Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LI, вып. 2, 1966 г.

УДК 550. 84

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ В РАЗЛИЧНЫХ КЛАССАХ И ФРАКЦИЯХ ДЕЛЮВИАЛЬНЫХ ОРЕОЛОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

И. Н. Крицук, Е. М. Квятковский

При разработке проблемы формирования элювио-делювиальных ореолов рассеяния, выяснении роли солевого и механического рассеяния различных металлов, количественной оценке рудопроявлений по ореолам рассеяния необходимо знать распределение металла по классам крупности в литохимических пробах.

В течение ряда лет авторы статьи занимались изучением этого вопроса на месторождениях различных типов в Восточном Забайкалье. Краткая характеристика геологического строения исследованных месторождений приведена в табл. 1.

Таблица 1

Краткая геологическая характеристика исследованных месторождений

Месторождение	Характер вмещающих пород	Характер рудных тел
1. Курултыкенское свинцово-цинковое	Метаморфические сланцы палеозоя	Минерализованные зоны дробления мощностью от 0,2 до 1 *м*. Руды окислены до глубины 50 *м*. Минеральный состав окисленных руд: англезит, церуссит, различные охры и гидроокислы железа
2. Поперечно-Зерентуйское свинцово-цинковое	Палеозойские известняки с прослоями сланцев и песчаников	Рудные тела тяготеют к зоне дробления в известняках. Руды окисленные и полуокисленные. Состав руд: галенит, церуссит, англезит, охры и гидроокислы железа
3. Резановское свинцово-цинковое	Нижнепалеозойские карбонатные породы с прослоями углисто-глинистых и кремнистых сланцев	То же
4. Северо-Акатуевское свинцово-цинковое	То же	То же
5. Козулинское свинцово-цинковое	Диоритовые порфириты верхнекиммерийского возраста	Минерализованные зоны дробления. Руды, окисленные и полуокисленные

Продолжение табл. 1

Месторождение	Характер вмещающих пород	Характер рудных тел
6. Гора Крестовая	Граниты	Распыленная минерализация в гранитах
7. Хапчерангинское оловянное	Песчано-сланцевая толща пермского возраста	Кварцевые и кварцкарбонатные жилы с сульфидами и касситеритом
8. Южно-Харатуйское оловянное	Кварцевые порфиры	Зона дробления и хлоритизации в кварцевых порфирах
9. Шерловогорское оловянное	Диоритовые порфириты, кварцевые порфиры и их туфы	Оруденение штокверкового типа, приурочено к пересечению крупных разломов меридионального и северо-восточного простирания
10. Бугдаинское молибденовое	Гидротермально-измененные граниты	Оруденение штокверкового типа: прожилки кварца с галенитом, сфалеритом и тонкодисперсным молибденитом
11. Быстринское скарновое медно-вольфрамо-молибденовое	Известняки и песчано-сланцевая толща палеозойского возраста, прорванные варисскими диоритами и верхнеюрскими гранодиорит-порфирами	Магнетитсодержащие диопсидовые, форстеритовые, флогопит-форстеритовые скарны
12. Оловянно-висмутовое рудопроявление	Протерозойские метаморфические породы (гнейсы и кристаллические сланцы, метаморфизованные изверженные породы)	Оруденение приурочено к крупной тектонической зоне дробления, в пределах которой отмечено интенсивное окварцевание и турмалинизация пород
13. Дедовогорское вольфрамовое	Кварцево-слюдистые сланцы, песчаники, граниты	Кварцевые жилы и зоны грейзенизации с вольфрамитом и касситеритом
14. Мало-Ангатуйское оловянно-вольфрамовое	Ороговикованная песчано-сланцевая толща палеозойского возраста	Кварцевые жилы с вольфрамитом и касситеритом
15. Нерчинское ртутное	Кварцево-хлоритовые сланцы с прослоями и линзами известняков и доломитов	Анкеритовые жилы и прожилки с киноварью
16. Любавинское золоторудное	Малые интрузии гранодиоритов, дайки кварцевого порфира и фельзита, ороговикованные песчаники и сланцы	Золоторудные кварцевые жилы
17. Аркиинское оловорудное	Гнейсы, метаморфические сланцы, доломитизированные известняки	Зона магнетитовых скарнов

Геоморфологическая обстановка на всех исследованных участках аналогична: все ореолы приурочены либо к вершинам, либо к верхней части склонов, где мощность рыхлых отложений не превышает, как правило, первых трех метров.

