

С.В.ГРИГОРЯН, М.П.АСЛАНЯН

ЭЛЕМЕНТЫ—ПРИМЕСИ В МИНЕРАЛАХ КАК ИНДИКАТОРЫ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ШАУМЯНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

Рассматривается возможность использования закономерностей распределения элементов—примесей в основных сульфидных минералах руд для оценки оруденения на глубину. Приводятся данные о зональном распределении элементов—примесей в минералах.

Установлено, что контрастность зональности элементов—примесей в минералах выше контрастности зональности по валовым (рядовым) пробам.

Для оценки эндогенного оруденения на глубину геохимическими методами, как известно, используется осевая (вертикальная) геохимическая зональность первичных ореолов [10], что неоднократно подтверждено работами многих исследователей. Однако использование вертикальной геохимической зональности первичных ореолов затруднено на стадии детальных разведочных работ, когда возможность опробования рудовмещающих пород для изучения первичных ореолов ограничена. В подобных случаях могут быть использованы результаты опробования рудных тел.

Известно, что распределение элементов в рудных жилах крайне неравномерно, а контрастность зональности рудных жил невелика. Поэтому появилась необходимость разработки критериев оценки перспектив оруденения на глубину по результатам изучения зональности как первичных ореолов, так и самих рудных жил, в том числе и минералого—геохимической.

Впервые работы с применением элементов—примесей рудных минералов для выявления контрастности геохимической зональности при поисково—оценочных работах были проведены С.В.Григоряном и И.В.Гольмахером [3] на одном из золоторудных месторождений Забайкалья.

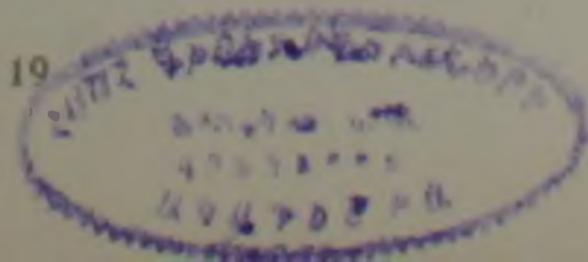
Попытка разработки таких критериев была сделана нами в пределах Шаумянского золото—полиметаллического месторождения.

Рудовмещающие породы Шаумянского месторождения представлены андезит—базальтовыми кварцевыми порфиритами барабатурской серии верхнего байоса. Рудные тела представлены крутопадающими жилами близширотного простирания, мощностью 0,5—1,5 м. Протяженность жил — 300—500 м [6], [8]. Р.Н.Зарьян [5] выделяет пять стадий минерализации: 1) кварц—пиритовая; 2) пирит—халькопиритовая; 3) галенит—сфалерит—халькопиритовая с теллуридами; 4) кварц—карбонатная; 5) ангидрит—гипсовая.

Главными рудными минералами месторождения являются сфалерит, халькопирит, пирит, галенит [4].

Пробы отбирались в штольнях по сечениям жил пунктирно—бороздовым способом с возможным охватом всех разновидностей руд [7]. Выделение мономинеральных фракций и концентратов, минералогический анализ проб, а также все аналитические работы выполнены в лабораториях Бронницкой ГГЭ ИМГРЭ (Москва).

Для выяснения форм нахождения основных элементов—индикаторов и элементов—примесей золото—полиметаллического оруденения из тяжелой фракции геохимических проб были отобраны минералы—носители меди, свинца, цинка, золота, серебра, мышьяка, сурьмы, никеля, ванадия, галлия, германия, титана, хрома, висмута, кадмия, молибдена, селена и теллура. Полученные монофракции анализировались приближенно—количественным спектральным анализом на 40 элементов и химическим анализом на редкие элементы



(селен, теллур, галлий, индий, висмут, кадмий, германий). Золото и серебро определялись пробирным методом.

Специального минералогического исследования руд на месторождении нами не проводилось. Поэтому качественно-количественным минералого-химический анализ всех проб проводился стандартным методом массового анализа, подчиненным выполнению одной из основных задач работы: выявлению основных закономерностей распределения элементов-примесей в сульфидных минералах руд с целью повышению информативности первичных геохимических ореолов.

В работе использованы результаты 215 минералого-геохимических проб. Опробование проводилось на 4 горизонтах (700, 780, 820, 860м) по всем подсеченным жилам.

Установлено, что от верхних горизонтов к нижним, как в плоскости отдельных жил, так и для месторождения в целом, концентрации элементов-примесей в минералах претерпевают существенные изменения, отраженные в табл. 1.

