

УДК 550.4:552.11:553.3/4

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ МУРЗИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ ГОРНОГО АЛТАЯ

Гусев А.И.

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

Приведены данные по геохимическим особенностям эндогенного оруденения золота Мурзинского рудного поля Горного Алтая. Основную роль в рудном поле имеют золото-медно-скарновый и жильный золото-сульфидно-кварцевый типы оруденения. Скарны пироксен-гранатовые, гранат-эпидотовые. Формирование скарновых руд проходило в процессе снижения насыщенности флюидов: от насыщенных в скарновых парагенезисах до разбавленных в заключительных. Соотношение изотопов серы сульфидов руд близки к метеоритному стандарту. Пробность золота составляет 850-900 ‰. Месторождения Мурзинского рудного поля относятся к комплексным медно-золоторудным («бипродуктам»). На месторождениях развиты золотоносные коры выветривания.

Ключевые слова: месторождение, Мурзинское I, Мурзинское II, скарны, жилы, золото, медь, изотопы серы, пробность золота, температура гомогенизации газовой-жидких включений.

GEOCHEMICAL PECULIARITIES OF GOLD ORE MINERALIZATION OF MURZINSKOE ORE FIELD OF MOUNTAIN ALTAI

Gusev A.I.

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

Data on geochemical peculiarities of endogenetic ore mineralization of gold Murzinskoe ore field of Mountain Altai lead. Basic role of ore field has gold-copper-skarn and lode gold-sulfide-quartz types ore mineralization. Skarns are pyroxene-garnet, garnet-epidote. Forming of skarn ores took place in process lowering of saturation fluids: from saturation in skarn paragenesis to diluting in ended stages. The ratio of isotopes sulfur of ores are close to meteoritic standard. The fineness of gold compose 850-900 ‰. Deposits of Murzinskoe ore field treat to complex copper-gold ("byproduct"). Gold weathering crusts developed on the deposits.

Keywords: deposit, Murzinskoe I, Murzinskoe II, skarns, lodes, gold, copper, isotopes of sulfur, fineness of gold, temperature of gomogenization of gase-liquid fluid inclusions.

Введение

Специфика Алтая заключается в том, что на его территории широко распространены скарновые месторождения самого различного состава [4, 5]: Cu, Au, W, Mo, Fe. Наиболее востребованы в настоящее время скарновые объекты с золотом, к числу которых относится известное Синюхинское золото-медно-скарновое месторождение [1]. В северной части Горного Алтая давно известен один из интереснейших золото-медно-скарновых объектов – Мурзинское рудное поле, в пределах которого разрабатываются и эндогенные, и гипергенные руды золота. *Цель исследования* – систематизировать сведения по геохимии и золотосодержанию Мурзинского рудного поля с использованием новых данных.

Результаты исследований

Мурзинское рудное поле площадью 43 км² включает известное золоторудное месторождение Мурзинское I, проявление золота Мурзинское II, Мурзинское III и мелкие делювиально-элювиальные россыпи золота. В рудном поле имеет место оруденение, сформированное в плутоно-

генно-гидротермальную стадию, наложившуюся на дорудные метасоматические образования. Последние на месторождении Мурзинское I и проявлении Мурзинское II представлены гранат-диопсидовыми, гранатовыми и гранат-эпидотовыми скарнами и скарнированными породами, развитыми вдоль зоны Главного разлома, в экзоконтакте небольшого гранодиоритового массива (рис. 1). Морфология рудных тел выразилась в образовании сложнопостроенных штокверкоподобных кварцево-жильных минерализованных зон, развитых как в зоне скарнирования пород, так и во вмещающих образованиях, при более высоком уровне эрозионного среза в местах неглубокого залегания гранитоидов усть-беловского комплекса (Мурзинское III). В связи с этим в пределах рудного поля и рудного узла в целом нами прогнозируется геолого-промышленный тип, связанный с мезотермальными золото-сульфидно-кварцевыми жилами и жильными минерализованными зонами, контролируемые зонами разломов сдвиговой кинематики. Не исключено присутствие и эпитеермального золото-серебряного оруденения.

