

2. Rudmin M., Reva I., Gunko A., Mazurov A., and Abramove R., 2015. Structural-chemical features and morphology of glauconites in sedimentary iron ore of Bakchar prospect (Western Siberia). J. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 27 012026

### ТЕЛЛУРО-ВИСМУТОВАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КУЗНЕЦКИЙ АЛАТАУ)

И.В. Рева

Научный руководитель профессор В.Г. Ворошилов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Центральное золоторудное поле располагается вблизи Кузнецко-Алтайского разлома глубинного заложения, в северной части Кузнецкого Алатау. Наиболее древними породами в рудном поле являются мраморизованные известняки прокопьевской свиты венда, которые перекрываются метаморфизованными сланцами усть-анзасской свиты нижнего кембрия.

Венд-раннекембрийские отложения с угловым несогласием перекрываются среднекембрийскими островодужными базальтами и андезитобазальтами бериккульской свиты. К поверхности несогласия приурочен Центральнинский гранитоидный массив мартайгинского комплекса, по форме соответствующий гарполиту, ножка которого погружается в юго-восточном направлении. Внедрение массива произошло в интервале времени от среднего кембрия до нижнего ордовика, на коллизионном этапе развития территории.

Девонские отложения, развитые в северной части площади, объединяются в две свиты: вулканогенную палатнинскую и терригенную устькундусуюльскую. С нижележащими толщами девонские отложения имеют на описываемой территории тектонический контакт [1].

Рудные тела представлены золото-сульфидно-кварцевыми жилами с березитами, преимущественно субширотного и северо-восточного простираний. Они концентрируются в полосе субмеридионального направления протяженностью около 15 километров. Всего известно около 200 жил, протяженность отдельных из них достигает более 2 километров, по падению они прослежены до 1000 м. Вмещающими породами являются гранитоиды Центральнинского массива.

В составе золотоносных жил рудного поля описано свыше 60 минералов, главными из которых являются кварц, пирит, арсенопирит, галенит, сфалерит, кальцит, халькопирит, второстепенными – пирротин, молибденит, шеелит, турмалин, теллуриды и сульфосоли, золото, магнетит. Процесс рудообразования можно подразделить на 4 последовательных ступени: кварцево-пиритовую, арсенопиритовую, полисульфидную и галенит-теллуридно-сульфосольную. Золото ассоциирует со всеми сульфидами, максимальные его концентрации приурочены к участкам пространственного совмещения нескольких минеральных ассоциаций [2].

Минеральная зональность в масштабах рудного поля проявлена очень контрастно. С севера на юг, по направлению к глубинному разлому, последовательно сменяют друг друга такие зоны (по характерным минералам): арсенопиритовая, галенит-сфалеритовая, халькопирит-молибденитовая, шеелитовая, турмалиновая. В этом же направлении количество сульфидов в жилах снижается с 50–80% до 5–8%. Отчетливо проявляется горизонтальная зональность и по простиранию жил. Она заключается в распространении поздних золотоносных парагенезисов в центральных частях жил и преобладании ранней кварцево-пиритовой минерализации на их периферии.

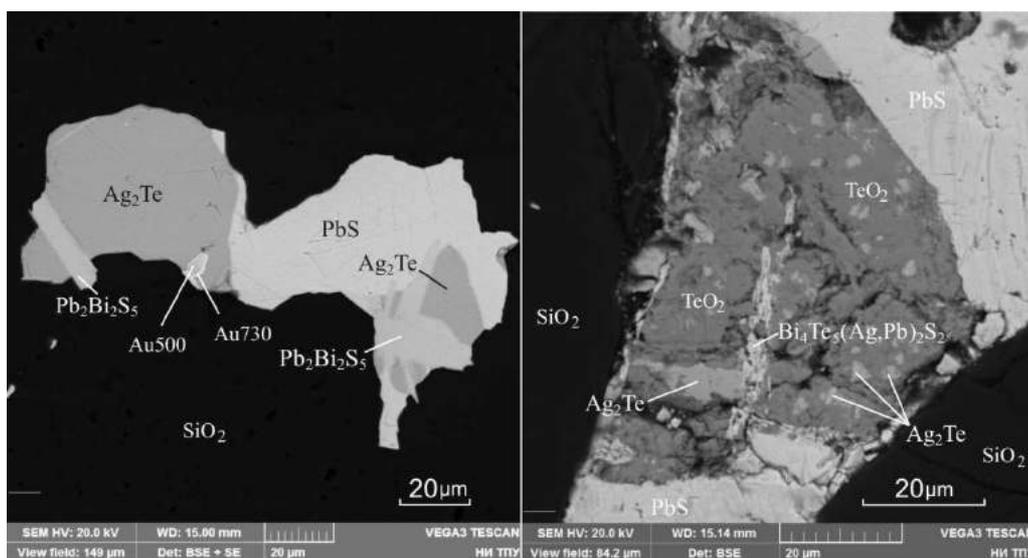


Рис. 1 Характер выделений и взаимоотношения минералов золото-галенит-теллуру-висмутовой ассоциации

Поздняя золото-галенит-теллуру-висмутовая минерализация выявлена на двух месторождениях, Бурлевском и Хребтовом. В общей структуре рудного поля эти участки являются более локальными центрами, относительно которых развивается температурная зональность минерализации. Наличие здесь теллуридов свидетельствует о центростремительном, сходящемся характере зональности на поздних этапах рудоотложения. В составе теллуру-висмутовой минерализации ранее выявлены: жозенит  $\text{Bi}_4\text{Te}_2\text{S}$ , пильзенит  $\text{Bi}_{11}\text{Te}_{10}$ , верлит  $\text{Bi}_3\text{Te}_2$ , теллурувисмутит  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ , густавит  $\text{Bi}_3\text{S}_6$ , вольтскит  $\text{AgBiTe}_2$ , матильдит  $\text{AgBiS}_2$ , штюццит  $\text{Ag}_5\text{Te}_3$ , гессит  $\text{Ag}_2\text{Te}$ , тетрадимит  $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$  [3].

