

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
ПРИ ГЕОЛОГО-СЪЕМОЧНЫХ
И ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ
РАБОТАХ**

МОСКВА—1974

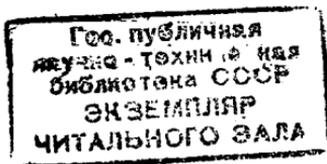
АКАДЕМИЯ НАУК СССР

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР

ИНСТИТУТ МИНЕРАЛОГИИ, ГЕОХИМИИ И КРИСТАЛЛОХИМИИ
РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
ПРИ ГЕОЛОГО-СЪЕМОЧНЫХ
И ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ
РАБОТАХ

МОСКВА — 1974



48-19717

Д4
51521

Главный редактор
илен-корреспондент АН СССР
Л. Н. ОВЧИННИКОВ

Ответственный редактор
С. В. ГРИГОРЯН

К ВОПРОСУ О ЗОНАЛЬНОСТИ ПЕРВИЧНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОРЕОЛОВ ЭПИМАГМАТИЧЕСКИХ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В результате изучения первичных ореолов некоторых эпимагматических медно-никелевых месторождений Кольского полуострова (Нюлпенен, 1966; Квятковский и др., 1972) был сделан вывод, что для этих ореолов характерна своеобразная «чехловая» зональность: во всех направлениях от центра рудного тела наблюдается последовательная смена ореольных полей комплекса элементов, не согласующаяся с единым рядом зональности, установленным Л. Н. Овчинниковым и С. В. Григоряном (1970) для гидротермальных месторождений различных генетических типов. Такая «чехловая» зональность полностью затушевывает отличия надрудных и подрудных сечений медно-никелевых тел. Отмечено также, что «...в медно-никелевых месторождениях серебро идет в ассоциации с никелем и кобальтом, а висмут — со свинцом и цинком» (Квятковский и др., 1972). Объяснения подобному явлению пока не находится, хотя и не исключено, что в этих исследованиях изучались в основном сечения по рудным залежам. Так, например, есть основание рассматривать эпигенетичную залежь месторождения «Восток» как пруппу сближенных, иногда кулисообразно расположенных рудных тел. Естественно, что в результате наложения ореолов от разных частей рудных тел истинная картина геохимической зональности может быть существенно искажена.

Ниже рассматривается продольная (осевая) зональность в первичных ореолах, связанная с той же эпигенетичной рудной залежью месторождения «Восток», но по разрезу, в пределах которого по восстанию рудолокализирующей структуры ореолы прослежены на значительном удалении от рудной залежи.

Участок месторождения сложен гнейсами и амфиболитами кольской серии архея, которые интенсивно мигматизированы плагиомикроклиновыми гранитами. Во вмещающей толще на двух этажах, отстоящих друг от друга на 150—200 м, сосредоточены маломощные (10—40 м) тела гипербазитов, с которыми связываются зоны богатых медно-никелевых руд, получившие соответственно названия «нижней» и «верхней» рудных залежей. Нижняя рудная залежь приурочена к почти ненарушенным гипербазитам и считается сингенетичной. Верхняя залежь, сложенная более богатыми рудами, приурочена к зоне дробления, которая проходит как по будинированным телам гипербазитов, так и по вмещающим амфиболитам и мигматитам. Оруденение верхней залежи распространяется далеко за пределы гипербазитов и рассматривается как эпимагматическое. Главными рудными минералами являются пирротин, пентландит и халькопирит. Кроме того, в рудах отмечаются пирит, марказит, сфалерит, самородная медь, халькозин, ковеллин, кубанит, ильменит и титаномагнетит, валлериит, молибденит, теллуриды никеля, свинца и серебра.

Для изучения первичных ореолов проводилось геохимическое опробование кернa скважин методом пунктирной борозды. Интервалы опробования определялись мощностью чередующихся прослоев петрографических разностей пород в мигматизированной вмещающей толще и колебались от 1 до 10 м; средний интервал составил 4,5 м. В пробах определялись содержания 15 элементов полуколичественным спектральным методом путем просыпки. Пробы, отобранные в удалении от рудных тел и зон сульфидной минерализации, использовались для определения фоновых и нижеаномальных содержаний элементов. Оконтуривание первичных ореолов проводилось с вероятностью 95% при учете величины фона по разновидностям пород.

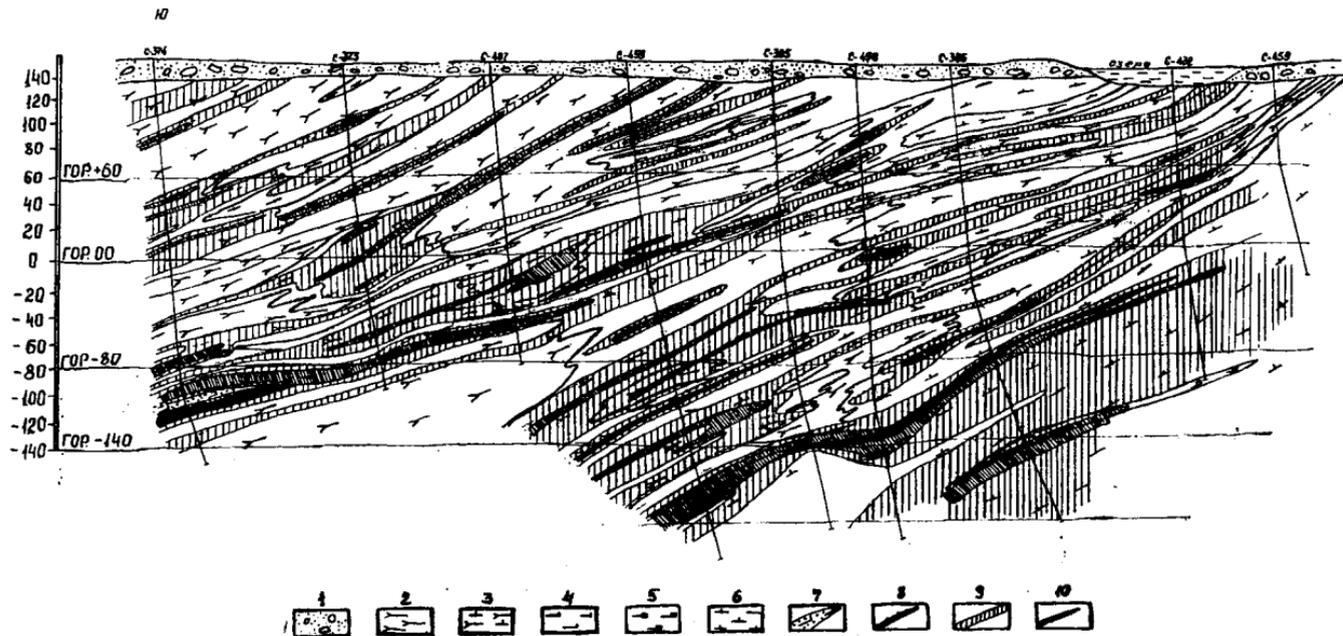
На разрезах, пересекающих рудные залежи, оконтурены первичные ореолы никеля, меди, кобальта, цинка, свинца и серебра. Ореолы прочих элементов не выявлены. Висмут, барий, бериллий отмечены в пробах спорадически, мышьяк и сурьма не обнаружены. Хром, титан, ванадий и марганец характеризуются высоким фоном в амфиболитах и образуют повышенные концентрации, которые хорошо фиксируют прослой амфиболитов в мигматизированной толще, но не выходят за их пределы, что может указывать на сингенетичность концентраций этих элементов с амфиболитами.

На фигуре изображены суммарные (аддитивные) ореолы (медь+никель+кобальт) по разрезу, пересекающему нижнюю рудную залежь и выклинку верхней рудной залежи на западном фланге месторождения. Ореол, непосредственно связанный с верхней рудной залежью на этом разрезе, имеет форму полосы шириной от 10 до 50 м и прослеживается от выклинивания рудного тела по восстанию пологой рудовмещающей структуры до поверхности на расстояние около 600 м. Аналогичную форму и близкие размеры имеют суммарные ореолы свинца и цинка, а также все моноэлементные ореолы. В связи с нижней рудной залежью, которая считается сингенетичной, проявлены ореолы тех же элементов, но формы ореолов асимметричны с расширением со стороны лежащего бока. Ширина суммарного ореола меди, никеля и кобальта здесь составляет от 40 до 120 м. В нижнюю часть ореола вклинивается полоса пород с фоновыми концентрациями элементов, поэтому возможно, что самые низы ореола не связаны с этой рудной залежью (суммарный ореол свинца и цинка полностью раздваивается).

Наличие первичных ореолов, выходящих далеко по восстанию и падению структур за пределы нижней («сингенетичной») рудной залежи и вмещающих ее гипербазитов, а также наличие гипербазитов с вкрапленным забалансовым оруденением в зоне ореола верхней («эпигенетичной») рудной залежи свидетельствуют о сложных, по меньшей мере двухэтапных, процессах образования залежей. Несомненно, что эпимагматические процессы переотложения сульфидной минерализации проявились в различной степени в обеих залежах, но, по-видимому, из-за меньшей тектонической нарушенности в нижней залежи значительно слабее, в связи с чем сульфидная минерализация здесь остается в существенной части сингенетичной.

Помимо ореолов, связанных с рудными залежами, на приведенном разрезе (см. фигуру) отмечены аналогичные аномальные полосы между залежами и выше их. Это обстоятельство совокупно с «двухэтажным» расположением рудных тел позволяет предполагать, что минерализованные гидротермальные растворы циркулировали в толще вмещающих пород по многим ослабленным межпластовым зонам.

Осевую зональность в ореоле, связанном с нижней рудной залежью, выявить не удалось. Возможно, это объясняется тем, что данный ореол изучен лишь непосредственно в околорудном пространстве, не будучи прослежен скважина-



Геологический разрез с первичными суммарными ореолами
(медь+никель+кобальт)

1—моренные отложения; 2—граниты и гнейсограниты плагиомикроклиновые; 3—мигматиты плагиомикроклиновых гранитов по амфиболитам; 4—перидотиты; 5—амфиболезированные породы; 6—амфиболиты полевошпатовые; 7—вкрапленные руды (забалансовые); 8—промышленные руды. Суммарные первичные ореолы (медь+никель+кобальт): 9—от 5 до 10 геофонов; 10—более 10 геофонов

Изменения мультипликативного коэффициента зональности
в первичных ореолах верхней рудной залежи в сечениях скважин
по восстановлению рудовмещающей структуры

Показатели ореолов	№ скважины							Контрастность по крайним скважинам
	374 (рудное тело)	373 (50)	487 (160)	459 (260)	385 (360)	458 (430)	386 (510)	
Средние содержания элементов (%)	0,07	0,68	0,99	33,3	8652	253,6	114,0	1628
Среднезвешенные содержания элементов (%)	0,008	1,18	1,2	291,7	1038	674,4	65,3	8162
Произведения линейных продуктивностей	0,04	0,18	0,12	85,9	13405	1284,7	15337	$3,8 \cdot 10^5$
Произведения удельных линейных продуктивностей	0,003	0,006	0,038	9,1	2625	89,9	77,7	$2,6 \cdot 10^4$

Величины коэффициента зональности в 10^{-5} .

ми по падению и восстанию на значительном удалении от рудного тела.

Для установления осевой зональности первичных ореолов, связанных с верхней рудной залежью, рассчитан мультипликативный коэффициент зональности ($v = \text{Zn} \cdot \text{Pb} \cdot \text{Ag} / \text{Ni} \cdot \text{Cu} \cdot \text{Co}$) по сечениям скважин (см. табл.). Расчет производился по средним и средневзвешенным содержаниям элементов, а также по линейным и удельным продуктивностям, для определения которых использованы пробы, отобранные для определения всех элементов в околорудной зоне с одних и тех же участков. При этом учитывались и те пробы, в которых содержания отдельных элементов оказывались ниже принятого минимально аномального предела.

Как видно из таблицы, мультипликативный коэффициент зональности первичного ореола монотонно возрастает по восстанию рудовмещающей структуры по мере удаления от рудной залежи на расстояние до 360 м, но на большом расстоянии коэффициент уменьшается, продолжая, однако, оставаться в сотни и тысячи раз выше, чем в сечениях, особенно близких (до 160 м) к рудному телу.

Аналогичный характер зональности установлен С. В. Григоряном и В. В. Рябовым (1972) в первичных ореолах медно-никелевых месторождений Печенги, когда при расчете мультипликативного коэффициента зональности в числителе вместо цинка использовался барий.

Приведенные факты свидетельствуют о наличии достаточно отчетливой продольной (осевой) зональности первичных ореолов эпимагматического медно-никелевого оруденения, не противоречащей единому ряду зональности. Одновременно они подкрепляют вывод Е. К. Козлова (1972) об отнесении к одному и тому же метаморфогенному (переотложенному) типу аллареченских и печенгских медно-никелевых месторождений, в которых сингенетичные руды сохраняются лишь в центральных частях перидотитовых тел.

Особенности изменения мультипликативных коэффициентов зональности в разных сечениях ореолов по восстанию структур, очевидно, могут быть использованы в практике поисково-разведочных работ на метаморфогенных медно-никелевых месторождениях Кольского полуострова. При этом наличие в рудовмещающих толщах первичных ореолов, не связанных с рудными телами, осложняет интерпретацию результатов геохимического опробования. Подобные ореолы развиты в неблагоприятных для рудоотложения тектонически ос-

лабленных межпластовых зонах и обусловлены рассеянной сульфидной минерализацией, иногда с редкими центрами второстепенных рудных концентраций — бедных забалансовых руд. Однако, судя по некоторым наблюдавшимся фактам, такие ореолы в ряде случаев могут быть без особых трудностей отбракованы, так как в них не всегда отмечается полный комплекс элементов-индикаторов или отсутствует ярко выраженная зональность. В частности, на приведенном разрезе (см. фигуру) по скважинам 459, 385, 458 и 386 в ореолах между рудными залежами коэффициент зональности, рассчитанный по произведениям линейных продуктивностей, изменяется следующим образом: $116 \cdot 10^{-5}$ — $61 \cdot 10^{-5}$ — $55 \cdot 10^{-5}$ — $940 \cdot 10^{-5}$. Иначе говоря, на расстоянии 250 м коэффициент зональности в ореолах, не связанных с рудными залежами, меняется не более чем на один порядок, что позволяет отличать такие ореолы от связанных с рудными телами при наличии нескольких пересечений их скважинами.

ЛИТЕРАТУРА

Григорян С. В., Рябов В. В. Некоторые особенности первичных геохимических ореолов медно-никелевых месторождений Печенги. В сб. «Научные основы геохимических методов поисков месторождений полезных ископаемых и оценки потенциально рудоносных магматических и метаморфических комплексов докембрия». АН СССР Кольск. фил. им. С. М. Кирова, г. Апатиты, 1972.

Квятковский Е. М., Майоров Н. Ф., Нюппенен Т. И., Сахновский М. Л. Геохимические методы поисков медно-никелевых месторождений Кольского полуострова. Там же.

Козлов Е. К. Типы медно-никелевых месторождений Кольского полуострова. В сб. «Материалы по геологии и металлогении Кольского полуострова». АН СССР Кольск. филиал им. С. М. Кирова, г. Апатиты, 1972.

Нюппенен Т. И. О первичных ореолах одного из сульфидных медно-никелевых месторождений северо-запада Кольского полуострова. Зап. ЛГИ, т. III, вып. 2. Изд. ЛГИ, 1966.

Овчинников Л. Н., Григорян С. В. Закономерности состава и строения первичных геохимических ореолов сульфидных месторождений. В сб. «Научные основы геохимических методов поисков глубокозалегающих рудных месторождений». Изд. СО АН СССР, Иркутск, 1970.

О ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ ПЕРВИЧНЫХ ОРЕОЛОВ РЕДКОМЕТАЛЬНЫХ ПЕГМАТИТОВ

В результате изучения первичных ореолов редкометалльных пегматитов Украины и трех месторождений Сибири установлены некоторые закономерности распределения химических элементов в околопегматитовом пространстве.

Известно, что в практическом отношении наиболее важна зональность по направлению движения рудоносных растворов (осевая зональность; Григорян, 1973), которая используется для оценки уровня вскрытия рудного тела и (или) его ореолов, а в частном случае (когда изучается поверхность) — уровня эрозионного среза выявленных геохимических аномалий. Ниже, на примере исследованных месторождений, рассматривается осевая геохимическая зональность первичных ореолов редкометалльного оруденения.

При изучении особенностей пространственного распределения химических элементов обращалось особое внимание на выявление закономерностей «общих» для разных пегматитовых тел и месторождений, поскольку при оценке перспектив рудоносности новых площадей за пределами известных месторождений могут быть использованы не частные, свойственные конкретным рудным телам, а более или менее универсальные особенности ореолов, выдержанные как для всех рудных тел одного месторождения, так и для разных месторождений.

Было установлено, что вокруг изученных редкометалльных пегматитов наиболее широкие и интенсивные ореолы образуют редкие щелочные металлы. Зональность в строении ореолов этих элементов выражается в закономерном уменьшении по падению пегматитовых тел величин отношений линейных продуктивностей ореолов пар литий—рубидий и литий—це-

зий. Очевидно, что с помощью индикаторного отношения литий²/рубидий·цезий выявляется более контрастная зональность, которая ранее нами была подробно описана (Виноградова и др., 1972, Виноградова, Григорян, 1973).

В табл. 1 приведены величины указанного индикаторного отношения (отношение линейных продуктивностей по буровым скважинам) по различным разрезам исследованных месторождений.

Данные табл. 1 фиксируют единую для всех этих месторождений зональность в строении ореолов редких щелочных металлов, которая выражается в закономерном уменьшении величины указанного индикаторного отношения по падению пегматитовых жил. Исключение составляет украинское месторождение, где по трем параллельным разрезам (I—70, II—70 и IV) в ореолах редких щелочных металлов всяческого бока наблюдается повышение индикаторного отношения (после резкого уменьшения). В отличие от этого, в лежащем боку этих же разрезов наблюдается монотонное уменьшение инди-

Таблица 1

Отношения линейных продуктивностей первичных ореолов редких щелочных металлов для пегматитовых жил различных месторождений

№ разреза	№ скважины	Литий ² /рубидий·цезий	
		висячий бок	лежащий бок
Украинское пегматитовое поле			
I—70	3	2668	42496
	2	42	1405
	1	81,2	46,5
II—70	7	—	25,7
	4	2000	22,8
	5	11	0,05
	6	10000	—
IV—70	34	130	5,0
	24-п	40	0,4
	28	1600	0,2
III—70	13—70	41,3	62,1
	16—70	15,2	26,2

Редкометальные месторождения Сибири

Месторождения	№ разреза	№ скважины	Литий ² /рубидий· цезий
I	52	81	2,5
		46	2,0
		88	0,5
		92	0,37
II	30—33—61	30	408
		31	2000
		33	7,0
	25—29	25	9,0
		28	7,1
III	II—2	1	49,0
		2	0,25

Примечание: Прочерк означает, что в данной скважине ореолы не выявлены; скважины расположены от верхнерудных частей к нижнерудным (сверху вниз в каждом разрезе)

каторного отношения, что объясняется появлением новых тел на продолжении разрезов в висячем боку известного пегматита. Как следует из табл. 1, индикаторное отношение литий²/рубидий·цезий четко фиксирует появление новых кулисно расположенных пегматитовых тел, то есть способствует расшифровке «сложных» ореолов, связанных с различными сближенными в пространстве рудными телами. Отметим, кстати, что такое «аномальное» поведение индикаторного отношения параметров ореолов редких щелочных металлов по описываемым разрезам позволило прогнозировать наличие новых слепых пегматитовых кулисно расположенных тел, обнаруженных последующим бурением. Зональное строение ореолов этих металлов, очевидно, объясняется тем, что по своим геохимическим параметрам литий резко отличается от сходных между собой в этом отношении рубидия и цезия (табл. 2).

Несмотря на большую подвижность рубидия и цезия по сравнению с литием, последний интенсивнее рассеивается во вмещающих породах, образуя в большинстве случаев наиболее широкие и контрастные ореолы. Очевидно, это объясняется тем, что параэлементами для лития являются: Mg⁺²

Геохимические параметры редких щелочных металлов

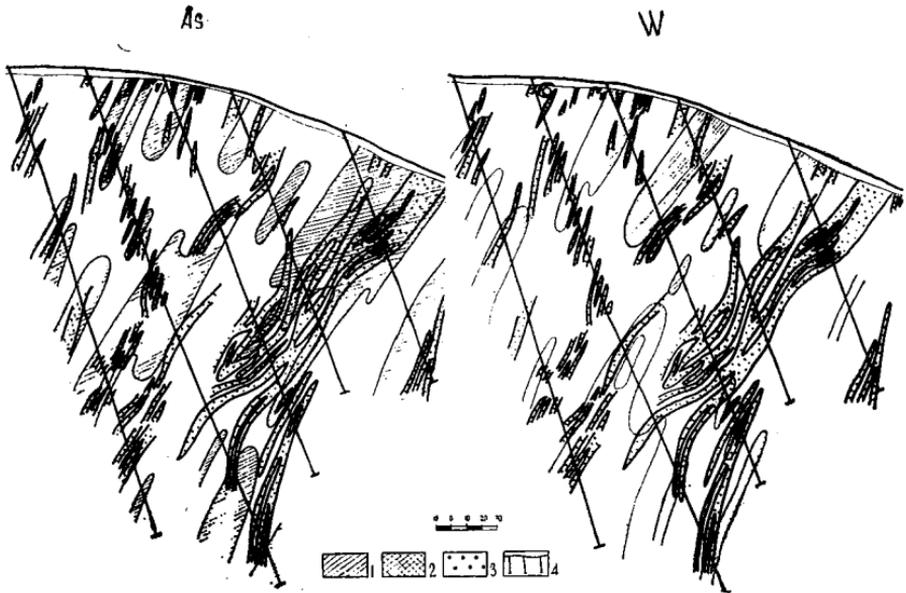
Геохимические параметры	Литий	Рубидий	Цезий
Порядковый номер	1	37	55
Атомный вес	6,94	85,48	132,91
Радиус атома (Å)	1,56	2,5	2,7
Радиус иона (Å)	0,78	1,49	1,65
Подвижность (по Коржинскому)	33,4	67,6	68
Число молекул воды в гидратной оболочке (по Меккею)	120	14	13
Энергия гидратации (по Лебедеву)	121	74	63
Электроотрицательность ккал/гатом (по Позаренных)	126	95	90

(г-иона = 0,78Å); Fe⁺² (г-иона = 0,82Å); Ti⁺⁴ (г-иона = 0,64Å); Al⁺³ (г-иона = 0,63Å), а для рубидия—цезия только K⁺¹ (г-иона = 1,32Å), поэтому создается благоприятная обстановка для изоморфного замещения литием магния, железа и других параэлементов в амфиболах, биотите, эпидотклинцоизите. Литий, проникающий в амфибол, образует гольмквистит. Рубидий и цезий изоморфно замещают только калий в биотите. Дополнительным подтверждением разницы в геохимическом поведении лития, с одной стороны, и рубидия с цезием, с другой, являются данные корреляционного анализа, показывающие, что положительная корреляционная связь в первичных ореолах между рубидием и цезием всегда сильнее по сравнению с парами литий—рубидий, литий—цезий (табл. 3).

