УДК 552.11:553.3/.4

ТИПИЗАЦИЯ ЭНДОГЕННОГО ОУДЕНЕНИЯ КОКСАИРСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ ГОРНОГО АЛТАЯ

Гусев А.И.

Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина, Бийск, e-mail: anzerg@mail.ru

Приведенные данные по различным типам оруденения*: раннедевонскому* медно-золото-порфировому, эпитермальному золото-серебряному и основному юрскому барит-киноварь-серебряному. Впервые описано субвулканическое эпитермальное золото-серебряное оруденение низко сульфидизированного типа участка Южно-Коскаирского. Оценены прогнозные ресурсы меди и золота медно-золото-порфирового и эпитермального золото-серебряного типов. Формирование медно-золото-порфирвого типа оруденения сопровождалось образованием флюидо-эксплозиных брекчий.

Ключевые слова*:* **типы оруденения***, барит-киноварь–серебряное,* **медно-золото-порфировое***,* **эпитермальное золото-серебряное***, медь, золо***то, серебро, прогнозные ресурсы**

TYPEZATION OF ENDOGENIC ORE MINERALIZATION OF KOKSAIRSKII DISTRICT OF MOUNTAIN ALTAI

Gusev A.I.

The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, e-mail: anzerg@mail. ru

Data on different types ore mineralization: Early Devonian copper-gold-porphyre, epithermal gold-silver and main barite-cinobar-silver lead. The subvolcanic epithermal gold-silver ore mineralization of lower sulfidization type of tract South-Koksairskoe described firstly. The extension ores copper and gold of copper-gold- porphyre and epithermal gold-silver types evaluated. Forming of copper-gold-porphyre ore minralization accompany by formation of fluid-explosive breccias.

Keywords: type ore mineralization, barite-cinobar-silver, copper-gold- porphyre, epithermal gold-silver, copper, gold, silver, extension ores

Типизация геолого-промышленных типов оруденения позволяет выполнять целенаправленно не только разработку месторождений, но и проводить прогнозную оценку известного и не выявленного оруденения на глубоких горизонтах [1]. Коксаирское рудное поле в Горном Алтае ранее было известно, как таксон, вмещающий эпитермальное барит-киноварно-серебряное оруденение. В последнее десятилетие в пределах рудного поля выявлены и новые нетрадиционные типы оруденения, связанные с палеовулканическими постройками в пределах рудного поля. Актуальность исследования определяется необходимостью типизации эндогенного оруденения, связанного с вулканическими структурами центрального типа и более поздними разломными структурами. Цель исследования – провести типизацию всех выявленных типов оруденения Коксаирского рудного поля.

Результаты исследований. Коксаирское рудное поле расположено на южном склоне Курайского хребта на водоразделе р.Чуя-урочище Сорогош в 10 км районного центра с. Кош-Агач. Рудное поле объединяет мезозойские месторождения ртути Коксаир, Отсалар 1 и проявления Западный Коксаир, Отсалар II, Отсалар III и Правококсаирское, приуроченные к общим рудоконтролирующим структурам – Полиметаллическому и Коксаирскому разломам.

Месторождение Коксаир расположено на западном фланге одноименного разлома, где занимает площадь – 0.75 х 0.5 км. Рудные тела локализованы среди баритизированных, окварцованных и аргиллизированных туфов андезитовых порфиритов талдыдюргунской свиты. В пределах месторождения выделено 10 гнездообразных ртутных рудных тел и 5 предполагаемых сереброрудных тел типа минерализованных зон. Ориентировка тел субширотная и СЗ, падение крутое под углами 50-80° в СВ и СЗ направлении. Протяженность ртутных рудных тел составляет 30-50 м, мощность 3-12 м. Ртутные рудные тела сложены в разной степени катаклазированными, баритизированными, аргиллизированными туфами, содержащими киноварную, а иногда халькопиритовую, галенитовую минерализацию.

Киноварь ярко-красного цвета мелкокристаллическая, в туфах отлагается в пористом цементе вокруг обломков в виде оторочек, а также в самих обломках. Реже

формирует микропрожилки. В туфопесчаниках встречается в виде более или менее равномерной вкрапленности по всей массе. В более плотных разностях образует киноварно- карбонатные прожилки мощностью до 1-2 см. В рудном теле 1 описано золото, которое в виде тонких пленок отмочено в баритизированных туфах .

