

В. З. ФУРСОВ

РТУТНАЯ АТМОСФЕРА РТУТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

(Представлено академиком В. И. Смирновым 24 IX 1969)

В 1964—1969 гг. были проведены опытные работы по измерению ртутных паров в почве и атмосфере на месторождениях Тувы, Киргизии, Чукотки и Якутии. Исследования проводились ртутными атомно-абсорбционными фотометрами КазРАФ-1⁽¹⁾ и КазРАФ-2,3,6, созданными в Центральной геохимической экспедиции Казгеофизтреста*.

Наиболее стабильным и портативным прибором является переносный прибор КазРАФ-2, имеющий чувствительность $1-2 \cdot 10^{-7}$ мг/л и вес 12 кг. Фотометр КазРАФ-6 имеет чувствительность $5-8 \cdot 10^{-9}$ мг/л и смонтирован на автомашине ГАЗ-69, что обусловлено большим весом источников питания. Такая высокая чувствительность достигнута при помощи золотого сорбента-накопителя⁽²⁾.

На месторождении Пламенное (Чукотка) вмещающими породами являются липариты нижнего мела. Рудные тела слагаются липаритами, в которые интенсивно вкраплены киноварь, и приурочены к зонам дробленых и гидротермально измененных пород, рассеченных многочисленными разрывными нарушениями. Измерения паров ртути проведены на 9 профилях (сеть 25×10 м) по методике эманационной съемки с отбором металлметрических проб. В почвенном воздухе над рудными телами зафиксированы газовые ореолы ртути от 30 до $11\,000 \cdot 10^{-7}$ мг/л при фоне $10 \cdot 10^{-7}$ мг/л (рис. 1). Площадная продуктивность вторичного ореола рассеяния в твердой фазе составляет $6924 \text{ м}^2/\%$ и в газовой — $2,65 \text{ м}^2 \cdot \text{мг/л}$.

Рудное поле месторождения Терлигхая (Тува) сложено эффузивно-осадочными образованиями нижнего девона, прорванными малыми интрузиями габбро-диабазов. Вкрапленные руды в форме киновари концентрируются в основном в интрузивных породах и приурочены к зонам дробления субширотного простирания. Над рудными зонами зафиксированы газовые ореолы ртути в почвенном воздухе с содержаниями $20-300 \cdot 10^{-7}$ при фоне $1-5 \cdot 10^{-7}$ мг/л (отработано шесть профилей по сети $50-100 \times 10-20$ м).

Рудные тела месторождения Северное (Якутия) залегают в известняках верхнего ордовика и приурочены к тектоническому нарушению. Киноварь в форме рассеянных включений, гнезд и линз концентрируется в брекчированных и трещиноватых известняках. Исследования паров ртути проведены на 13 профилях (сеть 20×40 м). Над рудными телами зафиксированы газовые аномалии с интенсивностью $30-40 \cdot 10^{-7}$ мг/л при фоне $1-2 \cdot 10^{-7}$ мг/л. Площадная продуктивность ореолов в твердой фазе равна $978 \text{ м}^2/\%$ и в газовой — $0,0213 \text{ м}^2/\text{мг} \cdot \text{л}$.

Рудные тела месторождения Хайдаркан имеют преимущественно пластовую форму и концентрируются в окварцованных известняках. Измерения паров ртути выполнялись на участках Южный Ишме и Северная Плавиновая гора (отработано 9 профилей с шагом наблюдений $10-20$ м). Ископлетрами $10 \cdot 10^{-7}$ мг/л при фоне $1-2 \cdot 10^{-7}$ мг/л оконтуривается рудная зона, ископлетрами $30-100 \cdot 10^{-7}$ мг/л фиксируются выходы окварцованных известняков, несущих ртутную минерализацию.

Анализ проведенных работ на этих месторождениях показывает, что между механическими ореолами рассеяния киновари и газовыми ореолами существует четкая пространственная корреляция. Концентрация паров ртути в почве сложным образом зависит от содержания киновари и температуры почвы. При температуре почвы $2-10^\circ$ и концентрации ртути в

* Основные объемы выполнены переносными фотометрами КазРАФ-2, 3.

