УДК 550.4:551.2

АНОМАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ЭПИТЕРМАЛЬНОГО ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ГОРНОГО АЛТАЯ И ГОРНОЙ ШОРИИ

Гусев А.И.

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

Приведены аномальные структуры геохимических полей (АСГП) по вторичным ореолам рассеяния месторождений и проявлений эптермального золото-серебряного оруденения. Оруденение в регионах связано с венд-раннекембийскими и среднедевонскими вулканогенными образованиями. Показаны различные наборы аномальных значений химических элементов в зонах ядерного концентрирования, транзита элементов и фронтальных зонах концентрирования. Оценен условный потенциал ионизации в зональных конструкциях АСГП, показывающих кислотно – основной потенциал среды минералообразования. Проведен факторный анализ для всех зон АСГП с показом эллипсоидов изменчивости и факторных нагрузок.

Ключевые слова: геохимическое поле, аномальные концентрации элементов, зональные структуры, золото, серебро, медь, свинец, цинк, факторный анализ

ANOMALOUS STRUCTURE OF GEOCHEMICAL FIELDS EPITHERMAL GOLD-SILVER ORE MINERALIZATION OF MOUNTAIN ALTAY AND MOUNTAIN SHORIA

Gusev A.I.

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

Anomalous structures geochemical fields (ASGF) on secondary ore dispersion pattern of deposits and manifestations of epithermal gold-silver ore mineralization lead. Ore mineralization in regions link with Vendian-Low Cambrian and Middle Devonian volcanogenic rocks. Different specters of anomalous meanings of chemical elements in zones: core concentration, transit elements and frontal concentration showed. The relative potential ionization estimated in zonal constructions ASGF it is showing acidic- alcalic potential of environment mineral forming. Factor analysis conducted for all zones of ASGF with demonstration ellipsoid of changing and factor loads, factor analysis.

Keywords: geochemical field, anomalous concentration of elements, zonal structures, gold, silver, copper, lead, zinc

На основе площадных литохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:25000 (более 3500 проб) выявлены аномальные структуры геохимических полей (АСГП) для нескольких типов и подтипов эпитермального золото-серебряного оруденения. Рассмотренные АСГП ранга рудных полей имеют зональное строение (от центра к периферии): зона ядерного концентрирования химических элементов – зона транзита или выноса элементов – зона фронтального концентрирования элементов. В пределах выделенных зон преобладающие и сопутствующие метасоматиты получили оценку кислотности – основности на основе картирования и расчёта условных потенциалов ионизации. Выделенные зоны АСГП характеризуются контрастными различиями в спектрах максимально концентрирующихся элементов, положением и рисунком эллипсоида изменчивости химических элементов. Определено склонение АСГП, имеющее важное значение для проведения поискового бурения. По комплексу признаков проведена разбраковка степени перспективности АСГП.

Эпитермальное золото-серебряное оруденение, приуроченное к вулкано-плутоническим поясам (ВПП) и областям тектоно-магматической активизации (ТМА), в структуре минерально-сырьевой базы России в доле запасов составляет 20,2 %, а в доле прогнозных ресурсов золота – 34,5 % (Кривцов, Беневольский и др., 2002). В Горном Алтае и Горной Шории эпитермальное золото-серебряное оруденение проявлено в наложенных ВПП венд-нижнекембрийского и среднедевонского возрастов. Оруденение этого геолого-промышленного типа (ГПТ) региона, в отличие от жильного золото-сульфидно-кварцевого и золото-скарнового, изучено слабо. Однако исследование аномальных структур геохимических полей (АСГП) рудных объектов в комплексе с другими методами позволит разбраковать многочисленные проявления этого ГПТ, выявить наиболее перспективные из них с целью постановки поисковых и оценочных работ [2]. Целью настоящего иследования является систематика АСГП регионов и выявление их геохимических особенностей с последующим выделением перспективных объектов для постановки геолого-разведочных работ.