Сереброрудные тела выделяются предположительно путем вскрытия единичных сечений канавами и прослеживания по простиранию типичной халькозин-малахитовой минерализации. Протяженность подобных минерализованных интервалов составляет 100-250 м, при мощности 1-5 м. Они представлены баритизированными аргиллизированными литокристаллокластическими туфами с пленками малахита, азурита, часто ярко-желтого лимонита и иногда устанавливаемой реликтовой вкрапленностью блеклых руд, халькопирита, галенита, халькозина, ковеллина.

Содержание ртути в ртутных телах составляет 0.06-0.34 %, максимальное достигает 1.178 %. Содержание серебра в минерализованных зонах по результатам точечного опробования достигает 262.4 г/т, меди более 1 %, ртути 0.16 %, сурьмы до 0.2 % , мышьяка до 0.7 %, бария более 3 %. В расчистке 11 рудное пересечение имеет мощность 2.2 и при содержании серебра – 5-129.1 г/т, среднем – 70 г/т, меди – 0.03-0.8 %, свинца-0.02-1.46 %, ртути 0.07-0.7 %.

Месторождение Отсалар 1 расположено в 1.9 км к востоку от Коксаирского, в 0.7 км от выс. 2564.4 по аз. 195°. На месторождении детально изучено ртутное оруденение в 1956-69 гг. на поверхности траншеями и канавами через 5-20 м, на глубине 30-40 м штольней, квершлагами, горизонтальными скважинами и на глубине 140-190 м вертикальными скважинами 2-4, пробуренными Чуйской партией.

По геологическому строению и структурному положению месторождение подобно Коксаирскому. Оруденение приурочено к полосе шириной 50-150 м, гидротермально измененных туфов андезитовых порфиритов талдыдюргунской свиты прослеженной в южном боку Коксаирского разлома на 1 км. На месторождении выявлено два ртутно-серебрянных рудных тела субширотного простирания крутого (55-500) южного падения. Серебряное оруденение располагается в подошве более мощных зон с ртутной минерализацией.

Рудное тело 1 расположено в южной части полосы гидротермально измененных пород, ртутное оруденение прослежено по простиранию на 95 м, серебряное предполагается на 625 м. Мощность рудного тела на поверхности изменяется от 0.8 м до 12 м, содержание ртути составляет 0.08-0.27 %. Медно-серебряная минерализация по простиранию прослежена поисковыми маршрутами и вскрыта единичными канавами.

В точечных пробах, отобранных по простиранию рудного тела, содержание серебра составляет 40-246 г/т, меди – 1-6.52 %, сурьмы до 0,3 %, мышьяка – до 0.7 %. На горизонте штольни 1 (2315 м) рудное тело прослежено на 90 м, мощность его достигает 10 м. Среднее содержание ртути составляет – 0.02 %, в отдельных сечениях – 0.203 %, содержание меди варьирует в пределах 0.02-0.4 %, на серебро анализ не выполнен. В скважине 3 вскрывшей рудное тело на глубине 140 м по его падению параметры тела следующие: мощность 0.96 м; содержание серебра 288 г/т, меди – 0.72 %, ртути – 0.876 %, сурьмы – 1 %, мышьяка – 0.4 %, свинца – 0.02 %, бария – 6.11 %.

Рудное тело 2 расположено в 20 м севернее первого, на поверхности ртутное оруденение прослежено на 130 м, серебряная минерализация на 275 м. Мощность тела изменяется от 0.8 м до 3.2 м, держание ртути составляет 0.066-0.118 %. На горизонте штольни рудное тело имеет площадь 108 м^2 при среднем содержании ртути 0,22 %. В скважине 13, вскрывшей рудное тело на 15 м ниже горизонта штольни, содержание ртути составляет 0.12-0,3 %, а золото, по спектрохимическому анализу – 0.7 г/т. В квершлаге 4 мощность рудного тела достигает 3.3 м при содержании ртути 0.221 % , данных по серебру нет. По падению рудное тело вскрыто на глубине 190 м скважиной 3, здесь его мощность составляет 2.2 м, содержание серебра – 69.3 г/т, ртути-0.077 %, меди – 2.99 %, сурьмы 0.02 % , мышьяка – 0.4 %, бария – 0.25 %. Первичный ореол ртути с содержанием 0.037 % имеет в данном сечении мощность 9.6 м.

В интервале Коксаирской зоны между месторождениями Коксаир и Отсалар 1 прослежена зона аргиллизированных пород мощностью 40-80 м, среди которых встречаются оруденелые участки. Рудная минерализация представлена малахитом и азуритом пропитывающим обломки аргиллизированных туфов. Содержание серебра в подобных образованиях достигает 100 и более г/т, меди более 1 %, сурьмы до 0.3 %, бария – 0.3 %.

