

В. Е. ВАРТАНЕСОВ

ЭНДОГЕННЫЕ ОРЕОЛЫ РАССЕЯНИЯ АГАРАКСКОГО МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Вопрос изучения первичных ореолов рассеяния медно-молибденовых руд прожилково-вкрапленного типа был поставлен в связи с необходимостью прогнозной оценки зоны крупного Дебаклинского разлома на юге Армении, к которой в основном приурочены некоторые медно-молибденовые месторождения штокверкового типа.

Для выполнения поставленной задачи, было проведено геохимическое опробование пород Агаракского месторождения с целью выявления общих закономерностей образования эндогенных ореолов медно-молибденовых руд над уже известными рудными телами и установления критериев их образования.

В предлагаемой статье приводятся первые результаты нашей попытки выявить эндогенные ореолы на медно-молибденовых месторождениях Армении.

Методика работы

При проведении комплексных геологических исследований в Агаракском рудном поле, на площади 6 км² было произведено опробование коренных пород и керн разведочных буровых скважин. Пробы из пород и руд отбирались методом пунктирной борозды (2—4 кусочка, объединенных в одну пробу общим весом 0,2—0,3 кг) для спектрального анализа. Кроме того, из выбитых осколков отбирались один — для приготовления шлифа, а через определенный интервал в месте отбора спектральной пробы бралась большая проба (2—5 кг), являвшаяся необходимым материалом для минералогических исследований. Отобранные пробы (1200 шт.) после обработки подверглись спектральному анализу, а образцы, взятые там же, — петрографическому и минералогическому исследованиям.

Полуколичественный спектральный анализ производился в лаборатории Казахского Геофизического треста в г. Алма-Ата и в лаборатории спектрального анализа ИГН АН Арм. ССР, на 26 элементов высокочувствительными методами на спектрографах ИСП-30 и ДФС-13 с достаточно высокой точностью (см. табл. 1). Одновременно в лаборатории спектрального анализа ИГН значительная часть проб была проанализирована количественно на медь. С целью контроля результатов спектрального анализа, часть проб анализировалась на медь и молибден в химической лаборатории ИГН (аналитик О. М. Бозоян). Данные анализов подвергались статистической обработке и результаты наносились на специальную геохимическую карту.

Таблица 1

Чувствительность спектральных анализов

Элементы	Кларк по Виноградову		Чувствительность анализа		Процентные точности анализа
	средние породы	кислые породы	спектр. лаборат. ИГН АН АрмССР	спектр. лабор. Каз. геофизич. трест г. Алма-Ата	
Cu	$4,7 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	17—30%
Zn	$8,3 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$	30—50%
Mo	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-5}$	
Ag	$7 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-5}$	
W	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	
Pb	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$	

Основные черты геологического строения рудного поля

В геологическом строении рудного поля (фиг. 1) принимают участие изверженные породы второй и третьей фаз интрузивной деятельности Мегринского плутона: монцитоны и граносиениты и гранодиориты. Интрузивные породы на отдельных участках перекрыты постплиоценовыми «красными брекчиями» [12].