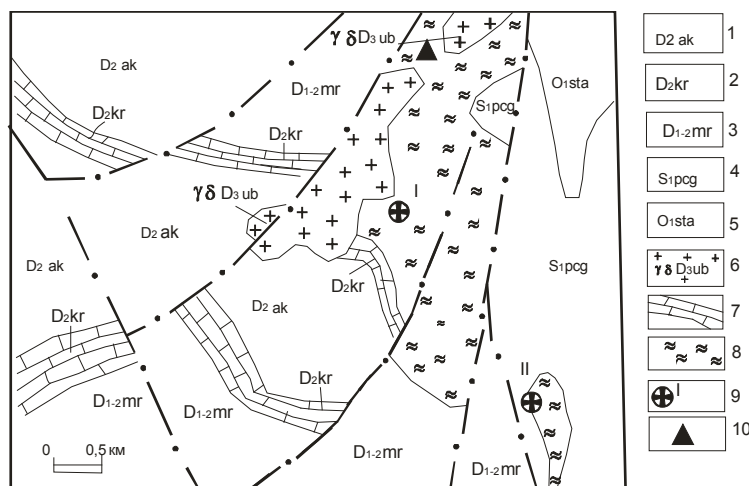


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Мурзинского рудного поля
 1 – Акимовская свита – желтовато-серые песчаники, алевролиты, аргиллиты;
 2 – курьинская свита – известняки, желтовато-серые алевролиты, песчаники;
 3 – мурзинская свита – конгломераты, известняки, песчаники, алевролиты, аргиллиты;
 4 – известково-глинистые сланцы, песчаники, алевролиты, конгломераты подчагырской свиты;
 5 – зеленовато-серые, серые, лиловые песчаники, конгломераты, глинистые сланцы суеткинской свиты; 6 – гранодиориты, кварцевые диориты, граниты усть-беловского комплекса;
 7 – известняки курьинской свиты; 8 – скарны гранатовые, гранат-пироксеновые; 9 – Мурзинские месторождения (Мурзинское I, Мурзинское II); 10 – Надеждинское проявление железа.

На Мурзинском I месторождении известно шесть золоторудных кварцевых жил весьма сложной морфологии, выраженной в изменчивой на коротких отрезках мощности, наличии апофиз и быстро выклинивающихся ветвящихся прожилков, линзообразных раздувов. Протяженность жил до 700 м. Мощность колеблется в широких пределах 0,2-3,0 м. Средние содержания золота по кварцевым жилам составляют 3,9-4,9 г/т. Падение жил СВВ под углом 45-80°. Кроме того известна минерализованная штокверкообразная зона, представленная насыщенными кварцевой сетчаткой эпидозитами и скарнами, прослеженная на 450 м и до глубины 20-40 м от поверхности со средним содержанием золота 3,6-3,8 г/т.

Месторождение Мурзинское I расположено в 2 км к СВ от дер. Акимовка, на ЮВ склоне г. Мурзинка. Открыто в 1740 г. по следам “чудских” выработок. Эксплуатировалось в 1740-1850 гг., 1910-1914 и 1934-1950 гг. Глубина разведанности 25-35 м (уровень грунтовых вод). В 1990 г. Рудно-Алтайская ГРЭ “Южсибгеолкома” продолжила работы по оценке северного фланга месторождения. Месторождение тяготеет к Главному разлому Акимовской зоны, по которому контактируют терригенные отложения громотухинской серии (нижний силур) и известняки барагашской свиты (нижний девон). Золотое оруденение приурочено к

скарново-эпидотовой зоне длиной 4 км и шириной 1 км, ориентированной согласно Главному разлому.

Среди образований зоны развиты гранат-диопсидовые, гранатовые и эпидот-гранатовые скарны, эпидозиты, эпидотизированные и скарнированные породы, образующие линзообразные тела СЗ направления. Скарны и эпидозиты пересечены кварцевыми жилами и жилками с рудной минерализацией, представленной халькопиритом, халькозином, ковеллином, резе сфалеритом, пиритом, галенитом, золотом. В зоне окисления присутствуют хризокolla, малахит, азурит, лимонит, пиролюзит. Глубина зоны окисления около 130 м. По данным разведок и эксплуатации месторождения, в настоящее время известно несколько золоторудных кварцевых жил: Рабочая, Промежуточная 1 и 2, Жила № 37, Восточная и Демидовская. Кроме того известны скарновые руды. Морфология рудных тел весьма сложная, с изменчивой на коротких отрезках мощностью, с апофизами и быстро выклинивающимися ветвящимися прожилками, с линзообразными раздувами. Протяженность жил до 700 м. Мощность колеблется в широких пределах 0,2-3,0 м. Падение жил В-СВ под углами 45-80°. К югу от Демидовской жилы расположено скарново-эпидотовое тело, прослеженное на 450 м и до глубины 20-40 м от поверхности.