Пробы для исследований отбирали на участках в пределах известных ореолов рассеяния с первоначальным весом 2—3 *кг*. В среднем с участка

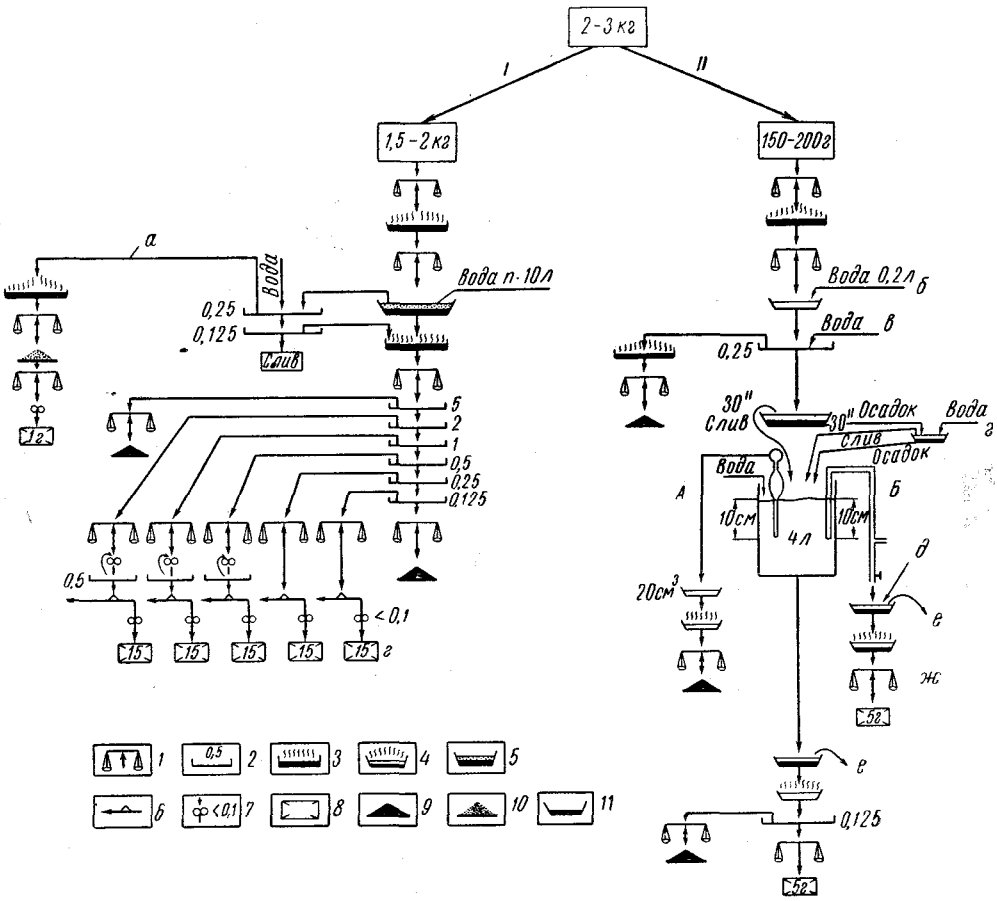


Рис. 1. Сводная схема гранулометрического анализа литохимических проб: *I* — ситовой анализ; *II* — седиментационный анализ пипеточным методом (*А*), методом Сабанина (*Б*).

а — всплывший гумус; *б* — размачивание в течение 12 *ч*, растирание резиновым пестиком; *в* — промывание и растирание резиновым пестиком; *г* — растирание и слив через каждые 30 *сек* до чистой воды; *д* — раствор поваренной соли (при выделении классов $\leqslant$ 0,005 *мм*); *е* — отстаивание и слив чистой воды; *ж* — взвешивание классов 0,01—0,02 и 0,02—0,05 *мм*.
1 — взвешивание; *2* — просеивание; *3* — высушивание; *4* — выпаривание с осадком и без осадка; *5* — отмучивание; *6* — сокращение; *7* — истирание; *8* — капсуль с пробой; *9* — отвал; *10* — озоление; *11* — отстаивание.

отбирали по 5—6 проб: 3—4 пробы в центре ореола с глубины 0,2; 0,5; 1 и 2 *м* и по одной пробе в 10—15 *м* вверх и вниз по склону от центра ореола с глубины 0,2 *м*. В процессе отбора крупные обломки пород более 3—5 *см* отбрасывали. Литохимические пробы делили на классы ситовым и седиментационным способами по схеме, приведенной на рис. 1. Ситовым способом разделяли на классы фракцию крупнее 0,1 *мм*, предварительно отмытую от глинистых частиц. Седиментационным способом (по А. Н. Сабанину) разделяли на классы фракцию мельче 0,1 *мм*, причем

предварительно пипеточным методом определяли содержание различных классов пылевато-глинистых частиц (табл. 2).