Методика работ и проблема поисков оруденения по аномальным структурам геохимических полей

Наиболее полно методология и принципы интерпретации геохимических наблюдений с позиций структурных представлений о строении геохимических полей применительно к поискам, оценке и прогнозированию гидротермальных месторождений полезных ископаемых на примере золото-серебряного оруденения разработаны С.А. Григоровым с соавторами [4]. АСГП позволяют:

1 – геометризовать металлогенические таксоны разного ранга – от рудных районов до месторождений и рудных тел;

2 – определять уровень эрозионного среза и склонение геохимических полей, сопровождающих рудные тела.

Для скарновых и жильных золоторудных месторождений Горного Алтая проведена типизация АСГП и сопоставление их с полями метасоматитов различных кислотности – щёлочности путём расчёта условных потенциалов ионизации [4]. АСГП эпитермальных золото-серебряных объектов региона получены на основе обработки более 3500 анализов геохимических проб, отобранных в масштабе 1: 25000 (вторичные ореолы).

Типизация золото-серебряного оруденения региона

Эпитермальное оруденение в регионе пространственно и генетически связано с областями проявления венд-нижнекембрийского в Кондомо-Лебедском блоке и девонских вулкано-плутонических комплексов в Чарышском, Ануйско-Чуйском, Лебедском и Уйменском прогибах. По составу оно охватывает минерализацию золото-серебряную, серебряную, олово-серебряную, медно-золотую. Согласно существующим классификациям [6-8] рассматриваемое оруденение можно разделить на два главных генетических типа: низкосернистый (адуляр-серицитовый) и высокосернистый (кислотно-сульфатный). В низкосернистом типе различимы 3 подтипа: золото-серебряный, полиметалльный олово-серебряный и серебро-обогащённый полиметалльный.

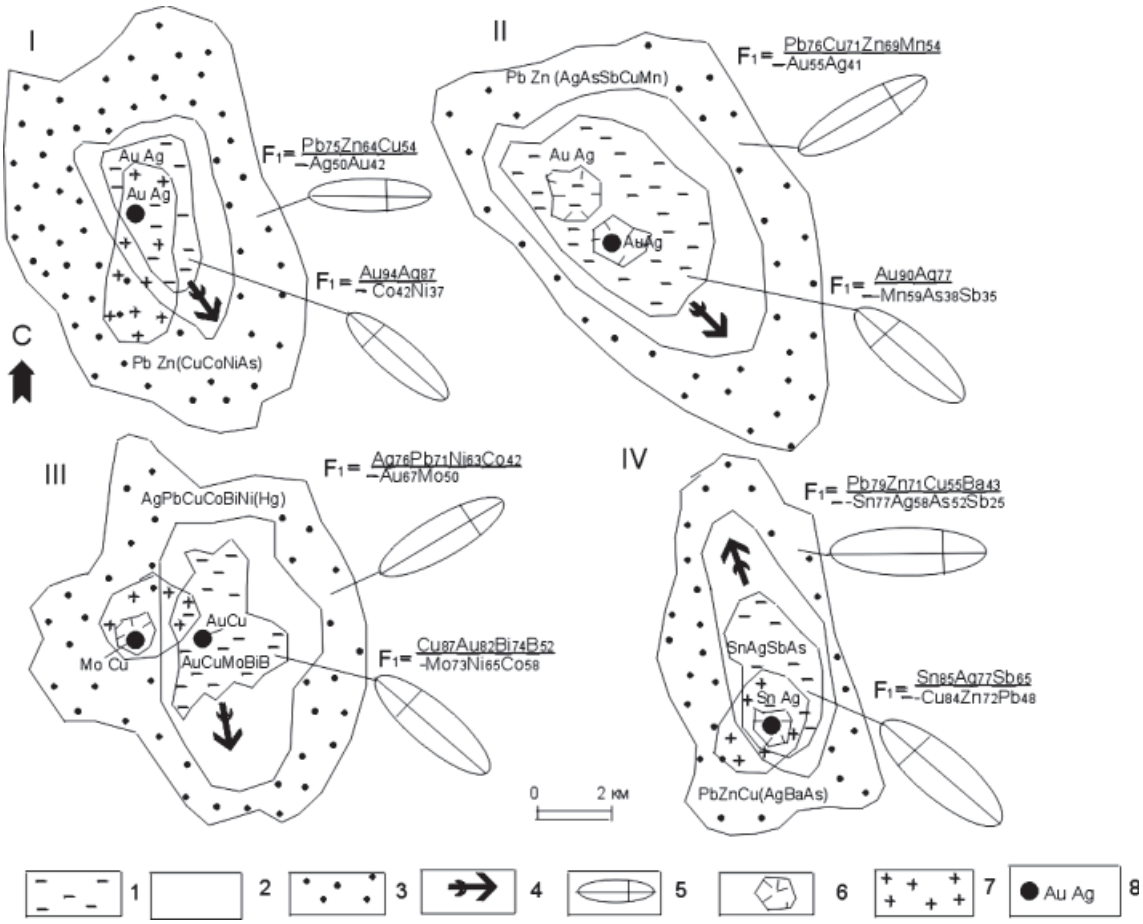
Аномальные структуры геохимических полей золото-серебряного оруденения