В 1,2 км к западу от Коксаирского месторождения расположено проявление Западный Коксаир. Проявление оценено с помощью поверхностных горных выработок. На проявлении вскрыто три рудных зоны с тонкой вкрапленностью киновари в брекчированных кварц-полевошпатовых песчаниках узунтальской свиты, в карбонатно-лимонитовых и баритовых прожилках. Встречается также охристая киноварь. Рудные зоны мощностью от 1 до 6м прослежены по простиранию на 70-100м. Ориентировка зон СЗ, падение крутое (70-760) на ЮЗ и СВ. Содержание ртути по химическому анализу бороздовых проб колеблется от следов до 0.215 % и составляет в среднем – 0.003 %. Установлено, что содержание ртути прямо пропорционально содержанию бария, в отношении меди и свинца наблюдается обратная закономерность.

В 1 км СВ месторождения Отсалар 1 в подобной структурной обстановке расположено проявление Отсалар III. Оруденение здесь представлено мелкой рассеянной вкрапленностью киновари в баритовых прожилках и вдоль плоскостей трещин. Минерализация убогая, содержание ртути не превышает 0,02 %. Мощность рудоносной зоны составляет 5-10 м, прослеженная длина её более 150м. Спектральным анализом во всех пробах установлена медь в количестве до 0,01 %. Промышленных концентраций других элементов на проявлении не установлено.

Главными рудными минералами рудных тел Коксаирского рудного поля являются киноварь, халькопирит, тетраэдрит, халькозин, галенит, аргентит. Большую роль в окисленных рудах играют церуссит, малахит, азурит, бромаргирит, пироморфит и другие. В целом этот состав типичен для всех месторождений и проявлений рудного поля, а процентное соотношение различно. Так в Полиметаллической зоне ярко выражено преобладание церуссита и галенита, а в Коксаирской зоне халькозина, халькопирита и тетраэдрита. Повышенные количества бисмита отмечены в рудном теле 1 проявления Отсалар П.

Киноварь один из распространенных минералов, представлена кристаллической (гипогенной) и порошковато-землистой (гипергенной) разностями. Кристаллическая киноварь выделяется в виде мелко-зернистой (0.1-0.2 мм) вкрапленности и приурочена к интерстициям зерен кальцита. Порошковатая киноварь образуется в результате разложения ртутьсодержащей блеклой руды (шватцита), для неё характерны колломорфные оторочки вокруг реликтов шватцита. Прожилковые руды менее распространены и отмечаются по трещинкам совместно с бурыми гидроокислами железа мощностью от 0.5 до 2.0 мм. Распространены брекчиевые текстуры выраженные в пропитывании киноварью цемента туфогенных образований и тектонических брекчий

Халькопирит – наиболее распространенный (до 5-6 %) рудный минерал преобладает в Коксаирской зоне. Представлен неправильными выделениями размером до 1.0-1.5 мм (преобладавший размер зерен до 0.3 мм) расположенными в замещающих его колломорфных агрегатах гидрооксидов железа, карбонатов меди. Нередки агрегаты зерен халькопирита и пирита.

Пирит распространен в различных количествах (от единичных зерен до 2 %), образует крупные выделения неправильной или овальной формы размером до 3-4 мм. Для подобных выделений пирита характерна интенсивная трещиноватость и раздробленность на части размером 0.1 мм. Иногда зерна пирита окружены халькопирит-блеклорудным агрегатом. Часто пирит присутствует в породе в виде идиоморфной вкрапленности размером до 0.03 мм.

Тетраэдрит наиболее распространен (до 2-3 %) в Коксаирской зоне, в виде мелкой (до 0.15-0.17 мм) неравномерно распределенной по породе вкрапленности. Размер зерен в большинстве случаев не превышает 0.05-0.07 мм, вкрапленников до 1.5 см. Встречается тетраэдрит как в виде отдельных выделений, так и в совместных аллотриоморфнозернистых агрегатов с халькопиритом и пиритом. Отмечаются мелкие (до 0.03 мм) реликты тетраэдрита в гетит-лимонитовой массе.

Халькозин характерен для образований кварц-карбонатно-сульфидной стадии девонского этапа. Образует (до 4 % породы) агрегативные интерстиционные выделения, имеющие равномернозернистую структуру. Размерность зерен от мельчайших до 0.2мм. При замещении ковелином и борнитом зерна халькозина приобретают неправильную, овальную и петельчатую форму.

