

В.Н. Бузмаков

ЭНДОГЕННАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ И ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫЙ КОМПЛЕКС ЧАУВАЙСКОГО СУРЬМЯНО-РУТУННОГО ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕГО РУДНОГО ПОЛЯ (ЮЖНАЯ ФЕРГАНА)

Чаувайское рудное поле расположено в зоне высоких предгорий Алайского хребта, в Южно-Тянь-Шанском складчатом поясе. Металлогения рудного поля определяется приуроченностью его к Кадамжай-Чаувайской рудной кулисе Южно-Ферганского ртутно-сурьмяного регионального металлогенического пояса.

В целом структура рудного поля представляет собой моноклиналичную пластину карбонатных пород среднего палеозоя, верхи которой венчают терригенные отложения толубайской свиты (московский век). Данная структура образовалась в результате надвига пассивной континентальной окраины Южного Тянь-Шаня на океаническую кору со скручиванием первой в ансамбль покровно-надвиговых разнофациальных пакетов. Общее падение пород к югу по углом 30-60°. Моноклиналичное залегание пород осложнено складчатыми и разрывными нарушениями более высоких порядков. С юга моноклинали по Кадамжай-Чаувайскому надвигу накрыта олистостромами каранглинского и меланжем маляранского комплексов [4]. Простираение рудного поля с запада на восток соответствует простираению основных структур района.

История развития рудного поля включает два этапа. Первый, как показано нами, связан с накоплением рудного вещества в седиментационном бассейне при вулканической деятельности [4]. Следы данного этапа проявляются в отложениях туфового материала в породах пыркафской свиты среднего карбона, с которыми на Чаувайском рудном поле можно связать послонные геохимические аномалии золота. Второй этап гидротермальный. Он обусловлен коллизией Южного и Среднего Тянь-Шаня в позднем палеозое и развитием щелочного магматизма к северу от рудного поля. На втором этапе в джаспероидах формировались сурьмяно-ртутно-флюоритовые с золотом руды.

Руды Чаувайского рудного поля образуют два структурных типа: согласные меж- и внутрiformационные и секущие. Первые приурочены к контакту терригенных и карбонатных толщ или разностроистых известняков, вторые связаны с крутопадающими разрывными нарушениями, в основном субширотного направления.

Эндогенная зональность оруденения изучалась при личном участии автора в ходе проведения им поисковых и оценочных работ, включавших документацию и массовое опробование (минералогическое, химическое, геохимическое) штолен и керн глубоких буровых скважин. Обработка полученных данных показала, что латеральная минералогическая зональность рудного поля выражена последовательной сменой с запада на восток следующих минеральных ассоциаций. На западном фланге рудного поля (участок Чип-Таш-Тегерман) наблюдаются реальгар-аурипигментовые и, реже, монометалльные ртутные киноварные руды. Восточнее (участок Зор-Данге) находятся ртутно-таллиевые-галхаит-киноварные и реальгар-аурипигментовые руды. Между содержаниями таллия и мышьяка имеется прямая корреляционная зависимость [3]. Восточнее (участок Толубай-Кыштау) установлены галхаит-метациннабарит-акташит-киноварь-антимонит-флюоритовые руды. В центральной части рудного поля (участок Сарт-Истаган) развиты метациннабарит-киноварно-антимонит-флюоритовые с акташитом руды. Галхаит встречается в виде отдельных вкрапленников. Еще восточнее в рудах появляется блеклая руда (шватцит), количество которой к востоку все увеличивается, достигая максимальных значений на участке Актерек, в приподнятом крыле Чат-Мазарского разлома. Здесь развита киноварь-метациннабарит-блэкклорудно-акташит-антимонит-флюоритовая, с самородным золотом, ассоциация.

Вертикальная зональность согласных рудных тел характеризуется следующим: в надрудной-верхнерудной зоне преобладают мышьяковые и таллиевые минералы; в среднерудной зоне концентрируются антимонит, метациннабарит, блёклые руды и киноварь; в нижнерудной зоне превосходящее значение имеет киноварь [3,5].

Флюорит распространен достаточно равномерно по всей рудной зоне, с некоторым уменьшением в средней части. В целом данная зональность проявляется по всему рудному полю, но на некоторых участках может отсутствовать какой-либо член ассоциации, кроме киновари.