Сравнение приведенных в табл. 1 значений индикаторного отношения выявляет в строении ореолов редких щелочных металлов зональность, единую для ореолов исследованных месторождений только качественно, которая выражается в уменьшении этих значений по падению пегматитовых жил. Количественно единая зональность в строении этих ореолов не устанавливается, т. е. адекватные сечения ореолов (надрудные, верхнерудные, рудные и подрудные) резко отличаются по абсолютным величинам индикаторного отношения. Это обстоятельство сравнивает область практического применения зональности ореолов редких щелочных металлов. Очевидно, что эта зональность практически может быть использована только для увеличения эффективного радиуса

Коэффициент ранговой корреляции (r) между содержаниями редких щелочей в первичных ореолах редкометальных пегматитов (Украина)

Корреляционные пары элементов	Литий— —цезий	Литий— —рубидий	Руби- дий—це- зий
Разрез I—70			
В висячем боку ореола (n=14)	+0,51	+0,48	+0,79
В лежащем боку ореола (n=19)	+0,43	+0,37	+0,64
Разрез II-70			
В висячем боку ореола (n=20)	+0,73	+0,70	+0,87
В лежащем боку ореола (n=32)	+0,35	+0,60	+0,90



Фиг. 1. Первичные геохимические ореолы мышьяка и вольфрама (Первое пегматитовое поле, Сибирь)

Содержание в %: 1—мышьяк 0,01—0,1, вольфрам 0,0005—0,001; 2—мышьяк более 0,1, вольфрам более 0,001, 3—пегматитовые тела; 4—бурые скважины

действия буровых скважин, когда по «аномальным» значениям индикаторного отношения (нарушение зональности) могут быть зафиксированы «совмещенные» ореолы редких щелочных металлов, служащие индикаторами новых кулисно расположенных рудных тел, как это имело место на украинском месторождении. В связи с отсутствием в строении этих ореолов количественно единой зональности были продолжены поиски других, более эффективных индикаторов зональности первичных ореолов исследованных пегматитовых месторождений. Детально изучались особенности распределения более 30 химических элементов и в результате было установлено, что наиболее отчетливые надрудные и верхнерудные ореолы образует мышьяк. Противоположно поведение воль-

Таблица 4

Величины отношений средних содержаний мышьяка и вольфрама в первичных ореолах

№ разреза	№ скважины	As/W	№ разреза	№ скважины	As/W		
Украинское пегматитовое поле							
II—70	4	305	IV—69	20	148		
	5	220		21	23		
	6	10		22	2,1		
V—69	25	232	IV	30	385		
	27	97		31	10		
	13	211					
	14	14					
	16	5					
	17	3					
Редкометалльные месторождения Сибири							
Первое пегматитовое поле							
52	81	120	I	Жила 43а	100		
	46	9,5					
	88	7,0					
	92	1,5					
21	56	220	II	» 43а	102		
	50	600					
	57	100					
	86	30				» 33	17,2
						» 1	3

фрама, который является постоянным индикатором более глубоких (корневых) сечений пегматитов и окаймляющих их ореолов (фиг. 1). Благодаря отмеченной зональности устанавливается монотонное убывание с глубиной отношения средних содержаний указанной пары элементов, что иллюстрируется табл. 4, где приведены величины отношений средних содержаний мышьяка и вольфрама в первичных ореолах пегматитов Украины и Первого пегматитового поля (Сибирь).

По исследованным разрезам из-за отсутствия «надрудных» и «подрудных» скважин не удалось установить особенности распределения элементов-индикаторов, в том числе мышьяка и вольфрама, выше и ниже пегматитовых тел. В связи с этим приведенные в табл. 4 величины индикаторных отношений по существу отражают зональность в строении ореолов, развитых на уровне самих пегматитов (от верхнерудных к нижнерудным сечениям). Очевидно, что изучение надрудных и подрудных сечений ореолов позволило выявить их более контрастную зональность, что подтверждается величиной отношений средних содержаний мышьяка и вольфрама, определенных в надрудных ореолах пегматитовых тел украинского месторождения (табл. 5).

Таблица 5

Величины отношений средних содержаний мышьяка и вольфрама в надрудных ореолах

№ разреза	№ скважины	As/W
I—70	1—70	1025
II—70	6—70	693
IV	31	825

По разрезу I—70 высокое значение данного отношения (наряду с отношением литий²/рубидий·цезий) послужило основанием для прогнозирования слепого оруденения, которое, как уже отмечалось, было вскрыто последующими буровыми работами. По разрезам II—70 и IV представлены аналогичные рекомендации, которые еще не проверены. Мышьяк—вольфрамовые отношения, приведенные в табл. 5, по значению во всех случаях существенно превосходят соответствующие показатели табл. 4. В тех разрезах, где на ореолы одних накладываются ореолы других (часто слепых) кулисно распо-

ложенных пегматитовых тел, наблюдается нарушение монотонности изменения указанного индикаторного отношения. фиксирующее появление новых тел (индикаторное отношение резко увеличивается; табл. 6). Таким образом, мы приходим к выводу, что мышьяк-вольфрамовое индикаторное отношение также является весьма чувствительным к появлению новых кулис рудных тел.

Таблица 6

Отношения средних содержаний мышьяка и вольфрама в наложенных ореолах редкометалльных пегматитов

Месторождение	№ разреза	№ скважины	As/W
Украинское пегматитовое поле	1—70	2 1	20 360
	IV	34 24-п 28	132 56 450
	VI—69	23 24 10	170 50 280
Сибирское Первое пегматитовое поле	IV	10	345
		7а	400
		8	140
		11	250

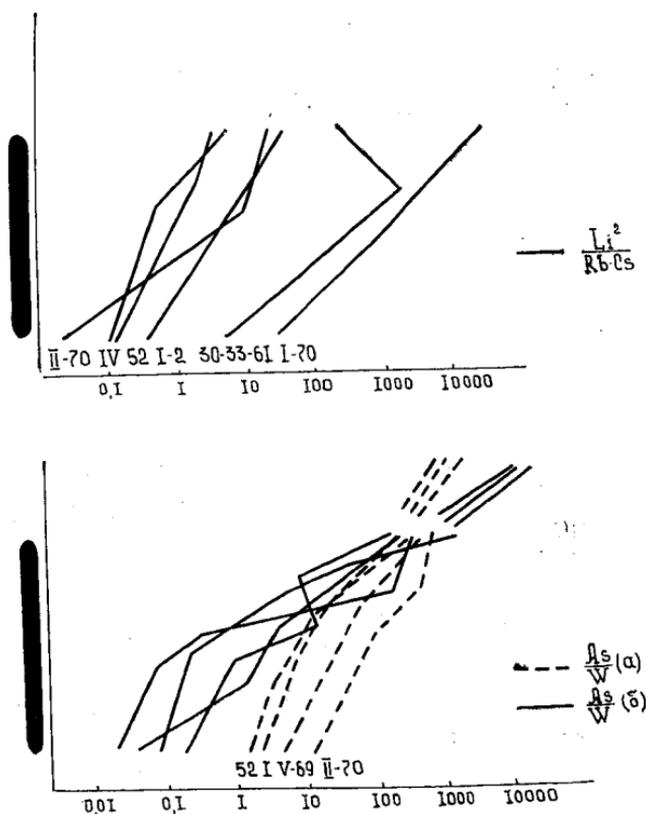
Как уже упоминалось, на двух месторождениях Сибири (Второе и Третье) из-за недостаточной чувствительности анализа мышьяк и вольфрам (по результатам валового анализа геохимических проб) не были обнаружены.

На Втором пегматитовом поле для усиления слабых аномалий была использована методика оконтуривания ореолов по результатам анализа различных фракций геохимических проб (Григорян, 1968). Теоретической предпосылкой этой методики служит факт избирательного обогащения фракций проб из первичных ореолов различными элементами-индикаторами в соответствии с формами их нахождения в ореолах. Для разделения фракций были использованы дубликаты геохимических проб, раздробленных до крупности 0,1—0,5 мм.

В тяжелых жидкостях были выделены легкая ($<2,9$), средняя ($2,9-4,0$) и тяжелая ($>4,0$) фракции. ореолы мышьяка и вольфрама выявлены только по результатам анализа тяжелых фракций, где они концентрируются соответственно в арсенипирите и касситерите. В этих ореолах установлена зональность, аналогичная вышеописанной, которая выражается в закономерном уменьшении с глубиной индикаторного отношения $As/W-70$ (скв. 30), 20 (скв. 31), 0,7 (скв. 33). Приведенные в табл. 4 данные показывают, что в отличие от ореолов редких щелочных металлов зональность в строении ореолов мышьяка и вольфрама описанных выше месторождений является единой не только качественно (монотонное убывание с глубиной индикаторных отношений), но и количественно, когда адекватные сечения ореолов различных пегматитовых жил и даже (что особенно важно) месторождений характеризуются близкими величинами индикаторного отношения при значительном их градиенте по вертикали. Так, верхнерудные сечения ореолов пегматитовых тел характеризуются интервалом значений мышьяк—вольфрамового отношения 100—385, а нижнерудные — 1—30; т. е. эти сечения по величине данного показателя существенно отличаются (нет перекрытия его значений). Различия в характере зональности ореолов, выявленные с помощью рассмотренных выше индикаторных отношений, наглядно иллюстрируются приведенными на фиг. 2 графиками изменения величин индикаторных отношений по падению рудных тел и ореолов. При построении графиков величины индикаторных отношений заносились на соответствующие уровни (верхне-, средне- и нижнерудные) относительно условного рудного тела.

Как видно из фиг. 2, для ореолов редких щелочных металлов выявляется зональность, единая только качественно: монотонно убывающие по падению рудного тела графики по отдельным разрезам резко растянуты по оси абсцисс, отражая значительный диапазон вариации значений на одинаковых уровнях. Эти величины для одних и тех же уровней различных тел существенно перекрываются, что практически исключает возможность надежной оценки с помощью индикаторного отношения литий²/рубидий·цезий уровня аномалий относительно оруденения по одному сечению. В отличие от этого, отношения средних содержаний мышьяка и вольфрама разных разрезов и месторождений весьма сближены по оси абсцисс и благодаря значительному градиенту монотонных изменений позволяют однозначно дифференцировать

различные уровни первичных ореолов. Эти различия являются статистически существенными, что подтверждается данными табл. 7, где приведены параметры распределения рассматриваемого индикаторного отношения для верхних (верх-



Фиг. 2. Графики изменений индикаторных отношений редких щелочей и отношения мышьяк/вольфрам в зависимости от сечения пегматита (а—графики построены по средним содержаниям, б—по линейным продуктивностям)

нерудно-надрудных) и корневых (нижнерудных) частей ореолов. Как следует из фиг. 2, надрудные ореолы во всех случаях фиксируются максимальными значениями мышьяк-вольфрамового отношения.

Сравнение приведенных на фиг. 2 графиков изменения отношений средних содержаний и линейных продуктивностей

Оценки параметров распределения величин отношения средних содержаний мышьяка и вольфрама

Количество сечений ореолов	Среднее	Дисперсия	Стандарт распределения	Пределы колебания среднего, определенные с 5% уровнем значимости
7	235	Верхнерудные 7600	Ореолы 86,7	235 ± 173
8	7,6	Нижнерудные 53	Ореолы 7,3	$7,6 \pm 14,6$

Примечание: закон распределения нормальный.

для пары мышьяк-вольфрам выявляет большую контрастность, а следовательно, и большую надежность для практического использования последнего отношения.

Нам представляется, что значительный диапазон вариации на одинаковых уровнях ореолов индикаторных отношений и, в частности, мышьяк-вольфрамового, в определенной степени обусловлен недостаточной точностью определения действительного уровня пересечения тел и их ореолов при построении графиков, что, в свою очередь, определяется дискретностью изучения ореолов (по существующей сети скважин). Очевидно, что определенные ошибки в исследовании зональности и, в частности, построении и интерпретации приведенных на фиг. 2 графиков индикаторных отношений были привнесены в результате того, что практически не было возможности учесть различия в протяженности исследованных пегматитовых тел и не всегда удавалось исключить влияние наложения ореолов кулисно расположенных и сближенных в пространстве пегматитовых тел, как, например, на Первом месторождении Сибири. Все это позволяет считать, что в действительности интервалы вариаций индикаторных отношений для одинаковых по уровню (относительно оруденения) сечений ореолов существенно меньше приведенных на фиг. 2.

Параллельно с изучением зональности в первичных ореолах исследовалась зональность распределения элементов-индикаторов в пегматитовых жилах. В отличие от ореолов, выдержанной зональности распределения элементов в пегма-

титовых жилах установить не удалось. Так, зональность в распределении редких щелочных металлов в пегматитовых телах практически отсутствует (табл. 8).

Исключением является один разрез по Третьему пегматитовому полю (Сибирь), где зональность в ореолах редких щелочных металлов идентична зональности в пегматитовых жилах, но, к сожалению, в этом разрезе всего два пересечения, что явно недостаточно для определенных выводов.

Таблица 8

Величины отношений линейных продуктивностей ореола и пегматита

№ скважины	Литий ² /рубидий·цезий	
	первичные ореолы	пегматит
Украина		
3	42496	1,6
2	1405	0,07
1	46,5	0,6
Сибирь		
Первое пегматитовое поле		
81	2,5	14
46	2,0	25
88	0,5	5
92	0,37	11
Третье пегматитовое поле		
1	49,0	1100
2	0,25	1,3

Мышьяк и вольфрам в пегматитовых жилах встречаются спорадически, поэтому отчетливую зональность в их распределении также не удастся выявить. Таким образом, мы приходим к выводу, что в отношении геохимической зональности распределения микроэлементов в пространстве первичные ореолы по сравнению с пегматитовыми телами являются более информативными.

Полученные результаты позволяют рекомендовать использование рассмотренной выше геохимической (осевой) зональности при интерпретации геохимических аномалий для оценки их вероятного уровня относительно редкометального ору-

денения. Для оценки перспектив рудоносности глубоких горизонтов и ближайших флангов разведанных с различной степенью детальности участков может быть использована зональность ореолов как редких щелочных металлов, так и мышьяка и вольфрама. В тех случаях, когда работы проводятся на новых участках и аномалии могут быть выявлены только на одном эрозионном срезе, для оценки уровня выявленных аномалий надежнее использование мышьяк-вольфрамового отношения, характеризующегося, как уже отмечалось, количественно единой зональностью. Однако при этом надо обязательно учитывать органиченную чувствительность экспрессного спектрального анализа на мышьяк и в необходимых случаях (ореолы мышьяка практически отсутствуют или незначительны по размерам) использовать специальные высокочувствительные методы анализа на этот важнейший элемент-индикатор зональности первичных ореолов редкометалльных пегматитов. Это особенно важно при поисках слепого оруденения, ибо при сравнительно глубоком залегании рудных тел надрудные ореолы мышьяка в силу низкой чувствительности анализа могут быть пропущены. При интерпретации результатов геохимического опробования на новых участках, где вероятно наличие слепого оруденения, нами был использован высокочувствительный на мышьяк (и ряд других элементов) спектральный анализ (метод камерных электродов, разработанный ВИТРОм), который на некоторых участках помог выявить широкие ореолы мышьяка, позволяющие оценить положительно перспективы данных участков на скрытое оруденение.

ЛИТЕРАТУРА

Виноградова Н. А., Григорян С. В., Егоров А. П. Первичные ореолы редкометаллических пегматитов докембрия и их практическое применение. В сб. «Научные основы геохимических методов поисков месторождений полезных ископаемых и оценка потенциальной рудоносности магматических и метаморфических комплексов докембрия». Тр. межведомственного Совета по геохимическим методам ИМГРЭ. Апатиты, 1972.

Виноградова Н. А., Григорян С. В. Особенности первичных ореолов редкометаллических пегматитов. В сб. «Геохимические методы при поисках и разведке рудных месторождений». 1973.

Григорян С. В. Первичные геохимические ореолы при поисках и разведке гидротермальных месторождений. — Сов. геология, 1973, № 1.

Григорян С. В. Использование результатов анализа тяжелых фракций проб для увеличения глубины поисков скрытого оруденения по эндогенным ореолам. Изд. ОНТИ—ВИЭМС, 1968, № 7.

Руководство по комплексной методике поисков редкометаллических пегматитов натрий-литиевого типа. Изд. ВИТР, Ленинград, 1966.

**НЕКОТОРЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ
РАЗЛИЧИЯ ЭНДОГЕННЫХ ОРЕОЛОВ,
СВЯЗАННЫХ С РУДНЫМИ ТЕЛАМИ,
ОТ ЗОН РАССЕЯННОЙ РУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ
(на примере Белоусовского месторождения,
Рудный Алтай)**

Одну из главных целей геохимических методов поисков составляет выделение среди множества оконтуренных аномалий таких, в пределах которых возможно образование концентраций вещества в виде промышленных рудных тел. При этом используется целый ряд особенностей как морфологии, так и внутреннего строения аномального геохимического поля с последующим привлечением специально разработанных для подобных целей количественных оценок (Григорян, 1973). Многолетний опыт проведения геохимических работ на территории страны свидетельствует, что определенное (иногда значительное) количество геохимических аномалий обязано своим происхождением так называемым зонам с рассеянной рудной минерализацией, то есть блокам горных пород, которым свойственны систематически повышенные концентрации группы элементов, участвующих в рудном процессе, но по ряду причин и, прежде всего, вследствие отсутствия для рудоносных растворов структурных ловушек эти блоки не содержат резко повышенных концентраций элементов (рудных тел). Ранее иногда отмечалось отсутствие заметного изменения элементного состава ореолов, развивающихся вдоль подобных зон. Однако попыток систематизации и тем более количественной оценки этого явления до сих пор не предпринималось. Впервые к решению такой задачи вплотную подошли С. В. Григорян и Р. Г. Оганесян (1973), которые на ряде месторождений Средней Азии установили практически полное отсутствие вертикальной зональности в строении эндогенных ореолов, сопровождающих зоны с рассеянной рудной минерализацией; это, в свою очередь, обусловило постоянство в трехмерном ореольном пространстве (по падению, простиранию и вкрест простирания рудных зон) отношения

произведения концентраций группы элементов надрудного комплекса к подрудному (мультипликативные отношения). Расчеты показали, что величина мультипликативного отношения элементов (1,0—0,1) как правило, не превышает значения, вычисленного по результатам опробования эндогенных ореолов, приуроченных к нижней выклинке рудных тел или распространенных гипсометрически ниже них. Аналогичные результаты были получены А. Ф. Миرونюком (устное сообщение) при изучении эндогенных ореолов, развитых вдоль зон с рассеянной рудной минерализацией на кварцево-касситеритовых и кварцево-сульфидно-касситеритовых месторождениях Дальнего Востока.

Выявление признаков связи геохимических аномалий с зонами рассеянной рудной минерализации является первоочередной задачей при проведении поисковых и разведочных работ на рудных полях и месторождениях колчеданной формации. Прежде всего, это обусловлено широким развитием типичных для формации и различных по масштабу проявления элементов разрывной тектоники, играющих важную роль в локализации оруденения, по отношению к которому можно выделить в общих чертах два типа нарушений (зон): 1) контролирующих положение рудных тел и 2) вне пространственной связи с последними. Необходимо также иметь в виду определенную роль метасоматоза, который в процессе формирования оруденения на месторождениях колчеданной формации способствовал преимущественной локализации рудных залежей в экранированных структурных блоках. Это предопределило практически полное отсутствие ореолов непосредственно над рудными телами при интенсивном их развитии вдоль рудоподводящих и рудоограничивающих структур. С другой стороны, разрывные нарушения и зоны расланцевания, не имеющие прямой пространственной связи с участками локализации рудных тел, будучи более проницаемыми, чем вмещающие породы, в период рудообразования служили своего рода зонами дренажа для гидротермальных растворов, вдоль которых формировались эндогенные геохимические ореолы с рассеянной рудной минерализацией, по качественным признакам практически не отличимые от аналогичных образований, развитых по рудолокализирующим и рудоограничивающим структурам.

Все вышесказанное, несомненно, свидетельствует об актуальности выявления таких геохимических критериев различия зон рассеянной рудной минерализации, которые мог-

ли бы способствовать разбраковке многочисленных геохимических аномалий и локализации поисков скрытого оруденения колчеданной формации по эндогенным геохимическим ореолам.

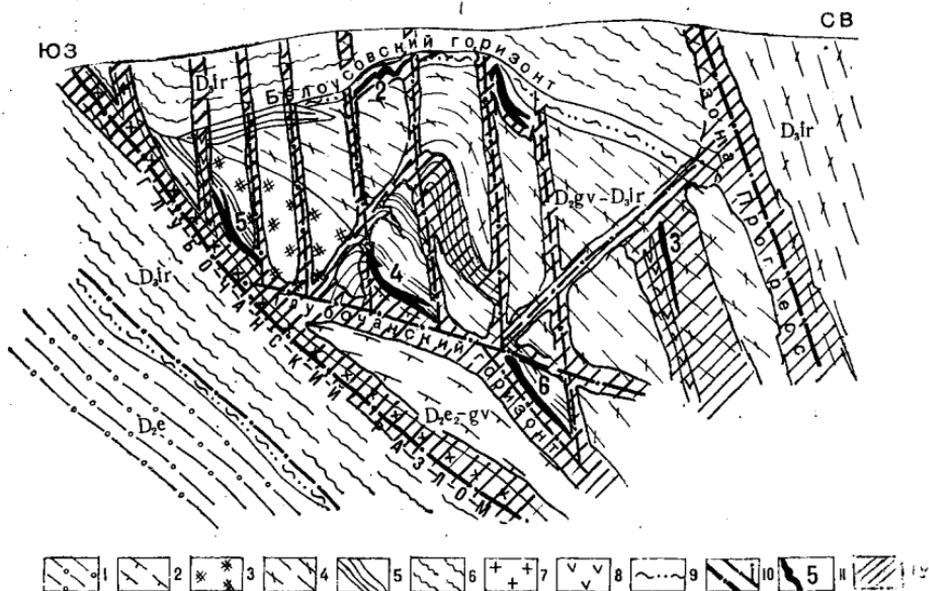
Всестороннее и детальное изучение Белоусовского колчеданно-полиметаллического месторождения на Рудном Алтае дало возможность подойти к положительному решению поставленной выше задачи.