Выделяются следующие разновидности руд: 1 – штокверкообразные сетчатые кварцевые жилы; 2 – насыщенные кварцевой сетчаткой эпидозиты и скарны, богатые в зоне окисления гипергенными минералами; 3 – эпидозиты, богатые кварцевой сетчаткой, но лишенные вторичных минералов; 4 – эпидозиты без следов окварцевания и вторичных минералов; 5 – гранат-эпидотовые скарны; 6 – ороговикованные породы. Почти все отмеченные породы на поверхности совершенно не золотоносны. Есть предположения И.А.Михайлова о “... выщелачивании и вторичном отложении золота на сравнительно небольшой глубине совместно с гипергенными минералами”. Первые три разновидности руд наиболее богаты золотом и представляют максимум промышленный интерес.

Содержание золота по жиле Демидовской колеблется от 0,0 до 120 г/т (среднее – 2,96 г/т), по жилам Промежуточным – от “следов” до 20 г/т (5,45 г/т), по жиле Рабочей – от 0,8 до 475,0 г/т. В окисленных кварцево-жильных рудах участка Южного, по архивным данным, отмечались содержания: золота до 1,5 кг/т, серебра до 5,2 кг/т и меди до 15%. По материалам разных лет в рудных телах присутствует медь в количестве до 1,8%, серебро – до 31 г/т, цинк – до 0,16%, свинец – до 0,1%. Среднее содержание золота при подсчете запасов принималось: по кварцевым жилам – 3,9-4,9 г/т; по скарновым телам – 3,6-3,8 г/т Пробность золота 850-900 %.

На 1.01.1946 г. балансовые запасы по категориям А+В+С₁+С₂ составляли 971,7 кг. В 1952 году запасы золота в количестве 716,0 кг переведены в забалансовые. Общее количество добытого на месторождении золота не превышает 400 кг. Средний процент извлечения его из руды около 45%. Помимо золота добывалась медь (из скарнового тела). Перспективы месторождения не исчерпаны как в северном продолжении, так и на глубину. Прогнозные ресурсы золота категории Р₁ составляют 10 т.

Месторождение Мурзинское II расположено в 300 м к западу от тригопункта г. Мурзинка. Известно со второй половины XVIII века. Эксплуатировалось с перерывами до 1847 г. Небольшой объем поисковых работ выполнен в 1910-1911 гг. и в 1937 г. В 1962 г. опробованы породы в приустьевой части Западной штольни.

В геологическом строении участка принимают участие глинистые сланцы, алевропесчаники, конгломераты ордовика нижнего силура, известково-терригенные образования

нижнего-среднего девона. Магматические образования, тяготеющие к Семёновскому разлому, представлены субвулканическими андезитовыми порфиритами, дайками диабазов, диабазовых порфиритов, штокообразными выступами крупного скрытого интрузивного тела кварцевых диоритов и гранодиоритов усть-беловского комплекса (D₃), выделяемого по геофизическим данным. С последними связаны обширные поля роговиков, скарнов, скарнированных пород, а в самих интрузивных породах интенсивно проявлены кварц-турмалиновые метасоматиты.

Рудолокализирующей структурой месторождения является небольшой разлом широтного направления в пределах Главного разлома Акимовской зоны.

Месторождение залегает в гранат-эпидотовых скарнах и эпидозитах. К дизъюнктиву и оперяющим его трещинам приурочены кварцевые жилы мощностью до 0,5 м. Кварц серого цвета с кристаллами горного хрусталя. Кварцево-рудный материал содержит пирит нескольких генераций, халькопирит, галенит, сфалерит, редко – арсенипирит и пирротин. Кроме того, имеются скарновые руды, обычно, раздробленные и содержащие прожилки, вкрапленники малахита, азурита, халькопирита, спекулярита, лимонита и золота. Основные геохимические характеристики рудных образований Мурзинского рудного поля сведены в табл. 1. Следует отметить, что для Мурзинского I и Мурзинского II месторождений наблюдается аналогия в характере изменения главных геохимических параметров. Солёность включений в минералах уменьшается от скарнов к гидротермальному продуктивному этапу. Она менялась от весьма высокой (36-40 вес.% NaCl) в скарнах, до низкой в пневматолито-гидротермальных скарновых изменениях (4,6-5,9 вес.% NaCl) и весьма низкой в продуктивной минерализации гидротермального этапа (0,5-4,8 вес.% NaCl) (табл. 1). Такая картина снижения температур гомогенизации растворов и их солёности указывает на участие ювенильных флюидов магматогенного происхождения на первом этапе и смешение ювенильного и холодного, разбавленного раствора на заключительных этапах.