Минералогическая зональность секущих рудных тел имеет свои особенности. В надрудной части разломов, представленных тектонической брекчией по терригенным породам, наблюдаются гнёзда, желваки и скопления пирита, а также рассеянная вкрапленность арсенопирита в виде игольчатых кристаллов игольчатой формы и барита.

Вниз от этой зоны наблюдаются скопления, гнёзда и короткие прожилки реальгара и пигмента. Эти минералы наблюдаются в метасоматитах, развитых по тектоническим брекчиям и состоящих из обломков в основном терригенных пород с небольшой примесью карбонатных.

С увеличением содержания карбонатных пород до 50 % появляются гнёзда, скопления и листоватые массы киновари, гнёзда и друзы антимонита, гнёзда блёклых руд, акташита и флюорита. Встречаются гнёзда и друзы разнокристаллического барита.

Нижнюю часть рудных тел составляют известняково-кальцитовые брекчии с редкой вкрапленностью мелкокристаллической киновари.

Геохимическая зональность отражает минералогические особенности Чаувайского рудного поля. С запада на восток в рудных зонах падает концентрация мышьяка и таллия, возрастает количество серебра, свинца, цинка, меди и золота. Селен имеет наибольшую концентрацию в центральной и восточной частях рудного поля, где образует собственный минерал - тимманит.

Вертикальная геохимическая зональность секущих рудных тел также подобна минералогической. В перекрывающихся породах большое значение имеют барий, ртуть и мышьяк, особенно первый. В надрудной зоне высока роль мышьяка и таллия. В верхнерудной значительна роль сурьмы. В собственно рудной основное значение имеют сурьма, ртуть и золото. В нижнерудной - подрудной возрастает концентрация стронция, что существенно отличает Чаувайское рудное поле от аналогичных объектов Южной Ферганы. Барий и стронций образуют взаимоисключающую пару. Поэтому, с учетом наших данных и других авторов [2, 5, 9], формула коэффициента вертикальной зональности будет выглядеть следующим образом:

$$K_z = \frac{As \times Sb \times Ba}{Sn \times Pb \times Sr} \quad (1)$$

Для выяснения концентраций элементов рудовмещающих зон, по результатам исследований восточной части рудного поля, были вычислены местные кларки концентраций. Результаты приведены в таблице.

Из анализа таблицы видно, что при удалении от восточной части (участок Актерек) к западу уменьшаются кларки концентраций меди, свинца, серебра и золота. Некоторое уменьшение содержания ртути и сурьмы в центральной части Кош-Ункур-Чилтанского разлома и на глубоких горизонтах Чат-Мазарского разломов находится в обратном соотношении к концентрациям стронция и объясняется, по-видимому, выклиниванием оруденения по падению.

С целью уточнения распределения рудных элементов в восточной части рудного поля были определены спектры рудных элементов по методике, предложенной Семёновым Г.И. и рекомендованной ПО "Киргизгеология" (Семёнов, 1989). Сущность данной методики заключается в том, что кларковые содержания принимаются за 0 баллов, а минимальное промышленное содержание в руде оценивается в 10 баллов. Остальные концентрации распределяются между ними.

Каждый химический элемент получил индивидуальный балл. Ассоциация элементов представляет их спектры, которые характеризуют либо участок в целом (для согласных рудных зон), либо минерализованные отрезки секущих разрывных нарушений. Данные по согласным зонам отнесены к центрам участков, для секущих разломов - к центрам минерализованных отрезков.

Вся система структурных элементов спроектирована на горизонтальную плоскость, где хорошо обозначено распределение в плане спектров элементов в восточной части Чаувайского поля (рис. 1).