Район Белоусовского месторождения расположен в северо-восточной части Иртышской зоны смятия, в месте пересечения последней одной из ветвей Лениногорско-Семипалатинской зоны глубинных разломов (Любецкий, 1965) и сложен нижнепалеозойскими метаморфическими сланцами, вулканогенно-осадочными образованиями среднего и верхнего палеозоя, герциевскими интрузивными породами нескольких комплексов и кайнозойскими отложениями. Наиболее древними породами здесь являются досреднедевонские метаморфические сланцы и амфиболиты. Залегающие выше отложения среднего и верхнего девона относятся к орловской, шипулинской свитам, а также глубочанской подсвите иртышской свиты и представлены эффузивно-осадочными образованиями основного, среднего и кислого состава. Стратиграфически выше залегают известково-хлоритовые сланцы белоусовской свиты верхнего девона, на которых с угловым несогласием лежат терригенно-осадочные отложения потаповской свиты и туфы смешанного и кислого состава пихтовской свиты.

На месторождении магматические породы проявились в виде даек и силлов основного, среднего и кислого состава, часто приуроченных к тектонически ослабленным зонам.

Несмотря на противоречивость суждений о строении Белоусовского месторождения, в настоящее время практически можно считать доказанным (Гармаш и др., 1970), что в структурном отношении оно приурочено к своеобразному наклонному к юго-западу горсту моноклинально залегающих жестких пород глубочанской подсвиты, поднятых относительно более пластичных пород белоусовской свиты по Глубочанскому разлому и ограниченных с северо-запада зоной «Прогресс» (фиг. 1). Глубочанский разлом проходит в юго-восточной части месторождения по верхам орловской свиты, а далее к северо-западу рассекает нижнюю часть разреза шипулинской свиты. Породы белоусовской свиты, также залегающие моноклинально, по этому разлому расчленены и смещены с амплитудой около 800 м.

Глубочанский разлом в висячем боку сопровождается целой серией субпараллельных межпластовых срывов, зон расланцевания пород шипулинской свиты, развитых практически по всей ее мощности. Помимо этого, к описываемому разлому приурочена целая серия сопряженных крутопадающих нарушений, проявленных в виде узких зон интенсивного



Фиг. 1. Морфология аномального геохимического поля в вертикальном разрезе Белоусовского месторождения (схема)

1—верхнеорловская свита; 2—шипунинская свита; глубочанская подсвита; 3—кварцевые альбитофиры, 4—порфириды, 5—углисто-глинистые и кремнисто-углистые сланцы; 6—белоусовская свита. Дайки: 7—кислого состава, 8—основного состава, 9—гидротермалиты; 10—тектонические нарушения; 11—рудные тела; 12—эндогенные ореолы

расланцевания, дробления и соответственно гидротермального изменения пород (хлоритизация, серицитизация, окварцевание, карбонатизация) и рассекающих жесткие отложения глубочанской подсвиты на целый ряд пластин; эти зоны играли первостепенную роль в локализации оруденения на месторождении (Гармаш и др., 1970).

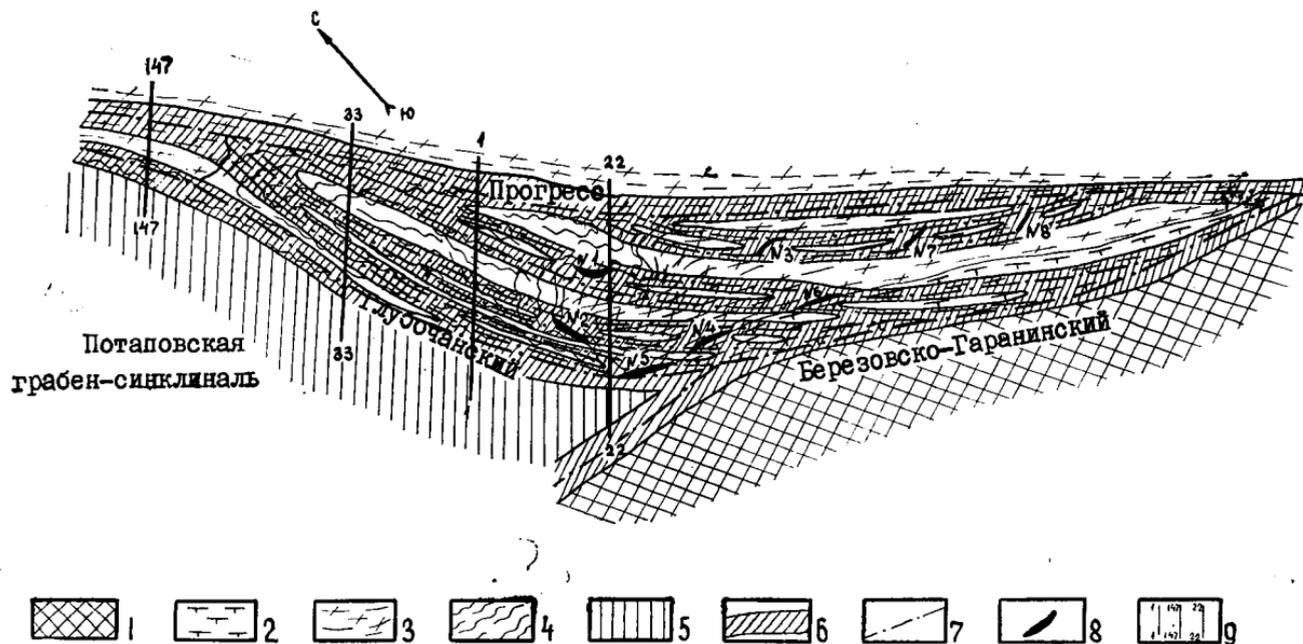
В настоящее время здесь выявлено восемь обособленных рудных тел, локализующихся в пределах Белоусовского горст-антиклинория. Особенностью месторождения является

его двухъярусное строение: в верхнем «белоусовском» горизонте на контакте глубочанской подсвиты и белоусовской свиты находятся рудные залежи 1 и 2, а в нижнем, на контакте шипулинской свиты и глубочанской подсвиты («глубочанский» горизонт, по терминологии П. Ф. Иванкина, 1961) размещаются залежи 4, 5 и 6 (фиг. 1, 2). Лишь залежи 3, 7 и установленная в последнее время 8 локализируются непосредственно в породах глубочанской подсвиты вблизи (но не в самой!) зоны «Прогресс».

Рудные тела месторождения расположены лишь в пределах четырех тектонических пластин и ограничиваются по падению и восстанию упомянутыми выше крутопадающими нарушениями. В соответствии с протяженностью рудоносных пластин залежи прослеживаются на несколько километров при резко подчиненных величинах их мощности и проникновения по падению на глубину. Такие рудные тела в свое время получили название лентообразных залежей (Вольфсон, 1946).

Благодаря хорошей вскрыше месторождения подземными горными выработками (7 горизонтов), пересекающими все складчатое сооружение с юго-запада на северо-восток, а также густой сети скважин, вскрывающих оба рудных горизонта, удалось достаточно детально изучить морфологию эндогенных геохимических ореолов, а также их внутреннее строение.

В общих чертах, в поперечном сечении эндогенные ореолы представляют собой постоянно ветвящиеся и вновь сочленяющиеся зоны повышенных концентраций группы элементов, развитые преимущественно вдоль главных дизъюнктивных нарушений. Наиболее крупное аномальное геохимическое поле, прослеженное более чем на 1000 м по падению при мощности до 100 м и практически не оконтуренное, вытянуто вдоль Глубочанского разлома. Меньшие размеры ореолов установлены в сопряженных с ним секущих крутопадающих нарушениях (первые метры, до 20—40 м), ограничивающих по падению и восстанию рудные тела. В отложениях глубочанской свиты слабее, а в белоусовской и шипулинской толщах весьма четко вырисовываются довольно широкие аномальные зоны, следующие вдоль разрывов северо-западного простирания с относительно пологим юго-западным падением, которые благодаря секущему положению к рассланцеванию вмещающих пород обычно пропускались при геологической документации выработок. В последнее время (устное сообщение Н. И. Стучевского) эти зоны стали хорошо фиксироваться геофизически (ВЭЗ).



Фиг. 2. Морфология аномального геохимического Белоусовского месторождения в плане (схема)

Свиты: 1—орловская, 2—шипунинская, 3—иртышская, 4—белоусовская, 5—потаповская, 6—эндогенные ореолы; 7—разрывные нарушения; 8—рудные тела; 9—геологические профили и их номера

Следует подчеркнуть, что в пределах глубочанской толщи в промежутках между крутопадающими тектоническими зонами породы не содержат повышенных концентраций элементов-индикаторов. Именно по этой причине ореолы в плане также не характеризуются сплошностью, а распадаются на отдельные полосы высоких концентраций элементов, следующие вдоль тектонических зон, и обширные поля фоновых содержаний элементов (фиг. 2). Одновременно с этим на масштаб образования эндогенных ореолов определенное влияние оказала литология вмещающих пород. Так, отмечаются широкие поля повышенных концентраций элементов-индикаторов в отложениях белоусовской и шипулинской свит при резко подчиненных размерах аномалий в породах глубочанской толщи. Однако и в последней часто наблюдается резкое увеличение мощности ореолов и уровней концентраций элементов в связи с прослоями углисто-глинистых сланцев вдали от мест локализации рудных тел. Рассмотрение участков с предельно высокими концентрациями рудообразующих элементов (рудные тела) на месторождении показывает, что они занимают строго определенное положение в контуре общего аномального геохимического поля. Например, в пределах детально изученного «глубочанского» горизонта рудные тела располагаются висячем боку наиболее мощной аномальной зоны, следующей вдоль Глубочанского разлома. Непосредственно же над рудными телами, как правило, повышенные концентрации элементов-индикаторов фиксируются лишь на расстоянии первых метров. Эта закономерность, видимо, обусловлена тем, что все тела этого горизонта залегают под прослоями углисто-кремнистых сланцев (залежи 5, 6 и пологая часть залежи 4) или ограничиваются тектоническими зонами со стороны висячего бока залежей (рудное тело 3, крутопадающая часть залежи 4 и т. д.), которые для поднимающихся рудоносных растворов могли играть роль своеобразного экрана.

Таким образом, в пределах Белоусовского месторождения образование рудных тел связывается с наличием «экранированных» участков (своеобразные структурные «ловушки»), тогда как эндогенные ореолы развиваются вдоль «сквозных» дизъюнктивов, которые сами не содержат интересных в промышленном отношении руд.

Факт непосредственного отсутствия оруденения промышленных масштабов в пределах самих тектонических зон может в какой-то мере послужить поводом для отнесения их

всех к так называемым зонам с рассеянной рудной минерализацией (ЗРМ). В этой связи бытующее в настоящее время представление о ЗРМ как геологическом образовании, в пределах которого в отличие от аналогичных по строению зон с промышленным оруденением не создавалось условий для концентрации вещества в виде рудных тел, должно быть расширено и дополнено. На наш взгляд, для месторождений колчеданной формации, локализованных в зонах интенсивного рассланцевания пород (типа Иртышской зоны смятия), необходимо выделить в общих чертах два типа структур (и соответственно аномальных полей, приуроченных к этим структурам): 1) непосредственно связанные с рудными телами (типа рудоограничивающих) и 2) вне связи с ними.

В пределах Белоусовского месторождения (вероятно, это присуще всей Иртышской зоне) зонами, характеризующимися рассеянной рудной минерализацией, могут являться по ряду геологических предпосылок, прежде всего, долгоживущие, неоднократно подновляющиеся в процессе рудообразования региональные разломы глубокого заложения типа зоны «Прогресс», в пределах которых не устанавливается промышленное оруденение, несмотря на наличие незначительных по масштабу участков с достаточно высокими (промышленными) содержаниями группы рудных компонентов.

Анализ пространственной изменчивости элементного состава ореолов на Белоусовском месторождении (Гармаш и др., 1970) дал возможность определить, что ряд зональности имеет вид: $\text{Co—Mo—Cu(As)—Zn—Pb(Sr, Cu)—Ag—Hg}$ (в скобках указаны второстепенные члены ряда), являясь фрагментом ряда опубликованного ранее С. В. Григоряном (1969), а также применительно к колчеданным месторождениям совпадает с рядом, установленным Э. Н. Барановым (1971).

Наиболее четко зональность ореолов описывается при помощи мультипликативного коэффициента зональности, представляющего собой отношение величины мультипликативного показателя надрудного комплекса элементов ($\text{Pb} \cdot \text{Ag} \cdot \text{Zn}$) к подрудному ($\text{Cu} \cdot \text{Co} \cdot \text{Mo}$) (Овчинников, Григорян, 1970; Григорян, 1973).

Проведенными работами было установлено, что вдоль зоны «Прогресс» как по ее простиранию, так и по падению постоянно фиксируются повышенные концентрации комплекса элементов (Pb , Zn , Cu , Mo , Co , Ag , Ni , V , Mn , Cr и др.). Однако четко выраженной контрастной дифференции

элементного состава в контуре эндогенных ореолов, развитых по зоне, практически не устанавливается, что свидетельствует об отсутствии в строении ореолов пипогенной зональности. Исключение составляют лишь малопротяженные участки зоны, где наблюдается незначительное по масштабу скопление рудного вещества, не имеющее промышленного значения.

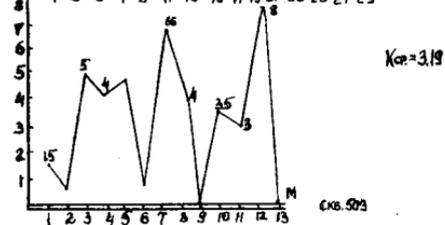
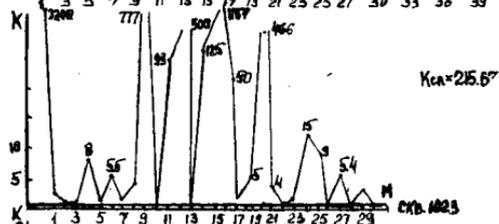
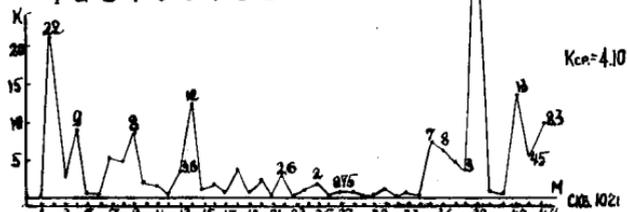
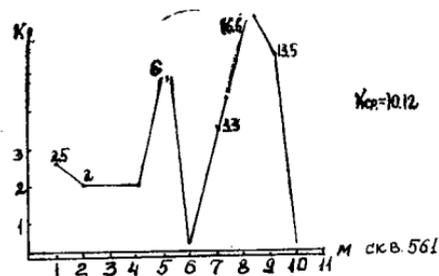
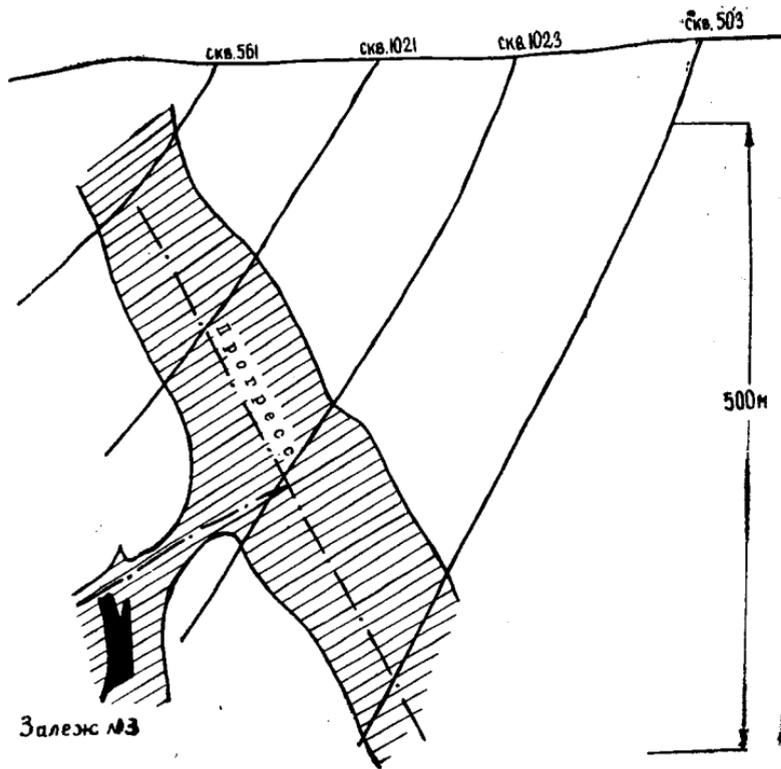
Сравнение распределения элементов в ореолах по падению зоны «Прогресс» проводилось по двум разрезам (33 и 147), отстоящим друг от друга на несколько километров. Это, в свою очередь, давало возможность получить некоторое представление и об изменчивости концентраций элементов по простиранию самой зоны.

В пределах разреза 33 зона «Прогресс» вскрывается рядом скважин на глубину более 500 м и характеризуется близостью рудного тела 3. Величина показателя зональности на всем протяжении зоны по падению не превышает первых единиц и лишь в месте сопряжения ее с рудоограничивающим залежь 3 дизъюнктивом (скв. 1023) его величина возрастает до $n \cdot 10^3$ (фиг. 3). Увеличение показателя зональности, так же как и его падение, происходит достаточно резко (приблизительно на 50-метровом интервале).

В отличие от разреза 33, профиль 147 проходит далеко от известных рудных тел и вскрывает зону «Прогресс» скважинами на глубину около 400 м (фиг. 4). Тем не менее, постоянство величины показателя зональности (первые единицы) в контуре ореолов, развитых вдоль зоны, свидетельствует об отсутствии зональности в их строении. Интересно, что и величина концентраций элементов-индикаторов в пределах разрезов 33 и 147 практически остается неизменной. Это, в свою очередь, указывает на отсутствие горизонтальной зональности ореолов, развитых в пределах зоны «Прогресс». Учитывая все изложенные выше факты, можно с уверенностью говорить о принадлежности зоны «Прогресс» к ЗРМ.

Глубочанский разлом не является дизъюнктивом глубокого заложения и тем более древним, долгоживущим. Тем не менее, всеми доступными в настоящее время способами (подземные выработки, скважины по многочисленным профилям и т. д.) не установлено присутствия в нем промышленного оруденения; вдоль разлома интенсивно развиты эндогенные ореолы комплекса элементов, аналогичные зоне «Прогресс».

Зона Глубочанского разлома была опробована в преде-



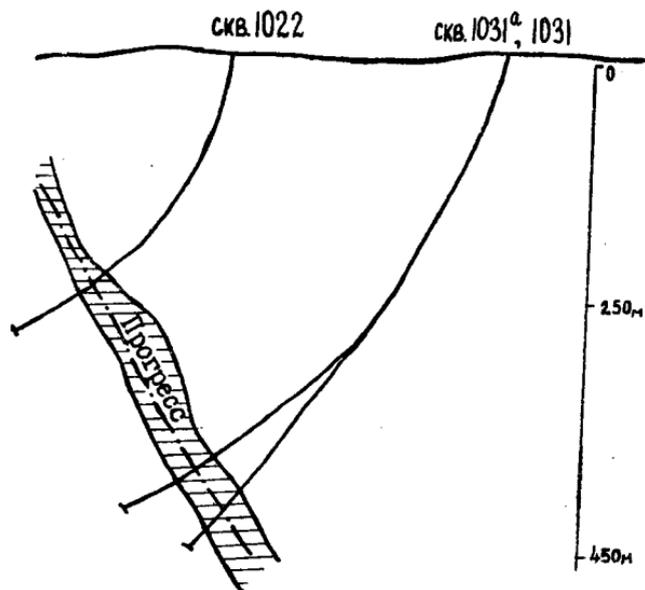
Фиг. 3. Развитие эндогенного ореола по зоне «Прогресс» (разрез 33) и сопряженному рудоконтролирующему нарушению

На графиках показаны изменения коэффициента зональности по скважинам в контуре ореола (от висячего к лежащему боку).

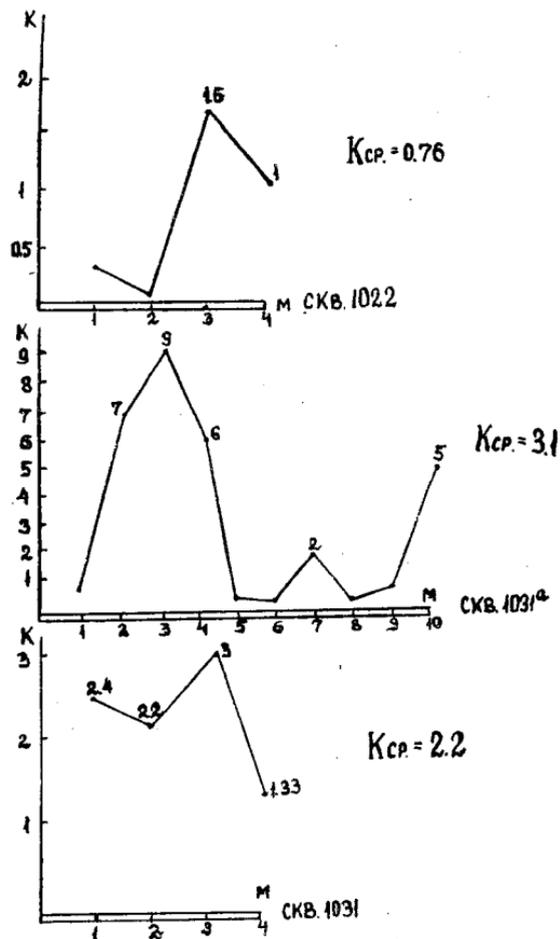
К — среднее значение коэффициента зональности по скважине.

