

УДК 550.4:553.411 (477.65)

Фалькович А.Л.

## **Геохимические особенности золотого оруденения (на примере Клинцовского месторождения)**

*Приведены результаты статистической обработки данных спектрального анализа проб всех основных разновидностей руд и пород месторождения. Рассмотрены основные геохимические особенности золотого оруденения.*

Клинцовское месторождение является составной частью Клинцовско-Коневской структурно-геохимической зоны, выделенной при проведении ГКК-200, входящей в состав Кировоградской геохимической области. Месторождение рассматривается как эталонное для этой зоны.

Для Клинцовско-Коневской зоны характерна положительная специализация практически всех пород на золото и его элементы-спутники (мышьяк, висмут, серебро и др.). Гнейсы имеют халькофильную (Ag, Cu, Zn) и литофильную (V, Cr, Mn,) специализацию, граниты специализированы на Bi и отдельные элементы литофильной группы (U, Sn, W). Клинцовское месторождение имеет положительные халькофильную (As, Bi, Ag, Pb, Cu,) сидерофильную (Co, Ge), литофильную (W, Be, Sn, Yb, Sc Y,) специализации. Породы рудной зоны имеют положительную специализацию на золото, мышьяк и висмут, на их фоне остальные элементы имеют подчиненное значение.

На стадии горно-буровой разведки Клинцовско-Коневской зоны активно использовались геохимические методы. С их помощью решались следующие задачи:

- прослеживание рудовмещающих структур и выяснение их морфологии;
- определение параметров и элементов залегания геологических тел;
- оценка уровней эрозионного среза рудных тел, а также оценка глубоких горизонтов и флангов месторождения;
- поиски скрытого оруденения.

При решении этих задач геохимические работы увязывались с геофизическими, геолого-структурными и минералогическими. Из геохимических методов главная роль была отведена изучению первичных ореолов. Для изучения ореолов Клинцовского месторождения были произведены геохимические работы в масштабе 1:10000 с расстоянием между опорными профилями 80-120 м. Рудная зона протяженностью 3 км была вскрыта скважинами на глубину до 450 м. Использовались данные поисковой, поисково-оценочной стадий и горно-буровой разведки.

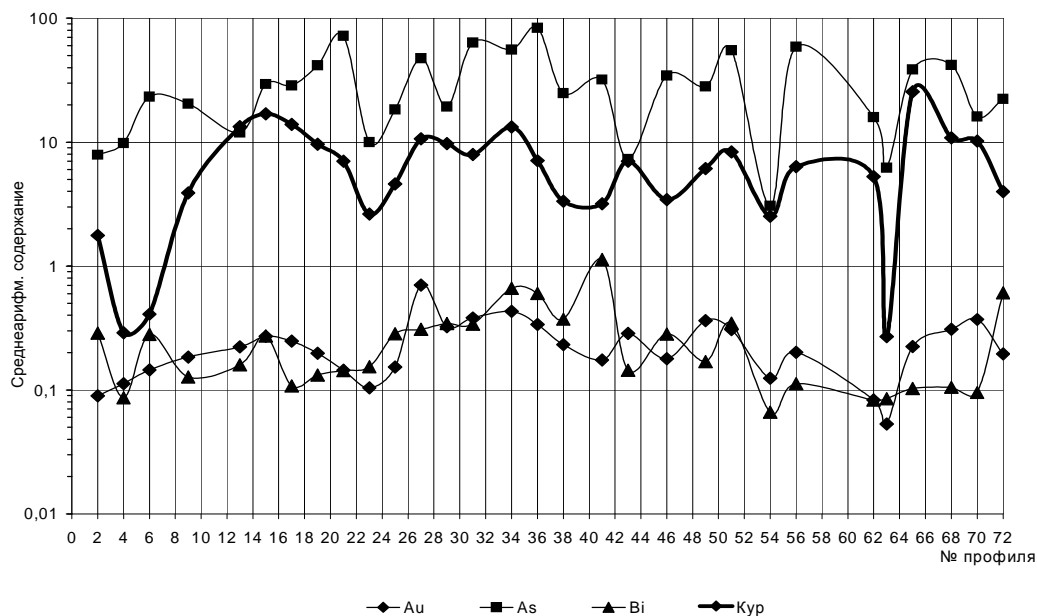
Статистическая обработка результатов общего спектрального анализа проб всех основных разновидностей руд и пород (с определением средних арифметических значений концентраций элементов, дисперсии, среднеквадратического отклонения, коэффициентов вариации и парной корреляции, местного геохимического фона) показала, что параметры геохимического поля Клинцовского месторождения удовлетворительно описывает логнормальный закон распределения фоновых содержаний химических элементов.