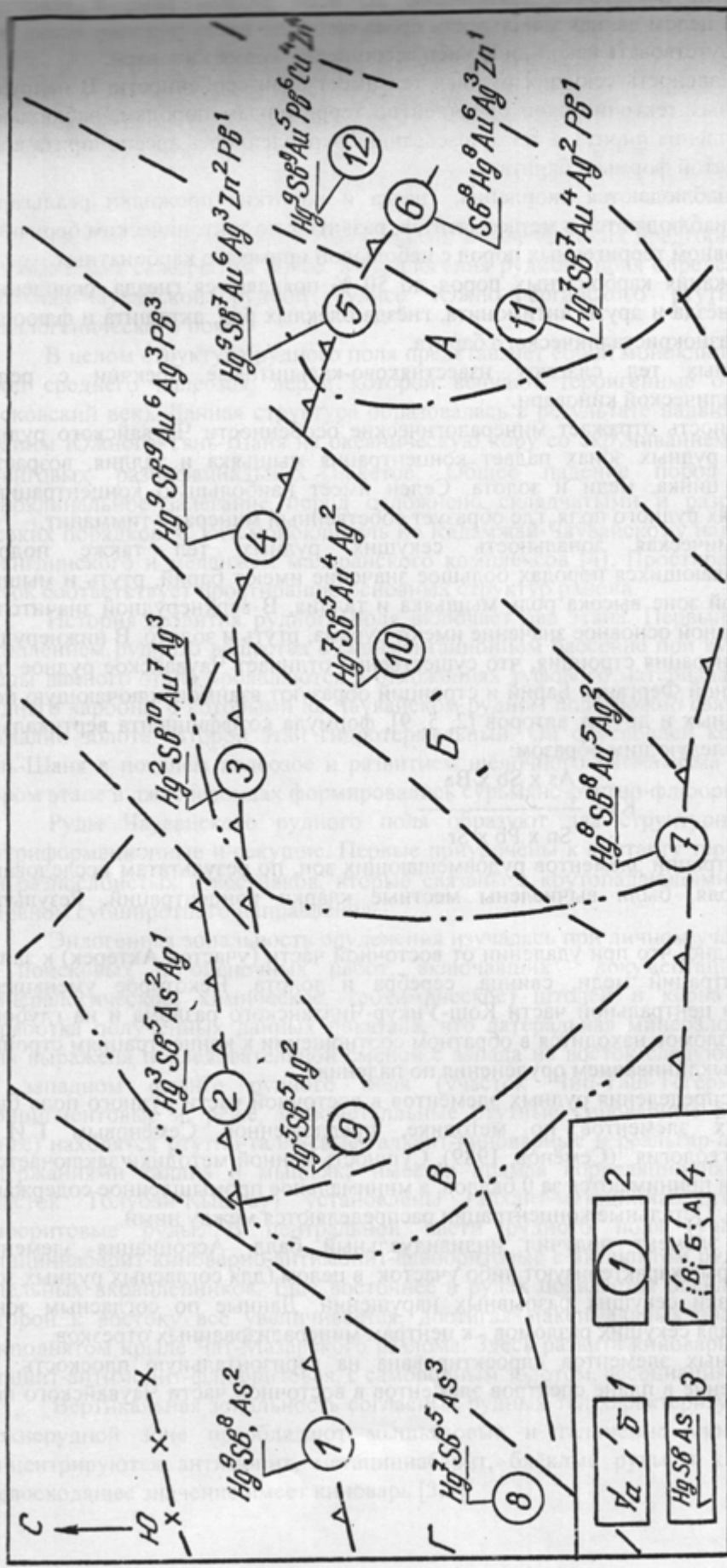


Рис. 1. Спектры характерных элементов восточной части Чаувайского рудного поля (проекция системы наклонных согласных и секущих рудных зон на горизонтальную плоскость):
 1 - разрывные нарушения (а - крупные субширотные взбросы, б - прочие разломы); 2 - участки рудного поля, минерализованные разломы (1 - Кош-Ункурский взброс; 2 - Чильганский взброс; 3 - Заводской разлом; 4 - западная часть Чат-Мазарского разлома; 5 - центральная часть Чат-Мазарского разлома; 6 - восточная часть Чат-Мазарского разлома; 7 - Прируслый взброс; 8 - участок Кош-Ункур; 9 - участок Чильган; 10 - участок Чат-Мазар; 11 - опущенный блок участка Актерек; 12 - поднятый блок участка Актерек); 3 - геохимические спектры; 4 - зоны минерализации: А - ртутно-сурьямяно-золото-полиметаллическая; Б - ртутно-сурьямяно-серебрянная; В - ртутно-сурьямяно-серебрянная; Г - ртутно-сурьямяно-мышьяковистая

Местные кларки концентраций химических элементов
в восточной части Чаувайского рудного поля (по участкам)

