Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLV, вып. 2, 1963 г.

О РОЛИ СОРБЦИИ В ФОРМИРОВАНИИ ЭЛЮВИАЛЬНО-ДЕЛЮВИАЛЬНЫХ ОРЕОЛОВ РАССЕЯНИЯ

И. Н. Крицук

Формирование вторичных элювиально-делювиальных ореолов рассеяния на месторождениях свинца и молибдена рассматривалось обычно как процесс механического рассеяния продуктов выветривания рудных тел и вмещающих пород [4]. Как показало изучение минерального состава рыхлых элювиально-делювиальных отложений некоторых месторождений Восточного Забайкалья, образование вторичных ореолов рассеяния представляется более сложным.

При литохимической съемке обычно определяют лишь валовое содержание металла в пробе, что затрудняет дальнейшее направление поисковых работ [4, 5], так как не дает представления о природе аномалии, вещественном составе руды и т. д. Для устранения этих недостатков, а также решения ряда других вопросов большое значение приобретает изучение минерального состава рыхлых элювиально-делювиальных отложений. Опыт такого изучения приводится в настоящей работе.

Выяснялась перспективность рудопроявлений по вторичным ореолам рассеяния на территории Восточного Забайкалья. Пробы для минералогического анализа отбирались из ореолов рассеяния на площади известных месторождений, где ранее проводилась литохимическая съемка масштаба 1 : 2000 или 1 5000.

Месторождение *I* — свинцово-цинковое представлено минерализованными зонами дробления в метаморфических сланцах палеозоя. Мощность рудных тел 0,2—1 *м*. Руды окислены до глубины 50 *м*. Основные минералы окисленных руд — англезит, церуссит, различные охры и гидроокислы железа.

Месторождение II — свинцово-цинковое залегает в палеозойских известняках с прослоями сланцев и песчаников. Рудные тела тяготеют к зоне дробления в известняках. Руды окисленные и полуокисленные. В составе руд галенит, церуссит, англезит, охры и гидроокислы железа.

Месторождение *III* — свинцово-цинковое, в отличие от месторождения *II*, залегает в палеозойских известняках с прослоями сланцев. Как и в предыдущем случае, рудные тела тяготеют к зонам дробления. Руды окисленные и полуокисленные. В составе руд галенит, церуссит, англезит, охры и гидроокислы железа.

Месторождения *IV* и *V* — свинцово-молибденовые расположены в гидротермально измененных гранитах. Оруденение штокверкового типа. Основные рудные минералы — галенит, сфалерит, тонкодисперсный молибденит.

На всех месторождениях пробы отбирались из вторичных ореолов рассеяния с глубины 0,3—1,5 *м*. Вес пробы 5—6 *кг*. На каждом месторождении отбиралось пять-шесть проб из центральной и периферие-

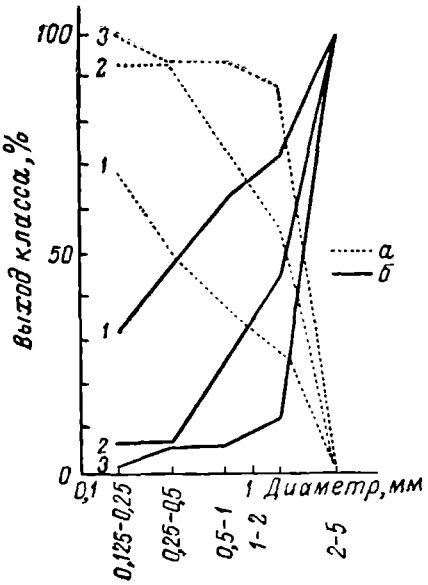
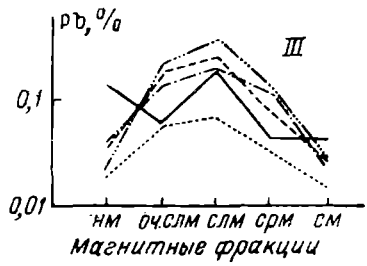
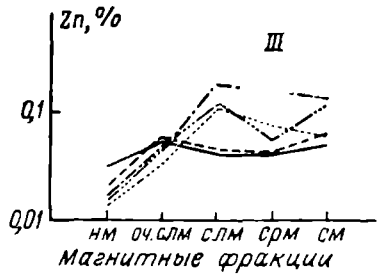


Рис. 1. Содержание обломков пород (*а*) и мономинеральных зерен (*б*) в классах литохимических проб месторождений, залегающих:

1 — в метаморфических сланцах; *2* — в известняках с прослоями сланцев; *3* — в гидротермально измененных гранитах







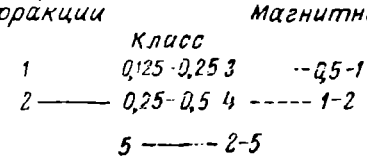


Рис. 2. Распределение свинца, цинка, молибдена в магнитных фракциях литохимических проб (для различных классов крупности сводной пробы) месторождений *III, IV, V*:

Фракции: *нм.* — немагнитная; *оч. слм.* — очень слабомагнитная; *слм.* — слабомагнитная; *срм.* — среднемагнитная; *см.* — сильномагнитная

ских частей ореола. Пробы подвергались детальному гранулометрическому анализу с выделением классов с диаметрами зерен от >0,002 до 3—5 *мм*. Распределение металлов в различных классах проб изучалось спектральным и минералогическим анализами[1].

