Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LVI, вып. 2, 1969 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ ПЕРВИЧНЫХ ОРЕОЛОВ В ОЦЕНКЕ ЭРОЗИОННОГО СРЕЗА ОЛОВОРУДНЫХ ТЕЛ ПРИМОРЬЯ

Н. В. Никитин

По характеру изменения отношений продуктивностей основных рудных элементов сульфидно-касситеритовых месторождений хребта Мяо-Чан от центра к верхней кромке рудных тел и степени удаленности этих тел от малых гибридных интрузий, с которыми тесно связано оловянное оруденение, можно оценить уровни среза рудных тел.

Рассматриваемый район относится к области проявления мезокайнозойской складчатости. Породы нижнего структурного этажа, представленные верхне-юрскими песчано-сланцевыми отложениями, смяты в крутые складки северо-восточного простирания, сильно дислоцированы, осложнены многочисленными дизъюнктивными нарушениями. Верхний структурный этаж сложен в основном эффузивно-осадочными образованиями нижне-верхне-мелового времени, которые смяты в пологие брахиантиклинальные складки. Основность эффузивов возрастает к верхам разреза от кварцевых порфиров и их туфогенных разностей до андезитов. Интрузивные породы в районе представлены порфировидными гранитами массива, с его более основными краевыми фациями, и разнообразными малыми интрузиями гибридного состава от гранодиоритов до габбро включительно. Возраст интрузий определяется как верхнемеловой. Магматическая деятельность в районе заканчивается излиянием неогеновых и четвертичных базальтов.

Рудные тела залегают в осадочных, эффузивно-осадочных образованиях юры и мела, а также в интрузиях гранитов и гранодиоритов. Они приурочены к протяженным тектоническим нарушениям меридионального направления. Главными рудными минералами являются касситерит, арсенопирит, пирротин, халькопирит, пирит, галенит, сфалерит, вольфрамит, висмутин; жильными — турмалин, кварц и карбонаты. В арсенопирите первой более высокой температурной генерации повышено содержание кобальта и висмута.

Выделяют несколько стадий минерализиции: кварц-касситеритовую, кварц-сульфидную, кварц-карбонатную. Сульфидная минерализация тяготеет, как правило, к тем же зонам нарушений, по которым раньше происходило отложение касситерита и вольфрамита с кобальтсодержащим арсенопиритом, но располагается на относительно более высоких горизонтах. Иногда сульфидные руды отлагаются на более низких горизонтах, чем оловянные. Глубину эрозионного среза можно

оценить по изменению отношения продуктивностей основных рудных элементов $\frac{M_i}{M_k}$ на различных горизонтах. Целесообразно использовать отношения элементов одной стадии минерализации, т. е. в пространственном распределении которых наблюдается вертикальная зональность отложения.

Для выделения вертикальной зональности отложения нами рассмотрены продуктивности рудных тел по Sn, W, Bi, Co, Cu, Zn, Pb, Ag, As и отношения их продуктивностей к олову как основному рудному элементу на различных горизонтах пяти рудных зон. Продуктивности и отношения продуктивностей вычислены для рудных (>0,1% Sn), ореольных (0,01—0,1% Sn) и фоновых (<0,01% Sn) интервалов содержаний олова в каждом сечении на рудных горизонтах рудных тел. Такое, несколько условное, разделение на интервалы позволяет более просто и наглядно выделить рудные элементы, идущие в разные стадии минерализации, т. е. пульсационную зональность. Построенные по продуктивностям и их отношениям графики изменения этих величин с глубиной и таблицы, иллюстрирующие падение или увеличение этих значений относительно верхних горизонтов рудных тел (см. например, табл. 1), показали, что рудные элементы отчетливо разделяются по стадиям минерализации на две основные группы: кварц-касситеритовую (олово, вольфрам, висмут, кобальт) и кварц-сульфидную (медь, цинк, свинец, серебро, таллий).