Наименование участков	N	Hg	Sb	Ba	As	Pb	Cu	Ag	Su	Sr
Секущие зоны										
Кош-Ункур-Чильтанский разлом										
а) западная часть	16	8854	2537	1,1	8,5	0,1	0,05	1,0	n	n
б) центральная часть	12	39	n	0,5	12,4	0,7	0,06	0,9	n	9,7
в) восточная часть	27	8085	1567	1,1	15,1	1,2	13,4	2,7	17	0,1
Заводской разлом	10	9036	1260	1,0	17,6	1,9	1,1	4,3	6,9	0,09
Чат-Мазарский разлом	17	1566	1100	1,0	11,8	0,62	1,1	1,0	15	8,2
а) западная часть										
б) центральная часть	38	8915	1160	3,7	8,3	1,25	0,23	1,4	29	n
в) восточная часть	42	578	3640	5,4	5,2	6,2	2,3	1,3	35	n
г) глубокие горизонты	4	48	n	0,7	n	0,8	0,6	1,0	n	20
Прируслый разлом	14	1854	1520	1,0	35	1,0	0,1	2,0	21	n
Согласные зоны	16	214	79	3,6	1,1	0,9	0,1	1,5	n	n
участок Кош-Ункур										
участок Чильтан	56	657	1095	7,8	32	0,9	0,4	1,2	19	n
Участок Чат-Мазар	43	114	80	1,0	1,2	0,2	0,1	1,0	n	n
а) западная часть										
б) восточная часть	67	602	1200	1,3	35	1,3	0,2	1,7	10	n
Участок Актерек	29	6024	800	8,5	2,5	156	51	2,7	5,3	3,5
внутриформационная зона										
межформационная зона	34	8313	1600	5,7	11,8	56,3	8,5	1,0	6,5	12

Примечание. N - количество проб, n - содержание элементов ниже чувствительности анализа.

Видно, что концентрации золота, серебра, меди, свинца, цинка в рудах закономерно снижаются в направлении с востока на запад. Эта тенденция имеет ступенчатый характер. На восточной окраине поля (участок Актерек), где развита полиметаллическая минерализация, геохимический спектр максимален. С продвижением на запад сначала исчезают полиметаллы (участок Чат-Мазар, секущие зоны Прируслового сброса и Заводской разлом), затем золото (участок Чильтан, Чильтинский сброс), а в конце ряда - серебро (Кош-Ункурский сброс, участок Кош-Ункур). Таким образом, отчетливо выделяются в плане геохимические зоны: А - ртутно-сурьяно-золото-полиметаллическая; Б - ртутно-сурьяно-золото-серебряная; В - ртутно-сурьяно-серебряная; Г - ртутно-сурьяно-мышьяковистая. Ртуть и сурьяма в этой зональности являются сквозными элементами, они проходят через все зоны месторождения. Благородные металлы, наоборот, концентрируются в восточной части рудного поля и приурочены к поднятому блоку Чат-Мазарского разлома.

По результатам проведенных исследований, автор предлагает прогнозно-поисково-разведочный комплекс для месторождений подобного типа. Этот комплекс построен на принципах последовательного приближения и соответствия между стадиями, методами работ, поисковыми предпосылками (критериями), поисковыми признаками и эквивалентными им геологическими объектами. Данный комплекс призван обеспечивать эффективное выполнение работ в системе: геологический прогноз - поиски - разведка месторождений джаспероидных сурьяно-ртутных с золотом.

При формировании комплекса использовались аналогичные разработки для джаспероидных месторождений [6, 7, 8], учтены данные по джаспероидным месторождениям Средней Азии, Китая и Северной Америки [2, 4, 7]. Методы, критерии, признаки сгруппированы в соответствии с последовательностью их использования при проведении принятых в настоящее время стадий геологоразведочных работ.

Основной вариант прогнозно-поисково-разведочного комплекса включает стадии и подстадии среднемасштабной геологической съемки, поисковых и разведочных работ. Группы методов и работ стандартны (рис. 2).