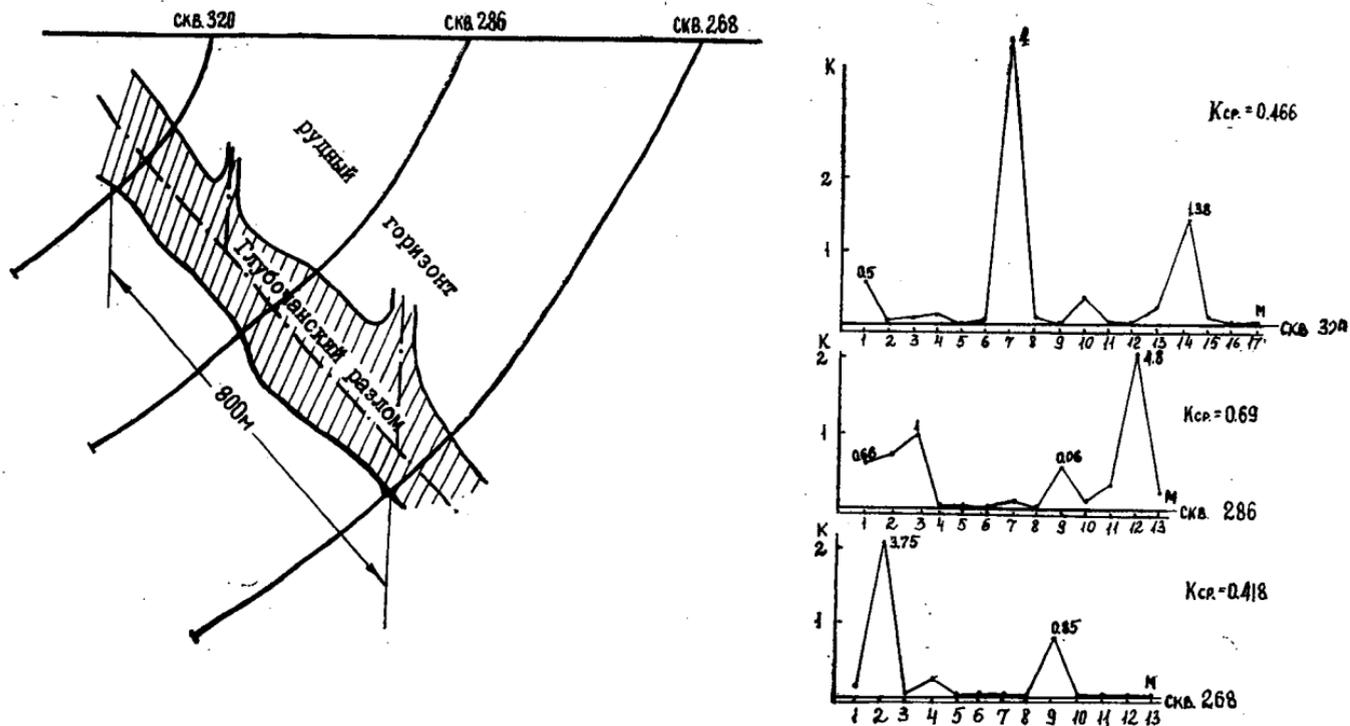
лах разрезов I—I (фиг. 5) и 22 (фиг. 6) на глубину более 800 м по падению. Расстояние между разрезами составляет около 2 км, что так же, как и для зоны «Прогресс», дает возможность грубо охарактеризовать горизонтальную зональность эндогенных ореолов, развитых по простиранию этой зоны.

В пределах разреза I—I величина коэффициента зональности по мощности и по падению зоны практически не превышает 1, зачастую гораздо ниже единицы ($n \cdot 10^{-1}$). Как видно, не устанавливается сколько-нибудь заметной дифференциации элементного состава ореолов, развитых по восстанию разлома. Аналогичная картина наблюдается и в пределах разреза 22, хотя здесь величина коэффициента зональности практически всегда больше 1 ($n \cdot 10$). Таким образом, горизонтальная зональность по простиранию Глубочанского разлома существует, хотя проявлена она достаточно слабо и выражается в некотором увеличении коэффициента зональности (от $n \cdot 10^{-1}$ до n) в юго-восточном направлении. Распределение полей максимальных концентраций в ореольном пространстве ряда элементов в пределах всего Белоусовского складчатого сооружения дало возможность установить, что Глубочанский разлом является своего рода эпицентром зональности ореолов, по мере удаления от которого происходит последовательная смена состава последних, начиная с преобладания в них элементов левой части ряда, вплоть до преобладания элементов правой части (вблизи зоны «Прогресс»). Аналогичная изменчивость состава ореолов устанавливается и в направлении воздымания всего Белоусовского складчатого сооружения с северо-запада на юго-восток (от разреза I—I к 22), что косвенно нашло свое отражение на отмеченном выше незначительном изменении показателя зональности по простиранию Глубочанского разлома. Отсутствие же изменения показателя зональности по падению разлома явно может указывать о принадлежности последнего к зонам с рассеянной рудной минерализацией (ЗРМ). К аналогичным образованиям можно отнести и Гребенюшинскую зону (фиг. 7). Несмотря на мощное (более 100 м) аномальное поле,



Фиг. 4. Развитие эндогенного ореола по зоне «Прогресс» (разрез 147)
Условные обозначения см. фиг. 3



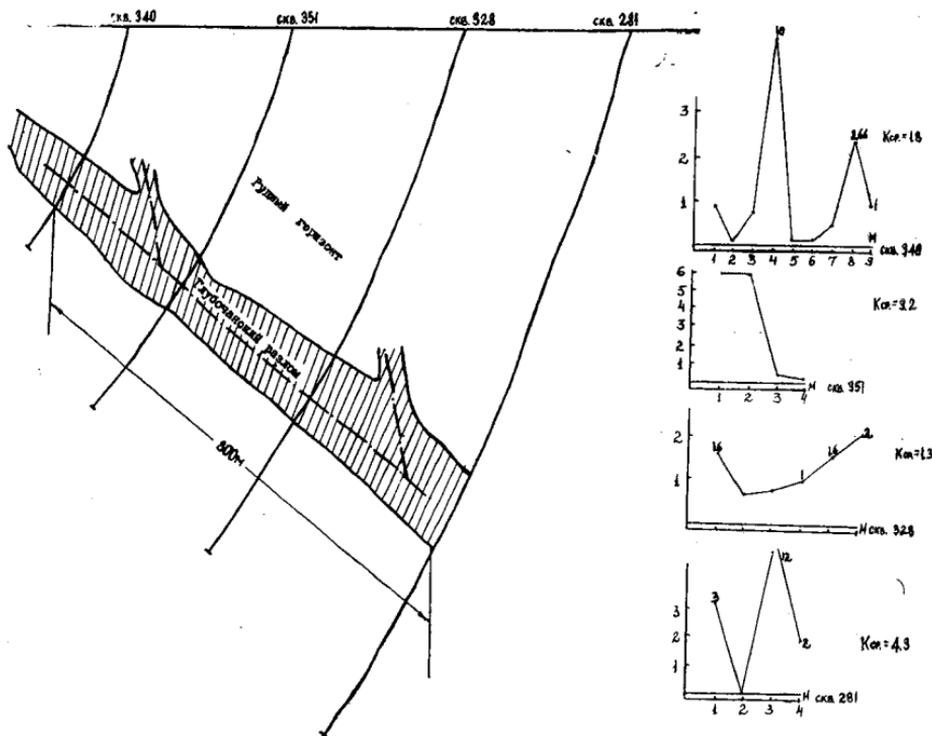


Фиг. 5. Развитие эндогенного ореола по зоне Глубочанского разлома (разрез I—I)

Условные обозначения см. фиг. 3

следующее вдоль этой зоны, величина коэффициента зональности на всем его протяжении не превышает $n \cdot 10^{-1}$. Отрицательная оценка этой зоны подтверждается и рядом геологических факторов.

Особый интерес представляют ограничивающие рудные тела по падению и востанию крутопадающие зоны, сопрягаю-

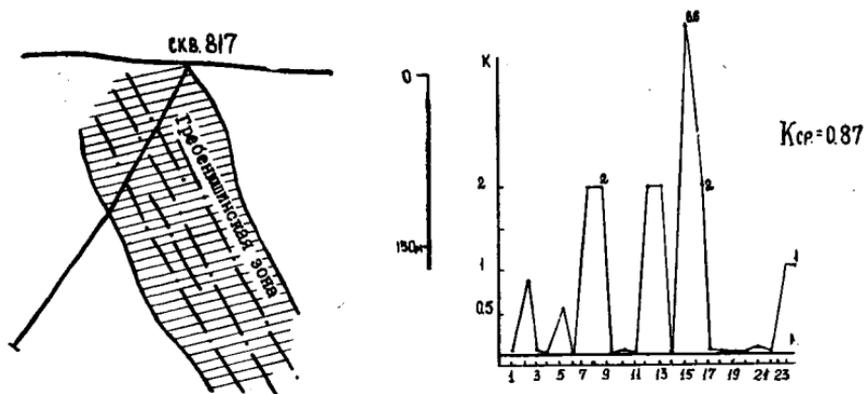


Фиг. 6. Развитие эндогенного ореола по зоне Глубочанского разлома (разрез 22)

Условные обозначения см. фиг. 3

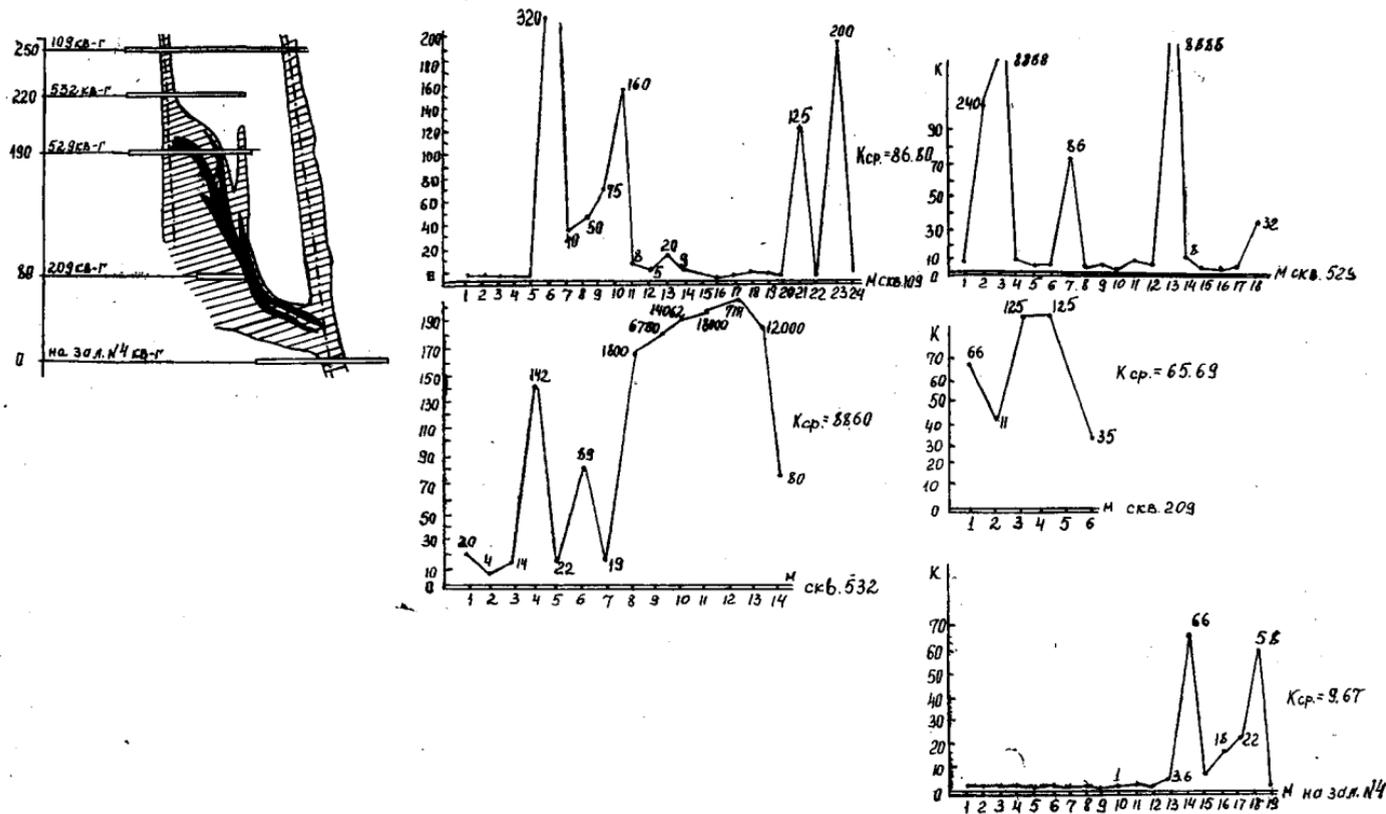
щиеся как с Глубочанским разломом (юго-восточная часть месторождения), так и с зоной «Прогресс» (на северо-западе, см. фиг. 2). Эти крутопадающие зоны на месторождении изучались в пределах разреза 22, главным образом по горным выработкам, вскрывающим ореолы, развитые непосредственно над верхней выклинкой рудного тела 5, со стороны лежащего бока центральной части залежи (ореолы здесь развиты лишь со стороны лежащего бока) и под нижним вы-

клиниванием рудного тела (фиг. 8). Интересно, что квершлаг 109 вскрывает одновременно две зоны: 1) ограничивающую рудное тело вверх по его восстанию (в 50 м выше) и 2) ограничивающую вниз по падению рудное тело (в 200—250 м выше залежи). Обращает на себя внимание постоянство величины показателя зональности, вычисленный по ореолам вдоль обеих отмеченных зон и меняющийся от $p \cdot 10$ до $p \cdot 10^2$. Эта величина резко возрастает (до $p \cdot 10^4$) по мере приближения к рудному телу (квершлаг 532). Показатель зо-



Фиг. 7. Развитие эндогенного ореола по Гребенушенской зоне
Условные обозначения см. фиг. 3

нальности, характеризующий ореол лежащего бока центральной части рудного тела, изменяется в пределах от $p \cdot 10$ до $p \cdot 10^2$ и практически не превышает 1 в подрудной части вниз по падению рудного тела (квершлаг на залежь 4). Здесь лишь в месте пересечения рудоограничивающего нарушения горной выработкой, расположенной в 20 м ниже рудного тела, показатель зональности возрастает до $p \cdot 10$. Эта же зона вскрыта и в верхней ее части квершлагом 109 (фиг. 8), на основании чего можно утверждать, что, по крайней мере, на расстоянии 250 м от рудных тел в рудоограничивающих разломах величина мультипликативного отношения находится на уровне $p \cdot 10^2$ и лишь в подрудной части вблизи залежи снижается до $p \cdot 10$. Аналогичные значения показателя зональности фиксируются и в участках сопряжения рудоограничивающих структур с зонами типа «Прогресс», как это уже отмечалось выше в пределах разреза 33 (см. фиг. 3). Но в отличие от рудоограничивающих структур, в дизъюнктивах типа «Про-



Фиг. 8. Развитие эндогенного ореола в области локализации рудного тела 5, вскрытого квершлагами
Условные обозначения см. фиг. 3

гресс» показатель зональности быстро падает (на протяжении 50 м).

Таким образом, хотя сами рудограничивающие зоны и не содержат рудных тел, но расположение их в непосредственном контакте с последними предопределило наличие заметной дифференциации элементного состава ореолов, развитых вдоль этих зон, а также выдержанность на значительном интервале (не менее 250 м) повышенного коэффициента зональности, что и является их главной отличительной чертой от истинных зон с рассеянной рудной минерализацией (тип Глубочанского разлома, зоны «Прогресс», Гребенюшинской зоны).

На основании всего изложенного материала можно сделать следующие основные выводы.

1. В пределах Прииртышья зоны с рассеянной рудной минерализацией (будь то рудоподводящие типа Глубочанской или рудозкранирующие типа «Прогресс») характеризуются крайне низкими отношениями мультипликативных ореолов надрудного (Pb·Zn·Ag) комплекса элементов к подрудному (Cu·Co·Mo), не превышающими обычно первых единиц.

2. Эндогенные ореолы, следующие вдоль тектонических зон, непосредственно контролирующих положение рудных тел (типа крутопадающих разрывов), характеризуются высокими ($n \cdot 10$ — $n \cdot 10^2$) отношениями мультипликативных показателей отмеченного выше комплекса, причем эти отношения фиксируются в пределах зон по крайней мере на расстоянии не менее 250 м от рудных тел, постепенно увеличиваясь до $n \cdot 10^3$ в 30—50 м от руды.

3. Появление на коротком интервале высоких ($n \cdot 10^2$ и выше) мультипликативных отношений в зонах с рассеянной рудной минерализацией может указывать на возможность сопряжения такой зоны в данном участке с рудограничивающей структурой. Определение местоположения последней может в значительной степени локализовать поиски скрытого оруденения.

ЛИТЕРАТУРА

Баранов Э. Н. Геохимические поиски скрытых колчеданных месторождений по эндогенным ореолам. В сб. «Геохимические методы поисков скрытого медноколчеданного оруденения». Научные собрания ИМГРЭ, вып. 7, Москва, 1971, стр. 3—49.

Вольфсон Ф. И. Вопросы структуры Прииртышских месторождений на Алтае.— Изв. АН СССР, сер. геол., 1946, № 12.

Гармаш А. А., Рубо Г. Л., Курбанова Н. З. Минералого-геохимические особенности руд и первичных ореолов «глубочанских» залежей Белоусовского месторождения (Рудный Алтай). В сб. «Геология и геохимия некоторых рудных месторождений», Изд-во «Наука», 1970, стр. 90—123.

Гармаш А. А., Стучевский Н. И., Рубо Г. Л., Кондратьев А. И., Дубов В. Г. Структурные условия локализации, морфология и внутреннее строение лентовидных залежей Белоусовского месторождения (Рудный Алтай).— Изв. АН СССР, сер. геол., 1970, № 12, стр. 32—45.

Григорян С. В., Федотова Г. Э., Дегтярев В. С. Геохимические поиски слепого полиметаллического оруденения в Курусайском рудном поле. В кн. «Геохимические методы при поисках и разведке рудных месторождений», вып. 1, изд. ИМГРЭ, 1969.

Григорян С. В., Оганесян Р. Г. Геохимические критерии разбраковки зон с рассеянной рудной минерализацией. В сб. «Критерии интерпретаций геохимических аномалий», изд. ИМГРЭ, 1973.

Григорян С. В. Первичные геохимические ореолы при поисках и разведке гидротермальных месторождений.— Сов. геология, 1973, № 1.

Иванкин П. Ф., Иншин П. В., Кузейный В. С. Рудные формации Рудного Алтая, Алма-Ата, 1961.

Любецкий В. Н. Субширотные разломы Иртыш-Зайсанской системы по геофизическим данным — Изв. вузов. Геология и разведка, 1965, № 7.

Овчинников Л. Н., Григорян С. В. Закономерности состава и строения первичных геохимических ореолов сульфидных месторождений. В сб. «Научные основы геохимических методов поисков глубоководных рудных месторождений. Симпозиум часть I — Доклады. Иркутск, 1970.

ОПЫТ ОЦЕНКИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ЗОНАМИ РАССЕЯННОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

В практике использования первичных ореолов для поисков и при составлении прогнозных карт одной из главнейших задач, чрезвычайно сложной, но безотлагательной, является отличие первичных ореолов рудных тел от геохимических аномалий, обусловленных зонами рассеянной минерализации, которые не представляют практического интереса. Ниже рассматриваются первые результаты исследований по этой теме в условиях северо-западной части Рудного Алтая.

Основными объектами поисков в этом районе являются полиметаллические месторождения, поэтому изучались геохимические аномалии, связанные с данным оруденением. Коренные породы опробовались методом пунктирной борозды по общепринятой методике (Янишевский и др., 1963). Пробы анализировались в лаборатории Геохимической экспедиции ЦГТ МГ РСФСР на спектрографах ДФС-8 и ДФС-13 методом просыпки (аналитики: К. И. Ларина, А. А. Рабцун, Н. И. Грунская). Качество полевых и лабораторных работ удовлетворительное.

Для сравнения было выбрано 6 аномалий, три из них связаны с полиметаллическими рудными телами, остальные — с рассеянной сульфидной минерализацией свинца, цинка и меди.

В качестве основного критерия отличия рассматриваемых объектов был выбран показатель зональности, представляющий собой отношение произведений содержаний групп элементов: свинец·цинк·серебро/медь·кобальт·молибден. Этот показатель (мультипликативный коэффициент зональности) вычислялся как для аномалии или ореола в целом, так и для каждой точки опробования. Выбор групп элементов основывался на данных опытно-методических работ и данных других

исследователей (Баранов и др., 1972; Овчинников, Григорян, 1971).

В таблице приводятся значения показателей зональности для всех изученных объектов, а также некоторых полиметаллических месторождений и рудопроявлений района.

Т а б л и ц а

Значения показателей зональности

Объекты и уровень ореола	Среднее содержание в п.10 ⁻³ %						Pb·Zn·Ag
	Pb	Zn	Ag	Cu	Co	Mo	Cu·Co·Mo

Геохимические аномалии,
обусловленные зонами рассеянной минерализации

Леонтьевская	5	25	0,01	8	1,3	0,6	2·10 ⁻¹
Ивочкин Ключ	4,5	20	0,02	7	2,8	0,25	3·10 ⁻¹
Ферма	5	20	0,01	8	3,4	0,2	2·10 ⁻¹

Участки, первичные ореолы

Петровский, над-рудный	12	100	0,1	5	1	0,04	6·10 ²
Белоглинский, верхнерудный	20	800	0,2	20	1,2	0,5	2,6·10 ²
Леонтьевский, рудный	52	52	0,02	7	1,9	0,09	4,5·10 ²
Семеновское месторождение, всячий бок	11	230	0,04	3	0,5	0,1	6,7·10 ²
Аргунихинское рудопроявление							
Надрудный	10	90	0,1	2	0,3	0,3	5·10 ²
Подрудный	1,6	16	0,006	1,3	3	0,4	9·10 ⁻³
Петровское баритполиметаллическое*							
Надрудный	506,5	1268	0,54	81,4	2,16	3,04	6,6·10 ²
Рудный	1690	3183	1,6	114	2,5	1,4	2,1·10 ⁴
Подрудный	8,9	42	0,03	47	2,8	0,38	1,1·10 ⁻¹

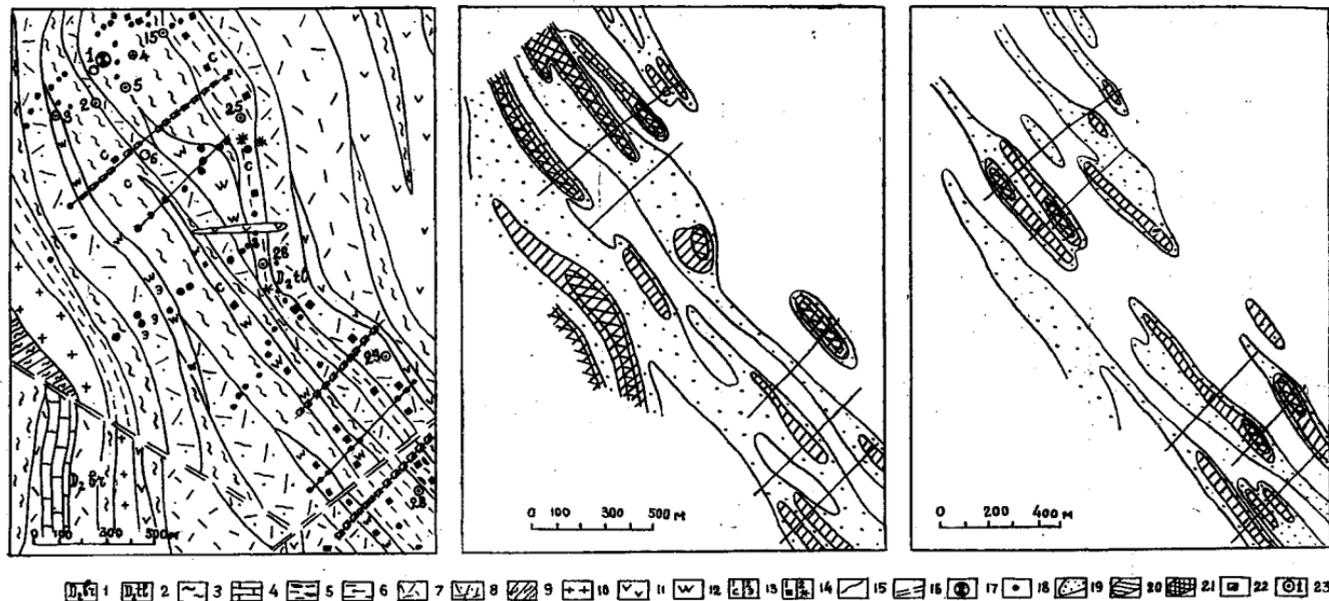
* Данные о средних содержаниях заимствованы у А. А. Головина.