Таблица 1

Изменение отношений продуктивностей с глубиной в рудной зоне Ягодная

Горизонт опробования	Bi/Sn	W/Sn	As/Sn	Cu/Sn	Zn/Sn	Pb/Sn	Tl/Sn
Скв. 16	—	—	—	—	+	+	+
	○	—	○	+	+	+	+
	—	—	○	+	+	+	+
Шт. 2	—	—	—	—	+	—	+
	—	—	—	—	—	—	—
	○	+	—	—	—	+	—
Шт. 1	+	+	+	—	—	+	○
	+	+	+	—	—	—	+
Скв. 50	+	+	+	○	—	+	+

Примечания. 1. Изменение отношений продуктивностей от горизонта к горизонту показано по интервалам: первая строка — фоновым, вторая — ореольным, третья — рудным.

2. Знаку «+» соответствует возрастание отношений с глубиной; знаку «—» — убывание; знаку «о» — постоянство. Серебро и кобальт в этой рудной зоне ведут себя нехарактерно, поэтому в этой таблице не приводятся.

Чтобы выявить зональности отложения для каждой стадии минерализации, необходимо внутри каждой стадии проанализировать графики изменения отношений продуктивностей с глубиной. Анализ графиков по пяти зонам для элементов первой группы показывает, что отношения кобальта и висмута к олову уменьшаются, как правило, с глубиной быстрее, чем отношение вольфрама к олову. Это свидетельствует о следующей зональности отложения снизу вверх по разрезу: олово — вольфрам — висмут — кобальт. Для элементов второй стадии минерализации отношение продуктивности свинца к олову с глубиной падает гораздо быстрее, чем отношение меди к олову. Изменение отношения

цинка к олову занимает промежуточное положение между свинцом и медью. Таким образом, распределению сульфидов в рудных телах свойственна своя вертикальная зональность отложения снизу вверх по разрезу: медь — цинк — свинец.

Чтобы использовать вертикальную зональность первичных ореолов в оценке эрозионного среза рудного тела, выявлено наличие корреляционной связи между глубиной и отношением продуктивностей первичного ореола по различным элементам. Для этого в каждом разрезе за условный центр рудного тела принято сечение с наибольшей продуктивностью по олову. Затем на графики по вертикальной оси вверх и вниз со знаком плюс и минус нанесены величины удаления рассматриваемых сечений от условного центра в линейном масштабе. По горизонтальной оси отложены величины отношений данных элементов к олову в рассматриваемых сечениях в логарифмическом масштабе. Оказалось, что для подрудных интервалов удовлетворительных полей корреляции между уровнем среза рудных тел h и величиной отношений продуктивностей элементов $\frac{M_i}{M_k}$ не наблюдается. Поэтому в дальнейшем нами использованы только зависимости, характеризующие надрудные интервалы.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции r между уровнем среза рудного тела h и отношениями продуктивностей $\frac{M_i}{M_k}$ и $\lg\frac{M_i}{M_k}$

Отношение продуктивностей	Для всех зон		Зона Ягодная	Зона Северная, Тропная	
	$\frac{Bi}{Sn}$	$\frac{Ag}{Co}$	$\frac{W}{Sn}$	$\frac{Cu}{Sn}$	$\frac{Pb}{Cu}$
$\frac{M_i}{M_k}$	0,9 $t = 12$; $n = 8$	0,6 $t = 4$; $n = 17$	0,3 $t = 2$; $n = 30$	0,62 t=4,4; n=21	0,3 $t = 2$; $n = 30$
$\lg\frac{M_i}{M_k}$	0,98 $t = 98$; $n = 8$	0,9 $t = 20$; $n = 17$	0,54 t=3,6; n=30	0,83 $t = 12$; $n = 21$	0,65 t=5,8; n=30