Галенит – отмечается в Полиметаллической зоне и в отдельных проявлениях рудной минерализации в талдыдюргунской свите. Наиболее представительная галенитовая минерализация обнаружена на проявлении Отсалар II в виде гнезда размером 0.1 м, с содержанием свинца 5 %. В серебросодержащих гётитовых рудах рудного

тела 1 галенит присутствует (менее 1.0%) образуя единичные неправильные включения расположенные в землистом агрегате церуссита. На проявлении № 172 – галенит (до 1.0%) образует, совместно с церусситом, гнездообразные выделения. Представлен в гнездах в виде мелких (не более 0,1 мм) реликтовых зерен. Угловатые и неправильные по форме зерна (0.08-0.1 мм) галенита присутствуют в порфировых выделениях плагиоклаза (до 10-15%) андезитовых порфиритов.

Особенностью Коксаирского рудного поля является присутствие таких редких минералов как бромаргирит и биндгеймит. Обнаружены в протолочках канавы 213 рудного тела 1 проявления Отсалар II. Содержание в пробах-протолочках соответственно до 82% и до 75% фракций. Кристаллы бромаргирита имеют характерную, типа титаномагнетитовой, штриховку и равномерное распределение атомов серебра и брома по объёму кристалла. В этих же пробах отмечено золото, в количестве от 18 до 61 зерна, пылевидное, нитевидное, крючковатое и пластинчатое (0.2 х 0.1 мм) округлой формы.

В рудном узле, помимо указанных типов оруденения, в 2004 году нами выявлены перспективные металлотекты и проявления сложного медно-порфирового (Южно-Коксаирское, Отсалар, Бошту) и эпитермального золото-серебряного рудного комплекса (Коксаир), связанного с герцинским минерагенезом. В урезе Безымянной балки в южной части участка выявлено Южно-Коксаирское проявление, где вскрыт разрез лав трахидацитов-трахиандезитов с туфами, туффитами, а также лапиллиевыми и бомбовыми горизонтами околожерловой фации (D). Северо-восточнее указанный разрез интрудирован субвулканическим телом трахиандезитовых порфиритов, которые в северном направлении сменяются флюидо-эксплозивными брекчиями по трахиандезитовым порфиритам с жилами, прожилками кварца и барита с редкой вкрапленностью пирита и халькопирита. В северной части брекчии развальцованы, лимонитизированы, аргиллизированы и превращены в легко рассыпающуюся дресву. Видимые размеры брекчии более 50×60 м. Западнее находится ещё одно субвулканическое тело, представленное гранит-порфирами, в теле которых выявлено также тело флюидо-эксплозивных бекчий по гранит-порфирам размерами более 200×150 м. Площадь распространения прожилково-вкрапленного медно-порфирового оруденения в субвулканических телах и флюидо-эксплозивных брекчиях визуально оценивается в 250×350 м.

Более богатое прожилково-вкрапленное медно-порфировое оруденение локализуется во флюидо-эксплозивных брекчиях, сформировавшихся по гранит-порфирам. В них выделяются минерализованные зоны двух систем, ориентированных субширотно (270-280°) и в северо-восточном направлении (20-25°). Узел сочленения указанных систем под задерновкой. Отмечаются также участки штокверкового строения. Видимые размеры флюидо-эксплозивных брекчий с более богатым медно-порфировым оруденением: видимая ширина выходов более 10 м, протяжённость более 30м. Визуальная оценка содержаний халькопирита в минерализованных зонах и штокверках – от 3 до 10%. В минерализованных зонах и штокверках (12×20 м) жильно-прожилковая минерализация представлена кварцем, анкеритом, баритом, сульфидная – пиритом, халькопиритом, борнитом, киноварью, оксидная – гематитом, спекуляритом.

Проявление Бошту находится к востоку от проявления Отсалар и приурочено к аналогичным гранит-порфирам и образованиям жерловой и субвулканической фаций корумкешинской свиты (D1) (эксплозивные агломератовые брекчии, полосчатые флюидальные риолит-порфиры, игнимбриты). Прожилково-вкрапленная минерализация (кварц, анкерит, кальцит) в аргиллизированных породах сопровождается гнёздами (1×2 см), вкрапленностью (1-5 мм) и тонкими прожилками (до 1-2 мм) халькопирита, халькозина с обильными вторичными минералами – малахитом, азуритом, лимонитом. Распространение сульфидов на массу породы не равномерное и варьирует от 1 до 15-20 %. По маршруту медно-порфировое оруденение распространено на площади более чем на 165×260 м. Особенно богатое оруденение приурочено к юго-восточному флангу проявления, где эруптивная брекчия сложена более мелкозернистыми фрагментами с хорошо проявленным матриксом (по ходу маршрута более 13 м).