Ниже кратко излагаются результаты оценки и сравнения геохимических аномалий, обусловленных рассеянной сульфидной минерализацией, и первичных ореолов, включающих рудные тела.

Геологическая карта
(составлена с использованием материалов Аргунинской партии)

$Rb \times Zn \times Ag$

$Cu \times Co \times Mo$



Фиг. 1. Результаты поисковых работ на Леонтьевском участке

Свиты: 1—березовская; 2—таловская; 3—алевролиты, песчаники, кремнистые породы; 4—известково-глинистые сланцы; 5—кварцево-биотито-хлоритовые породы; 6—кварцево-хлорито-сернитовые породы; 7—фельзиты, фельзит-порфиры; 8—туфы кислого состава; 9—метаморфические сланцы; 10—кварцевые альбитофиры; 11—диабазы; 12—кварциты; 13—серцитизация (1), эпидотизация (2); 14—сульфидная минерализация (1), охры (2); 15—геологические границы; 16—разломы; 17—Леонтьевское рудопоявление; 18—точки отбора проб из коренных пород. Нормированные по фону значения произведений содержаний химических элементов — $Rb \times Zn \times Ag$ (а) и $Cu \times Co \times Mo$ (б); 19—а) 15—65 (Сф ϵ^1 —Сф ϵ^3) 10—30 (Сф ϵ^1 —Сф ϵ^3) 20—а) 65—260 (Сф ϵ^3 —Сф ϵ^8), б) 30—100 (Сф ϵ^3 —Сф ϵ^7); 21—а) >260 (>Сф ϵ^8), б) >100 (>Сф ϵ^7), 22—шурфы; 23—структурно-поисковые скважины

Юго-восточный фланг Леонтьевского рудопроявления, где оконтурирована геохимическая аномалия (фиг. 1), сложен продуктивными толщами березовской и таловской свит среднего девона, которые разбиты на блоки разломами различного направления. Для участка характерно широкое развитие процессов рассланцевания, окварцевания, пиритизации и обеления пород, с которыми пространственно совпадают контуры геохимических аномалий всех основных элементов-индикаторов полиметаллического оруденения с содержаниями в % (максимальными для пород): свинца 0,15, цинка 0,25, меди 0,025, серебра 0,00006, молибдена 0,002, мышьяка 0,03, висмута 0,0003, кадмия 0,002. Размеры аномалии более $2,4 \times 0,6$ км. Величина показателя зональности для северо-западной части аномалии составляет $2 \cdot 10^1$, центральной — $4,7 \cdot 10^1$ и юго-восточной — $1 \cdot 10^1$, что соответствует рудному срезу первичного ореола Леонтьевского рудопроявления ($4,5 \cdot 10^1$).

Полиметаллические рудные тела небольших размеров (одно эродированное и два «слепых») установлены лишь двумя скважинами (2 и 4) в северо-западной части рассматриваемой площади, а на остальной территории как с поверхности, так и на глубине встречена лишь рассеянная сульфидная минерализация свинца, цинка и меди.

Обращает на себя внимание характер геохимической аномалии. На участке Леонтьевского рудопроявления, где вскрыты упомянутые рудные тела, развиты первичные ореолы всех основных элементов-индикаторов полиметаллического оруденения. Однако, элементы верхнерудных и надрудных сечений ореолов (свинец, цинк, серебро) здесь резко преобладают над элементами подрудных сечений (медь, кобальт, молибден). К юго-востоку от рудопроявления на площади развития зоны рассеянной минерализации установлены геохимические аномалии также обеих групп элементов, но совпадающие в пространстве при примерно одинаковых размерах и контрастности (фиг. 1).

На участке Ивочкин Ключ (фиг. 2) также выявлена геохимическая аномалия всех основных элементов-индикаторов. Площадь аномалии сложена продуктивными интенсивно-рассланцованными обеленными и окварцованными эффузивно-осадочными образованиями среднего девона. Как и в предыдущем случае, для аномалии характерно наличие ряда обособленных центров с относительно высокими содержаниями элементов. Величина показателя зональности для аномалии изменяется от $1,2 \cdot 10^{-1}$ до $8 \cdot 10^{-2}$ и в целом равна $3 \cdot 10^{-1}$, что

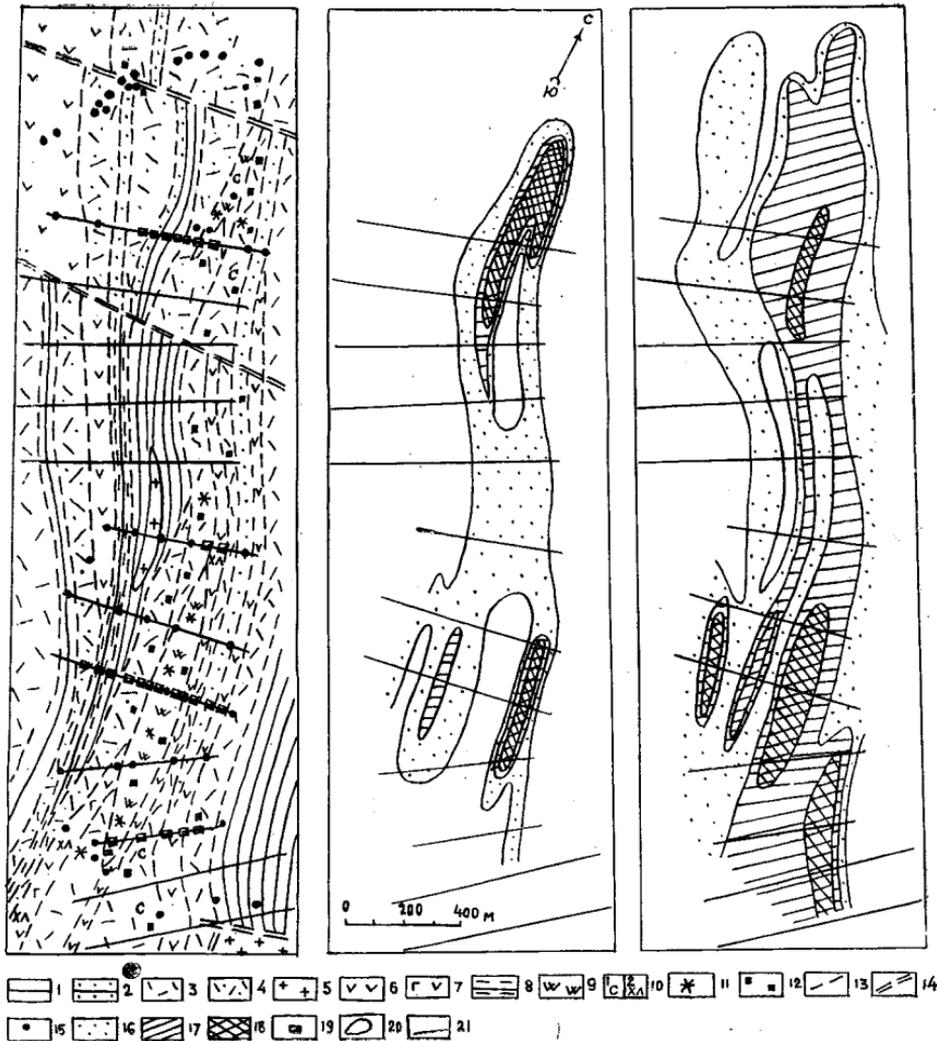
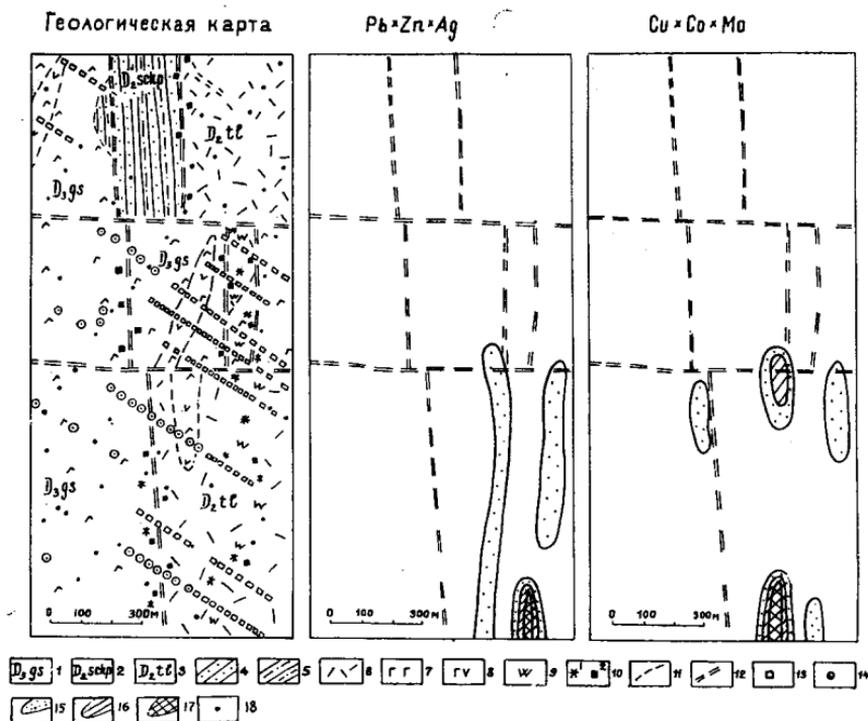


Fig. 2. Results of search works on the Ivochkin Kluch area

1—алевролиты; 2—песчаники; 3—фельзиты; 4—туфы кислого состава; 5—кварцевые порфиры; 6—диабазы; 7—габбро-диабазы; 8—кварцево-хлорито-серицитовые сланцы; 9—кварциты; 10—серицитизация (1), хлоритизация (2); 11—охры; 12—сульфидная минерализация; 13—геологические границы; 14—разломы; 15—точки отбора проб из коренных пород; 16—18—нормированные значения произведений содержаний химических элементов (см. условные обозначения на фиг. 1); 19—шурфы; 20—контуры мультипикативных ореолов; 21—профили детального геохимического опробования рыхлых образований

соответствует подрудным срезам ореолов Петровского месторождения, Аргунихинского и Леонтьевского рудопроявлений (см. таблицу).

Третья геохимическая аномалия приурочена также к гидротермально измененным эффузивно-осадочным отложениям среднего девона (фиг. 3). Аномалия была выявлена литохимической съемкой по вторичным ореолам масштаба 1:50000. Максимальные содержания равнялись в % :свинца, 0,03, цинка 0,08, меди 0,025, серебра 0,00008, висмута 0,0002, кобальта 0,004, молибдена 0,0004. При детальном изучении было установлено, что она состоит из отдельных аномалий небольших

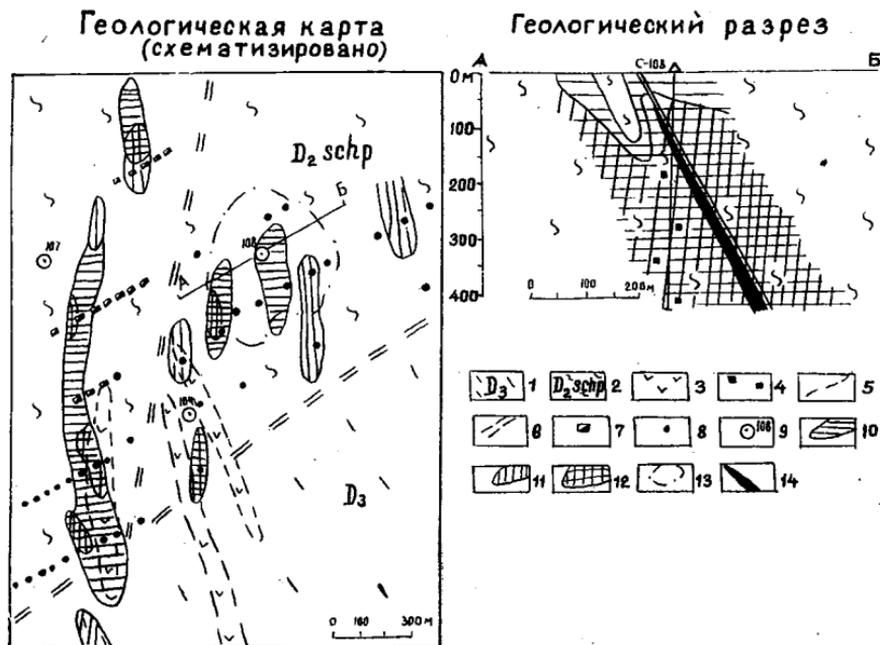


Фиг. 3. Результаты поисковых работ на участке Ферма

Свиты: 1—гусинская, 2—шпиуновская, 3—таловская; 4—песчаники; 5—алевролиты; 6—лавы кислого состава; 7—габбро; 8—габбро-диабазы; 9—кварциты; 10—охры (1), сульфидная минерализация (2); 11—геологические границы; 12—разломы; 13—шурфы; 14—скважины УПБ-25; 15—17—нормированные значения произведений содержаний химических элементов (см. условные обозначения на фиг. 1); 18—точки геохимического опробования коренных пород

размеров. Показатели зональности для них изменяются от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^1$, что отвечает подрудным и нижнерудным уровням первичных ореолов рудопроявлений района.

В отличие от рассмотренных аномалий, изученные первичные ореолы, содержащие рудные тела, характеризуются зональным строением и повышенной величиной показателя зо-



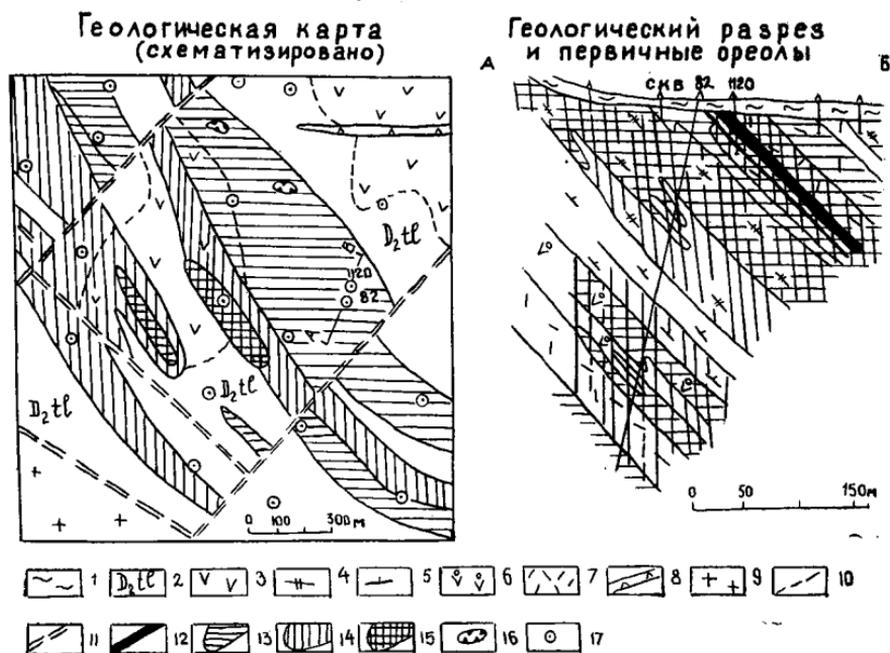
Фиг. 4. Результаты поисковых работ на Петровском участке

1—верхний девон, песчаники и алевролиты; 2—средний девон, шипуновская свита, диабазовые порфириды, алевролиты, песчаники; 3—диабазы; 4—сульфидная минерализация; 5—геологические границы; 6—разломы; 7—шурфы; 8—картировочные скважины; 9—поисково-структурные скважины, вскрывшие полиметаллическое оруденение, и их номера. Первичные ореолы; 10—свинца+цинка+серебра, 11—меди+кобальта+молибдена+висмута 12—свинца+цинка+серебра+меди+кобальта+молибдена+висмута, 13—изолинии $\epsilon(t)/g$ в мкв/а на 6 м·сек; 14—полиметаллическая руда

нальности на уровне рудного и надрудного среза $n \cdot 10^1$ — $n \cdot 10^2$ и более. Аналогичными параметрами обладает первичный ореол на Леонтьевском рудопроявлении (см. таблицу). Первичные и вторичные ореолы на Петровском участке (фиг. 4) отличаются контрастностью и дифференциацией в пространстве всех основных элементов-индикаторов полиметаллического

оруденения, что иллюстрируется изменением значения показателя зональности от $p \cdot 10^2$ до $p \cdot 10^4$. О перспективности аномалий свидетельствуют и результаты электроразведочных работ, проведенных на данной площади. Здесь установлены аномалии метода переходных процессов, вызванной поляризации и естественного электрического поля. Рудная природа этих аномалий доказана тремя скважинами, пробуренными Рудно-Алтайской экспедицией, которые вскрыли полиметаллическое оруденение с промышленными содержаниями свинца, цинка и меди. Детальное изучение участка будет продолжено в 1975 году глубокими скважинами.

Участок выработанного Белоглинского месторождения (фиг. 5) изучался с поверхности и на глубину многими ис-



Фиг. 5. Результаты поисковых работ на Белоглинском участке
 1—делювиальные щелнистые суглинки; 2—средний девон, таловская свита, лавы, лавобрекчии и туфы кислого и основного состава; 3—диабазы; 4—лавы кислого состава; 5—туфы кислого состава; 6—миндалекаменные диабазовые порфириды; 7—лавы кислого состава; 8—диоритовые порфириды; 9—граниты; 10—геологические границы; 11—разломы; 12—полиметаллические рудные тела. Первичные ореолы: 13—свинца+цинка+серебра, 14—меди+кобальта+молибдена, 15—свинца+цинка+серебра+меди+кобальта+молибдена, 16—карьеры Белоглинского месторождения; 17—поисковые скважины.

ледователями. Новых рудных тел не было встречено и перспективы участка оценивались отрицательно.

Геохимическим опробованием рыхлых и коренных пород на участке выявлены вторичные и первичные ореолы всех основных элементов-индикаторов полиметаллического оруденения. Ореолы имеют четкую горизонтальную и вертикальную зональность. Анализ морфологических особенностей первичных ореолов позволил сделать вывод о продолжении и склонении рудной зоны к юго-востоку. Большинство пробуренных ранее поисковых скважин расположены в лежащем боку зоны, а скважины со стороны висячего бока недобурены. Одна скважина (1120), заданная нами для проверки первичного ореола, на глубине 11—43 м вскрыла рудную зону мощностью 32 м с двумя промышленными интервалами. Величина показателя зональности в висячем боку зоны достигает $7 \cdot 10^6$. В целом для ореола, по данным опробования поверхности, она составляет $2,6 \cdot 10^2$, но по падению и простираанию зона пока не прослежена.

Рассмотренные результаты и данные, приведенные в таблице и на фиг. 1—5, позволяют сделать следующие выводы.

1. Первичные ореолы полиметаллических рудных тел и геохимические аномалии, обусловленные зонами рассеянной сульфидной минерализации свинца, цинка и меди, имеют сходный элементный состав.

2. В отличие от первичных ореолов, содержащих рудные тела, в геохимических аномалиях, обусловленных зонами рассеянной минерализации, не наблюдается четкой дифференциации элементов в пространстве, то есть зональность отсутствует.

3. Показатель зональности свинец·цинк·серебро/медь·кобальт·молибден для аномалий, обусловленных зонами рассеянной минерализации, отвечает рудному, нижнерудному или подрудному уровню оруденения. Примечательным является то, что ни в одной точке опробования изученных зон рассеянной минерализации показатель зональности не соответствовал надрудному уровню ореолов, то есть не превышал значений $n \cdot 10^1$.

4. Коэффициент зональности для изученных первичных ореолов и ореолов известных промышленных месторождений являются величинами одного и того же порядка.

ЛИТЕРАТУРА

Баранов Э. Н., Голод А. И., Лазарев В. Н. и др. Основные результаты разработки методики литохимических поисков скрытых колчеданных месторождений. В сб. «Литохимические методы при поисках скрытого оруденения». Изд. ИМГРЭ, М., 1972.

Григорян С. В., Резников И. Н. О некоторых актуальных вопросах изучения и практического использования первичных ореолов. Там же.

Овчинников Л. Н., Григорян С. В. Еще раз о вертикальной зональности первичных геохимических ореолов. В сб. «Научные основы геохимических методов поисков глубокозалегающих рудных месторождений». Иркутск, 1971.

Янишевский Е. М., Григорян С. В., Баранов Э. Н., Вертепов Г. И., Каблуков А. Д. Эндогенные ореолы рассеяния некоторых гидротермальных месторождений. Госгеолтехиздат, 1963.

К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ АККУМУЛЯЦИЙ РУДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ПРИУРОЧЕННЫХ К УЧАСТКАМ РАЗВИТИЯ ГИПЕРГЕННЫХ МИНЕРАЛОВ-НОВООБРАЗОВАНИЙ

Изучение характера распределения химических элементов в зоне гипергенеза представляет большой интерес при решении многих задач поисковой геохимии. Знание законов миграции и аккумуляции химических элементов позволяет определить условия формирования осадков, тип миграции химических элементов, правильно выбрать величину уровня нижнего аномального значения и т. д.

В зоне гипергенеза формы нахождения химических элементов различны, однако наиболее часто они находятся в рассеянном состоянии. В результате процессов эрозии и денудации горные породы и минералы разрушаются, а составляющие их химические элементы мигрируют в виде истинных и коллоидных растворов, выпадая в осадок на геохимических барьерах. При накоплении химических элементов на геохимических барьерах и последующем диагенезе происходит формирование пород, руд гипергенных минералов-новообразований.

Гипергенные минералы-новообразования имеют специфичную структуру и текстуру (колломорфные, натечные землистые, прозевидные формы) и ярко выраженные свойства сорбента. Так, осадки водных окислов марганца (группа псиломелан—вад) являются прекрасными адсорбентами. Для группы лимонита характерно накопление фосфора, мышьяка, ванадия и других элементов (фосфора до 2—3%, мышьяка, ванадия—0,0 п%).