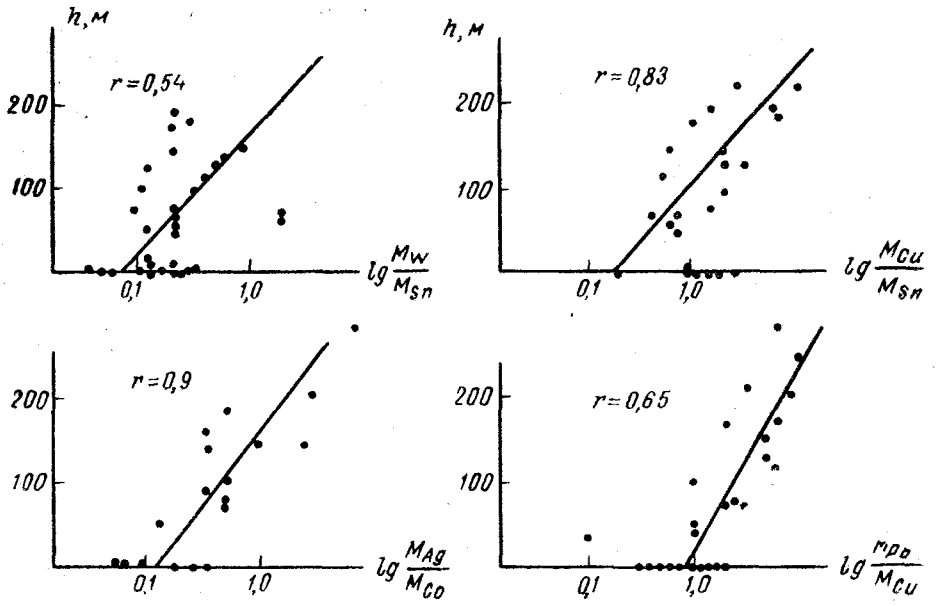
Как видно из табл. 2, корреляционные связи между уровнем среза и логарифмами отношений продуктивностей являются гораздо более тесными при более высоких коэффициентах надежности t. По-видимому, распределение элементов в рудных телах и их первичных ореолах подчиняется логнормальному закону *.

Построенные линии регрессии (см. рисунок) позволяют прямо с графиков, зная величину отношения $\frac{M_i}{M_k}$, определять уровень среза рудного тела в надрудном интервале. Естественно, что наиболее надежную информацию для определения уровня эрозионного среза можно получить, изучая химические элементы, идущие с оловом в единую стадию минерализации (вольфрам, висмут и кобальт).

Вместе с тем сульфиды меди, цинка и свинца почти всегда располагаются относительно выше промышленных горизонтов оловянных руд и образуют свою зональность отложения. Поэтому использование элементов, идущих в другую стадию минерализацию, также может ока-

* А. А. Беусс и др. Руководство по предварительной математической обработке геохимической информации при поисковых работах. Недра, 1965.

зать помощь при оценке эрозионного среза рудных тел. Пределы колебаний отношений продуктивностей M_i/M_k на каком-либо определенном горизонте, т. е. надежность определения эрозионного среза рудных тел, наглядно видны на графиках по величине разброса точек на определенном уровне среза относительно линии регрессии. Так, например, величина отношения продуктивности серебра к кобальту (см. рисунок) на горизонте 80 *м* над центром рудных тел колеблется от 0,4 до 0,6 при среднем 0,5, а на горизонте 180 *м* — от 0,6 до 3 при среднем 1,7.



Корреляционные зависимости между уровнем среза рудных тел h и величиной отношений продуктивностей элементов $\lg \frac{M_i}{M_k}$

Предлагаемая методика использована для оценки эрозионного среза некоторых минерализованных зон исследуемого района: например, зоны Снежинка, залегающей в верхнемеловых эффузивах среднего состава. Судя по отношениям $\frac{W}{Sn} = 0{,}6$, $\frac{Ag}{Co} = 0{,}27$, $\frac{Pb}{Cu} = 3{,}7$ и $\frac{Cu}{Sn} = 0{,}4$ (см. рисунок), эрозией вскрыт рудный интервал примерно в 100 *м* над «центром» рудного тела. То же показали и данные геологических работ.

Полученные количественные закономерности являются только предварительными и требуют дальнейшего уточнения и сбора дополнительных материалов.