Аномальные структуры геохимических полей всех типов и подтипов золото-серебряного оруденения весьма специфичны и характеризуются индивидуальными чертами набора главных и второстепенных химических элементов в зонах этих структур, рисунками эллипсоида изменчивости в главных осях, значениями факторных нагрузок (рисунок).

Золото-серебряный подтип в Горном Алтае представлен месторождением Сурич Новофирсовского золоторудного узла, приуроченным к вулкано-тектонической структуре пул-апарт, заложенной на пересечении субмеридионального разлома мантийного заложения и дизъюнктива северо-восточной ориентировки. Структура формировалась в условиях сдвиго-раздвига и генерировала несколько эруптивных центров, сопровождавшихся субвулканическими образованиями риолит-порфиров. Вулканиты куяганского комплекса (D_2) участка (андезиты, дациты, риолиты и их туфы) и субвулканические образования относятся к известково-щелочной серии и в значительной степени подвержены пропилитизации, аргиллизации. Значительные кислотные изменения вулканитов привели к образованию вторичных кварцитов. Типоморфным признаком золото-серебряного оруденения в Новофирсовоском рудном узле являются очаговы вулканические аппараты центрального типа (Сурич, Игнашиха и другие). Две зоны минерализации субмеридиональной ориентировки представлены дроблёными вулканитами и их туфами, интенсивно аргиллизированными, пронизанными разно ориентированными прожилками и гнёздами кварцевого, кварц-адулярового состава, а также халцедоновидного кварца и халцедона, образующими штокверк. Мощности зон от 10 до 18 м, протяжённости по простиранию более 200 м. Местами отмечаются кварциты с тонкой рассеянной вкрапленностью сульфидов. Сульфидная минерализация локализуется в аргиллизитах и в жильных образованиях и представлена пиритом, реже галенитом, сфалеритом, халькопиритом, самородным золотом, аргентитом. Содержания золота в зоне варьируют от 0,1 до 107 г/т. (в среднем 3,3 г/т), серебра от 3 до 150 г/т. Среднее отношение в рудах Au:Ag = 1:20. Температура гомогенизации газово-жидких включений в кварце, содержащем золото, составляет 180–210 °С. Общая солёность включений низкая (1,3–3,1 ‰ в эквиваленте NaCl). В их составе преобладают CO_2 и HCl. В небольших количествах определены N_2 и H_3BO_3. Содержания золота в пирите от 3,1 до 12,4 г/т.

Так в ядерной зоне концентрирования химических элементов Суричской АСГП (площадь 7 км^2) доминантную роль играют золото и серебро, а во фронтальной зоне концентрирования свинец, цинк в меньшей степени медь, кобальт, никель, мышьяк. Факторные нагрузки в ядерной зоне

концентрирования характеризуются очень высокими значениями золота (94) и серебра (87) и отрицательными значениями кобальта и никеля. Во фронтальной зоне концентрирования главенствующую роль приобретают свинец, цинк, медь, а золото и серебро приобретают отрицательные значения (см. рисунок).