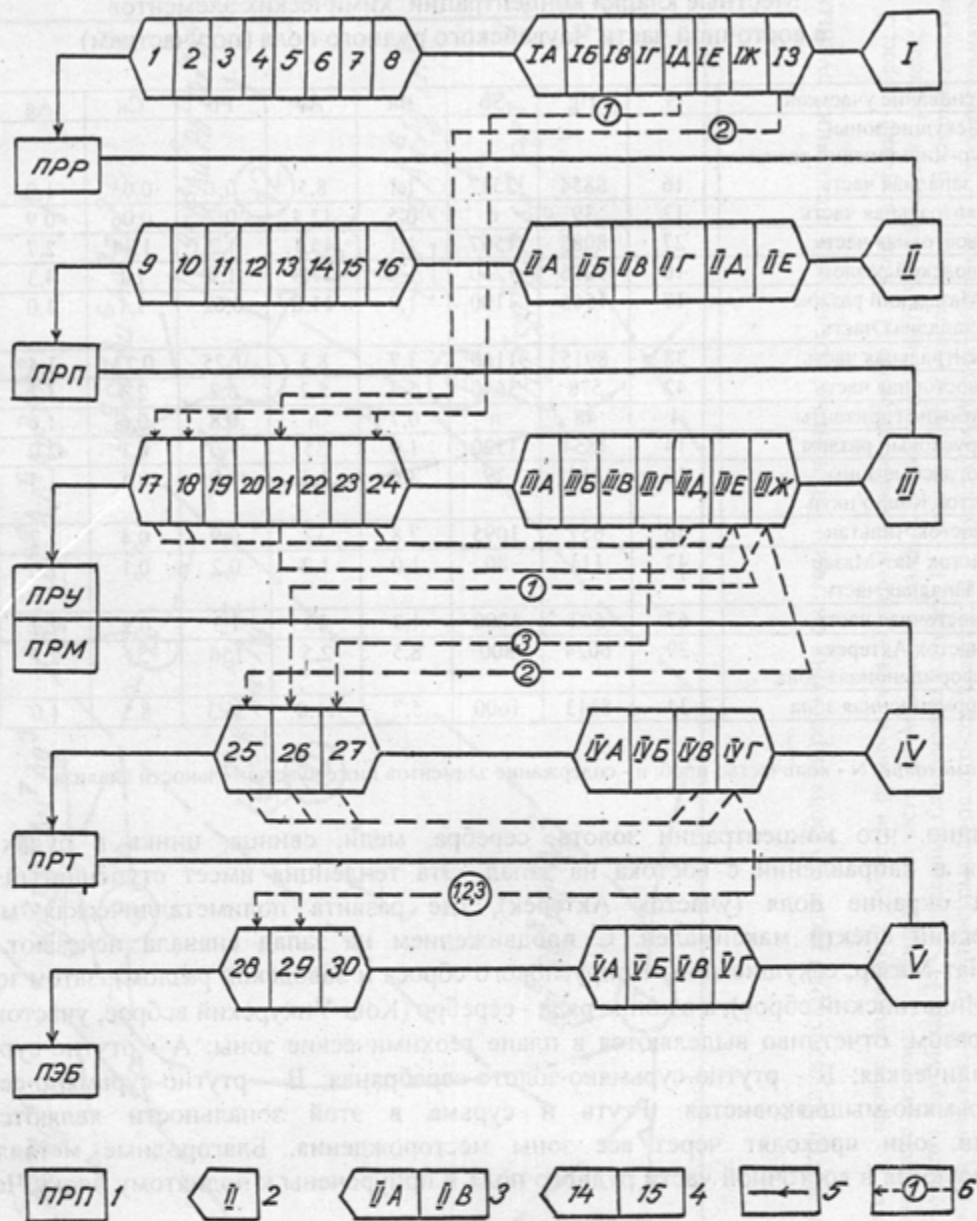


Рис. 2. Схема прогнозно-поисково-разведочного комплекса для джаспероидных сурьмяно-ртутных золотосодержащих месторождений:

1 - объекты прогноза и поисков; 2 - стадии работ (I - региональное геологическое изучение недр; II - поисковые работы; III - оценка месторождения; IV - разведка; V - эксплуатационная разведка); 3 - методы и виды работ; 4 - критерии и признаки оруденения (а - главные, б - второстепенные); 5-6 - варианты ведения работ (5 - основной, 6 - сокращенный)

Основными являются: геодинамический (IA), металлогенический (IB), морфоструктурный (IB) анализы, аэродешифрирование (IG), геологическое картирование крупного масштаба и визуальные поиски (ID, IIA, IIIA, IVA), геохимические поиски (IE, IIB, IIIIB), шлиховое опробование (IJ, IIB, IIIIB), геофизические работы (IIG, IIIG, IVB, VB), горно-буровые работы (IID, IIE, IIIIE, IVG, VA). Специальные методы исследований: картирование дорудных и околорудных метасоматитов (I3, IIIJ, IIIIJ), кристалломорфологический анализ кристаллов кальцита (VG).