Все классы литохимических проб, начиная с диаметра частиц >0,125 *мм* разделялись по удельному весу на легкую и тяжелую части. В каждой части выделялось пять фракций по магнитности (от немагнитной до сильномагнитной). Определялся минеральный состав тяжелой и легкой частей всех магнитных фракций класса крупности 0,25—0,5 *мм*. Такой класс был выбран для анализа потому, что в крупных классах часто встречаются обломки пород и сростки минералов, затрудняющие диагностику. Мелкие классы насыщены пылевато-глинистыми частицами, также затрудняющими диагностику минералов. Класс же 0,25—0,5 *мм* (рис. 1) для месторождений, залегающих в известняках и гранитах, легко поддающихся разрушению, на 90% состоит из мономинеральных зерен. Для месторождения, залегающего в метаморфических сланцах, процент выхода мономинеральных зерен несколько меньше.

Все фракции по магнитности тяжелой и легкой частей классов крупности от 0,125—0,25 до 5—2 *мм* подвергались спектральному анализу на свинец, цинк, молибден (рис. 2) Интересно, что в основном для всех классов крупности сохраняются общие закономерности распределения металла по магнитным фракциям (рис. 3). Отдельные отклонения от общего закона рассматриваются ниже.

Как и следовало ожидать, в тяжелой части содержание свинца и цинка примерно в 10 раз выше, чем в легкой. Распределение свинца тяжелой и легкой частей по классам крупности можно считать, учитывая точность спектрального анализа, равномерным. Так как общая закономерность распределения металлов в различных магнитных фракциях сохраняется примерно одинаковой для классов крупности (см. рис. 2), среднегеометрические значения концентраций свинца, цинка и молибдена вычислялись для каждой из магнитных фракций легкой части литохимических проб по каждому из месторождений (рис. 4).

Максимальные содержания свинца (см. рис. 2) приурочены к слабомагнитной фракции. Наименее четко эта закономерность выдерживается для самого крупного класса с диаметром частиц 2—5 *мм*, где кривая распределения металла по магнитным фракциям более сглажена. Интересно, что и для тяжелой части литохимических проб (см. рис. 3), где содержание металла определяется главным образом содержанием вторичных минералов свинца, имеющих большой удельный вес, кривая распределения по магнитным фракциям также несколько сглажена с незначительным максимумом для слабомагнитной фракции. При определении минерального состава крупных классов делювия отмечается, что класс 2—5 *мм* почти целиком представлен обломками метаморфических сланцев, в которых наблюдается вкрапленность сфалерита, содержащего эмульсионные включения халькопирита и церуссита с тонкими реликтами галенита. Все это позволяет сделать вывод, что увеличение содержания свинца в крупной немагнитной фракции обусловливается, вероятно, присутствием в этой фракции отдельных зерен немагнитных вторичных и первичных минералов свинца. Рассматривая распределение свинца по магнитным фракциям для всех месторождений суммарно (см. рис. 4), можно наметить следующие закономерности:

1. Для проб с содержанием > 0,1% Pb, отобранных из центральных частей ореолов рассеяния (месторождения *I*, *II*), распределение свинца

[1] Минералогический анализ класса 0,25—0,5 *мм* рыхлых отложений произведен Б. Ф. Куликовым.

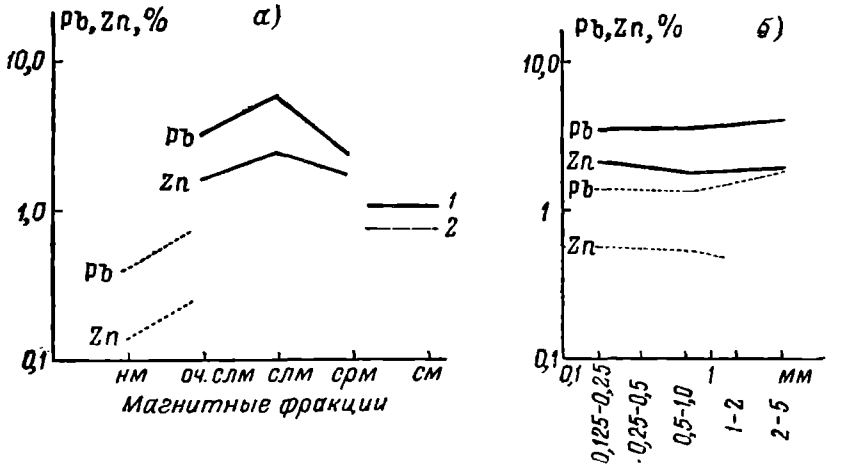


Рис. 3. Распределение свинца и цинка в тяжелой (*1*) и легкой (*2*) фракциях литохимических проб по магнитности и классам крупности (на примере месторождения *I*):