Аномальные структуры геохимических полей (АСГП) эпитермального золото-серебряного оруденения Горного Алтая и Горной Шории:
1 – зона ядерного концентрирования химических элементов; 2 – зона транзита, или выноса элементов; 3 – зона фронтального концентрирования элементов ранга рудных полей; 4 – склонение АСГП; 5 – эллипсоиды изменчивости в главных осях (в R-модификации метода главных компонент); 6 – вулканические центры с флюидо-эксплозивными брекчиями; 7 – субвулканические гранитоидные тела; 8 – проявления золото-серебряного оруденения; F_1 – значения факторных нагрузок 1 фактора; АСГП:
I – Суричская, II – Майско-Семёновская, III – Чакпундобэ, IV – Бельги

Условный потенциал ионизации аргиллизации характеризуется несколько более повышенными значениями кислотности среды (218,2–220,1), по сравнению с зоной ядерного концентрирования Майско-Семёновского участка. Во фронтальной зоне концентрирования главенствующую роль приобретают свинец, цинк, медь, а золото и серебро в факторных нагрузках приобретают отрицательные значения. Склонение АСГП юг-юго-западного направления. Пропилиты зоны фронтального концентрирования имеют условный потенциал ионизации, близкий к стандартной величине (193,2–194,3).

Майско-Семёновская АСГП проявления золото-серебряного типа в Горной Шории контролируются размещением флюидо-эксплозивных брекчий, приуроченных к разлому северо-западной ориентировки [Гусев, 2003]. Зона ядерного концентрирования площадью 24 км^2 характеризуется максимальными концентрациями и повсеместной распространённостью Au, Ag и весьма высокими факторными нагрузками этих же элементов, а также отрицательными показателями марганца, мышьяка и сурьмы. Эллипсоид изменчивости распределения химических элементов в зоне ядерного концентрирования ориентирован

длинной осью конформно с направлением склонения АСГП. Условный потенциал ионизации аргиллизитов, преобладающих в зоне ядерного концентрирования варьирует от 217,5 до 218,4, а кварцитов от 218,9 до 220,1, указывающие на весьма кислотную обстановку околорудного метасоматоза. Во фронтальной зоне концентрирования ранга рудного поля максимальные концентрации и распространённость имеют свинец и цинк. Местами в этой зоне отмечаются аномалии серебра, мышьяка, сурьмы, меди, марганца. Факторные нагрузки в этой зоне имеют противоположные показатели относительно таковых в предыдущей зоне. Эллипсоид изменчивости распределения химических элементов в главных осях также прямо противоположен таковому в зоне ядерного концентррования. Условный потенциал ионизации (от 192 до 194,5) доминирующей пропилитизации в этой зоне характеризуется повышенной основностью, по сравнению с зоной ядерного концентрирования.

В ядерной зоне концентрирования Суричской АСГП (площадь 7 км^2) доминантную роль играют золото и серебро, а во фронтальной зоне концентрирования свинец, цинк в меньшей степени медь, кобальт, никель, мышьяк. Факторные нагрузки в ядерной зоне концентрирования характеризуются очень высокими значениями золота (94) и серебра (87) и отрицательными значениями кобальта и никеля. Условный потенциал ионизации аргиллизации характеризуется несколько более повышенными значениями кислотности среды (218,2–220,1), по сравнению с зоной ядерного концентрирования Майско-Семёновского участка. Во фронтальной зоне концентрирования главенствующую роль приобретают свинец, цинк, медь, а золото и серебро в факторных нагрузках приобретают отрицательные значения. Склонение АСГП юг-юго-западного направления. Пропилиты зоны фронтального концентрирования имеют условный потенциал ионизации, близкий к стандартной величине (193,2–194,3).

АСГП эпитермального медно-золотого оруденения высокосернистого типа (кислотно-сульфатного) зарегистрировано на восточном склоне г. Чакпундобэ, а также в междуречье Байгол-Лебедь среди вулканитов трахириодацитового состава (саганская свита – D_2). В отличие от ранее рассмотренных геохимических структур анализируемая АСГП Чакпундобэ отличается появлением в её составе Mo, Bi, B. В ядерной зоне концентрирования (площадь 8,5 км^2) ведущую роль, помимо указанных элементов, имеют Au и Cu. Здесь локализуется эпитермальное медно-золотое, а в зоне фронтального концентрирования проявлено молибден-медно-золото-порфировое оруденение. Во фронтальной зоне ведущую роль играют Ag, Pb, Cu, Co, Bi, Ni, местами Hg. Условные потенциалы ионизации метасоматитов характеризуются значительными вариациями. Так в зоне ядерного концентрирования аргиллизиты с баритом имеют величины этого показателя от 214, до 215,1, а аргиллизиты с алунитом от 199 до 200,3. Пропилиты зоны фронтального концентрирования по условному потенциалу ионизации имеют несколько повышенную основность (191–192,5). Березитоиды с турмалином в этой зоне, сопровождающие порфировое оруденение, имеют условный потенциал ионизации 208,8–209,5.

