

Литература

1. Колчеданные месторождения Большого Кавказа // под ред. В.И. Смирнова. – М.: Недра, 1973. – 256 с.
2. Рябов Г.В., Богуш И.А. Типизация колчеданных месторождений Северного Кавказа // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. – Ростов-на-Дону, 2012. – № 5. – С. 88–91.

**ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ УЧАСТКА ЧЕРТОВА ЯМА ТОПОЛЬНИНСКОГО
ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ)**

Д.С. Лавров

Научный руководитель доцент Т.В. Тимкин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Топольнинское золоторудное поле находится в правобережье р. Ануй и р. Карама между селами Топольное и Степное на территории Солонешенского района Алтайского края.

В структурном плане рудное поле расположено в пределах Ануйского структурного блока, который по зонам крупных разломов – на западе Башелакского, на востоке Куячинского, граничит соответственно с Талицким и Катунским блоками. По металлогеническому районированию Топольнинское золоторудное поле входит в состав Ануйского медно-золоторудно-россыпного узла Ануйского рудного района Северо-Алтайского золотоносного пояса.

Площадь рассматриваемого района сложена нижнесилурийскими отложениями существенно терригенной чинетинской, терригенно-карбонатной полатинской свитой, нерасчленённой карбонатно-терригенной громотухинской серией, существенно терригенной чесноковской, нижнедевонской карбонатно-терригенной камышенской и барагашской свитами (рис.).

Таблица

Фоновые и минимально-аномальные значения

Элемент	Фон \bar{X} $n \cdot 10^{-3} \%$	Станд. множ. e	Минимально аномальное содержание для N коррелирующихся точек (в градациях спектрального анализа), в $n \cdot 10^{-3} \%$ (Au – в г/т)								
			N=1	N=2	N=3	N=4	N=5	N=6	N=7	N=8	N=9
Au	0,003	2,05	0,024	0,013	0,01	0,008	0,007	0,007	0,006	0,006	0,006
Ag	0,005	1,14	0,008	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Bi	0,05	1,07	0,063	0,059	0,058	0,057	0,056	0,056	0,055	0,055	0,05
Pb	1,4	1,46	4,4	3,2	2,7	2,5	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1
Cu	3,04	1,3	6,9	5,4	4,9	4,6	4,4	4,24	4,14	4,06	3,99
Zn	4,03	1,7	21	13	10	9,2	8,4	7,9	7,5	7,2	7,0
Co	1,2	1,57	4,7	3,2	2,7	2,4	2,2	2,1	2,0	1,98	1,92
Ni	3,6	1,3	8,7	6,7	6,0	5,6	5,3	5,1	5,0	4,9	4,8
Cr	3,9	1,4	11	8,4	7,3	6,7	6,3	6,1	5,9	5,7	5,6
Mn	61,5	1,18	102	88	82	79	77	76	75	74	73
Sn	0,2	1,4	0,5	0,4	0,3	0,29	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
W	0,5	1,1	0,71	0,66	0,63	0,62	0,61	0,6	0,6	0,6	0,6
Mo	0,09	1,4	0,26	0,19	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13

Интрузивные образования занимают 30...35 % площади Топольнинского золоторудного поля, они представлены двумя массивами (Топольнинский, Караминский) и многочисленными дайками различного состава топольнинского габбро-гранодиорит-гранитового комплекса, штоками и линейными субвулканическими телами куяганского риолит-дацит-андезитового комплекса (рис.).

По данным [2] на большой площади поля в экзоконтактах массивов вмещающие породы ороговикованы и местами скарнированы. Скарнирование в пределах рудного поля носит рассеянный характер, наложенная рудная минерализация в наибольших концентрациях приурочена, по нашим данным, к апоскарновым пропилитам. Ведущие оруденение в рудном поле представлено золото-скарновым типом. Из сульфидов, количество которых варьирует 2...7%, развиты в основном, пирит, арсенопирит, пирротин и халькопирит, реже – сфалерит, молибденит, борнит, халькозин, галенит, блеклые руды, теллуриды и сульфотеллуриды Bi, Pb, Ag.

Оруденение сопровождается интенсивными первичными и вторичными ореолами широкого круга элементов. Набор их типичен для данного типа оруденения и региона, однако состав выявленных ассоциаций химических элементов и характера их пространственных взаимоотношений позволяет говорить о достаточно отчетливой специфике внутреннего строения аномальных геохимических полей.

В основу наших исследований положены результаты литогеохимической съемки масштаба 1: 25 000, 1: 10 000 по вторичным ореолам рассеяния в пределах Топольнинского золоторудного поля, выполненной ОАО «Горно-Алтайской экспедицией» 2012-2013 гг., и данных геохимического опробования керна скважин. Обработка материалов проводилась с использованием стандартных статистических программ, а геометризация результатов выполнена с применением ГИС-технологий, в соответствии с разработанной методикой [1].