Для установления закономерностей распределения элементов-примесей и, в частности, их вертикальной зональности, для каждого основного минерала отдельных жил, пользуясь метод коэффициента контрастности, который равен отношению содержания элемента на верхнем горизонте к нижнему [2], были составлены ряды зональности. Все расчеты производились на основе средних данных по пробам, отобранным из каждого горизонта, по общепринятой методике.

В табл. 2 приведены ряды зональности элементов-примесей в рудных минералах, где слева направо происходит закономерная смена нижнерудных элементов-примесей верхнерудными для различных минералов.

Статистическая обработка выявленных вертикальных рядов зональности элементов-примесей в минералах позволила вывести обобщенный ряд минералого-геохимической вертикальной зональности элементов-примесей основных рудных минералов. Как подтверждает таблица 2, сфалериты месторождения имеют склонность содержать в себе высокие концентрации таких элементов как индий, медь, серебро, свинец на относительно более верхних горизонтах оруденения, чем теллур, селен, золото, германий, галлий, висмут и кадмий.

Свинец, индий и селен в халькопирите свои максимальные концентрации образуют в верхнерудных участках, а остальные элементы тяготеют к более глубоким горизонтам.

Пирит, обогащенный цинком, кадмием, галлием, теллуrom имеют тенденцию к накоплению в верхнерудных горизонтах, тогда как наибольшие содержания меди, золота, серебра, индия и висмута в пиритах на горизонтах, близких к нижнерудным.

Золото, теллур, галлий и индий в галенитах месторождения концентрируются в более высоких горизонтах: кадмий, цинк, медь, селен и висмут — в среднерудных частях, а серебро и индий тяготеют к нижнерудным участкам оруденения.

На основе этих рядов были выбраны мультипликативные коэффициенты геохимической зональности, рассчитанные как частные от деления произведений содержаний надрудных элементов на произведение средних содержаний подрудных элементов (табл. 2).

Соответственно для каждого минерала получен свой отдельный мультипликативный коэффициент зональности, показывающий характер зональности в распределении элементов-примесей, а также мультипликативный коэффициент по ряду, составленному на основе анализа валовых проб.

Таблица 1

Средние содержания элементов-примесей в мономинералах Шаумянского месторождения

Горизонты опробован.	Кол. проб	Cu	Zn	Pb	Au	Ag	Cd	Se	Te	Ga	In	Bi	Ge
-------------------------	--------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Сфалерит

гор.860м.	12	1.1	60.1	0.47	0.0003	0.008	0.46	0.002	0.009	0.0085	0.008	0.0007	0.0003
гор.820м.	12	0.27	62.8	0.55	0.0016	0.04	0.44	0.003	0.02	0.025	0.0073	0.0016	0.004
гор.780м.	11	0.32	60.2	0.15	0.0005	0.013	0.48	0.0022	0.012	0.01	0.0028	0.0004	0.0005
гор.700м.	10	0.25	61.9	0.16	0.0014	0.025	0.5	0.002	0.019	0.013	0.004	0.0005	не обн.

Халькопирит

гор.860м.	11	32.1	1.15	0.25	0.0013	0.054	0.11	0.0047	0.057	0.00006	0.035	0.0023	0.0002
гор.820м.	10	28.6	0.75	0.96	0.006	0.18	0.0075	0.003	0.095	0.0001	не опр.	0.0002	не опр.
гор.780м.	11	37.1	0.85	0.32	0.0008	0.022	0.006	0.0014	0.01	0.0001	0.009	0.0003	0.0003
гор.700м.	10	30.4	1.8	0.3	0.003	0.07	0.015	0.0029	0.046	0.00025	0.013	0.005	0.0007

Пирит

гор.860м.	12	0.55	2.1	0.25	0.0008	0.026	0.018	0.0015	0.027	0.0007	0.0004	не опр.	не опр.
гор.820м.	10	0.082	0.26	0.14	0.0008	0.017	0.0035	0.0021	0.011	0.00007	0.0003	0.0003	не опр.
гор.780м.	11	0.29	0.27	0.97	0.001	0.03	0.0038	0.0025	0.007	0.0001	0.00026	0.0025	не опр.
гор.700м.	10	0.56	0.21	0.43	0.0018	0.038	0.0027	0.002	0.019	0.0001	0.0007	0.0026	не опр.