Таблица 2

Условия проведения седиментационного анализа

Время взятия пробы суспензии	Объем суспензии	Выделяемый класс частиц, *мм*
	Пипеточный метод	
50 *сек*	20 *см*³	≤0,05
5 *мин* 10 *сек*		≤0,02
20 *мин* 40 *сек*		≤0,01
1 *ч* 23 *мин*		≤0,005
8 *ч* 38 *мин*		≤0,002
	Метод Сабанина	
8 *ч* 38 *мин*	Один слив на 10 *см*	≤0,002
1 *ч* 23 *мин*	То же	≤0,005
1 *ч* 23 *мин*	От 5 до 10 сливов в «отвал» до полного очищения воды	
20 *мин* 40 *сек*	Два слива	0,005—0,01
20 *мин* 40 *сек*	От 3 до 5 сливов в «отвал» до полного очищения воды	—
5 *мин* 10 *сек*	От 3 до 5 сливов до полного очищения воды	0,01—0,02
50 *сек*	То же	0,02—0,05

Качество определения гранулометрического состава проверяли повторным седиментационным анализом, полным гранулометрическим анализом дубликатов и проверкой под микроскопом размеров частиц внутри классов.

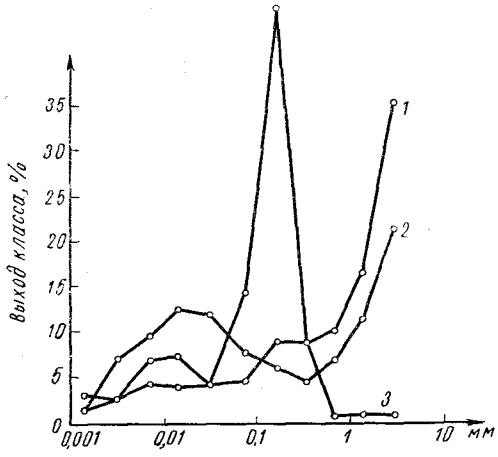


Рис. 2. Гранулометрический состав литохимических проб месторождений: *1* — олово-висмутового рудопроявления; *2* — Резановского; *3* — Любавинского.

Результаты гранулометрического анализа проб с трех наиболее типичных по составу участков элювио-делювиальных отложений приведены на рис. 2.

Часть проб с ряда участков была передана на минералогический анализ в лабораторию при кафедре минералогии Горного института. После тщательной отмывки от глинистых частиц и разделения каждого из 5 крупнозернистых классов ($> 0{,}125$ *мм*) на 5 фракций по степени магнитности и каждой из магнитных фракций на две части по удельному весу все десять фракций каждого класса подвергались спектральному анализу, а для класса $0{,}5 + 0{,}25$ *мм* — минералогическому анализу.

Результаты минералогического анализа в данной статье используются лишь частично, в той мере, сколь это было необходимо для решения вопроса о форме нахождения того или иного элемента в пробах.

Спектральный анализ различных классов и фракций проб проводился способом «трех эталонов» с трехкратным испарением из канала навески и последующим фотометрированием спектров. На отдельные элементы — ртуть, золото, таллий и индий — пробы анализировали по специальным методикам [Сергеев, 1957; Шоу, 1959; Квятковский, Григорьева, 1963]. По результатам анализа всех проб для каждого класса вычисляли среднегеометрическое содержание металла с одного участка и по всем участкам. При таком осреднении теряются, естественно, частные закономерности для проб, отобранных с различных глубин и различных участков ореола,

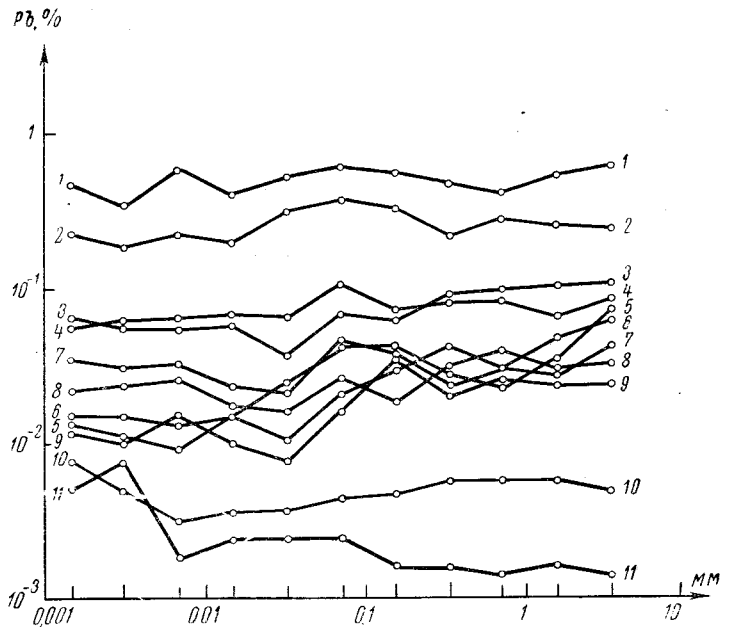


Рис. 3. Распределение свинца в различных классах литохимических проб месторождений:

1 — Поперечно-Зерентуйского; *2* — Курултыкенского; *3* — Бугдаинского, канава 21; *4* — Козулинского; *5* — горы Крестовой; *6* — Шерловогорского; *7* — Резановского, участка 4—5; *8* — Северо-Акатуевского; *9* — Резановского, участка *12—2*; *10* — Бугдаинского, канава 14; *11* — Харатуйского.

а также проб, отобранных в иных геологических и геоморфологических условиях, однако основные закономерности становятся яснее.

Распределение свинца (рис. 3) относительно равномерно во всех классах частиц. Кроме некоторого общего увеличения (в 1,5 раза) содержаний свинца для классов крупнее 0,1 *мм*, для 8 месторождений из 11 характерен максимум для класса 0,125 ÷ 0,05. Этот максимум наиболее четко выражен для месторождений с содержаниями свинца в ореолах от 0,01 до 0,1% для участков со значительной зараженностью вмещающих пород свинцом. Подобное обогащение свинцом средних классов 0,02—0,25 *мм* на месторождении Алайгыр в Центральном Казахстане И. И Гинзбург и К. М. Муканов [1956] объясняют связью свинца с вторичными минералами железа и марганца. Эту точку зрения подтверждают и наши исследования по изучению минерального состава рыхлых элювио-делювиальных отложений [Крицук, 1963]. При этом оказывается, что для большинства проб с содержанием 0,0 *n*% не удается выделить тяжелые немагнитные фракции, а наиболее богатыми свинцом легкими фракциями являются слабомагнитные фракции, которые состоят в основном из гидроокислов железа и марганца.

Таким образом, для проб со средним содержанием свинца 0,0 *n*% характерно наличие максимума содержаний для средних классов и незначительное увеличение содержания в крупных классах.

В пробах с низкими содержаниями свинца отчетливо проявляется увеличение содержания в наиболее тонких классах (< 0,01 *мм*). Обогащение тонких классов свинцом для Харатуйского и Бугдаинского месторождений связано, вероятно, с образованием наиболее тонких классов делювия на гранитах или кварцевых порфирах, главным образом за счет полевых шпатов, где концентрируется до 80% общего количества свинца, содержащегося в породе. Кроме того, при малых концентрациях свинца в пробе наиболее ощутимы процессы сорбции металла тонкодисперсным глинистым материалом.

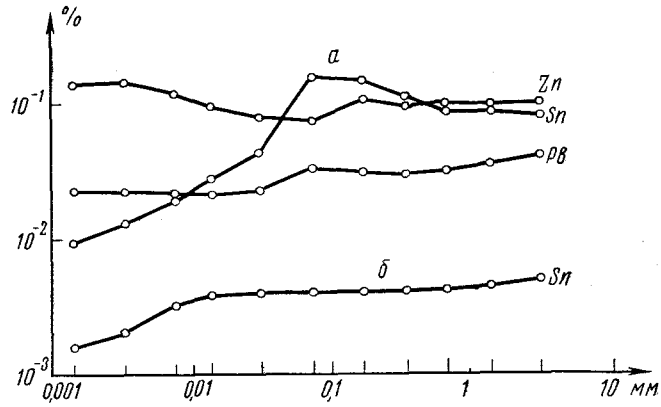


Рис. 4. Среднее (для района) распределение свинца, цинка и олова по классам литохимических проб месторождений:

а — сульфидно-касситеритовой формации; *б* — кварц-касситеритовой формации.

Для проб с высоким (> 0,1%) содержанием свинца характерно наиболее равномерное распределение его по классам, с незначительным увеличением свинца в крупных классах (рис. 4).

Следовательно, основным процессом при формировании вторичных ореолов свинца является механическое рассеяние первичных и вторичных минералов свинца из зоны окисления. Этот процесс выражается в таком распределении металла по классам, при котором с увеличением крупности классов возрастает и содержание в них свинца, так что отношение содержания металла в самом тонком классе к содержанию его в самом крупном составляет 0,5—0,7.