Рудоносные площади выделяются по следующим главным поисковым критериям и признакам.

Потенциальные рудные районы ПРР: 1 - зоны развития крупных тектонических пластин по породам пассивной окраины континента; 2 - площади, прилегающие к узлам пересечения глубинных разломов с разрывными нарушениями других порядков; 3 - площади развития трёхчленного разреза-алюмосиликатные-карбонатные-алюмосиликатные; 4 - региональные геохимические аномалии ртути, сурьмы и золота; 5 - проявления предрудных и околорудных метасоматитов; 6 - проявления сульфидной минерализации в карбонатных породах; 7 - шлиховые ореолы золота, киновари, барита, флюорита, рисовидного кварца; 8 - зоны развития метасоматитов по карбонатным породам (кальцитизация и джаспероидизация) и их обломков.

Потенциальные рудные поля ПРП: 9 - площади развития карбонатных пород с наличием в районе вулканогенно-осадочных образований; 10 - наличие перекрывающих алюмосиликатных или тонкослоистых компетентных карбонатных пород в кровле или внутри пачки карбонатных пород; 11 - наличие предрудных или околорудных метасоматитов; 12 - проявление сульфидной или золотой минерализации в карбонатных породах; 13 - геохимические аномалии ртути, сурьмы, бария, золота, мышьяка - особенно мультипликативные; 14 - шлиховые ореолы киновари, золота, окислов сурьмы, барита, флюорита, рисовидного кварца - особенно комплексные; 15 - ореолы обломков джаспероидов, рисовидного кварца, метасоматитов поздней щелочной стадии; 16 - локальные геофизические аномалии - ВП.

Потенциально рудоносные участки (месторождения) ПРУ (ПРМ): 17 - замковые части антиклинальных складок; 18 - участки перегиба крыльев антиклинальных и синклинальных складок; 19 - зоны сопряжения разломов и антиклинальных складок; 20 - субширотные разломы регионального значения; 21 - метасоматиты стадии кислотного выщелачивания поздней щелочной; 22 - локальные геохимические аномалии золота, ртути, сурьмы, бария, мышьяка; 23 - атмосферические аномалии ртути в почвенном воздухе; 24 - зоны развития антимонит-киноварь-флюоритовой, золотой, реальгар-аурипигментовой минерализации.

Потенциальные рудные тела ПРТ: 25 - зоны развития метасоматитов стадии кислотного выщелачивания и поздней щелочной; 26 - зоны развития рудной минерализации; 27 - участки геофизических аномалий СНГК-Hg, РРК-Sb, НАК-N16 - на обнажениях, в горных выработках и в скважинах.

Потенциально эксплуатационные блоки ПЭБ: 28 - интервалы развития рудной минерализации по данным опробования горных выработок, керн буровых скважин, шлама шпуров; 29 - по географическим данным; 30 - зоны развития метасоматитов поздней щелочной стадии.

Прогнозно-поисковый разведочный комплекс позволяет разрабатывать рекомендации по оценке площадей, отдельных структур и участков на джаспероидное сурьмяно-ртутное с золотом оруденение, выделению рудных тел и эксплуатационных блоков.

Положения комплекса реализуем на участке Чаувайского рудного поля Актерек, где проводились поисково-оценочные работы на ртуть, но не было работ на золото.

Как уже было сказано выше, наиболее вероятный район развития золотой минерализации - восточная часть рудного поля, приподнятый блок Чат-Мазарского разлома, который соответствует рудному участку (месторождению) Актерек. На данном объекте автором проводились поисково-оценочные работы на ртуть, с опробованием на сурьму, флюорит и частично на золото. Последний элемент определялся спектрозолотометрическим анализом в керновых пробах буровых скважин и бороздовых пробах подземных горных выработок. В структурном отношении участок представляет собой полого погружающуюся к югу антиклиналь, пересеченную субширотным взбросом. На данном участке выделены прослои метасоматитов стадии кислотного выщелачивания (джаспероидов), залегающие согласно основной структуре. По выделенным признакам автор считает возможным прогнозировать здесь среднее по масштабу ртутно-золоторудное месторождение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бараников А.Г. Прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых: Учебное пособие. - Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1999. - 142 с.
2. Бергер В.И. Сурьмяные месторождения (Закономерности размещения и критерии прогнозирования). - Л.: Недра, 1978. - 296 с.