Единичные определения соотношений изотопов серы в сульфидах Мурзинского рудного поля дают незначительные отклонения от метеоритного стандарта. Для золото-медно-скарнового месторождений обоих месторождений в пирите II генерации $\delta^{34}\text{S}$ (‰) составляет +3,2, в борните от +2,1 до +5,2.

Таблица 1

Геохимические характеристики рудных участков Мурзинского рудного поля

Участки	Скарны		Пневматолито-гидротермальный этап		Продуктивная минерализация Гидротермального этапа			Пробность золота %	$\delta^{34}\text{S}$ в сульфидах ‰
	Т° С	Соленость вес % NaCl	Т° С	Соленость вес % NaCl	Т° С	Соленость вес % NaCl	Состав включений		
Мурзинское I	550-680	40	250-475	4,6-5,8	220-330	0,6-3,8	B, CO ₂ , SO ₂ , HF, HCl	850-888	+1,3 ÷ +5,2
Мурзинское II	530-660	36	245-470	4,8-5,9	200-310	0,5-4,8	CO ₂ , SO ₂ , HCl, B, HF	860-900	+1,9 ÷ +4,7

По результатам работ разных лет в рудах содержится от “следов” до 232 г/т золота, 4,34-39,2 г/т серебра, 1,84- 2,8% меди, 0,07-0,42% цинка и 0,01-0,06% свинца. В протяжённых зонах кварц-турмалиновых метасоматитов содержания золота достигают 1-2 г/т. Пробность эндогенного золота из оруденелых скарнов и кварцево-жильных зон варьирует в пределах 634-959 ‰. Данные о запасах и количестве добытой руды и металла отсутствуют. Скудны сведения и о геологии месторождения. Прогнозные ресурсы золота категории P₁ – 15,0 т.

Золотое оруденение в корях выветривания. В России по официальным данным из кор выветривания добывается 31,6% золота от общего объема. Значение этого сравнительно нового геолого-промышленного типа оруденения неуклонно растёт. Подобные месторождения в мире имеют запасы до 100 и более тонн золота.

В регионе золотое оруденение в корях выветривания изучено слабо, хотя оно представляет значительный потенциал на участках развития кор выветривания известных эндогенных проявлений и месторождений золота (Мурзинское, участки Баранчинского рудного поля: Иерусалимский, Конторский и другие). Имеющиеся материалы свидетельствуют о том, что кора выветривания на Северном Алтае и Салаире имела широкое распространение, однако к настоящему времени в значительной степени размыта. Более полно она сохранилась на площади предгорий Алтая. Кора выветривания формировалась в широком возрастном диапазоне – от мела до палеогена. Формирование коры выветривания в ряде мест шло по латеритному типу, о чем свидетельствует свободный глинозем (4-5%), установленный в верхней части профиля по р.р. Таште, Ише и другим. На участках развития

сульфидных месторождений и проявлений, зон пиритизации в регионе интенсивно проявилось и сернокислотное выветривание с образованием характерных минералов зоны окисления: различных сульфатов, аллофанов и других. Кроме того, на сульфидосодержащих объектах и в тектонических зонах с сульфидизацией распространены аргиллизиты, на которые в дальнейшем наложено сернокислотное и химическое выветривание.

Мурзинское месторождение наиболее изучено и характеризуется широким развитием кор выветривания. На нем имеется 8 линз бурого железняка мощностью 2-3 м и до 9,8 м. Верхняя часть «железной шляпы» сложена глыбами бурого железняка или кварцевых и лимонитовых губок, погруженных в кварцевую сыпучку. Ниже бурые железняки сменяются кварцевой сыпучкой, залегающей на отбеленных песчаниках, часто с гнездами и прослоями кварцевых губок. В крупных глыбах бурого железняка встречаются ядра сливной серноколчеданной руды, местами – гнезда гематитовых и магнетитовых руд.

Линейная кора выветривания на Мурзинском месторождении прослеживается вдоль субмеридиональной зоны разлома на 1200 м по простиранию при ширине более 100 м и на глубину до 150-180 м. Гипергенные минералы коры выветривания представлены каолинитом, смектитом, реже гидрослюдой. Из вторичных рудных минералов развиты пиролюзит, псиломелан, реже – криптомелан, гетит, гематит. Самородное золото в количестве от 1 до 1050 знаков (от 0,1 мг/м³ до 2,5 г/м³) обнаружено во всех пробах элювия. В большей части проб гранулометрический класс золотин 0,25+0,1 мм составляет 40-70% по количеству зерен и 50-90% по весу. В относитель-

но бедных пробах золото заметно мельче по сравнению с более богатыми. В последних присутствуют зерна класса +0,5 мм и выше. Форма выделений самородного золота весьма разнообразна. Преобладают не уплотненные и слабо уплотненные выделения. В заметном количестве развиты формы свободного и метасоматического роста: сростки кристаллов и отдельные монокристаллы, округлые индивиды, дендриты, а также комбинированные формы. В глинистом элювии золото свободное, наблюдаются сростки его с псиломеланом и глинистыми минералами.

