-serebro-polimetallicheskom mestorozhdenii Mirhant (Central'nyj Tadjikistan) [Typomorphic features of faint ores at the tin-silver-polymetallic deposit Mirkhant (Central Tajikistan)]. Mat. 21-j mezhd. nauchnoj konferencii imeni ak. V. I. Usova. Tomsk. 2013. Pp. 211-212.