В процессе исследований нами определены фоновые и минимально-аномальные концентрации золота и элементов-спутников во вторичных ореолах рассеяния; выявлены геохимические ассоциации и исследована зональность их размещения в пределах рассматриваемого участка; определена позиция золотого оруденения в структуре аномального геохимического поля и предложены геохимические критерии прогноза золотого оруденения в Топольнинском рудном поле.

Фоновые и минимально-аномальные содержания элементов рассчитаны по стандартной методике А.П. Соловова [3]. Поскольку на рассматриваемой площади распределение всех элементов не соответствует нормальному закону ($A/S_A > 3$ и $E/S_E > 3$), то при расчете фоновых и аномальных значений использована модель логнормального распределения (табл.).

Для выявления устойчивых ассоциаций элементов и анализа их пространственного размещения с целью расшифровки структуры геохимического поля, нами использовано группирование переменных методом факторного анализа.

Этим методом во вторичных геохимических ореолах изученной площади выявлено 3 фактора. Их интерпретация дана исходя из элементного состава, характера пространственного распределения и геологической ситуации. Фактор F2 (Au, Ag, Mn) соответствует собственно золоторудной минерализации, фактор F3 (Cu, Zn, Bi, W, Sn) пространственно приурочен к гранодиоритам Топольнинского массива и частично перекрываются с фактором F2, указывая на возможную температурную зональность оруденения и более глубокий уровень среза. Фактор F1 (Co, Ni, Cr, V) фиксирует области с рассеянной сульфидной минерализацией.

Указанные выше ассоциации элементов формируют аномальную структуру геохимического поля (АСГП) уровня месторождения.

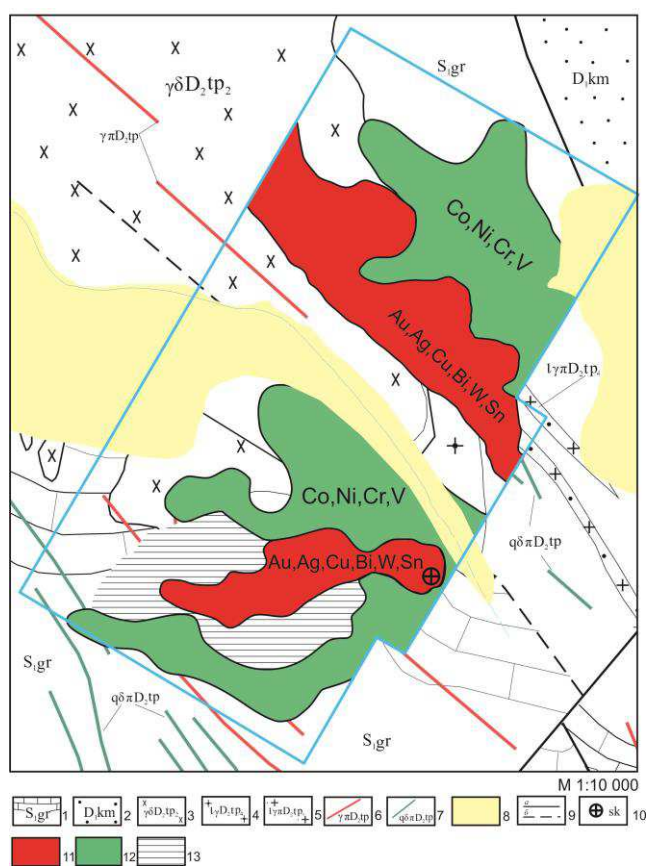


Рис. Модель геохимической зональности участка Чертова Яма

1 – Громотухинская серия нерасчлененная: глинистые сланцы алевролиты, песчаники, известняки; 2 – Камышенская свита: песчаники, алевролиты, известняки; 3–6 Топольнинский габбро-гранодиорит-гранитовый комплекс: 3 – вторая фаза: гранодиориты биотит-роговообманковые, 4 – четвёртая фаза: лейкограниты амфибол-биотитовые, 5 – четвёртая фаза: щелочные лейкограниты, 6 – дайки гранит-порфиров, 7 – дайки кварцевых диорит-порфиров; 8 – четвертичные отложения; 9 – геологические границы: а – достоверные, б – предполагаемые; 10 – скарны и скарнированные породы; 11 – ядерная зона концентрирования (Au-Ag-Cu-Bi-W-Sn); 12 – фронтальная зона концентрирования (Co-Ni-Cr-V); 13 – промежуточная зона

По геохимическим данным в пределах рассматриваемого участка выделяются внутренняя (ядерная), промежуточная и внешняя (фронтальная) зоны, которые имеют различные размеры, состав и степень концентрации главных и сопутствующих элементов. Для ядерной зоны концентрирования характерны ассоциации золота, серебра, меди, висмута, вольфрама, олова, в которых эти элементы достигают максимальных концентраций. Промежуточная зона АСГП не фиксируется повышенными значениями элементов, но четко отделяет ядерную зону от фронтальной. Во фронтальной зоне концентрируются кобальт, никель, хром и ванадий при некотором повышении содержания остальных элементов (рис.).