а — сводная проба, класс 0,25—0,5 *мм*; *б* — проба, отобранная глубины 1 *м*

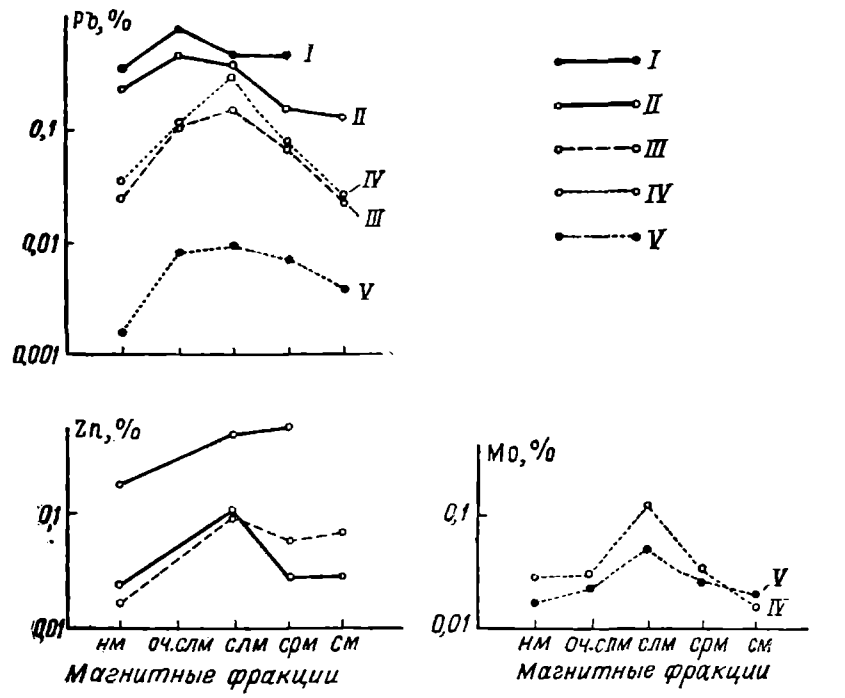


Рис. 4. Распределение металлов в различных магнитных фракциях легкой части литохимических проб (средние значения для различных классов от 0,125 до 5 *мм*) по месторождениям *I—V*

в различных магнитных фракциях примерно одинаково с нечетко выраженным максимумом в очень слабомагнитной фракции.

2. Для проб с содержанием от 0,03 до 0,1% Pb, отобранных из более бедных участков ореолов (месторождения *III*, *IV*), максимум содержания свинца четко выражен в слабомагнитной фракции.

3. Для проб с содержанием от 0,003 до 0,03% Pb, отобранных из бедных элювиально-делювиальных ореолов (месторождение *V*), максимум содержания свинца выражен нечетко также для слабомагнитной фракции. Причем содержание свинца резко падает в сторону немагнитных фракций.

Следовательно, в богатых пробах в крупных классах средних по содержанию свинца проб и в тяжелой части литохимических проб основное значение для концентрации свинца имеют немагнитные первичные и вторичные минералы: галенит, церуссит, а основным процессом формирования этих фракций рыхлых элювиально-делювиальных отложений является механическое рассеяние. Однако процесс этот ограничен, о чем свидетельствует почти повсеместное отсутствие тяжелой немагнитной фракции литохимических проб, с которой связаны первичные и вторичные минералы свинца.

В менее богатых и бедных пробах, а также в тонких классах легкой части литохимических проб свинец присутствует в безминеральной форме. Ведущую роль здесь приобретают слабомагнитные стяжения гидроокислов железа и марганца, обогащенные свинцом, а ведущим процессом формирования этих фракций элювиально-делювиальных отложений становится солевое рассеяние.

Для цинка (см. рис. 4) характерно такое же распределение по магнитным фракциям, как и для свинца, но максимальные содержания его сдвигаются в сторону более магнитных фракций.