На территории Северного Казахстана в мезо-кайнозойском чехле рыхлых образований широким развитием пользуются гипергенные минералы-новообразования: вад, псиломелан, пиролюзит, пирит, лимонит, тетит, гидрогетит, опал, гиалит,

халцедон, гипс, ярозит, мирабилит, тенардит, аллофан, кальцит, доломит, арагонит. Формирование перечисленных минералов происходило в условиях как аридного, так и гумидного климата, в тесной взаимосвязи с фациально-литологическими особенностями вмещающей среды, динамикой и химизмом природных вод, а их состав является показателем обстановки, в которой происходило формирование осадков. На территории Северного Казахстана гипергенные минералы-новообразования присутствуют во всех стратиграфических горизонтах и генетических типах рыхлых отложений. В древней (триас-юрской) коре выветривания широко распространены марганцовистые и железистые, реже — кремнистые и сульфатные новообразования; в песчано-глинистых отложениях верхнего олигоцена железистые, кремнистые, редко карбонатные; в глинистых осадках миоцена очень широко развиты железистые и марганцовистые (до 10—15% от общего количества материала), меньше карбонатные и кремнистые; в четвертичных озерно-болотных и делювиально-пролювиальных образованиях — карбонатные, железистые, марганцевистые, в меньшей степени — сульфатные и кремнистые. Гипергенные минералы фиксируются по всей мощности чехла осадочных пород, причем какой-либо зависимости в их распределении в осадках от мощности последних не наблюдается.

Типичными формами выделения гипергенных минералов-новообразований являются корочки, пленки, прожилки, бобовины, желваки, конкреции и другие рыхлые, натечные и землистые формы. Благодаря большой пористости, наличию в решетке избыточного заряда, они обладают свойствами сорбентов и природных ионитов. Способность гипергенных минералов-новообразований поглощать из природных вод ионы и катионы приводит к накоплению на них значительных количеств химических элементов (таблица). Как видно из таблицы, содержание урана, молибдена, свинца, меди, цинка в минералах-новообразованиях значительно превосходит местный геохимический фон рыхлых отложений, иногда в несколько десятков раз. Коэффициент концентрации урана в минералах-новообразованиях кайнозойских осадков, как правило, не превышает десяти единиц и резко увеличивается в коре выветривания (гидрогетите, псиломелане, тиролозите и др.). Увеличение коэффициентов концентрации в вертикальном разрезе при выветривании отмечается также для молибдена и свинца.

Среднегеометрическое содержание \bar{c} (п. 10⁻⁴%)
и коэффициенты концентрации (К) химических элементов
в минералах-новообразованиях района

Минерал-новообразование	Возраст и генезис вмещающих пород	Вмещающая порода	Количество проб	Уран		Молибден		Свинец		Медь		Цинк	
				\bar{c}	к'	\bar{c}	к	\bar{c}	к	\bar{c}	к	\bar{c}	к
Опал	T ₂ —J _{3el}	Пестроцветная глинистая кора выветривания	17	32	15,2	10	14	—	—	—	—	150	8
Аллофан	»	»	15	64	30,5	—	—	100	25	9,7	4,9	220	10
Пирит	Q ₃ lim	Карбонатные суглинки	40	96	4,6	—	—	800	20	144	5,2	—	—
»	Pg ₃ ³ lim	Бескарбонатные глины	12	36	7,2	15	5	20	1	8,1	2	150	3
Гидрогетит	Q _{4d1} —pr	Карбонатные глины	40	16	7,6	25	25	280	27	8,1	2	120	1,2
»	Q ₃ lim	Гумусированные глины	18	6	1,5	24	22	220	5,6	8,5	2,5	250	5
»	N ₁ ²⁻³ lim	Карбонатные красноцветные глины	20	8	1,3	25	13	550	25	8,3	3,0	150	3,5
»	N ₁ ¹⁻² lim	Зеленоцветные глины	16	5	1,3	20	6	280	15	8,2	4,3	120	4
»	Pg ₃ ³ m	Бескарбонатные кварц-полевошпатовые пески	10	18	3,6	15	5	180	5	8,1	4,0	200	3
Гидрогетит	T ₂ —J _{3el}	Кора выветривания	8	180	90	11,5	12,7	5	1,1	28,5	1,4	90	1,5

Минерал-новообразование	Возраст и генезис вмещающих пород	Вмещающая порода	Количество проб	Уран		Молибден		Свинец		Медь		Цинк	
				с̃	к'	с̃	к	с̃	к	с̃	к	с̃	к
Псилоделан, вад, пиролюзит	Q ₄ dl—pr	Карбонатные глины и лесовидные суглинки	30	3,9	1,8	30	30	110	9,1	8,7	4,4	120	2
»	Q ₃ dl—pr	Карбонатные глины	40	4,2	20	90	45	110	3	8,3	2,1	210	4
»	Q ₃ lim	Карбонатные сероцветные глины	10	4	2	—	—	40	100	—	—	160	3
»	Q ₃ lim dl—pr	Бескарбонатные песчано-глинистые отложения	10	—	—	15	10	40	2,2	8,2	2,1	110	2
»	N ₁ ²⁻³ lim	Карбонатные красноцветные глины	10	7,2	1,2	—	—	—	—	8,1	2,9	—	—
»	N ₁ ¹⁻² lim	Зеленоцветные глины	18	7,8	2	10	3	250	30	8,5	4,5	200	3
»	T ₂ —J ₃ el	Пестроцветная глинистая кора выветривания	7	35	167	10	10	—	—	8	5,2	—	—
Доломит	Q ₄ dl—pr	Карбонатные глины	20	10	5	12	13	150	3	8	2	315	6
»	Q ₃ lim	Карбонатные сероцветные глины	30	5	24	—	—	100	125	—	—	—	—

Окончание

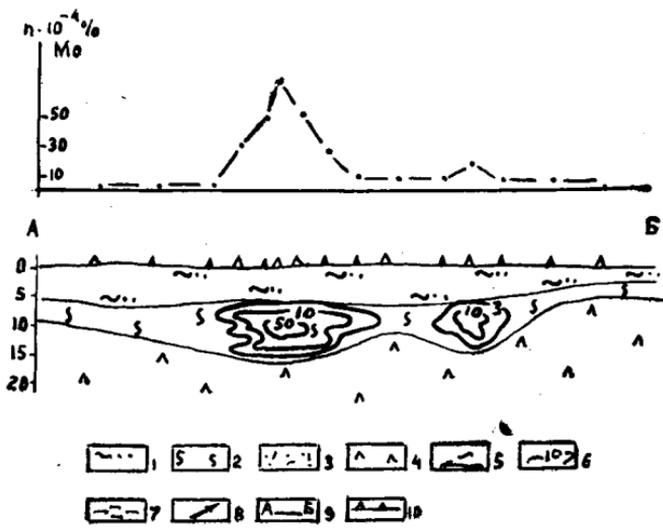
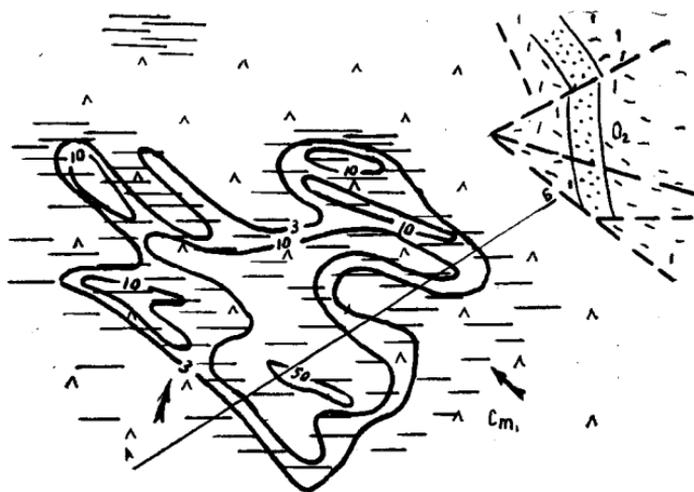
Минерал-новообразование	Возраст и генезис вмещающих пород	Вмещающая порода	Количество проб	Уран		Молибден		Свинец		Медь		Цинк	
				с̃	к ¹	с̃	к	с̃	к	с̃	к	с̃	к
Доломит	N ₁ ²⁻³ im	Карбонатные красноцветные глины	20	—	—	15	9	—	—	17,1	6,1	160	2
»	N ₁ ¹⁻² lim	Зеленоцветные глины	25	5	1,3	15	4	40	2,1	5,7	3,0	90	1,5
»	Pg ₃ ³ lim	Бескарбонатные песчано-глинистые отложения	20	6	2,9	30	9,8	20	1	24	4,2	250	5
»	T ₂ —J ₃ el	Коры выветривания	25	8	—	—	40	10	8	4,7	3	280	6
Гипс	Q ₃ dl—pr	Карбонатные глины и лесовидные суглинки	10	10	2,1	22	22	9	1	22,8	5,7	—	—
»	N ₁ ²⁻³ lim	Карбонатные красноцветные глины	20	—	—	—	—	—	—	100	5,5	130	2,2
»	T ₂ —J ₃ el	Пестроцветная глинистая кора выветривания	15	16	8,1	32	33	150	50	—	—	800	3,1
Ярозит	Q ₄ al	Лессовидные суглинки	20	8	25	—	—	—	—	60	3	200	1,8
»	T ₂ —J ₃ el	Пестроцветная глинистая кора выветривания	5	17	8,1	3	4,5	110	30	—	—	—	—

Содержание цинка в минералах-новообразованиях и численные значения его коэффициента концентрации колеблются в широких пределах (1,1—10), однако в отличие от урана, молибдена, свинца, меди, каких-либо закономерностей распределения содержаний цинка в вертикальном разрезе рыхлых образований не наблюдается, что обусловлено его более высокой подвижностью в зоне гипергенеза на территории Северного Казахстана.

Накопление минералами-новообразованиями ряда химических элементов в значительных количествах осложняет поисковые геохимические работы, создавая «ложные» геохимические аномалии. Однако благодаря своим незначительным размерам, отсутствием коррелирующих содержаний в точках на соседних профилях или даже на одном профиле, эти аномалии легко отбраковываются.

Более сложным является случай, когда наблюдаются скопления гипергенных минералов-новообразований, занимающие площадь, измеремую сотнями квадратных метров или квадратными километрами. Подобные аномалии часто интерпретируются как вторичные остаточные ореолы рассеяния, если скопления минералов-новообразований располагаются в коре выветривания, или наложенные ореолы рассеяния, если скопления гипергенных минералов приурочиваются к перекрывающим кору выветривания осадкам.

Типичным примером площадной геохимической аномалии, обусловленной накоплением повышенных концентраций химических элементов гипергенными минералами-новообразованиями, является Жанаульская аномалия молибдена (фигура), приуроченная к площади развития кислых эффузивов нижнего кембрия. На территории участка триас-юрская кора выветривания представлена глинистыми и глинисто-щебенистыми горизонтами, интенсивно обогащенными гидроокислами железа; площадь обогащенного участка составляет 1×3 км. Кора выветривания перекрыта маломощными (1—10 м) современными делювиально-пролювиальными отложениями. На участке развития гидроокислов железа поисковыми работами была выявлена аномалия молибдена, интерпретируемая как остаточный ореол рассеяния в коре выветривания. Однако оценочными буровыми работами оруденения в породах складчатого фундамента не было выявлено. Контур аномалии молибдена располагается внутри участка развития гидроокислов железа; эффективные размеры ее 1,2×0,8 км. В плане конфигурация аномалии сложная, из-



Жанаульская вторичная аккумуляция молибдена

1—современные делювиально-пролювиальные суглинки; 2—триас-юрская кора выветривания; 3—песчано-сланцевая толща ордовика; 4—кислые эффузивы нижнего кембрия; 5—тектонические нарушения; 6—изоцентрации молибдена $n \cdot 10^{-4} \%$; 7—участки триас-юрской коры выветривания, обогащенные гидроксидами железа; 8—направление движения потока грунтовых вод; 9—линия разреза; 10—скважины колонкового бурения;

резанная, в разрезе — линзовидная, вытянутая. Содержание молибдена достигает сотых долей процента.

Изучение геологического строения участка аномалии, геохимического фона молибдена в породах приводит к выводу о вторичном накоплении молибдена минералами-новообразованиями. Действительно, аномалия приурочена к пониженной части рельефа. Содержание молибдена в породах складчатого фундамента $8 \cdot 10^{-4}$, в грунтовых водах области питания колеблется в пределах $8 \cdot 10^{-5}$ — $1 \cdot 10^{-4}$ г/л, области разгрузки — 2 — $5 \cdot 10^{-5}$ г/л. Аномалия тяготеет к бортовой части впадины, а высокие концентрации молибдена приурочиваются к участкам развития в коре выветривания гидроокислов железа. Все это дает основание относить рассматриваемый тип геохимических аномалий ко вторичным аккумуляциям, бесперспективным и подлежащим отбраковке на поисково-оценочной стадии.

Однако при оценке подобных аномалий необходимо иметь в виду, что формирование вторичных аккумуляций возможно также за счет выноса молибдена или других химических элементов (меди, свинца, цинка и т. д.) из рудных тел месторождений и рудопроявлений с последующим накоплением металла на геохимическом барьере — сорбционном, как в рассматриваемом случае, или любом другом. Поэтому выявление в процессе поисков вторичных аккумуляций рудных элементов в коре выветривания или перекрывающих ее осадках следует рассматривать в качестве косвенного поискового признака, характеризующего общую перспективность исследуемой территории.

Для отбраковки вторичных остаточных ореолов рассеяния от вторичных аккумуляций рудных элементов необходимо знание местного геохимического фона рудных элементов пород складчатого основания и чехла рыхлых образований, содержания рудных элементов в грунтовых водах областей питания и разгрузки, направления движения грунтовых вод, минерального состава пород, слагающих участки развития аномалий, и приуроченности аномальных концентраций к тем или иным минералам-концентраторам.

К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ ПОИСКОВ СКРЫТОГО ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОРУДЕНЕНИЯ ПО ВТОРИЧНЫМ ОРЕОЛАМ РАССЕЯНИЯ

В последние годы все больше внимания уделяется проблеме поисков месторождений по их первичным ореолам на различных стадиях геологоразведочных работ. В большинстве эти исследования носят методический характер и направлены на выявление закономерностей распределения элементов-индикаторов эндогенного оруденения в околорудном пространстве. Вместе с тем, для некоторых районов разработанность этих закономерностей можно считать достаточной и при их использовании достигнута высокая геологическая эффективность поисков в производственных условиях (Григорян и др., 1970).

Следует отметить, что возможности поисков по первичным ореолам в ряде районов ограничены из-за отсутствия естественных обнажений, незначительных объемов горных и буровых работ, в ряде случаев из-за плохой сохранности керна ранее пробуренных скважин и т. п.; все это ведет к невозможности достаточно представительного опробования коренных пород.

Учитывая, что большая часть территории СССР закрыта рыхлым покровом, наиболее экономически выгодным поисковым методом продолжают оставаться поиски по вторичным ореолам рассеяния. Это доказано многолетней их практикой и открытиями месторождений различных генетических типов во многих районах страны (Геохимич. поиски рудных месторождений . . ., 1957; Овчинников, Григорян, 1971; Сафронов, 1971; Соловов, 1959). Вместе с тем, указанный метод успешно применялся и применяется для поисков месторождений, вскрытых эрозией. Однако практикой доказывается, что вторичные ореолы рассеяния могут быть с успехом использованы и при поисках скрытого оруденения (Баранов и др., 1972; Геохимич. поиски рудных месторождений . . ., 1957; Григорян,

Овчинников, 1972; Морозов, 1972; Соловов, Дубов, 1965) при условии установления их четкой корреляции с первичными ореолами. Часть гипергенных аномалий, выявляемых при литохимической съемке, обуславливается остаточными вторичными ореолами рассеяния, обязанными своим происхождением разрушению первичных ореолов. При оценке этих гипергенных аномалий обычные приемы количественной интерпретации, используемые до настоящего времени, оказываются недостаточно информативными (Соловов, 1959). Опыт показывает, что остаточные вторичные ореолы рассеяния в определенных природных условиях наследуют состав первичных без существенного перераспределения элементов-индикаторов. В этом случае появляется возможность их оценки (в частности, определение уровня эрозионного среза оруденения) по критериям, установленным для первичных ореолов.

В течение ряда лет нами на Рудном Алтае проводятся литохимические съемки масштаба 1:50 000—1:10 000 в пределах Змеиногорского рудного района. Изучалась связь первичных и вторичных ореолов в различных ландшафтных условиях. В качестве примера рассматриваются некоторые результаты этих исследований, выполненных применительно к масштабу съемки 1:50 000.

Изученная территория расположена в горно-таежной ландшафтной зоне и характеризуется сильно расчлененным рельефом с относительными превышениями до 200 м и абсолютными отметками до 1000 м. Рыхлые образования мощностью от 0,5 до 10 м представлены преимущественно делювием, элювием, пролювием, аллювием и перекрывают около 80% всей площади.

Участок сложен эффузивно-осадочными породами среднего (березовская, таловская, шипуновская) и верхнего девона (гусинская, алейская свиты), неогеновыми и четвертичными образованиями: алевритами, песчаниками, эффузивами кислого состава, глинами, щебенистыми суглинками. Интрузивные породы представлены гранитами, субвулканическими образованиями кислого состава и диабазами (фиг. 1). Породы девонского возраста смяты в складки и разбиты сложной системой разрывных нарушений. Вдоль разломов северо-западного направления они повсеместно рассланцованы, серицитизированы, обелены, пиритизированы, содержат вкрапленность сульфидов свинца, меди и цинка. Последним обстоятельством в значительной степени объясняется большое число геохимических аномалий в рыхлых образованиях и корен-

ных породах (см. фиг. 1). Необходимо отметить, что не всегда гидротермальные изменения пород и рассеянная вкрапленность рудных минералов имеют генетическую связь с промышленным полиметаллическим оруденением района.

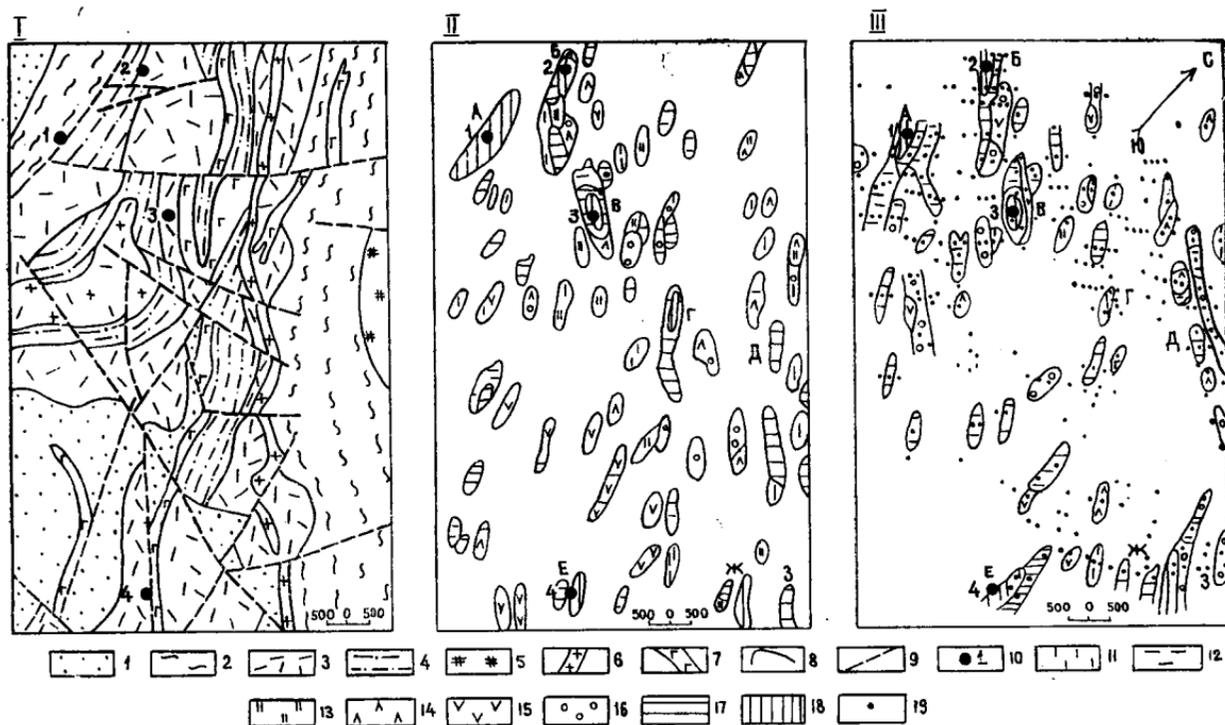
На площади исследований (см. фиг. 1) находятся промышленное Семеновское полиметаллическое месторождение, Леонтьевское, Аргунихинское и Ключевское рудопроявления свинца, цинка и меди. Буровыми и геохимическими работами установлен непромышленный характер Леонтьевского и Аргунихинского рудопроявлений.

Рыхлые образования опробовались по сети 500×50 м. Пробы в почвах отбирались из горизонта В; глубина отбора их изменялась от 5 до 40 см. Щебенистые фрагментарные почвы горно-степных ландшафтов опробовались с глубины 5—10 см. Коренные породы в маршрутах подвергались опробованию методом пунктирной борозды с шагом 10—50 м в зависимости от размеров обнажений.

В данной работе использованы результаты спектрального анализа 6000 проб из рыхлых образований и 450 проб из коренных пород, выполненного на спектрографах ДФС-8 и ДФС-13 методом просыпки. Качество полевых и лабораторных работ, по данным подсчета ошибок, вполне удовлетворительное.

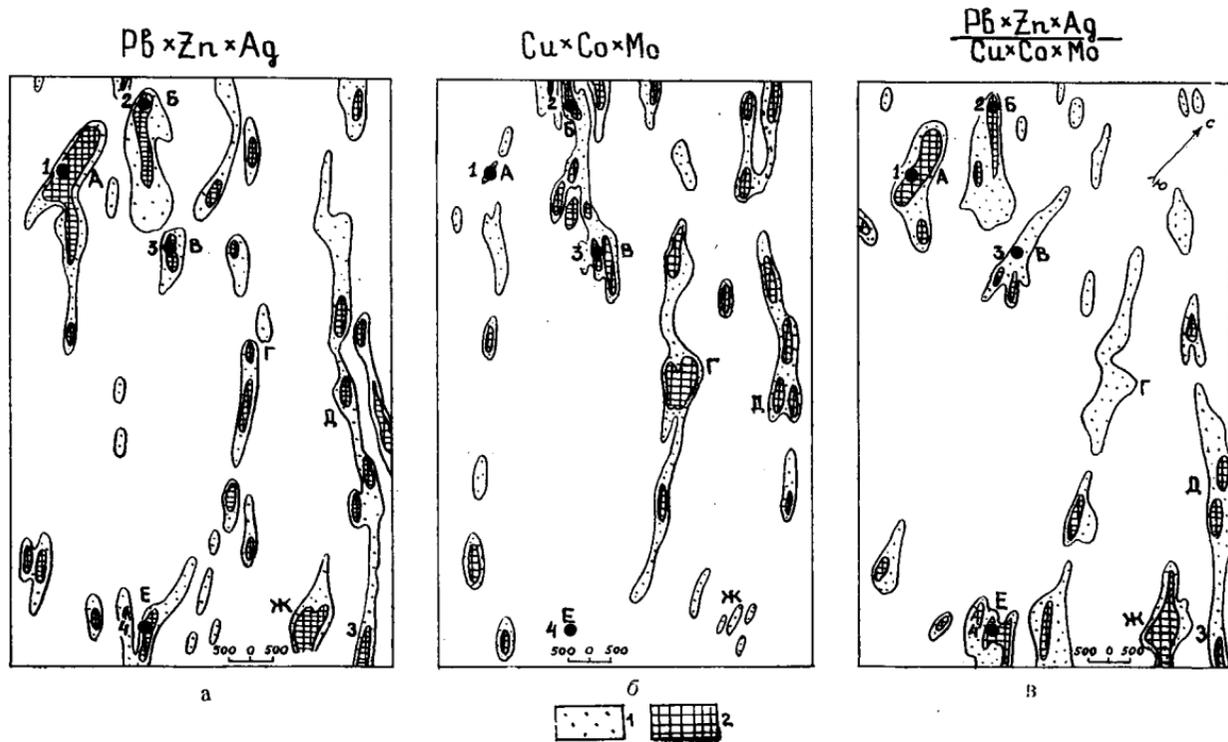
На изученной площади выявлено большое количество геохимических аномалий элементов-индикаторов полиметаллического оруденения (см. фиг. 1). Комплексные аномалии в рыхлых образованиях в большинстве случаев пространственно совпадают с контурами аномалий, развитых в коренных породах, и наследуют элементный состав последних (А, Б, В, Г, Д, Е, Ж). Существуют аномалии, для которых такой связи не устанавливается. Отмечается четкая приуроченность первых аномалий к участкам развития рыхлых образований мощностью до 5 м и вторых — более 5 м.