Результаты распределения ассоциаций элементов показали, что они образуют топологически замкнутую зональную геохимически ореольную систему, имеющую концентрически-зональную структуру на уровне месторождения. Зональность выражена в распределении высококонтрастных ореолов одних элементов в центральной части рудообразования, а других по периферии.

В целом, золото-скарновое оруденение на изучаемой площади сопровождается во вторичном геохимическом поле ассоциациями (Au,Ag,Mn), (Cu,Zn,Bi,W,Sn) и (Co,Ni,Cr,V). Наиболее благоприятны для поисков этого оруденения участки пространственного совмещения нескольких геохимических ассоциаций, которые формируют во вторичном геохимическом поле аномальную геохимическую структуру концентрического строения.

Литература

1. Ворошилов В.Г. Аномальные структуры геохимических полей гидротермальных месторождений золота: механизм формирования, методика геометризации, типовые модели, прогноз масштабности оруденения // Геология рудных месторождений. – 2009. – Т. 51, № 1. – С. 3 – 19.
2. Бедарев Н.П., Гусев А.И. Геология и золотоносность Топольнинского рудного поля Горного Алтая // Руды и металлы. – Москва, 1998. – № 2. – С. 100 – 109.
3. Соловов А.П. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1985. – 294 с.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ИЗУЧЕНИЯ ФЛЮИДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В МИНЕРАЛАХ СКАРНОВ ТОПОЛЬНИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ГОРНЫЙ АЛТАЙ)

О.В. Логвиненко

Научный руководитель профессор В.Г. Ворошилов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Цель данной работы изучить физико-химические параметры рудообразующего флюида Топольнинского рудного поля, систематизировать полученные данные и соотнести их с результатами текстурно-структурного и минераграфического анализа, обобщить полученные результаты с опубликованными данными.

Краткая геологическая характеристика.

Топольнинское рудное поле находится на севере Горного Алтая и относится к перспективной золото-скарновой рудной формации. Рудопроявления локализованы в экзоконтактах одноименной гранитоидной интрузии, прорывающей терригенно-карбонатные толщи силура и девона. Золоторудная минерализация прослеживается по всему разрезу скарнированных пород.

В процессе изучения в скарновых рудах было установлено более 30 минералов. Основные породообразующие минералы это гранаты, пироксены, волластонит, скаполит, эпидот, кальцит, амфиболы и хлориты. Среди рудных отмечаются пирит, арсенопирит, пирротин, молибденит, халькопирит, сфалерит, галенит, борнит, халькозин и ковеллин. В виде мелких включений и просечек присутствуют разнообразные сульфиды, блеклые руды, сульфосоли и теллуриды. Рентгеноспектральным микроанализом нами впервые для рудного поля установлены: герсдорфит $(\text{Fe}_{0,17}\text{Ni}_{0,5}\text{Co}_{0,36})\text{As}_1\text{S}_{0,93}$, цумоит $\text{Bi}_{1,02}\text{Te}_1$, гессит $\text{Ag}_{1,81}\text{Te}_1$, кобальтин $\text{Co}_1\text{As}_{1,08}\text{S}_{1,19}$, скиннерит $\text{Cu}_{2,82}\text{Sb}_1\text{S}_{3,08}$, раклиджит $(\text{Bi}_{1,97}\text{Pb}_1)_{2,97}\text{Te}_{4,02}$, ульманит $\text{Ni}_1\text{Sb}_{1,35}\text{S}_{1,38}$, поубаит $\text{Pb}_1\text{Bi}_{1,71}(\text{Se}_{0,56}\text{Te}_{0,14}\text{S}_{3,85})_{4,55}$, невскит $\text{Bi}_{0,99}(\text{Se}_{0,44}\text{S}_{0,27})$, самородный висмут.

Золото зафиксировано в виде ультрамелких включений в молибдените, в борните и в ассоциации с теллуридными минералами. Размер включений варьирует от 5 до 20 мкм. Химический состав золотин изменяется в пределах: Au – 60,36...90,06 мас. %, Ag – 7,98...35,09 мас. %, Fe – 0,20...3,09 мас. %, Cu – 0,30...1,73 мас. %. Среднее значение микротвердости по 7 замерам – 92,845 кгс/мм².

По результатам минераграфического анализа в пределах рудного поля выявлено четыре продуктивных стадий минерализации: золото-молибденит-кварц-кальцитовая; кварц-арсенопирит-пиритовая-кальцитовая, кварц-хлорит-полиметаллическая-эпидот-амфибол-кальцитовая и золото-теллуридно-сульфотеллуридно-сульфидная.

На завершающих стадиях образовались кварц-карбонатные прожилки и гипергенные карбонаты (лимонит, малахит, азурит).

Методика и результаты исследований.

Методами термобарогеохимии изучались состав и температура минералообразующих флюидов Топольнинского рудного поля. Наибольшее количество газово-жидких включений было найдено в кальците, в подчиненном количестве включения исследовались в кварце, эпидоте, волластоните и гранате. Следует отметить, что в последних, включения встречаются крайне редко и имеют субмикронные размеры, что затрудняет их диагностику и проведение самого термобарогеохимического исследования.