3. Бергер В.И., Натальин Н.А. Фациальная обстановка формирования ртутно-сурьмяного оруденения в Южном Тянь-Шане. // Рудоносность осадочных комплексов: Докл. сов. геол. на XXVIII сес. Междунар. геол. конгресса. - Л.: Недра., 1989. - С.176 - 185.
4. Бузмаков В.Н. Новые данные о структуре, минералого-геохимической зональности и стадийности гидротермальной сурьмяно-ртутной минерализации Чаувайского рудного поля // Известия УГГА. Сер: Геология и геофизика. Вып.8. - Екатеринбург, 1998. - С.104-107.
5. Волгин Ю.Ю., Баринкова Н.Ю., Иванов В.С. Распределение минеральных ассоциаций в пределах Чаувайского рудного поля // Минералого-геохимические особенности ртутных и сурьмяных месторождений. - М.: ИМГРЭ, 1985. - С. 62-69.
6. Зималина В.Я., Нехода Н.И., Тиляева Г.С. Достоверность разведки ртутно-сурьмяных месторождений согласного типа. - Ташкент: ФАН Уз. ССР, 1981. - 216 с.
7. Федорчук В.П. Геология ртути. - М.: Недра., 1983. - 270 с.
8. Угрюмов А.Н. Опыт формационного анализа золоторудных джаспероидных месторождений при крупномасштабном прогнозе и поисках // Формационный анализ как основа крупномасштабного прогноза и поисков цветных, редких и благородных металлов: Тр. ЦНИГРИ, Вып. 216. - М., 1987. - С.70-77.

УДК 553.43:622.142.1(470.5)

Ю.К. Панов

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ ОПРОБОВАНИЯ РУДНЫХ ТЕЛ НА ШАХТЕ ГАЙСКОГО МЕДНОКОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Метрологический аудит опробования рудных тел предусматривает экспериментальное определение точности (воспроизводимости) и правильности (верности) как самого метода опробования, так и отдельных проб. Именно требование к оценке отдельной пробы по точности и правильности отличает его от полного и неполного контроля опробования, применяемого для объектов опробования с пространственно независимыми и пространственно зависимыми свойствами [4, 5].

Метрологический аудит отбора линейно-точечных проб реализован нами при обработке данных экспериментального опробования, проведенного в 1969-70 гг. кафедрами поисков и разведки месторождений полезных ископаемых и техники разведки Свердловского горного института (СГИ) на шахте Гайского меднорудного месторождения, руды которого являются типичными для медноколчеданных месторождений Урала [2].

Первичные руды сложены преимущественно пиритом и халькопиритом. В подчиненном количестве встречаются сфалерит, борнит, блеклые руды, галенит. Нерудные минералы представлены кварцем, кальцитом, баритом, серицитом и хлоритом. Первичные руды подверглись глубокому изменению с образованием мощной зоны окисления с хорошо развитой зоной вторичного сульфидного обогащения. Наличие халькозина и ковеллина повышает содержание меди в разрабатываемых рудах до 25 %.

Все сульфидные руды по внешнему виду разделяются на сплошные и прожилково-вкрапленные, между которыми имеются переходные разновидности.

Сплошные сульфидные руды имеют массивную (однородную), брекчиевидную, полосчатую и гнездовидную текстуры. Массивные (однородные) текстуры характеризуются равномернoзернистым сложением с размерами зерен сульфидов в диаметре не более 1,0-1,5 мм. Такие текстуры типичны для пиритовых и халькопиритовых руд.

Брекчиевидные текстуры сложены обломками мелкозернистого пирита, размером от 2 до 5 см, сцементированными более поздними минералами - халькопиритом и сфалеритом.

Широко развиты полосчатые текстуры, чаще всего приуроченные к приконтактовым частям рудных тел с боковыми породами. Особенно отчетливо видна полосчатость в рудах, богатых халькопиритом. В пиритовых рудах с повышенным содержанием серицита и хлорита наблюдается