Галенит

гор.860м.	10	0.056	0.062	84.2	0.01	0.03	0.0032	0.0025	0.33	0.0001	0.00005	0.02	не опр.
гор.820м.	10	0.04	0.37	85.5	0.0004	0.02	0.0064	0.024	0.038	не опр.	0.00003	0.011	не опр.
гор.780м.	8	0.076	0.44	86.2	не опр.	не опр.	0.0052	0.033	0.043	0.00005	0.00003	0.044	не опр.
гор.700м.	8	0.058	0.25	81.9	0.003	0.07	0.002	0.021	0.083	0.00015	0.00005	0.016	не опр.

Средние содержания элементов-примесей в валовых пробах

гор.860м.	12	0.62	6.3	0.21	0.0004	0.012	0.062	0.0005	0.0012	0.0015	0.0012	0.0002	не опр.
гор.820м.	12	0.35	4.8	0.53	0.0005	0.025	0.045	0.00075	0.001	0.0018	0.0003	не опр.	0.0002
гор.780м.	11	1.2	6.8	0.73	0.0005	0.0085	0.054	0.0006	0.005	0.0012	0.001	0.0004	0.00015
гор.700м.	11	0.6	4.5	0.59	0.0013	0.025	0.052	0.0005	0.006	0.0014	0.0009	0.0012	0.0002

Примечание: жирным обозначены наибольшие значения средних содержаний.

Как видно из табл.2, зональность в распределении элементов–примесей в минералах в большинстве случаев повторяет зональность элементов–примесей по валовым (рядовым) пробам, но контрастность зональности на несколько порядков выше контрастности зональности, полученной по валовым пробам.

Таблица 2

Характеристика зональности элементов–примесей основных сульфидов Шаумянского месторождения

Минерал–носитель	Ряды зональности элементов–примесей рудных минералов	Множительные коэффициенты геохимической зональности элементов–примесей	Коэффициент контрастности мультиминеральной зональности
Сфалерит	Cd, Bi, Ga, Ge, Au, Se, Te, Pb, Ag, Cu, In	$\frac{\text{InCuAgPb}}{\text{TeSeAuGeGaBiCd}}$	$n \cdot 10^4$
Халькопирит	Bi, Cd, Ge, Ga, Zn, Au, Te, Ag, Pb, Se, In	$\frac{\text{InSePbAgTeAu}}{\text{ZnGaGeCdBi}}$	$n \cdot 10^4$
Пирит	Bi, Au, Cu, Ag, Se, Pb, Te, Cd, Ga, Zn, In	$\frac{\text{InZnGaCdTePb}}{\text{SeAgCuAuBi}}$	$n \cdot 10^5$
Галенит	Ag, Bi, Se, Cu, Zn, Cd, Ga, Au, Te, In	$\frac{\text{InTeAuGaCd}}{\text{ZnCuSeBiAg}}$	$n \cdot 10^4$
По обобщенному ряду элементов в смеси сульфидов	Bi, Cd, Ag, Au, Cu, Pb, Zn, Ga, Ge, Se, Te, In	$\frac{\text{InTeSeGeGaZnPb}}{\text{CuAuAgCdBi}}$	
Валовые пробы	Bi, Au, Te, Ag, Cu, Pb, Zn, Se, Ge, Ga, Cd, In	$\frac{\text{InCdGaGeSeZn}}{\text{PbCuAgTeAuBi}}$	$n \cdot 10^2$

Примечание: коэффициент контрастности мультиминеральной зональности равен:

$$n \cdot 10^4 \cdot n \cdot 10^4 \cdot n \cdot 10^5 \cdot n \cdot 10^4 = m \cdot 10^{17}$$

Следует отметить, что приведенные выше данные, естественно, не охватывают всех аспектов рассматриваемой проблемы, а только показывают принципиальную возможность и целесообразность использования особенностей распределения элементов–примесей различных минералов для повышения контрастности зональности. Известно, что надежность оценки уровня эрозионного среза геохимических аномалий с применением вертикальной зональности химических элементов находится в прямой зависимости от степени контрастности этой зональности. Дальнейшее повышение контрастности зональности достигается использованием мультиминеральной геохимической

зональности. Контрастность мультиминеральной зональности выше на 11—12 порядков контрастности зональности по мономинералам (табл.2).