С помощью сканирующего электронного микроскопа Vega3 Tescan нами в рудах обнаружены ранее не описанные минералы козалит ( $\text{Pb}_2\text{Bi}_2\text{S}_5$ ), теллурит ( $\text{TeO}_2$ ), а также выявлен пока неидентифицированный минерал со средним химическим составом (по 5 замерам):  $\text{Te} - 35,67\%$ ,  $\text{Bi} - 46,77\%$ ,  $\text{Pb} - 5,24\%$ ,  $\text{Ag} - 8,54\%$ ,  $\text{S} - 3,78\%$ . Его обобщенную формулу можно представить в виде  $\text{Bi}_4\text{Te}_5(\text{Ag,Pb})_2\text{S}_2$ . Минерал представлен агрегатом зерен линейно вытянутой формы, секущим ранее образованные минералы (галенит, гессит, теллурит), что говорит о его более позднем формировании. Золото в теллуридах чаще всего ассоциирует с гесситом. Обычно проба его более 700, но встречается и электрум с содержанием серебра до 50 % (рис. 1).

Таблица 1

Усредненные формульные коэффициенты теллуридов и сульфосолей Центрального рудного поля

Минерал	n	S	Ag	Pb	Sb	Cu	Bi	Te
Тетрадимит $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$	8	1,07	0,13	0,09	0,02	-	1,90	1,89
Жозенит $\text{Bi}_4\text{Te}_2\text{S}$	4	1,02	-	0,67	-	-	3,96	1,93
Смесь: тетрадимит + висмутин: $3\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S} + \text{Bi}_2\text{S}_3$	3	6,20	0,81	0,48	-	-	7,37	6,00
Смесь: тетрадимит + ингодит + галенит: $2\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S} + \text{Bi}_2\text{TeS} + \text{PbS}$	2	4,05	-	1,00	0,03	-	5,75	5,00
Пильзенит $\text{Bi}_{11}\text{Te}_{10}$	2	-	-	0,20	0,24	0,17	11,22	10,24
Верлит $\text{Bi}_3\text{Te}_2$	3	-	0,03	0,04	0,02	-	2,96	1,95
Теллурувисмутит $\text{Bi}_2\text{Te}_3$	3	0,02	0,01	0,07	0,19	-	1,95	2,91
Густавит $\text{Bi}_3\text{S}_6$	4	6,06	0,86	1,16	0,05	0,07	2,84	0,04
Вольтскит $\text{AgBiTe}_2$	3	-	0,90	-	0,11	-	1,20	1,86
Матильдит $\text{AgBiS}_2$	20	1,89	1,01	0,01	-	0,01	0,97	0,12
Штюццит $\text{Ag}_5\text{Te}_3$	2	0,11	5,18	0,04	0,12	-	0,15	3,04
Гессит $\text{Ag}_2\text{Te}$	16	-	1,95	-	-	-	-	1,04
Козалит $\text{Pb}_2\text{Bi}_2\text{S}_5$	2	4,95	-	1,55	-	-	1,89	-
Неидентифицированная фаза состава $\text{Bi}_4\text{Te}_5(\text{Ag,Pb})_2\text{S}_2$	5	2,12	1,42	0,46	-	-	4,00	5,01

Сканирующий электронный микроскоп Vega3 Tescan с энергодисперсионным спектрометром Oxford X-max 50, аналитик Якич Т.Ю.; n – количество образцов по которым выведено среднее значение

Установлена также пространственная разобщенность теллуру-висмутовой и сульфосольной (блеклые руды) минерализаций, параллельных по времени формирования. С блеклыми рудами пространственно ассоциирует только самородный висмут, образующий очень редкие и мелкие (2–5 микрон) выделения в галените. Это, по нашему мнению, отражает зональность отложения поздней, наиболее золотоносной, минерализации и может быть использовано для прогноза оруденения.

#### Литература

1. Куртигешев В.С., Родченко С.А., Митрохин Д.В., Туманова Л.Н., Токарев В.Н., Бабин Г.А Государственная геологическая карта Российской Федерации м-ба 1:200000. Издание второе. Серия Кузбасская. Лист N-45-X (Центральный). Объяснительная записка. СПб., Картфабрика ВСЕГЕИ, 2008, 171 с.
2. Ворошилов В.Г. Условия формирования Центрального рудного поля в гранитоидах (Кузнецкий Алатау) // Руды и металлы, 1995. – № 3. – С.68–80.
3. Ворошилов В.Г. Теллуриды и сульфосоли Центрального рудного поля (Кузнецкий Алатау) // Проблемы геологии и геохимии юга Сибири. Томск: ТГУ. 2000. – С. 112–116.