Все известные на данной площади рудопроявления и Семеновское месторождение фиксируются комплексными вторичными и первичными ореолами свинца, цинка, серебра, меди, молибдена и др. Это доказывает высокую геологическую эффективность геохимических методов при поисках полиметаллических месторождений в районе. Кроме того, выявлены комплексные геохимические ореолы (Ж, Г, Д, З), на площади которых не было известно проявлений рудной минерализации. Не исключено, что часть из них обусловлена скрытым оруденением.



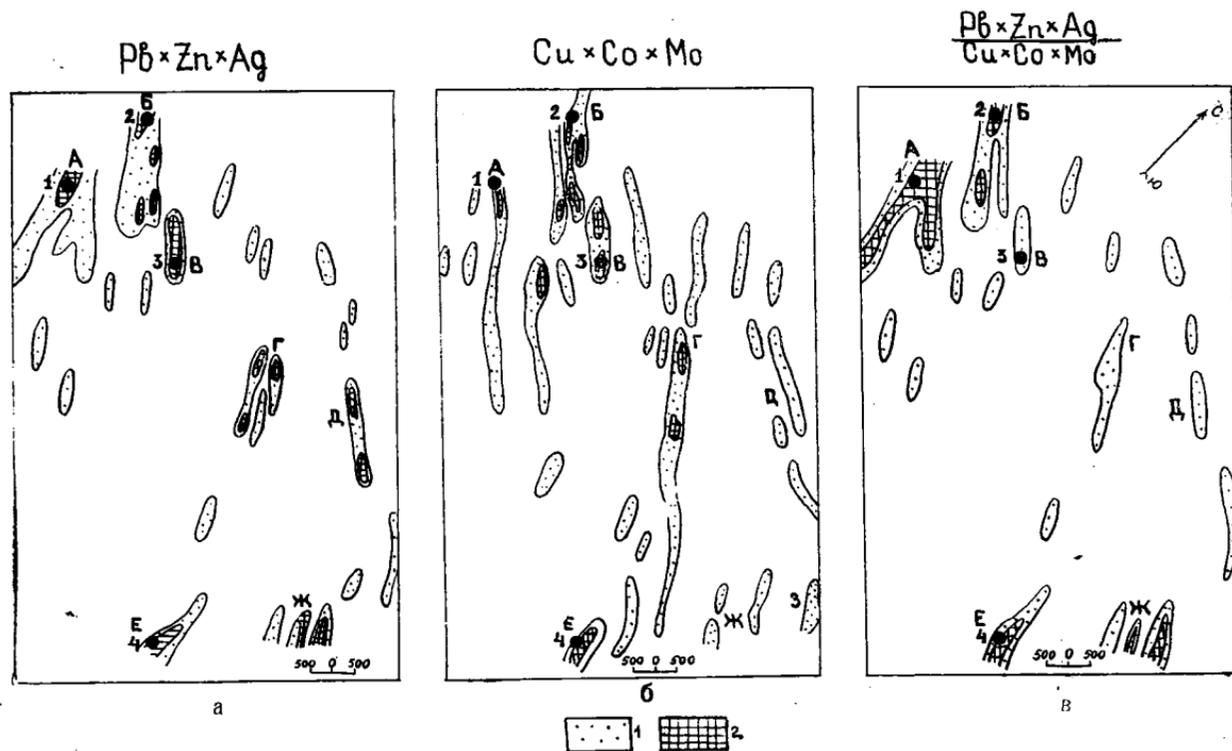
Фиг. 1. Геологическая карта (I), моноэлементные вторичные (II) и первичные (III) ореолы участка (геологическая основа по В. М. Чеботареву, схематизировано)

1—гусинская свита (D_{3al}), песчаники, алевролиты, конгломераты; 2—шпиуновская свита (D_{2schp}) песчаники и алевролиты с прослоями основных и средних эффузивов; 3—таловская свита (D_{2tl}), туфы, лавы и лавобрекчии кислого состава; 4—березовская свита (D_{2br}), кварцево-хлоритовые и глинистые сланцы, эффузивы кислого состава; 5—граниты биотитовые; 6—кварцевые порфиры, 7—7—диабазы, 8—геологические границы; 9—разрывные нарушения; 10—месторождения и рудопроявления (цифры на карте): 1—Семеновское, 2—Леонтьевское, 3—Аргунхинское, 4—Ключевское. Геохимические ореолы: 11—свища, 12—цинк, 13—серебра, 14—меди, 15—кобальга, 16—молибдена, 17—свинца+цинка+меди, 18—свинца+цинка+серебра+меди+молибдена+кобальга, 19—точки опробования коренных пород



Фиг. 2. Мультипликативные ореолы в рыхлых образованиях (вторичные)

Нормированные значения произведений содержаний химических элементов: а) свинец·цинк·серебро, б) медь·кобальт·молибден, в) их отношений
 1 — а) 2—8($Cф \epsilon - Cф \epsilon^3$). б) 1,6—4($Cф \epsilon - Cф \epsilon^3$), в) 2—4; 2 — а) $>8 (>Cф \epsilon^3)$, б) $>4 (>Cф \epsilon^3)$, в) >4



Фиг. 3. Мультипликативные ореолы в коренных породах (первичные). Нормированные значения произведений содержаний химических элементов: а) свинец-цинк-серебро, б) медь-кобальт.

молибден, в) их отношений
 1 — а) 4—65 ($\text{Сф } \epsilon - \text{Сф } \epsilon^3$), б) 3—30 ($\text{Сф } \epsilon - \text{Сф } \epsilon^3$), в) 1—2; 2 — а) >65 ($>\text{Сф } \epsilon^3$), б) >30 ($>\text{Сф } \epsilon^3$), в) >2

Важной является предварительная оценка относительного уровня эрозионного среза ожидаемого типа оруденения уже на стадии поисков масштаба 1:50 000. Для этого нами использованы мультипликативные ореолы (Овчинников, Григорян, 1971). Выбор групп элементов производился на основе обобщенного ряда вертикальной зональности, наших исследований и данных других авторов (Баранов и др., 1972; Овчинников, Григорян, 1971).

Ореолы (фиг. 2 и 3) построены по результатам переменной в каждой пробе содержаний элементов-индикаторов, нормированных по фону верхнерудных (свинец·цинк·серебро) и нижнерудных (медь·кобальт·молибден) уровней ореолов. Необходимость нормирования вызвана существенной разницей в фоновых содержаниях элементов для различных ландшафтных зон и петрографических разностей пород. Мультипликативные ореолы выделены по результатам статистической обработки по общепринятой методике. Мультипликативный показатель относительного уровня эрозионного среза имеет вид: свинец·цинк·серебро/медь·кобальт·молибден.

Построенные мультипликативные ореолы имеют линейно-вытянутую форму и в плане совпадают с зонами разломов северо-западного направления. К узлам сочленения указанных разломов с субширотными приурочены все наиболее контрастные комплексные геохимические аномалии. Обычно в таких узлах локализуются промышленные полиметаллические месторождения Рудного Алтая. Моноэлементные аномалии при построении мультипликативных ореолов «подавляются»; они, как правило, практического интереса для поисков не представляют. Большинство мультипликативных ореолов в рыхлых образованиях и коренных породах в плане совпадают. Ниже (таблица) приведены значения их показателей.

Из таблицы следует, что величины мультипликативных ореолов свинец·цинк·серебро и медь·кобальт·молибден на один-два порядка выше в коренных породах, а показатель свинец·цинк·серебро/медь·кобальт·молибден выше не более чем в два с половиной раза. Так, для слабоэродированного промышленного Семеновского месторождения этот показатель по первичному и вторичному ореолам равен соответственно 24 и 10,2, а для непромышленных Леонтьевского и Аргунихинского рудопроявлений соответственно 2,1 и 2,3; 1,5 и 1,1. Наименьшая величина показателя уровня эрозионного среза установлена для ореолов Г. Д. Детализационные геоло-

Средние величины мультипликативных ореолов и показателя относительного уровня эрозионного среза в рыхлых образованиях (числитель) и коренных породах (знаменатель)

Мультипликативные показатели	Ореолы							
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
Свинец·цинк·серебро	25,1	7,5	4,7	2,6	4,5	4,4	19,9	7,0
	753	302	430	28	23	150	15*	18
Медь·кобальт·молибден	2,4	5,0	4,2	4,7	2,88	0,8	2,1	4,3
	31,0	144	188	70	10	13	5,0	9,0
Свинец·цинк·серебро	10,5	1,5	1,1	0,6	1,65	5,5	9,5	1,6
	24	2,1	2,3	0,4	2,3	12	3,0*	2,0

* Вычислены по данным ограниченного количества проб, отобранных на фланге ореола.

го-геофизические и геохимические работы на площади этих ореолов показали их бесперспективность и подрудный характер. Наоборот, определенный интерес представляют ореолы Е и Ж, показатели уровня эрозионного среза которых для вторичных ореолов близки к таковым для Семеновского месторождения, что наряду с благоприятными геолого-структурными условиями позволяет отнести их в разряд перспективных на обнаружение скрытого полиметаллического оруденения. Эти ореолы рекомендованы для детального изучения.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Качественный состав вторичных и «исходных» первичных ореолов и соотношение элементов в них при мощности рыхлых образований до 5 м тождественны. В плане эти ореолы совпадают. Выявленная тесная связь первичных и вторичных ореолов позволяет в данных условиях проводить поиски скрытых рудных тел по параметрам вторичных ореолов рассеяния.

2. Мультипликативные ореолы должны рассматриваться как метод усиления полезных сигналов и выявления на этой основе слабоконтрастных комплексных геохимических аномалий.

3. Мультипликативные ореолы и показатель зональности рекомендуются для определения уровня эрозионного среза скрытого оруденения относительно «эталонных» объектов.

4. Результаты литохимических съемок по вторичным ореолам с успехом могут быть использованы для составления геохимической основы прогнозно-металлогенических карт, а также для прослеживания рудоконтролирующих тектонических нарушений.

ЛИТЕРАТУРА

Баранов Э. Н., Голод А. И., Лазарев В. Н. и др. Основные результаты разработки методики литохимических поисков скрытых колчеданных месторождений. В сб. «Литохимические методы при поисках скрытого оруденения». — Изд. ИМГРЭ, 1972.

Баранов Э. Н., Поливанов В. С., Пурик А. И. Методика и результаты геохимических поисков скрытого оруденения в Юго-Восточной Грузии. Там же.

Геохимические поиски рудных месторождений. Сборник. Труды Первого Всес. совещания по геох. методам поисков рудн. месторождений. Госгеолтехиздат, 1957.

Григорян С. В., Беспалов Н. И., Зубов М. А., Жукова А. В., Оганесян Р. Г., Федотова Г. Э. Опыт поисков эндогенного оруденения по первичным ореолом в Рудном Карамазаре. В сб. Научные основы геохимических методов поисков глубокозалегающих рудных месторождений». Иркутск, 1970.

Григорян С. В., Овчинников Л. Н. К вопросу об интерпретации геохимических аномалий. В сб. «Литохимические поиски рудных месторождений». Изд-во «Наука», Алма-Ата, 1972.

Морозов В. И. Интерпретация экзогенных геохимических аномалий с целью выявления и оценки скрытого оруденения. В сб. «Литохимические методы при оисках скрытого оруденения.» Изд. ИМГРЭ, 1972.

Овчинников Л. Н., Григорян С. В. Еще раз о вертикальной зональности первичных геохимических ореолов. В сб. «Научные основы геохимических методов поисков глубокозалегающих рудных месторождений», ч. 2, Иркутск, 1971

Сафронов Н. И. Основы геохимических методов поисков рудных месторождений. Изд-во «Недра», 1971.

Соловов А. П. Основы теории и практики металлометрических съемок. Алма-Ата. Изд-во АН КазССР, 1959.

Соловов А. П., Дубов Р. И. Применение методов физико-математического анализа при гесхимических поисках. В сб. «Геохимические поиски рудных месторождений». Изд. ОНТИ ВИЭМС, 1965, № 63.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ НАХОЖДЕНИЯ РТУТИ В ОРЕОЛАХ РАССЕЙНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПЛАМЕННОЕ (ЧУКОТКА)

Исследованию форм нахождения ртути в ореолах рассеяния посвящено ограниченное число работ (Быковский, 1966; Скиба, 1972; Разенкова и др., 1973). Вместе с тем в настоящее время подобного рода исследования стали необходимы в связи с разработкой методики интерпретации первичных и вторичных аномалий ртути, выявляемых вокруг рудных тел при геохимических поисках ртутных месторождений.

Настоящая работа излагает результаты изучения форм нахождения ртути в пределах развития ее геохимического ореола на месторождении Пламенное (Чукотка).

В геологическом строении района Пламенного месторождения, расположенного в пределах Охотско-Чукотского вулканогенного пояса, принимают участие осадочные породы верхнетриасового возраста и несогласно залегающие на них меловые кислые эффузивы, которые и вмещают ртутное орудение. Среди интрузивных образований выделяются гипабиссальные интрузии гранит-порфиров, а также «малые интрузии» и дайки андезитов и диоритов. В пределах самого месторождения породы представлены в основном эффузивами нижней подсвиты пыкарваамской свиты. Подсвита состоит из трех пачек, связанных между собой постепенными переходами. Нижняя пачка сложена мелковкрапленными липаритами, средняя — полосчатыми туфолавами и туфами, верхняя — крупновкрапленными липаритами, в которых локализованы рудные тела месторождения.

Ртутное оруденение контролируется серией крутопадающих параллельных и кулисообразно расположенных крупных (протяженностью до 30 км) глубокого заложения разрывных нарушений сбросового типа. В совокупности они обра-

зуют зону регионального Олептытского разлома северо-западного простирания, вдоль которого протягивается рудное поле месторождения. Помимо крупных северо-западных нарушений, на месторождении развиты более мелкие трещины, в основном северо-восточного направления.

На территории Пламенного месторождения выделяется несколько участков, представляющих собой рудопроявления ртути (участки Заветный, Верхний, Заозерный) и сурьмы (участок Центральный). Наиболее важным в промышленном отношении является участок Заветный, где выявлено рудное тело 1 с промышленным содержанием ртути. Рудное тело расположено на контакте крупновкрапленных липаритов и пачки полосчатых туфолов и туфов и представляет собой пластовую залежь линзообразной формы, полого падающую на юго-запад согласно с падением вмещающих пород. Длина рудного тела около 160 м, ширина 30 м. Ртутное оруденение прослежено в глубину до 20 м. Контакты рудного тела нечеткие, оруденение носит неравномерный характер. Как правило, киноварь вкраплена в основную массу липарита и приурочена к мелким трещинкам, выполненным кварцем и имеющим северо-западное, северо-восточное и широтное простирание. Рудное тело 1 обрабатывалось карьером.

Помимо рудного тела 1, на участке Заветном известны более мелкие тела 2, 3, 5, которые представляют собой слабо минерализованные участки раздробленных и окварцованных липаритов. Размеры этих участков — первые десятки метров, прослеженная глубина — первые метры, содержания ртути — не выше 0,2—0,5%.

Главными гипогенными минералами, слагающими рудные тела, являются кварц, киноварь, антимонит, и второстепенными — марказит, пирит, гидрослюда. Околорудные изменения вмещающих пород проявились в виде их окварцевания, серицитизации и пиритизации. Наиболее широко развитые окварцованные породы образуют линейно вытянутые зоны, соответствующие основному северо-западному направлению Олептытского разлома.

Наличие большого количества крупных разрывных нарушений и обилие общей мелкой трещиноватости пород способствовало процессам выветривания как вмещающих липаритов, так и самих рудных тел, что выразилось, прежде всего, в значительной «обохренности» пород рудного поля.

Четвертичные отложения в основном представлены элювиально-делювиальными отложениями мощностью до 10 м.

Результаты определения форм нахождения ртути в ореолах рассеяния первичных и вторичных

№ образца	Порода	Место отбора проб	Глубина залегания, м	Валовое содержание Hg в пробе, %
Зона				
1/7	Сильно выветрелые липариты	Ореол рудного тела I	0—1,5	$4,66 \cdot 10^{-3}$
2/7	Сильно выветрелые липариты	»	1,5—3,8	$4,77 \cdot 10^{-3}$
3/7	Липариты выветрелые рыхлые	»	3,8—6,8	$2,05 \cdot 10^{-3}$
4/7	Липариты монолитные	»	6,8—7,5	$3,09 \cdot 10^{-3}$
1/84	Сильно измененные липариты	Ореол рудного тела I	0—0,5	$3,5 \cdot 10^{-3}$
3/84	Липариты серые, крупновкрапленные	»	7—25	$2,8 \cdot 10^{-4}$
5/84	»	»	33,4—49,3	$1,65 \cdot 10^{-3}$
6/84	Липариты	»	49,3—0,0	$1,07 \cdot 10^{-3}$
9/84	Липариты окварцованные	»	77—87	$1,03 \cdot 10^{-3}$
Скважина				
1/103	Сильно измененные липариты	Рудопроявление в ореоле	0—3,2	$1,515 \cdot 10^{-1}$
2/103	Липариты крупновкрапленные с киноварью	»	3,2—13,3	$1,035 \cdot 10^{-1}$
4/103	Липариты серые, крупновкрапленные с антимонитом	В пределах ореолов тела I	14,7—24,6	$7,4 \cdot 10^{-4}$
6/103	»	»	30—40	$7,8 \cdot 10^{-4}$
9/103	Липариты серые, крупновкрапленные с антимонитом	»	60—70	$9,0 \cdot 10^{-5}$
10/103	»	»	70—80	$5,5 \cdot 10^{-4}$
12/103	»	»	90—100	$1,6 \cdot 10^{-4}$

* K_M — отношение содержаний вторичной и первичной формы ртути.

Определение форм нахождения ртути производилось по материалам трех разрезов (прилагаемая схема построена по результатам полук количественного спектрального анализа).

месторождения Пламенное, участок «Заветный», и соотношение форм ртути в них

	Содержание формы по отношению к валовому содержанию, %					Сумма форм Hg, %	Сумма вторичных форм Hg, %	Первичная форма Hg, %	K_M^*
	сульфат	окись, оксихлориды	каломель	металлическая	сульфид				
карьер									
Не обн.	9,21	28,78	7,19	57,56	102,74	45,18	57,56	0,78	
0,47	8,27	17,72	26,59	33,20	86,25	53,05	33,20	1,67	
1,12	16,92	21,15	14,10	28,20	81,49	53,29	28,20	1,89	
Не обн.	не обн.	21,63	17,38	43,41	32,12	39,01	43,11	0,90	
0,35	8,87	21,28	11,09	49,66	91,25	41,59	49,66	0,83	
Не обн.	13,96	11,17	55,86	55,86	136,85	80,99	55,86	1,45	
»	10,27	10,27	41,08	51,25	112,87	61,62	51,25	1,20	
1,46	21,88	14,58	29,16	43,76	110,84	67,08	43,76	1,53	
2,16	16,21	Не обн.	32,43	70,27	121,07	50,80	70,27	0,72	
103									
Не обн.	0,22	1,76	10,58	75,59	88,15	12,56	75,59	0,17	
»	0,26	2,22	8,31	66,51	77,30	10,79	66,51	0,16	
»	24,68	12,85	30,81	41,22	103,36	68,34	41,22	1,59	
9,69	31,00	19,38	19,38	83,91	113,36	79,45	33,91	2,34	
Не обн.	21,74	Не обн.	27,17	81,52	130,43	48,91	81,52	0,60	
»	20,62	Не обн.	21,48	51,55	93,65	42,10	51,55	0,82	
»	10,99	Не обн.	27,47	82,42	120,88	38,46	82,42	0,47	

(коэффициент мобильности).

Авторами использовалась разработанная ими ранее схема фазового химического анализа на соединения ртути (Самойлова, Разенкова, 1973), позволяющая отдельно установ-

ливать: 1—легкорастворимую металлорганическую ртуть и хлорид ртути (сулема), 2—сульфат (шутейт), 3—окись (монтроидит) и оксихлориды (терлингуаит, эглестонит, клейнит), 4—хлорид (каломель), 5—металлическую ртуть, 6—сульфид (киноварь). При применении указанной схемы к сильно ожелезненным образцам возникает некоторая сложность с так называемой «ферри-формой» нахождения ртути в изучаемых объектах. Эта форма отдельно не может быть выделена; она попадает в фильтры, предусмотренные для извлечения окиси (монтроидита) и хлорида (каломели).

Аналитическое определение ртути в аномальных пробах проводилось по методу Н. Х. Айдиньян (1960), чувствительность которого $\cdot 10^{-6}\%$. В фильтрах фазового анализа ртуть определялась дитизоновым методом (Соколов, Маркова, 1958), позволяющим определять ее в количестве 0,5 мкг/л.

Фазовый анализ ореольных образцов месторождения Пламенное, отобранных в зоне карьера, а также по скважине 84 (ореол рудного тела 1) и скважине 103, проходящей через проявление киновари и далее расположенной в пределах ореола рудного тела, показал, что распределение разных форм ртути изменяется в зависимости от близости руды и глубины взятия пробы (таблица).