Обобщенный ряд зональности, на наш взгляд, подтвердил тенденцию поведения элементов-примесей. Однако, учитывая приоритетные содержания цинка, свинца и меди на данного типа месторождениях, целесообразно их исключить из коэффициента зональности элементов-примесей отдельных минералов, тогда как в обобщенном ряду эти элементы играют индикаторную роль прогнозирования оруденения на глубину. Исходя из обобщенного ряда, можно полагать, что такие элементы как индий, теллур, селен, галлий, германий и цинк (характерные элементы-примеси для сульфидов золото-полиметаллической формации (g) имеют тенденцию к образованию максимальных концентраций в верхнерудных частях рудных тел. Свинец, медь, серебро, кадмий и висмут характерны для сульфидов полиметаллических формаций (или стадий оруденения). Золото на Шаумянском месторождении является, в основном, субмикроскопическим и тесно коррелируется с сульфидными минералами полиметаллической стадии оруденения [1].

Известно, что на месторождении с глубинной в пределах рудных жил количество галенита и сфалерита уменьшается, однако на глубоких горизонтах в первичных ореолах наблюдается повышение содержания основных верхнерудных элементов-примесей этих сульфидов, а также основных элементов-индикаторов полиметаллического оруденения, характерных для надрудных частей геохимических ореолов. Некоторая нечеткость в наблюдаемой закономерности объясняется полиформационным характером ореолов месторождения, когда на ореолы уже обнаруженных золото-полиметаллических жил накладываются ореолы более глубокозалегающих еще не вскрытых рудных тел.

Таким образом, нами была сделана попытка доказать, что использование закономерностей развития элементов-примесей основных сульфидных минералов позволяет существенно повысить информативность первичных ореолов, что приводит к увеличению критерия глубинности поисков рудных тел. С другой стороны, закономерности развития элементов-примесей и их взаимосвязь с основными элементами-индикаторами позволяет с определенной степенью надежности прогнозировать "кулисообразное" строение месторождения, выраженное в полиформационном характере его первичных геохимических ореолов.

Однако следует отметить, что основной проблемой исследований в данном направлении представляется, на наш взгляд, установление выдержанных закономерностей в зональности элементов-примесей в минералах для использования их в качестве минералого-геохимических критериев оценки геохимических аномалий.

ՄԻՆԵՐԱԼՆԵՐՈՒՄ ԽԱՌՆՈՒՐԴ-ՏԱՐՐԵՐԸ՝ ՈՐՊԵՍ
ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԶՈՆԱԿԱԼՈՒԹՅԱՆ ՑՈՒՑԻՉՆԵՐ

Ա մ փ ո փ ու մ

Երկրաքիմիական մեթոդներով խորության վրա էնդոգեն հանքայնացման գնահատման համար օգտագործվում է առաջնային եզրապսակների առանցքային (տողահայաց) զոնալականությունը, սակայն նրա կիրառումը բարդանում է մանրակրկիտ հետախուզական աշխատանքների փոփոխում, երբ առաջնային եզրապսակների նմուշարկման հնարավորությունը սահմանափակ է: Նման դեպքերում կարելի է օգտագործել հանքային մարմինների նմուշարկման արդյունքները:

Հանքային երակների, այդ թվում նաև միներալային երկրաքիմիական, զոնալականության ուսումնասիրման արդյունքների հիման վրա խորքային հանքայնացման գնահատման չափանիշների մշակման փորձը կատարվել է մեր կողմից Շահումյանի ոսկու-բազմամետաղային հանքավայրի սահմաններում:

Հաստատված է, որ ըստ ուղղահայացի երեսակվում է խառնուրդ տարրերի զոնալականությունը՝ յուրաքանչյուր հիմնական միներալի համար, որոնցից ըստ յուրաքանչյուրի ստացված է իր ուղղահայաց զոնալականության շարքը:

Համապատասխանաբար, յուրաքանչյուր միներալի համար դուրս է բերվել զոնալականության իր մուտիպլիկատիվ գործակիցը, որը ցույց է տալիս զոնալականության բնույթը՝ խառնուրդ-տարրերի բաշխման գործում, ինչպես նաև համախառն նմուշների անալիզի հիման վրա կազմված շարքի մուտիպլիկատիվ գործակիցը:

Միներալներում խառնուրդ-տարրերի բաշխման զոնալականությունը հիմնականում կրկնում է համախառն (շարքային) նմուշների խառնուրդ-տարրերի զոնալականությունը, բայց զոնալականության ցայտունությունը միներալներում մի քանի կարգով ավելի բարձր է, քան համախառն նմուշների զոնալականության ցայտունությունը (աղ.2):

Այսպիսով, մեր կողմից փորձ է արված ապացուցել, որ հիմնական սուլֆիդային միներալների խառնուրդ-տարրերի տարածման օրինաչափությունների օգտագործումը թույլ է տալիս զգալիորեն բարձրացնել առաջնային երկրաքիմիական եզրապսակների տեղեկատվության աստիճանը, ինչը բերում է հանքային մարմինների որոնման եւ կանխագուշակման ցուցիչների խորքայնության մեծացմանը:

S.V.GRIGORIAN, M.P.ASLANIAN

ELEMENTS-ADMIXTURES AS INDICATORS
OF GEOCHEMICAL ZONALITY
(ON THE EXAMPLE OF SHAUMIAN DEPOSITS)

Abstract

The possibility of usade of regularity of elements-admixtures distribution in basic sulphide mineral ores for estimation of ore formation at a depth is considered. Data about zonal distribution of elements-admixtures in minerals is given.

It has been determined, that zonality contrast of elements-admixtures in minerals is higher than zonality contrast, determined by gross (drill) samples.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амирян Ш.О., Фирамазян А.С. Минералогия, геохимия и условия образования рудных месторождений Армянской ССР. — Ереван. Изд АН Арм.ССР, 1974, 252с.
2. Григорян С.В. Первичные геохимические ореолы при поисках и разведке рудных месторождений. — Москва, Недра, 1987, 408с.
3. Григорян С.В., Гольдмахер И.В. Элементы-примеси в минералах для оценки геохимических аномалий. — Разведка и охрана недр, 1983, №2, с.29—33
4. Добровольская М.Г., Коджоян А.А., Кортман Р.В. Минеральный состав руд Шаумянского полиметаллического месторождения и закономерности распределения в них редких и рассеянных элементов. — Изв.АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1977, №2, с.35—44
5. Зарьян Р.Н. О стадиях минерализации Кафанского медно-полиметаллического месторождения. — Изв.АН Арм.ССР, Геол. и геогр. науки, 1963, №4—5.
6. Зограбян С.А., Ачигезян С.О. и др. Закономерности размещения и оценка перспектив оруденения Кафанского рудного района. — Изд.АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1984, №1.
7. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. — Москва, Недра, 1983, 191с.
8. Кафанский рудный район. — Ереван, Изд.АН Арм.ССР, 1987.
9. Магакьян И.Г., Пиджян Г.О. и др. Редкие и благородные элементы в рудных формациях Армянской ССР. — Изд.АН Арм.ССР, 1972, 394с.
10. Овчинников Л.Н., Григорян С.В., Баранов Э.Н. Зональность первичных геохимических ореолов гидротерминальных месторождений и их поисковое значение. — Изв.вузов. Геология и разведка, 1973, №10, с.76—88.

Известия НАН РА, Науки о Земле, XLVI, 1993, №2, 25—32

УДК 551.4.07 (472.25)

Р.Х.ГАГИНЯН, Ф.С.ГЕВОРКЯН

ПОГРЕБЕННЫЕ ПАЛЕОДОЛИНЫ СЮНИКСКОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО НАГОРЬЯ (АРМЕНИЯ)

В результате комплексного анализа структурно-геологических, палеогеоморфологических, гидрогеологических, геофизических, морфометрических методов выявлены основные формы погребенного под эффузивами палеорельефа, существовавшего между отдельными циклами лавовых излияний, которые определяют морфологию и пространственное положение погребенных под лавами палеодолин. Составлены картосхемы подлавого рельефа верхнего плиоцена, нижнего, среднего и верхнего плейстоцена.

Недра Сюникского вулканического нагорья хранят значительные запасы подземных вод. Выявление и извлечение этих вод, сосредоточенных в глубоких горизонтах лавовой толщи и в погребенных палеодолинах, имеет важное народнохозяйственное значение для этого региона. Исследование погребенных под эффузивами палеорельефа аккумулярующих запасов подземных вод производилось на основании комплексного анализа структурно-геологических, палеогеоморфологических, гидрогеологических, геофизических, морфометрических данных и показателей [2,4]. На базе полученных материалов составлены палеогеоморфологические картосхемы подлавого и внутрилавого рельефа верхнего плиоцена, нижнего, среднего и верхнего плейстоцена.

Картосхема подлавого рельефа верхнего плиоцена составлена в стратонизогипсах путем снятия всего комплекса антропогенных и частично верхнеплиоценовых лав до кровли сисианской, горисской свит, долеритовых базальтов ишханасарской свиты и более древних пород с учетом эрозионно-денудационного сноса, происшедшего в период верхнего плиоцена (рис.1), что дало возможность на картосхеме изобразить гиксометрическое положение забронированного лавами верхнеплиоценового рельефа (сечение горизонтами 100м).