Следующим по значимости процессом формирования вторичных ореолов свинца является процесс сорбции металла гидроокислами железа и марганца и обогащение свинцом слабомагнитных фракций средних классов (0,02—0,25 *мм*), в которых и оказывается наибольшее содержание гидроокислов. Этот процесс проявлен наиболее отчетливо в пробах при содержаниях свинца в пределах первых сотых долей процента.

И, наконец, процесс сорбции глинистым материалом наиболее отчетливо проявляется для проб с низкими содержаниями свинца (0,00 *n*% Pb). С увеличением содержаний свинца в пробах этот процесс несколько затушевывается, так как распределение металла в богатых пробах является уже результатом суммирования всех трех процессов.

Распределение цинка (рис. 5). В тонких классах содержание цинка примерно в 1,5—2 раза выше по сравнению со средними и грубыми клас-

сами. Это свидетельствует о ведущей роли сорбции в формировании вторичных ореолов рассеяния цинка, о выносе его из зоны окисления главным образом в жидкой фазе и переотложении и закреплении в тонких классах делювия.

Однако наряду с сорбцией глинистым материалом, особенно характерным для Резановского месторождения (рис. 5), где содержание в тонких классах по сравнению со средними и грубыми увеличивается примерно в 7 раз, цинк, сорбируясь гидроокислами железа и марганца, обогащает средние классы рыхлых отложений (0,01—0,1 *мм*). Последнее хорошо иллюстрируется данными по Куруптыкенскому месторождению.

Наконец, следует отметить характерное для некоторых месторождений (например, Поперечно-Зерентуйского) уменьшение содержания в са-

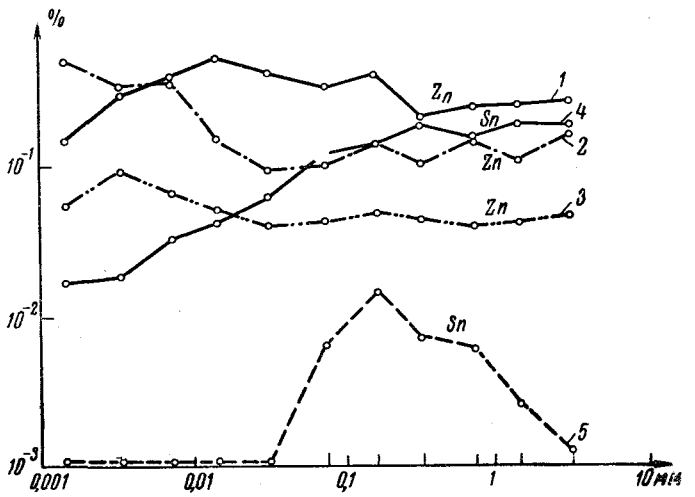


Рис. 5. Распределение цинка и олова в различных классах литохимических проб месторождений:

1 — Куруптыкенского; *2* — Резановского, участка 4—5; *3* — Поперечно-Зерентуйского; *4* — Хапчерангинского, жила Спектральная; *5* — Хапчерангинского, жила Водораздельная.

мых тонких классах, что связано с выносом металла и обусловлено слабой связью цинка с глинистым веществом. Интересны в этой связи результаты, полученные М. М. Эльгабели [1954]. Он показал, что только до 50% цинка, сорбированного глинами, составляет так называемый «фиксированный» цинк, который не освобождается при обработке нормальным раствором хлористого калия.

Таким образом, основными процессами, определяющими распределение цинка в различных классах литохимических проб и формирование их вторичных элювио-делювиальных ореолов рассеяния, являются: 1) поглощение цинка глинистыми коллоидами и обогащение за счет этого тонких классов литохимических проб, 2) накопление цинка во вторичных минералах марганца и железа в средних классах; 3) последующее механическое рассеяние, которое приводит к нивелированию полученных кривых.

Распределение олова (рис. 5) характерно по классам частиц в зависимости от типа месторождения. Так, для всех проб, отобранных с шести месторождений различных типов касситеритово-сульфидной формации (рис. 4), наиболее обедненным оловом, как и следовало ожидать, оказался класс $\leqslant$ 0,002 *мм*, а наиболее богаты классы 0,05—0,25 *мм*. Содержание

олова в тонких классах уменьшается в среднем примерно в 10 раз по сравнению с наиболее богатым классом. В сторону крупных классов обеднение оловом менее резкое — примерно в 2 раза.