твердой фазе $8-20 \cdot 10^{-3}\%$ возникают пары ртути с концентрацией $1-10^{-7}$ мг/л, при температуре почвы 20° и концентрацией ртути в твердой фазе $0,8-5 \cdot 10^{-3}\%$ существует газовая фаза с концентрацией $1-8 \cdot 10^{-7}$ мг/л. Газовые ореолы ртути возникают за счет процессов сублимации и окисления киновари, которые происходят при любых температурах в условиях земной поверхности. Разрушение рудных залежей и образование механических ореолов рассеяния интенсифицирует процессы окисления и сублимации. Большая часть паров ртути концентрируется в почве

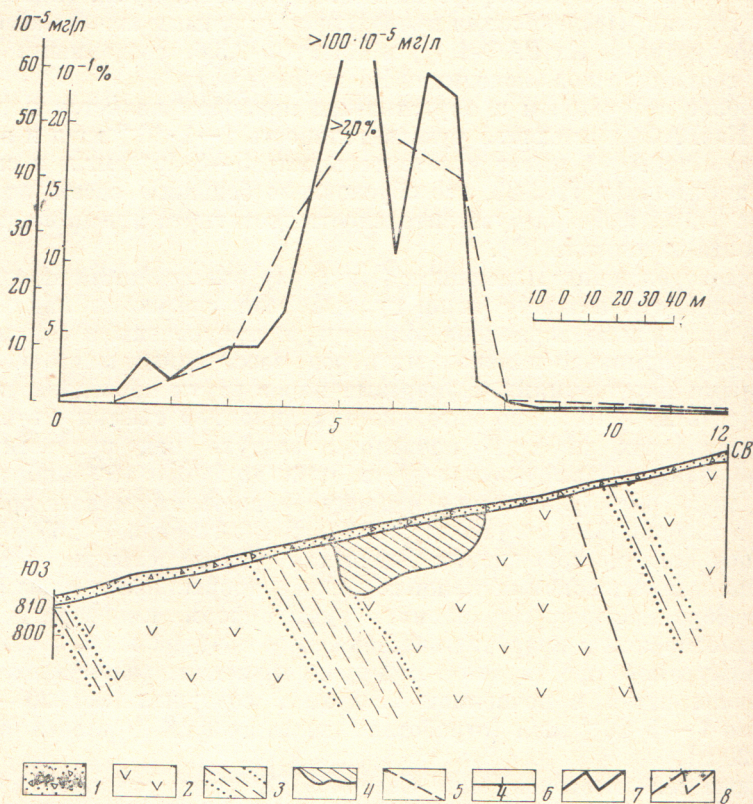


Рис. 1. График концентрации ртути в газовой и твердой фазе. Месторождение Пламенное. Профиль III. 1 — элювио-делювий, 2 — липариты нижнего мела, 3 — зона дробления, 4 — рудное тело, 5 — тектоническое нарушение, 6 — точки измерений, 7 — график концентрации ртути в газовой фазе, 8 — график концентрации ртути в твердой фазе

форме свободных и сорбированных газов, находящихся в сложном термодинамическом равновесии друг с другом и сульфидами ртути. Величина отношения массы свободных паров ртути в почве к массе ртути в твердой фазе названа нами коэффициентом ртутьотдачи, который изменяется от $11 \cdot 10^{-8}$ до $700 \cdot 10^{-8}$ ед. Причины, вызывающие такое широкое изменение этого коэффициента, не выяснены. Концентрация ртути в атмосфере на высоте 1 м от поверхности земли над открытыми механическими ореолами рассеяния на всех исследованных месторождениях менее $1 \cdot 10^{-7}$ мг/л. Только в трех точках наблюдения из двухсот месторождения Пламенного концентрация в атмосфере составила $3-5 \cdot 10^{-7}$ мг/л. Соответствующие содержания паров ртути в почвенном воздухе были равны $1000-5000 \cdot 10^{-7}$ мг/л.