Так, для месторождения *I* максимум содержания свинца приурочен к очень слабомагнитной фракции, а цинка — к среднемагнитной (сильномагнитная фракция отсутствует). Для месторождения *II* при максимуме содержания свинца в очень слабомагнитной фракции максимальное содержание цинка — в слабомагнитной. Такое распределение цинка объясняется, с одной стороны, значительно меньшим распространением немагнитных минералов цинка — при большей роли гидроокислов железа и марганца, сорбирующих ионы цинка, а с другой стороны, — возможно, сорбцией цинка более плотными разностями гидроокислов железа и марганца, обладающими большой магнитностью. Степень магнитности стяжений гидроокислов марганца и железа может изменяться в достаточно широких пределах (от $n \cdot 10^{-6}$ до $n \cdot 100^{-6}$ Cgs μ) при среднем значении $n \cdot 10^{-6}$ Cgs μ. Примерно к таким же выводам о поведении свинца и цинка в пробах элювиально-делювиальных ореолов рассеяния полиметаллических месторождений Центрального Казахстана пришли К. М. Муканов и И. И. Гинзбург [2].

Полученные данные несколько отличны от рекомендаций для свинца, выдвигаемых Е. В. Рожковой и М. Б. Серебряковой [3], которые на основании экспериментальных работ по сорбции свинца предлагают в первую очередь исследовать глинистые фракции рыхлых отложений.

Распределение молибдена по магнитным фракциям (см. рис. 2, 4) весьма сходно с распределением свинца. По результатам минералогического анализа литохимических проб рыхлых элювиально-делювиальных отложений, молибденит встречается редко и лишь в самых грубых классах отмечается в виде мелкой вкрапленности в кварце и полевом шпате, чем и объясняется увеличение содержания молибдена в немагнитной фракции для самого крупного класса. Несколько чаще в средних и крупных классах присутствует ферримолибдит. Наиболее богатая

молибденом слабомагнитная фракция не несет собственных минералов молибдена, но значительно обогащена гидроокислами железа и марганца. Отмечается увеличение содержания молибдена для немагнитной фракции самого тонкого класса, обогащенного гидроокислами железа и марганца и глинистым веществом, представленным тончайшими частицами каолинита, серицита, монтмориллонита и т. д. (рис. 2). Таким образом, для молибдена особенно отчетливо выявляется существенная роль сорбции гидроокислами железа и марганца, а также глинистым материалом. Это свидетельствует о значительной подвижности молибдена в условиях формирования элювиально-делювиальных отложений и подтверждает выводы Е. В. Рожковой и М. Б. Серебряковой [3].

Следует заметить, что в условиях Восточного Забайкалья для свинца и цинка, мигрирующих в зоне гипергенеза в катионной форме, основным сорбентом являются, вероятно, гидроокислы марганца, коллоидные растворы которых имеют отрицательный заряд. Молибден, мигрирующий в зоне гипергенеза главным образом в анионной форме, сорбируется, вероятно, отрицательными коллоидами гидроокислов железа и алюминия.

Выводы

В ореолах свинца, цинка и молибдена наряду с первичными и вторичными минералами характерно присутствие металла в безминеральной форме. Свинец, цинк и молибден концентрируются в слабо- и среднемагнитных фракциях литохимических проб, состоящих главным образом из гидроокислов железа и марганца. Таким образом, устанавливается значительная роль миграции этих металлов в солевой фазе при формировании вторичных ореолов рассеяния и преобладающая роль сорбции в процессах связывания воднорастворимых компонентов солевого ореола.

Первичные и вторичные минералы свинца, цинка и молибдена концентрируются лишь в центральной части ореола и в пробах, отобранных на глубине, вблизи границы коренные породы — элювиально-делювиальные отложения. Основная масса ореола несет главным образом металлы в безминеральной форме, поглощенные гидроокислами железа и марганца.

В процессе формирования вторичных ореолов рассеяния свинца, цинка и молибдена следует подчеркнуть значительную подвижность этих металлов и формирование ореола, прежде всего как солевого ореола рассеяния. В дальнейшем металлы, закрепленные в гидроокислах железа и марганца, подчиняются законам механического рассеяния.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург И. И. Опыт разработки теоретических основ геохимических методов поисков руд цветных и редких металлов. Госгеолтехиздат, 1957

2. Гинзбург И. И., Муканов К. М. Распределение Pb, Zn и Cu в различных классах и фракциях делювия в районе двух месторождений Центрального Казахстана. «Геохимия», 1956, № 4.

3. Рожкова Е. В. и Серебрякова М. Б. Возможная роль сорбции в образовании ореолов рассеяния. «Сов. геология», 1958, № 4.

4. Соловов А. П. Основы теории и практики металлометрических съемок. Алма-Ата, АН Каз. ССР, 1959.

5. Чуева М. Н. и Цигельман И. С. Исследование элювиально-делювиальных отложений с целью поисков полиметаллических месторождений. Зап. ЛГИ, 1953, т. XXIX, вып. 2.