Для месторождений кварцево-касситеритовой формации (например, Дедовогорского) кривая распределения металла по классам более проста и характеризуется постепенным увеличением содержаний металла с увеличением крупности класса. Резкий спад кривой для классов с диаметром зерен $< 0{,}01$ *мм* объясняется предельной крупностью зерна касситерита (0,01 *мм*), характерной для акцессорного касситерита во вмещающих породах [Квятковский, Крицук, 1961]. Осредненную кривую (рис. 4) можно рассматривать как сумму двух распределений: а) логнормального распределения акцессорного касситерита с модальным диаметром зерна 0,01 *мм* и б) распределения касситерита в механических ореолах рассеяния, характеризующегося постепенным уменьшением содержания олова с уменьшением крупности класса. Таким образом, для месторождений, где олово представлено касситеритом, основным процессом является механическое рассеяние. Благодаря твердости и устойчивости касситерита и разрушению содержание олова уменьшается в тонких классах примерно в 5—7 раз при одновременном уменьшении диаметра зерен более чем в 1000 раз.

Весьма четкий максимум содержаний олова в классе $0{,}125 \div 0{,}25$ *мм* в пробах из ореола жилы Водораздельной Хапчерангинского месторождения обусловлен столь же четким распределением касситерита по классам крупности в самой жиле, практически полным отсутствием солевого рассеяния и весьма низким содержанием олова во вмещающих породах. Иное распределение олова наблюдается в ореоле жилы Спектральной того же месторождения. Увеличение содержаний олова в самых тонких классах частиц обусловлено солевым рассеянием — в жиле Спектральной около 50% олова связано со станнином. Некоторое относительное обогащение оловом и самых крупных классов, по-видимому, обусловлено образованием землистых, губчатых или колломорфных стяжений касситерита, образующихся из коллоидных растворов олова благодаря разложению станнина в зоне окисления.

Распределение меди (рис. 6) по классам крупности рыхлых отложений изучено нами лишь по одному Быстринскому месторождению. При этом четко намечаются две тенденции: 1) уменьшение содержания меди с уменьшением крупности частиц, что характерно для крупных классов и связано с процессом механического разрушения и рассеивания первичных и вторичных медных минералов; 2) увеличение содержания меди в тонких классах, что связано с процессом сорбции меди глинистым материалом. Способность глин, особенно монтмориллонитовых и бейделлитовых, поглощать цинк, медь и другие элементы общеизвестна [Гинзбург, Муканов, 1956; Витовская, 1962].

Распределение молибдена (рис. 6) в различных классах рыхлых отложений изучено на примере Бугдаинского месторождения, для которого установлено незначительное увеличение содержания с крупностью класса. Такое распределение молибдена свидетельствует о ведущей роли процесса механического разрушения и рассеяния первичных и вторичных молибденовых минералов. Содержание молибдена увеличивается в слабомагнитных фракциях минералогических проб с наибольшим количеством гидроокислов железа и марганца. Как отмечает Е. Акопян [1960], молибден первичного сульфида при своей гипергенной миграции переотлагается и частично входит в состав самых разнообразных вторичных минералов.

Распределение вольфрама (рис. 6) изучено на шести месторождениях кварц-вольфрамитовой формации. Для всех месторождений воль-

фрама характерно увеличение содержания металла с увеличением крупности класса, что свидетельствует о превалирующем значении процесса механического рассеяния при образовании вторичных ореолов рассеяния. Уменьшение содержания в самом крупном классе связано, вероятно, с оптимальными размерами зерен вольфрамита в рудах. Некоторое увеличение содержания в тонких классах свидетельствует о том, что и для вольфрама характерна подвижность в виде солей и сорбция глинистым материалом [Гинзбург, Муканов, 1956].

Распределение висмута (рис. 6) в различных классах литохимических проб изучено на примере одного месторождения. В различных классах литохимических проб распределение висмута относительно равномерно. Незначительный максимум в классе 0,125—0,05 *мм* характерен на этом месторождении и для олова. Висмут представлен в первичных рудах висмутином, который в зоне окисления легко окисляется и переходит в бисмит и бисмутит. Распределение висмута в различных классах рыхлых элювио-делювиальных отложений можно объяснить отчасти процессом механического рассеяния касситерита и сопутствующего ему висмутина. На этот процесс накладывается процесс рассеяния висмута в виде вторичных соединений, присутствующих в сорбированной форме в каолиноподобных минералах. В результате увеличивается содержание висмута в тонких классах. Наложение этих двух процессов дает сглаженную кривую распределения висмута, свидетельствующую о равномерном распределении последнего во всех классах литохимических проб.