Над погребенными рудными телами месторождения Чонкой (Киргизия) * в почвенном воздухе пары ртути при чувствительности измерения

* Рудные тела перекрыты аллохтонными суглинками мощностью 10—30 м.

$1-3 \cdot 10^{-7}$ мг/л не были обнаружены. При измерениях прибором КазРАФ-6 над рудной зоной зафиксированы газовые ореолы рассеяния в почвенном воздухе интенсивностью $24 \cdot 10^{-9}$ мг/л при фоне $5-8 \cdot 10^{-9}$ мг/л.

Наличие ртутной атмосферы указывает на возможность поисков ртутных месторождений и ртутоносных зон, образующих открытые механические ореолы рассеяния по газовым ореолам. Теоретическое распределение концентраций паров ртути в атмосфере по профилю наблюдений над рудным месторождением (диффузия от непрерывного точечного источника) для фиксированной высоты можно выразить формулой:

$$C = b \frac{e^{-a/X}}{X} \quad (1)$$

где C — концентрация паров ртути от рудных тел месторождения в точке наблюдения; X — координата по профилю наблюдений; a — параметр, равный отношению скорости ветра к коэффициенту турбулентной диффузии паров ртути в атмосфере; b — параметр, равный отношению количества ртути, поступающей в атмосферу от месторождения за единицу времени, к коэффициенту диффузии. Выражение (1) получено нами путем упрощения формулы, применяемой в метеорологии для определения концентрации загрязнений в атмосфере от наземных источников.

Атомно-абсорбционными фотометрами с золотыми сорбентами-накопителями измеряются в движении линейные продуктивности газового ореола рудных тел и рудоносных зон. Линейную продуктивность газового ореола в атмосфере можно выразить формулой:

$$M_X = b \int_{X_1}^{X_2} \frac{e^{-a/X}}{X} dX. \quad (2)$$

Вычисление интеграла в выражении (2) производится путем разложения подынтегральной функции в ряд. Пределы интегрирования X_2 и X_1 — координаты отрезка, на котором происходит накопление паров ртути в системе сорбентов. Длина отрезка накопления выбирается с учетом параметров рудных тел и зон, ореолов рассеяния, флуктуаций фона в атмосфере, скорости движения и ветра. Надежное фиксирование рудных зон и месторождений по парам ртути в атмосфере при движении существенно зависит от соотношения линейных продуктивностей газовых ореолов и фона. Очевидно, чем протяженнее отрезок накопления ртути в системе сорбентов, тем больше линейная фоновая продуктивность. Нами рассчитаны линейные продуктивности ореолов в атмосфере рудных полей месторождений путем уменьшения измеренных линейных продуктивностей паров ртути в почвенном воздухе на три порядка (данные по месторождению Пламенное). Линейная фоновая продуктивность подсчитана для отрезка накопления 200 и 1200 м при принятой фоновой концентрации паров ртути в атмосфере $1 \cdot 10^{-9}$ мг/л. Соотношение продуктивностей для отрезка накопления 200 м изменяется от 6 до 3000, что позволит фиксировать газовые ореолы от рудных зон всех исследованных объектов (автомобильный вариант).

При отрезке накопления 1200 м (вертолетный вариант) газовые ореолы зафиксируются только от рудных зон месторождений Пламенное, Терлигтая (соотношения продуктивностей 510; 7,2).

Таким образом, появляются принципиальные возможности повысить эффективность геохимических методов поисков путем фиксирования ртутного «дыхания» ртутных месторождений.

Центральная геохимическая экспедиция
Казахского геофизического треста
Алма-Ата

Поступило
27 IX 1969

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. И. Степанов, Ю. Н. Кузнецов, В. З. Фурсов, Разведка и охрана недр, № 12 (1965). ² И. И. Степанов, А. А. Рудковский, В. З. Фурсов, Изв. АН КазССР, сер. геол., № 3 (1969).