В рудном теле ртуть присутствует в основном в форме сульфида, в то время как в ореоле содержание сульфидной ртути в значительной степени зависит от глубины вскрытия. В образцах, взятых с глубины, содержание сульфида ртути в процентном отношении близко содержанию его в руде; с приближением к поверхности количество варьирует. Это согласуется с нашими данными, полученными ранее на материале О. В. Вершковской при фазовом анализе образцов, взятых в пределах рудного тела, его ореола и фона на участке «Заветный» и рудных образцов с участка «Заозерный». Сравнение результатов показывает, что металлическая ртуть присутствует почти во всех ореольных и фоновых образцах. Даже на глубине 100 м (обр. 12/103) содержание ее составляет 27,4%. Более низкое содержание металлической ртути в ореольных образцах, взятых с поверхности, возможно, связано со вторичными изменениями.

Количество окисной и оксихлоридной формы (возможно, ферри-формы) возрастает то на поверхности, то в середине ореолов (особенно по скважине 103), что, возможно, связано с влиянием зон разломов и трещиноватостью пород. Ртуть в сульфатной форме практически отсутствует или

встречается в небольших количествах. Эта форма обнаружена и на глубине 40 м, что, очевидно, также связано с близостью разломов и вторичными изменениями, происходящими в этих условиях.

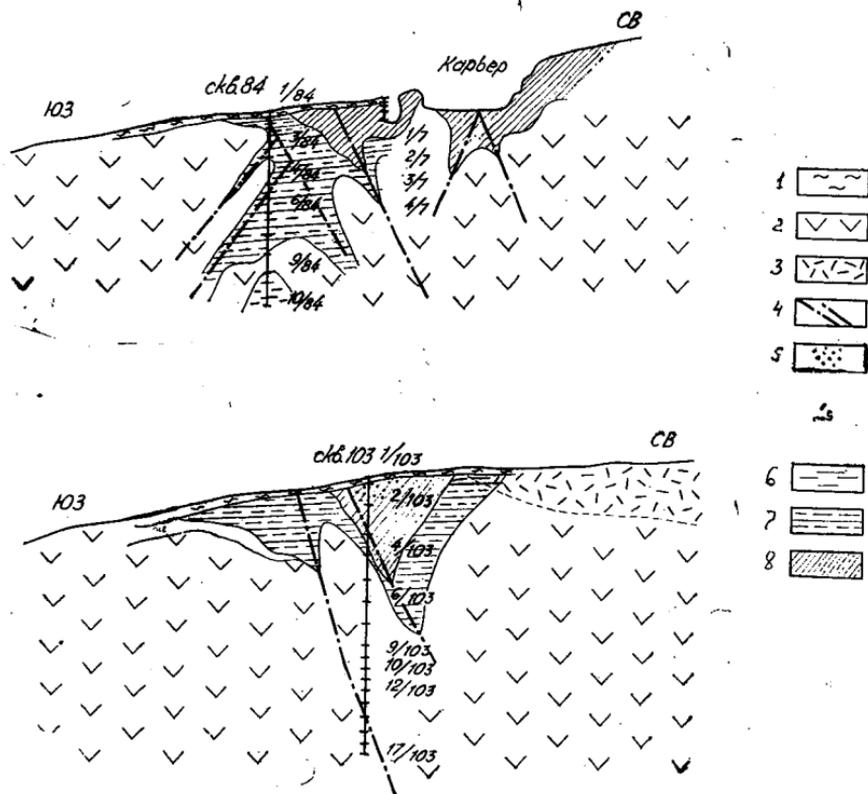


Схема изученного участка месторождения Пламенное
 1—суглинки, 2—крупновкрапленные липариты, 3—туфы и туфолавы, 4—
 тектонические нарушения, 5—вкрапленность киновари. Концентрация ртути
 в ореоле: 6—31—99, 7—100—1500, 8—>1500 г/т

Содержание ртути в виде каломели или ферри-формы варьирует с глубиной и, возможно, связано с «обохренностью» пород. Вблизи зон разломов, даже на глубине до 60 м, ее содержание составляет 10—15%; например, образец 6/84 содержит 14,58% ртути в этой форме. Легкорастворимые органические соединения ртути, как правило, отсутствуют.

Сравнение данных фазового анализа проб руды, ореола и проб, взятых за пределами ореола, показало, что по мере

удаления от рудного тела в горизонтальном направлении возрастает разнообразие форм ртути; ближе к руде их количество уменьшается, а в рудных образцах ртуть присутствует в основном в форме сульфида.

Ранее нами для ореолов Западно-Палянского месторождения был предложен коэффициент мобильности (Разенкова и др., 1973), представляющий собой отношение сумм вторичных форм ртути к первичной ее форме. Абсолютная величина этого коэффициента закономерно изменялась (от 0, п до 8,0) в вертикальном направлении по разрезам от коренных пород к рыхлым образованиям. Подобной отчетливой закономерности для ореолов месторождения Пламенное не наблюдается, что связано, по-видимому, с поверхностным расположением рудных тел или обогащенных участков ртутных ореолов, а также значительной трещиноватостью и ожелезненностью всей массы пород. Тем не менее можно отметить, что для всех изученных разрезов на глубоких горизонтах коэффициент мобильности составляет величины меньшие единицы; в направлении к поверхности он увеличивается и составляет значения большие единицы. Для поверхностных образцов, взятых из рудных участков или обогащенных ореолов с киноварной минерализацией, величина коэффициента мобильности вновь становится минимальной (до 0,16).

Итак, несмотря на заметное варьирование абсолютной величины коэффициента мобильности, для геологических условий, близких к месторождению Пламенному, при достаточном количестве данных по фазовому анализу ртути можно наметить определенную тенденцию в его поведении: приближение к зоне ртутной минерализации всегда снижает величину (< 1), удаленность — повышает его значения (> 1). Таким образом, коэффициент мобильности может быть использован в качестве дополнительного показателя на близость или удаленность от обогащенных ртутью участков.

ЛИТЕРАТУРА

Айдиньян Н. Х. Определение малых количеств ртути в природных объектах. — Труды Ин-та геологии рудных месторождений, петрографии и геохимии, 1960, вып. 46.

Быковская Л. П. О формах нахождения ртути в первичных ореолах рассеяния. — Труды САИГИМС, 1966, вып. 7.

Разенкова Н. И., Ростов В. Г., Голдин А. С., Самойлова Ю. С. Формы присутствия ртути в первичных и вторичных геохимических ореолах

Западно-Палянского месторождения.— Докл. АН СССР, 1973, т. 213, № 5.

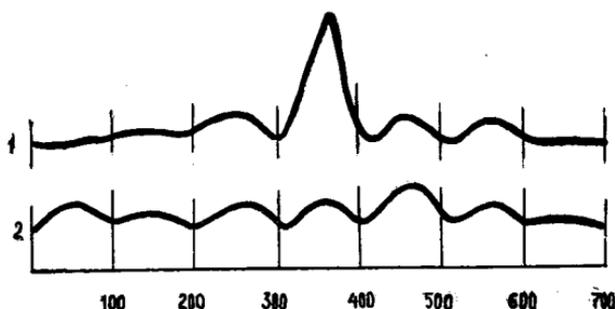
Самойлова Ю. С., Разенкова Н. И. О фазовом химическом анализе на соединения ртути. В сб. «Исследования в области рудной минералогии». Изд-во «Наука», 1973.

Скиба Н. С. О возможности применения фазового анализа ртути при изучении ее ореолов рассеяния. В сб. «Геохимические методы поисков рудных месторождений». Изд-во «Недра», 1972.

Соколов И. Ю., Маркова А. И. Определение ртути в природных водах при помощи дитизона.— Информ. бюлл. Всес. научн.-исслед. ин-та гидрогеологии и инженерной геологии, 1958, № 1.

ОБ УЛЬТРАМИКРОВКЛЮЧЕНИЯХ В МИНЕРАЛАХ

Намечающееся использование метода декрипитации при изучении первичных геохимических ореолов обуславливает необходимость исследования ультрамикровключений в минералах*.



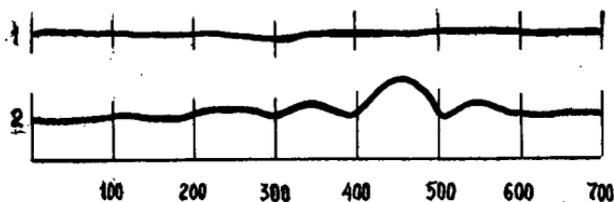
Фиг. 1. Термобарограммы жильного кварца

1 — фракция зерен 0,25 мм, 2 — порошок

Чрезвычайно важную информацию в этом отношении содержит термобарограмма кварцевой пробы, истертой в пудрообразный порошок. Ее кривая имеет своеобразную конфигурацию, которая складывается из серии пиков различной интенсивности с максимумом в интервале 400—500°С (фиг. 1). Значительность этого факта заключается в том, что при тонком измельчении все сферические (пузырьковые)

* Средняя температура декрипитации ультрамикровключений не соответствует средней температуре декрипитации сферических включений.

включения уничтожаются и теоретически термобарограмма должна быть термондифферентна. Следовательно, термобарографические эффекты пробы тонкого порошка кварца обусловлены декрипитацией ультрамикровключений (УМВ).



Фиг. 2. Термобарограммы горного хрусталя

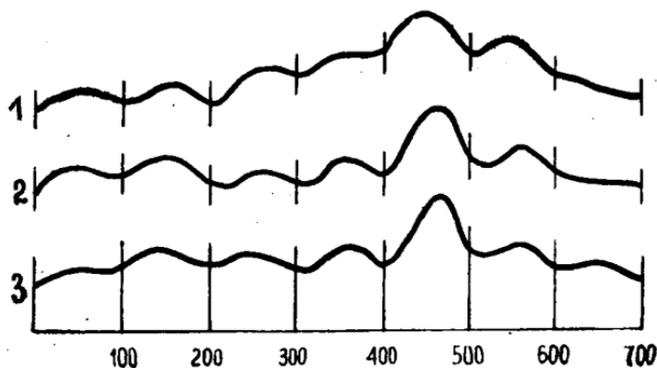
1—фракция зерен 0,25 мм, 2—порошок

Серия опытов с целью изучения особенностей УМЗ кварца применительно к методу термобарографии показывает: агрегатное состояние УМВ—газовожидкое;

УМВ равномерно распределены в объеме кристаллов и жильных тел;

УМВ—типоморфные характеристики кристаллов (порошковые пробы кварца с индифферентными термобарограммами, полученными для фракции 0,25 мм, проявляют термоактивность) (фиг. 2);

вакуоли УМВ герметичны (фракционные пробы кварца в течение пятнадцати минут прокаливались при темпера-

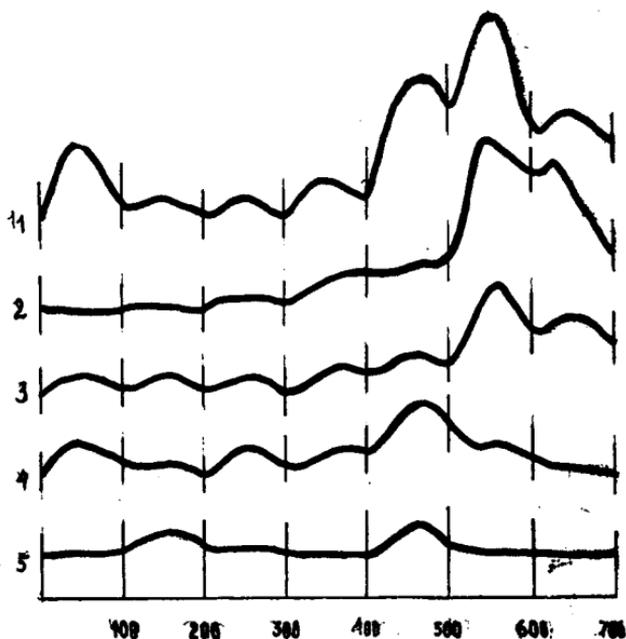


Фиг. 3. Термобарограммы порошковых проб, предварительно прокаленных во фракционном виде (0,25 мм) до 1400°C

1—горный хрусталь, 2—синтетический кварц, 3—жильный кварц

туре 1400°С; термобарограммы этих проб, но истертых в порошок, термоактивны) (фиг. 3);

— охлаждение кварцевых проб до температуры жидкого азота (—170°С) не оказывает влияния на термобарографические свойства УМВ.



Фиг. 4. Термобарограммы порошковых проб минералов

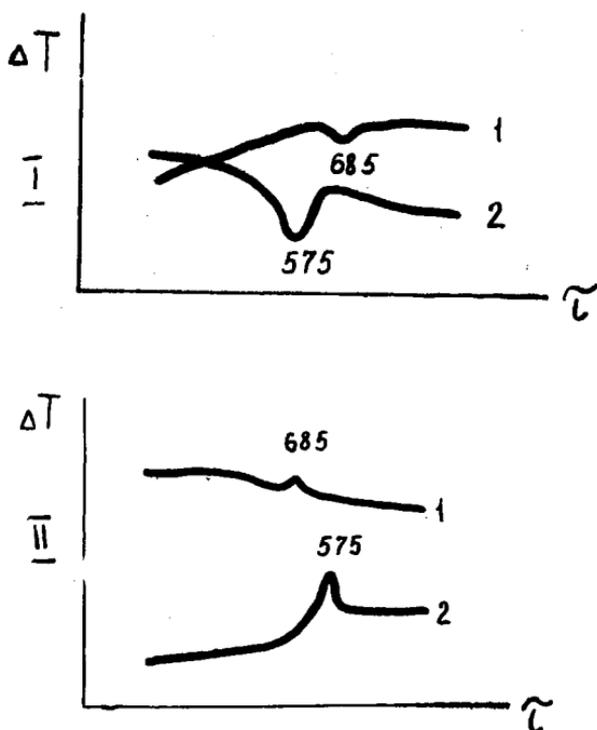
1—шпинель, 2—данбурит, 3—КПШ, 4—скаполит, 5—
флюорит

Помимо кварца, УМВ являются характерной принадлежностью и для других минеральных видов (фиг. 4).

Поскольку УМВ герметичны — не декрипитируют из кристаллов даже при температурах, близких к точке их плавления, — они должны обладать обратимыми критическими превращениями с поглощением и выделением тепла.

Это предположение подтверждается ДТА калиевого полевого шпата, который при температуре 685°С имеет обратимый термический эффект (фиг. 5). В ходе нагревания и охлаждения опала его гидрорастворы претерпевают критические превращения при температуре 490°С (фиг. 6). Таким образом, и термический ДТА кварца при температуре 575°С

(фиг. 5 и 6) обязан критическим превращениям его УМВ, и не может квалифицироваться как эффект, связанный с полиморфным превращением.

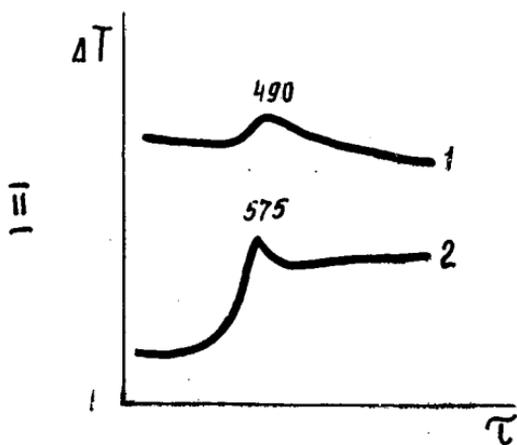
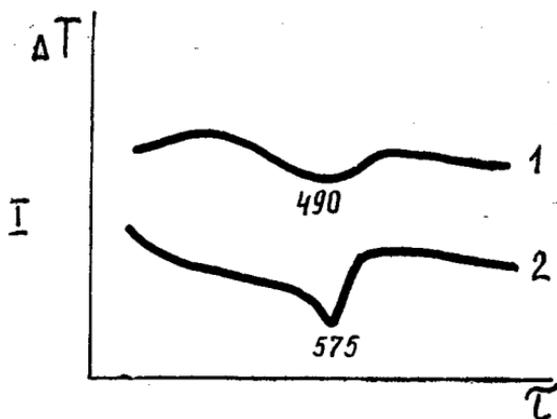


Фиг. 5. Термограммы ДТА
 I—нагревание; II—охлаждение;
 1—КПС, 2—кварц

Термические критические превращения УМВ в минералах целесообразно назвать криптографическими эффектами УМВ.

Ультрамикровключения, согласно генетической классификации Н. П. Ермакова, следует отнести к классу — первичные сингенетические.

Следовательно, термобарографическая информация УМВ является надежным критерием для установления условий кристаллизации минералов.



Фиг. 6. Термограммы ДТА
 I—нагревание; II—охлаждение;
 1 — опал, 2 — кварц

УДК 553.462.481 : 550.84.092.1

К вопросу о зональности первичных геохимических ореолов эпимагматических медно-никелевых месторождений. Крылов Е. И. Сб. «Геохимические методы при геолого-съёмочных и поисково-разведочных работах». Изд. ИМГРЭ, 1975, стр. 3—9.

Особенности изменения мультипликативных коэффициентов зональности в сечениях позволяют отличать ореолы рудных тел от аномалий, связанных с рассеянной минерализацией, а также определять уровень эрозионного среза ореола по отношению к рудным телам медно-никелевых месторождений Кольского п-ва.

Иллюстраций 1, табл. 1, библиография — 5 названий.

УДК 553.063 : 550.84.092.1

О геохимической зональности первичных ореолов редкометалльных пегматитов. Виноградова Н. А. Сб. «Геохимические методы при геолого-съёмочных и поисково-разведочных работах». Изд. ИМГРЭ, 1975, стр. 10—22.

Зональность первичных ореолов редкометалльных пегматитов позволяет по таким элементам-индикаторам, как литий, рубидий, цезий и особенно мышьяк и вольфрам, оценивать уровень эрозионного среза аномалий относительно оруденения.

Иллюстраций 2, табл. 8, библиография — 5 названий.

УДК 550.4 : 551.2 (571.15)

Некоторые геохимические критерии различия эндогенных ореолов, связанных с рудными телами, от зон рассеянной рудной минерализации (на примере Белоусовского месторождения, Рудный Алтай). Рубо Г. Л. Сб. «Геохимические методы при геолого-съёмочных и поисково-разведочных работах». Изд. ИМГРЭ, 1975, стр. 23—40.

Зоны рассеянной рудной минерализации характеризуются низкими отношениями мультипликативных ореолов надрудного и подрудного комплекса элементов, что позволяет локализовать поиски скрытого оруденения.

Иллюстраций 8, библиография — 10 названий.

УДК 550.424

Опыт оценки геохимических аномалий, обусловленных зонами рассеянной минерализации. Хорин Г. И., Мясников И. Ф., Сайгаков А. И. Сб. «Геохимические методы при геолого-съёмочных и поисково-разведочных работах». Изд. ИМГРЭ, 1975, стр. 41—50.

Показатель зональности свинец·цинк·серебро/медь·кобальт·молибден для аномалий, обусловленных зонами рассеянной минерализации, отвечает рудному или подрудному уровню оруденения, не превышая значеный 10^4 .

Иллюстраций 5, библиография — 4 названия.

УДК 553.26

К вопросу формирования вторичных аккумуляций рудных элементов, приуроченных к участкам развития гипергенных минералов-новообразований. Мезенцев О. К. Сб. «Геохимические методы при геологосъемочных и поисково-разведочных работах». Изд. ИМГРЭ, 1975, стр. 51—58.

Для отбраковки вторичных ореолов рассеяния от вторичных аккумуляций рудных элементов необходимо знание местного геохимического фона рудных элементов пород складчатого фундамента и чехла рыхлых образований.

Иллюстраций — 1, табл. 1.

УДК 553.4 : 550.84.092.1

К вопросу о методике поисков скрытого полиметаллического оруденения до вторичном ореолам рассеяния. Хорин Г. И., Мясников И. Ф. Сб. «Геохимические методы при геолого-съемочных и поисково-разведочных работах». Изд. ИМГРЭ, 1975, стр. 59—67.

Результаты литохимических съемок по вторичным ореолам с успехом могут быть использованы для составления геохимической основы прогнозно-металлогенических карт, а также для прослеживания рудоконтролирующих тектонических нарушений.

Иллюстраций 3, табл. 1, библиография — 10 названий.

УДК 550.42 : 546.49 (571.651)

Распределение различных форм нахождения ртути в ореолах рассеяния месторождения Пламенное (Чукотка). Разенкова Н. И., Ростов В. Г., Голдин А. С., Самойлова Ю. С. Сб. «Геохимические методы при геолого-съемочных и поисково-разведочных работах». Изд. ИМГРЭ, 1975, стр. 68—75.

Несмотря на варьирование абсолютной величины коэффициента мобильности, для геологических уровней месторождения Пламенное по данным фазового анализа удается установить степень удаленности участка опробования от рудных концентраций ртути.

Иллюстраций 1, табл. 1, библиография — 6 названий.

УДК 549.08

Об ультрамикровключениях в минералах. Верес Г. И. Сб. «Геохимические методы при геолого-съемочных и поисково-разведочных работах». Изд. ИМГРЭ, 1975, стр. 76—80.

Изучение методом термобарографии ультрамикровключений кварца показало информативность применявшегося метода для установления условий кристаллизации минералов.

Иллюстраций 6.

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
<i>Е. И. Крылов.</i> К вопросу о зональности первичных геохимических ореолов эпимагматических медно-никелевых месторождений	3
<i>Н. А. Виноградова.</i> О геохимической зональности первичных ореолов редкометалльных пегматитов	10
<i>Г. Л. Рубо.</i> Некоторые геохимические критерии различия эндогенных ореолов, связанных с рудными телами, от зон рассеянной рудной минерализации (на примере Белоусовского месторождения, Рудный Алтай)	23
<i>Г. И. Хорин, И. Ф. Мясников, А. Н. Сайгаков.</i> Опыт оценки геохимических аномалий, обусловленных зонами рассеянной минерализации	41
<i>О. К. Мезенцев.</i> К вопросу формирования вторичных аккумуляций рудных элементов, приуроченных к участкам развития гипергенных минералов-новообразований	51
<i>Г. И. Хорин, И. Ф. Мясников.</i> К вопросу о методике поисков скрытого полиметаллического оруденения по вторичным ореолам рассеяния	59
<i>Н. И. Ризенкова, В. Г. Ростов, А. С. Голдин, Ю. С. Самойлова.</i> Распределение различных форм нахождения ртути в ореолах рассеяния месторождения Пламенное (Чукотка)	68
<i>Г. И. Верес.</i> Об ультрамикровключениях в минералах	76

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ ГЕОЛОГО-СЪЕМОЧНЫХ
И ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ**

*Утверждено Институтом минералогии, геохимии
и кристаллохимии редких элементов*

Редактор *Т. И. НЕФЕЛОВА, О. А. НОВИКОВ*
Технический редактор *Е. А. ХАЗАНОВА*

Т-04809

Формат бумаги 60×90¹/₁₆
Заказ № 2438

Подписано к печати 21/IX 1974 г.

Объем 5,25 п. л.

Тираж 1 000

Цена 37 коп.

Типография ХОЗУ Миннефтепрома

Цена 37 коп.

43428

14

54521