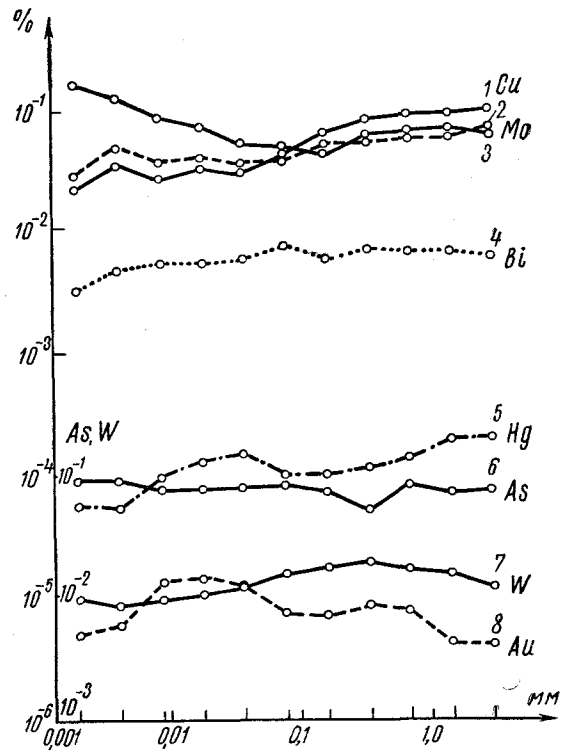


Рис. 6. Распределение молибдена, меди, висмута, ртути, мышьяка, золота и вольфрама в различных классах литохимических проб месторождений:

1 — Быстринского; *2, 3* — Бугдаинского; *4* — оловянно-висмутового рудопроявления; *5* — Нерчинского; *6, 8* — Любавинского; *7* — осредненные данные по 6 месторождениям.

Распределение ртути (рис. 6) в различных классах литохимических проб изучено на Нерчинском месторождении. В пробах наблюдается отчетливое обеднение ртутью наиболее тонких классов ($<$ 0,01 *мм*), относительное увеличение содержания ртути для классов 0,01—0,05 *мм* и затем увеличение содержания ртути для самых крупных классов $>$ 1 *мм*. Главную роль в процессе формирования ореолов ртути играет, вероятно, механическое разрушение и рассеяние. Относительный максимум содержания ртути в классах 0,01—0,05 *мм* можно объяснить сорбционными свойствами глинистых минералов, а также гидроокислов железа и марганца [Сауков, 1946; Айдиньян, 1960].

Учитывая общую тенденцию снижения содержания ртути с уменьшением диаметра частиц, нельзя согласиться с предложением А. А. Буйнова [1959] об упрощении методики опробования при поисках ртути за счет уменьшения диаметра частиц и отбора фракции $< 0{,}1$ *мм*. Фактические данные самого А. А. Буйнова противоречат его выводам. Не останавливаясь подробно на обосновании выбора глубины отбора проб, приводим средние содержания ртути для различных классов мелкой фракции [Буйнов, 1959]:

Класс, *мм*	$< 0{,}1$	0,1—0,25	0,25—0,5
Среднее содержание в целом по классу, %	$0{,}86 \cdot 10^{-3}$	$3{,}32 \cdot 10^{-3}$	$0{,}66 \cdot 10^{-3}$

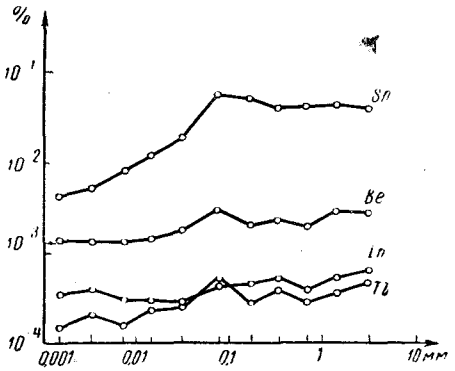


Рис. 7. Распределение олова и примесей бериллия, индия и таллия в различных классах литохимических проб Аркиинского оловорудного месторождения.

Как видно из этих данных, наиболее богатым является класс 0,1—0,25 *мм*, т. е. именно тот, пренебречь которым рекомендует А. А. Буйнов, отбирая для анализа фракцию $<$ 0,1 *мм*. В предыдущей работе [Воларович, Буйнов, Николаев, 1958] А. А. Буйнов утверждал, что по данным шлиховой съемки наиболее богатыми являются классы 0,5—1 и 1—5 *мм*. Тогда кривые распределения ртути по классам крупности лотохимических проб и по данным А. А. Буйнова будут аналогичны нашим, и давать по таким материалам рекомендации по отбору мелкой фракции $< 0{,}1$ *мм* было бы неверно.