Построение первичных ореолов было выполнено по результатам компьютерной обработки исходных данных в пакете программ «Surfer». Построения выполнялись по ячейке 2 x 40 м в блоке детализации (разведочная сеть 40 x 40 м), а для южной части месторождения (сеть 160 x 80 м) – 2 x 80 м с усред-

нением методом Kriging. Наиболее информативными оказались моноэлементные ореолы Au, As и мультипликативные ореолы Au, As и Bi.

Рудная зона месторождения чётко контролируется ореолами Au и As. Ореолы других элементов в пределах рудной зоны практически отсутствуют, лишь иногда отмечаются в виде мелких разрозненных участков с повышенной концентрацией (Bi, Mo, W, Sn, P, редко другие). Фланги рудной зоны не ограничены контрастными аномалиями каких-либо элементов.

Результаты построения геохимических разрезов золота и мышьяка показали, что ширина продуктивных ореолов, в основном, составляет 10-40 м, иногда достигает 120 м, при этом ореолы As почти совпадают с ореолами Au. Ореолы с содержанием Au менее 0,1 г/т имеют ширину до нескольких сот метров. По простиранию ореолы золота и мышьяка прослеживаются на протяжении всего месторождения (рис. 1). Для основной части месторождения они имеют сквозной характер (т.е. не ограничены по вертикали), постепенно погружаясь в северной части. Погружение прослежено от профиля 6 до профиля 2. Ось шарнира ореолов Au и As имеет азимут погружения  $7^{\circ}$ , угол погружения  $48^{\circ}$ . В западном борту рудной зоны южной части месторождения, происходит резкое замыкание рудовмещающей кулисы, вызванное, вероятно, поперечным тектоническим нарушением её сплошности.



**Рис. 1.** Средние содержания Au, As, Bi в рудной зоне по отношению к коэффициенту удельной рудоносности (Kyp) Клинцовского месторождения по простиранию с севера на юг.

На геохимических разрезах, в скважинах, максимально удалённых от оси основной рудной зоны, отмечаются комплексные аномалии мышьяка и золота. Расстояние между зоной и указанными аномалиями в обоих наблюдениях близкое, составляет около 250 м. Вероятно, этими скважинами пересечена па-

раллельная рудоносная структура, которую необходимо оценить при дальнейших геологоразведочных работах.

Параметры вертикального размаха рудоконтролирующих ореолов не установлены, поскольку практически на всем протяжении месторождения, кроме его северной части, не проведено их оконтуривание по вертикали.

Для выявления характера связи продуктивности оруденения с геохимическими показателями, был определен коэффициент удельной рудоносности:

$$K_{ур} = [\sum m c] K_{рп} / N,$$

где:

$K_{ур}$  – коэффициент удельной рудоносности в разведочном профиле;

$\sum m c$  – сумма мощностей продуктивности рудных пересечений в профиле;

$K_{рп}$  – отношение скважин с рудными пересечениями к общему количеству скважин;

$N$  – количество скважин в профиле, пересекающих рудную зону.

По простиранию рудной зоны на графике распределения коэффициентов удельной рудоносности разрезов линией их среднеарифметических значений (т.е.  $K_{ур} > 7,32$ ) выделяется три блока богатых руд. На рис. 1 отчетливо видно, что кривая коэффициента удельной рудоносности контролируется линиями средних содержаний мышьяка и висмута, но при этом обычно их максимумы не совпадают друг с другом. Для кривой распределения среднего содержания мышьяка шаг максимумов составляет 600 м (с севера на юг). Они приурочены к южным частям блоков богатого оруденения, которые по сравнению с максимумами кривой коэффициента рудоносности смещены на 400-600 м. Распределение висмута для северного блока аналогично распределению удельной рудоносности золота. Во втором оно повторяет характер распределения мышьяка, а для южного блока никакой зависимости не наблюдается. Поведение других элементов не коррелируется с коэффициентом удельной рудоносности золота. Исключением является молибден, минимумы содержания которого совпадают с максимумами рудоносности и наоборот.

Распределение золота и его интенсивность по разрезам (рис. 1) имеет свои характерные черты в вариационных рядах. При сравнении коэффициентов удельной рудоносности разрезов с соответствующими им вариационными рядами устанавливается зависимость между набором элементов, замыкающих этот ряд (инфильтрационный) и величиной удельной рудоносности. Максимальная рудоносность характеризуется замыканием вариационного ряда следующего вида: мышьяк, золото и вольфрам (табл. 1).