В медно-порфировых и эпитермальных образованиях Южно-Коксаирского, Отсалара, Бошту содержания меди варьируют от 0,1 до 1%. Оруденение связано с очаговыми вулкано-плутоническими структурами, локализованными к югу от Полиметаллического разлома. На участке Южный Коксаир к югу от известного Коксаирского серебро-

ртутного проявления среди алевролитов и туффитов нижнего девона выявлена зона кварц-карбонатного состава с вкрапленностью сульфидов с содержанием золота 4 г/т. Предварительно выявленная зона отнесена к нетрадиционному для данного рудного узла золото-серебряному эпитермальному типу оруденения, развитому выше по врезу от медно-порфирового. В рудном узле прогнозируется нетрадиционный тип медно-порфирового оруденения, а также золото-серебряный. В пробе-протолочке из окварцованных туффитов с вкрапленностью сульфидов обнаружены самородное золото, кюстелит, самородное серебро, матильдит, герсдорфит, валлериит, аргентит, прустит, науманнит, агуларит, госларит, кераргирит, мелантерит, халькантит, пирит, мельниковит, пирротин, сфалерит, галенит.

Площадь рудного узла 1905 км^2. Удельная продуктивность меди порфирового типа 200 т/км^2. При коэффициенте геологического подобия 0,8 прогнозные ресурсы меди категории Р3 составят: QP3 = 1905 × 200 × 0,8 = 305 тыс.т. Для выделяемого Коксаирского рудного поля площадью 85 км^2, при удельной продуктивности золота для золото-серебряного типа оруденения 5 т/км^2 [6] и коэффициенте геологического подобия 0,3 прогнозные ресурсы золота категории Р2 составят: QP2 = 85 × 5 × 0,3 = 127, 5 т.

Интерпретация результатов. Приведенные результаты показывают, что помимо ранее известного эпитермального оруденения барит-киноварь-серебряного [3] в рудном поле присутствуют слабо изученные проявления медно-золото-порфирового и эпитермального золото-серебряного типов [2]. По комплексу признаков эпитермальное золото-серебряное оруденение Южно-Коксаирского участка относится к субвулканическому эпитермальному золото-серебряному типу оруденения, как и известные месторождения Сурич в Ново-Фирсовском районе и Черепановское местрождение в Рудном Алтае. По составу руд месторождение следует отнести к низко сернистому (низко сульфидизированному) типу эпитермальных систем [8], к селенистому типу (наличие селенидов: агуларита, науманнита в рудах в ассоциации с пруститом) [7].

Заключение

В Коксаирском рудном поле совмещены разновозрастное и разнотипное оруденение барит-киноварь-серебряное, медно-золото-порфировое и эпитермальное субвулканическое золото-серебряное низкосульфидизированного типа, представляющие интерес, судя по параметрам и прогнозным ресурсам меди и золота.

Список литературы

1. Гусев А.И. Металлогения золота Горного Алтая и южной части Горной Шории. – Томск, Изд-во STT, 2003. – 308 с.

2. Гусев А.И. Эпитермальное оруденение благородных металлов Горного Алтая и Горной Шории // Известия Томского политехнического университета, 2005. – Том 308. – №3. – С. 32-35.

3. Гусев А.И. Эпитермальное золото-серебряное Черпановское месторождение Рудного Алтая // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2010. – № 10. – С. 96-99.

4. Гусев А.И. Петрология и флюидный режим порфировых систем // Успехи современного естествознания, 2011. – № 6. – С. 16-19.

5. Гусев А.И. Аномальные структуры геохимических полей эпитермального золото-серебряного оруденения Горного Алтай и Горной Шории // Успехи современного естествознания, 2012. – № 1. – С. 12-16.

6. Кривцов А.И., Беневольский Б.И., Блинова Е.В. Оценка прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов. Методическое руководство. Вып. «Золото». – М. – ЦНИГРИ. – 2002. – 128 с.

7. Choi S.-G., Ryu I., Pak S. J. et all. Cretaceous epithermal gold-silver mineralization and geodynamic environment, Korea // Ore Geology Reviews, 2005. – V. 26. – P. 115-135.

8. Hedenquist J.W., Izawa E., Arribas A., White N.C. Epithermal gold deposits: styles, characteristics, and exploration // Resource Geology Special Publication, 1996. – № 1. – 70 p.