АСГП олово-серебряного полиметалльного типа заметно отличается от всех остальных. В зоне ядерного концентрирования (площадь 8,4 км^2) главенствующее значение имеют Sn, Ag, Sb, As, а во фронтальной зоне концентрирования – Pb, Zn, Cu, иногда Ag, Ba, As. Специфичны и факторные нагрузки в анализируемых зонах. Склонение АСГП север-северо-западное.

Из всех изученных АСГП наибольшими перспективами обладают Суричская и Майско-Семёновская. В зоне ядерного концентрирования для них характерен весьма ограниченный состав химических элементов – золото и серебро, являющихся рудообразующими. Им свойственна наибольшая контрастность геохимической зональности, высокая плотность концентраций рудообразующих элементов в ядерной зоне концентрирования, максимальные значения факторных нагрузок золота и серебра. Указанные особенности корреспондируют наиболее концентрированным рудам в АСГП Суричской и Майско-Семёновской.

Заключение

Рассмотренные АСГП имеют зональное строение, проявляющееся относительно энергетических и вещественных источников оруденения – рудогенерирующих субвулканических образований и очаговых структур, представленных флюидо-эксплозивными брекчиями. Для различных типов и подтипов эпитермального оруденения выявлены специфические спектры максимальных концентраций рудообразующих и сопутствующих элементов в зоне ядерного концентрирования, где и локализуется основное промышленное оруденение. Дифференциация химических элементов

в АСГП подтверждается не только отличающимися наборами элементов в зонах, но и положением эллипсоидов изменчивости элементов и величинами факторных нагрузок рудообразующих и сопутствующих элементов. Наибольшими перспективами обладают АСГП с минимальным набором элементов максимальных концентраций в зоне ядерного концентрирования и наиболее высокой кислотностью среды рудообразования и сопутствующих метасоматитов. Направление склонения АСГП отражает не только вектор зональности и изменчивости концентрационных аномальных геохимических полей, но и является инстументом целенаправленных поисков оруденения, планирования закладки буровых профилей с целью оценки оруденения на глубину.

Список литературы

1. Оценка прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов. Методическое руководство: / А.И. Кривцов, Б.И. Беневольский и др. – Выпуск «Золото». – М.: ЦНИГРИ, 2002. – 127 с.

2. Гусев А.И., Карабицина Л.П. Минерально-сырьевая база Республики Алтай: состояние и перспективы развития (материалы регионального совещания). – Горно-Алтайск, 1998. – С. 47–49.

3. Гусев А.И. Металлогения золота Горного Алтая и южной части Горной Шории. – Томск: Изд-во STT, 2003. – 305 с.

4. Григоров С.А., Куклин А.А., Куклин А.П., Караваева В.А., Розенблюм И.С. // Доклады АН СССР. – 1988. – Т. 300, №1. – С. 201–204.

5. Gusev A.I. 4-th Joint International Simposium on Exploration Geochemistry. – Irkutsk, 1994. – P. 84–85.

6. Прогнозирование и поиски месторождений золота / В.А. Нарсеев, Н.К. Курбанов, М.М. Константинов и др. – М.: ЦНИГРИ, 1989. – 237 с.

7. Hedenquist J.W., Izawa E., Arribas A., White N.C. // Resource Geology Special Publication. – Tokyo, Japan, 1996. – №1. – 17 p.

8. Mosier D.L., Menzie W.D., Kleinhampl F.J. // US Geol. Surv. Bull. – 1986. – №1666. – 42 p.