Таблица 1.

Удельная рудоносность и характерные элементы замыкания вариационного ряда

Удельная рудоносность разреза, $K_{ур}$ (мг/т)	Инфильтрационный ряд	Переходный ряд
менее 4	Mo, As, Bi	Au, W
4-9	As, Bi, W	Mo, Au
Более 9	As, Au, Bi, W	Mo

Рудная зона представлена породами чечелеевской свиты (биотитовые, амфибол-биотитовые гнейсы), в различной степени испытавшими тектоно-метасоматическую проработку. В контурах зон последней расположены рудные тела. Породы рудной зоны выделяются высокими по сравнению с вмещающими породами концентрациями золота и мышьяка и повышенными – многих других химических компонентов (главным образом, W, Mn, Pb, Be, Zn).

Рудные тела приурочены к участкам наиболее интенсивной тектоно-метасоматической проработки вмещающих пород, выраженной интенсивным

окварцеванием и связанными с ним сульфидизацией, амфиболизацией, биотитизацией и др. Рудные тела разделяются по концентрации в них золота, мышьяка и висмута; их содержание несколько выше во втором рудном теле. Остальные элементы в рудных телах не накапливались и их содержание находится на фоновом уровне с небольшими колебаниями, обычно, в пределах одного-двух фоновых значений. В рудных телах отмечается корреляционная связь золота с мышьяком.

Прямыми геохимическими поисковыми признаками обнаружения золоторудной минерализации клинцовского типа является наличие высококонтрастных аномалий золота, мышьяка, висмута, имеющих среднюю мощность около 40 м и приуроченных к зонам интенсивной метасоматической переработки исходных пород. Косвенным поисковым признаком являются контрастные аномалии Ag, Cu, Mo и W как элементов-индикаторов флангов рудных зон.

Мощность рудной зоны Клинцовского месторождения (среднее по запасам золота) составляет 40 м с колебаниями от 10 до 64 м. При проведении поисковых работ шагом даже 50 м можно легко пропустить продуктивное оруденение. Во избежание этого можно рекомендовать сгущение сети скважин глубинной геохимии, при детализационных работах в профилях следует сгущать сеть до 25 м с вариациями до 12,5 м.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Аверин Ю.А., Зарицкий А.И., Лебедь Н.И., Макивчук О.Ф.* Перспективы золотоносности территории Украины. // Геологический журнал.– 1992.– №4.– С. 38-44.
2. *Бабынин А.К., Гурский Д.С.* Особенности и условия формирования золоторудной минерализации на Кировоградском блоке Украинского щита // Киев: Изд. ПГО «Севукргеология».– 1991.– 12 с.
3. *Яценко Г.М., Бабинін О.К., Росихіна А.І.* Металогенія золота протерозою Українського щита. Перспективи золотоносності надр України.– Вісник Львівського університету. Серія геологічна.– 1994.– Вип. 12.– С. 23-45.

#### **ФАЛЬКОВИЧ О.Л. Геохімічні особливості золотого зруденіння (на прикладі Клинцівського родовища).**

*РЕЗЮМЕ.* Параметри геохімічного поля Клинцівського родовища задовільно описує логарифмічно нормальний закон розподілу фонових вмістів хімічних елементів. Прямою геохімічною пошуковою ознакою, яка використовується для виявлення золоторудної мінералізації клинцівського типу, є наявність висококонтрастних аномалій золота, миш'яку, вісмуту.

#### **ФАЛЬКОВИЧ А.Л. Геохимические особенности золотого оруденения (на примере Клинцовского месторождения).**

*РЕЗЮМЕ.* Параметры геохимического поля Клинцовского месторождения удовлетворительно описывает логарифмически нормальный закон распределения фоновых содержаний химических элементов. Прямым геохимическим поисковым признаком, используемым для обнаружения золоторудной минерализации клинцовского типа, является наличие высококонтрастных аномалий золота, мышьяка, висмута.

#### **FALKOVICH O.L. Geochemical features of gold mineralization (on the example of Klyntsi deposit).**

*SUMMARY.* Parametres of geochemical field of Klyntsi deposit are satisfactorily described by logarithmically normal low of chemical elements background content distribution. The presence of highly contrasting anomalies of gold, arsenic, bismuth is the direct geochemical prospecting index used for finding Klyntsi type gold mineralization.

*Надійшла до редакції 21 квітня 2005 р.  
Представив до публікації проф. В.Я.Легедза.*