Интерпретация результатов

Приведенные данные показывают, что основные геохимические параметры скарновых, пневмолито-гидротермальных и продуктивных парагенезисов обнаружива-

ют закономерности, отмеченные нами для аналогичных золото-медно-скарновых объектов Горного Алтая и Республики Алтай: Баянихинского в Солонешенском рудном районе [6], Синюхинского в одноименном рудном поле [3]. Тенденция снижения температур гомогенизации растворов и их солёности от скарнов к продуктивным ассоциациям указывает на участие ювенильных флюидов магматогенного происхождения на раннем этапе и смешение ювенильного и холодного, разбавленного раствора на заключительном продуктивном этапе становления руд [2].

На диаграмме соотношений Cu/Ag – Cu/Au Мурзинское I месторождение располагается вблизи Синюхинского и должно относиться к комплексным объектам («бипродукты») (рис. 2) [7].

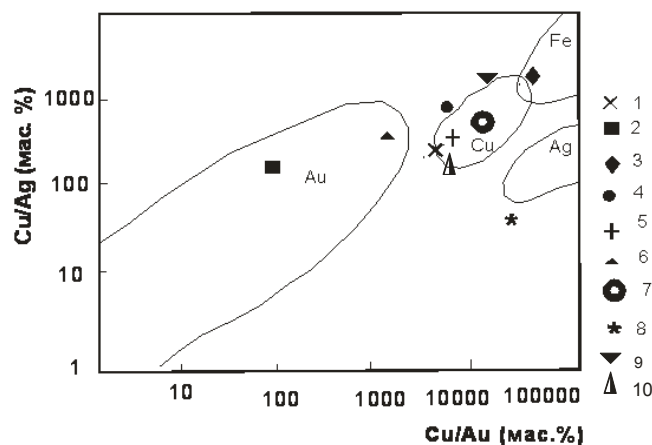


Рис. 2. Диаграмма соотношений в рудах Cu/Ag – Cu/Au для скарновых месторождений Горного Алтая. Поля золото-содержащих скарнов по [8]: Au – золоторудные, Cu – меднорудные, Fe – железорудные, Ag – серебряные. Золотосодержащие скарновые месторождения Горного Алтая: 1 – Синюхинское, 2 – Чойское, 3 – Майское, 4 – Ульменское, 5 – Оюкское, 6 – Баянихинское, 7 – Лысухинское, 8 – Восточный Карагу, 9 – Кутерьбушинское 10 – Мурзинское I.

Заключение

Таким образом, золото-медно-скарновые месторождения Мурзинского рудного поля следует относить к комплексным объектам («бипродукты»), сформировавшимся в менявшихся условиях флюидного режима: на ранних этапах с участием ювенильных магматогенных флюидов, а на заключительном этапе – в смешении ювенильных и разбавленных холодных растворов. Значительный объём золота на Мурзинских месторождениях приходится и на гипергенный тип (коры выветривания).

Список литературы

1. Гусев А.И. Интрузивный магматизм Синюхинского золоторудного узла // Геология и геофизика. – 1994. – №11. – С.28-40.

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

3. Гусев А.И. Металлогения золота Горного Алтая и юга Горной Шории. Диссертация на соискание учёной степени доктора геол.-мин. наук. – Томск, 2006. – 347 с.

4. Гусев А.И. Минерация и полезные ископаемые Республики Алтай. – Бийск: Изд-во АГАО, 2010. – 385 с.

5. Гусев А.И. Минерация и полезные ископаемые Алтайского края. – Бийск: Изд-во ГОУВПО АГАО, 2011. – 365 с.

6. Гусев А.И., Гусев Н.И., Табакаева Е.М., Дзагоева Е.М. Петрология и рудоносность магмо-рудно-метасоматических систем Солонешенского рудного района Алтай. – Бийск: АГАО, 2013. – 204 с.

7. Гусев А.И. Типизация золото-содержащих скарновых объектов Горного Алтая // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 11. – С. 108-113.

8. Theodore T.G., Orris G.J., Hammarstrom J.M., Bliss J.D. Gold-bearing skarns // US Geological Survey Bulletin. – 1991. – № 1830. – P. 145.