Распределение мышьяка и золота (рис. 6) в различных классах литохимических проб в общем равномерно. В распределении золота отмечены два максимума для классов 0,005—0,5 и 0,25—1,0 *мм*. Тесной корреляционной связи между мышьяком и золотом в элювио-делювиальных отложениях не намечается, хотя в рудах она фиксируется повсеместно. Наличие двух максимумов в распределении золота по классам крупности можно объяснить присутствием двух типов золота в рудах: 1) свободного самородного, которое встречается в форме дендритов, пленок и т. д. и ассоциируется с кварцем (оно, по-видимому, и определяет максимум в крупных классах); 2) дисперсного, которое в зоне гипергенеза и в рыхлых элювио-делювиальных отложениях концентрируется в минералах железной шляпы и обогащает тонкие классы делювия.

Распределение элементов-примесей — бериллия, индия и таллия — в акцессорных минералах (рис. 7) изучено на Аркиинском оловорудном месторождении. Наиболее тонкие классы литохимических проб ($< 0{,}02$ *мм*) обеднены бериллием, класс 0,05—0,125 *мм* наиболее богат им. Сходство в характере распределения бериллия и олова в различных классах литохимических проб наводит на мысль о сходстве или однотипности процессов формирования вторичных ореолов рассеяния этих двух элементов. По-видимому, как и для олова, в данном случае при формировании ореолов бериллия основную роль играют процессы механического разрушения и рассеяния руд, причем средний размер зерен гипогенного минерала бериллия соответствует классу 0,125—0,05 *мм*.

Распределение индия на этом же месторождении достаточно равномерно при некотором обогащении самых грубых классов, что сходно

с поведением олова и подтверждает предположение о тесной ассоциации индия с касситеритом.

В распределении таллия наблюдается более четкая зависимость повышения содержания с увеличением класса крупности. Кроме того, довольно отчетливо намечается максимум содержания таллия для класса 0,125—0,05 *мм* так же, как для бериллия и олова. Вероятно, в этом случае таллий связан с бериллием [Шоу, 1959], хотя основной минерал бериллия на месторождении не определен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основными процессами при формировании вторичных остаточных ореолов рассеяния Pb, Zn, Cu, Mo, W, Sn, Hg, As, Au, Be, In, Te являются как механическое рассеяние первичных и вторичных минералов, так и солевое рассеяние этих элементов.

Учитывая, что для большинства металлов даже таких, как Pb, W, Au значительную роль играет солевое рассеяние и процессы сорбции как глинистым материалом, так и гидроокислами марганца и железа, при поисковой литохимической съемке по вторичным элювио-делювиальным ореолам рассеяния можно рекомендовать для анализа фракцию $< 0{,}25$ *мм*.

ЛИТЕРАТУРА

Айдиньян Н. Х. Определение малых количеств ртути в природных объектах. Тр. ИГЕМ АН СССР, вып. 46, 1960.

Акопян Е. Минералогия зоны окисления главнейших медно-молибденовых месторождений Армении. Изд-во АН Арм. ССР, 1960.

Буйнов А. А. К вопросу упрощения методики спектрометаллометрического опробования при поисках ртути. В сб. Материалы по геологии цветных, редких и благородных металлов. Госгеолтехиздат, 1959. (Тр. ЦНИГРИ, вып. 4).

Витовская И. В. Минеральный состав и поведение микроэлементов в зоне гипергенеза Акчагыла и Кызыл-Эспе. Изд-во АН СССР, 1962.

Воларович Г. П., Буйнов А. А., Николаев С. С. Применение спектрометаллометрии при геологопоисковых работах на ртуть. В сб. Материалы по геологии цветных, редких и благородных металлов. Госгеолтехиздат, 1958 (Тр. ЦНИГРИ, вып. 3).

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

Квятковский Е. М., Григорьева О. А. Высокочувствительный двудуговой метод спектрального анализа на золото и некоторые рассеянные элементы. Зап. ЛГИ, т. XLV, вып. 2, 1963.

Квятковский Е. М., Крицук И. Н. О методике металлометрической съемки при поисках оловянных месторождений. Зап. ЛГИ, т. XXXIX, вып. 2, 1961.

Крицук И. Н. О роли сорбции в формировании элювио-делювиальных ореолов рассеяния. Зап. ЛГИ, т. XLV, вып. 2, 1963.

Сауков А. А. Геохимия ртути. Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, сер. минер., геохим., вып. 78, № 17, 1946.

Сергеев Е. А. Методика ртутнометрических исследований. В сб. Геохимич. поиски рудных месторождений. Госгеолтехиздат, 1957.

Шоу Д. М. Геохимия таллия. Геохимия индия. В сб. Геохимия редких элементов. ИЛ, 1959.

Эльгабели М. М. Механизм связывания цинка коллоидными глинами и сходными с ним минералами. В сб. Геохимические методы поисков рудных месторождений. ИЛ, 1954.