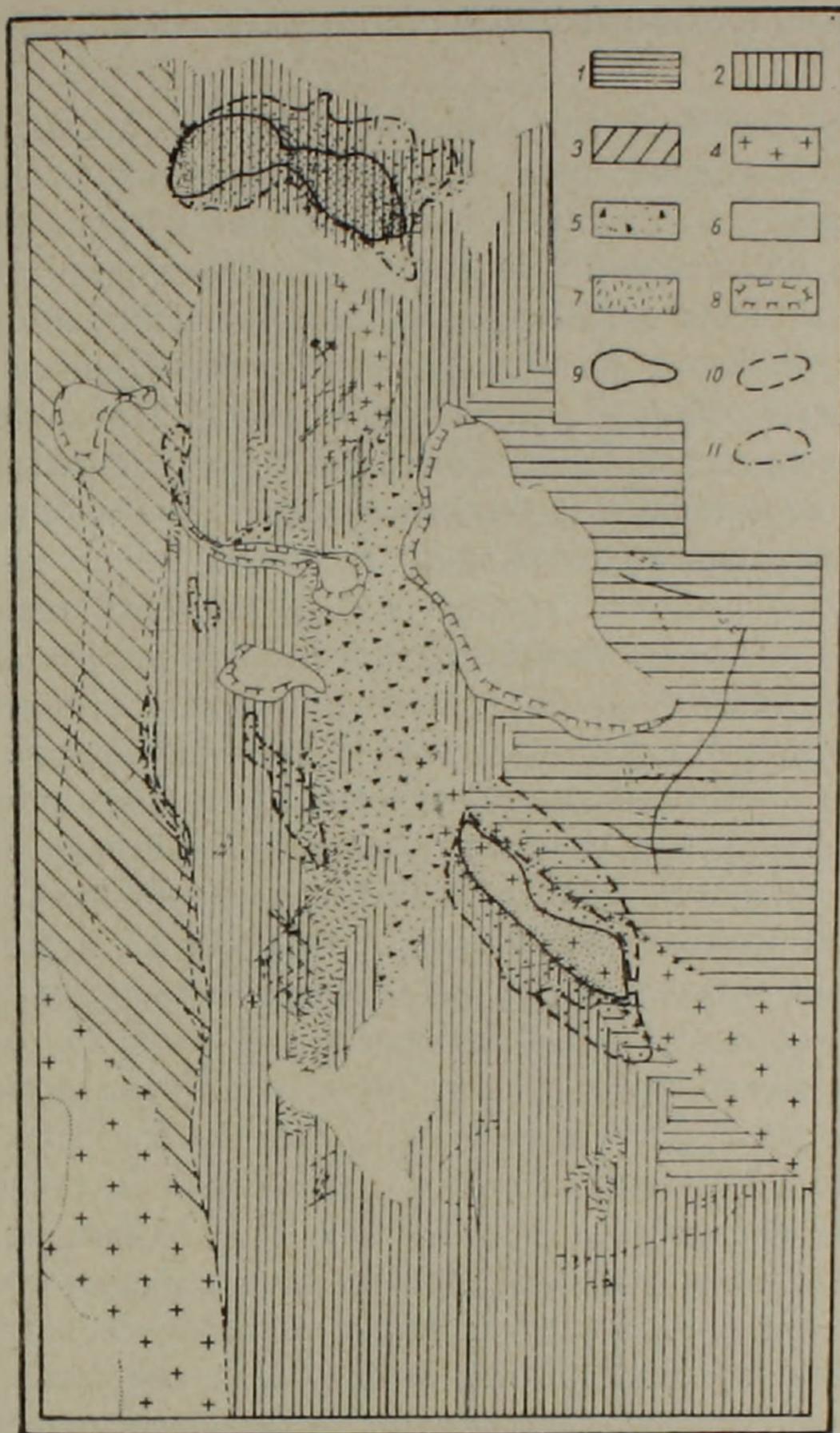
Месторождение расположено в зоне крупного меридионального Дебаклинского разлома, в месте его разветвления и сопряжения со Спетринским разломом, идущим в направлении СЗ 335°.

Тектонические подвижки, проявившиеся на территории месторождения в различное время, способствовали образованию зон дробления и брекчирования, по которым происходило внедрение штоков и даек гранодиорит-порфира. Породы подверглись интенсивным гидротермальным изменениям, широко проявившимся в пределах рудного поля.

Гидротермальные изменения выражаются в окварцевании, серицитизации, хлоритизации и карбонатизации пород. Существует определенная зависимость характера изменения от состава породы. В монцитонитах преобладающим типом изменения является хлоритизация, в то время как для граносиенитов наиболее характерны окварцевание, серицитизация и карбонатизация. Иногда породы превращены во вторичные кварциты, особенно в приконтактных зонах.

Рудовмещающими породами являются граносиениты и гранодиорит-порфиры (шток). Оруденение штокверковое и прослеживается вдоль главных рудоконтролирующих структур, причем наибольшая концентрация оруденения на Центральном участке располагается вдоль восточного контакта граносиенитов с гранодиорит-порфирами. На западе оруденение ограничивается мощной зоной дробления Агаракского (Дебаклинского) разлома, а на востоке граница его прослеживается менее четко, по Спетринскому разлому [12].

Северная и южная границы месторождения, вернее его одноимен-



Фиг. 1. Схематическая карта ореолов на участке Агаракского месторождения. 1. Монзониты. 2. Граносиениты. 3. Гранодиориты. 4. Лейкократовые гранодиорит-порфиры. 5. Красные брекчии. 6. Наносы. 7. Трещины и зоны нарушения. 8. Отвалы. 9. Рудная минерализация в ореолах. 10. Обогащенная минерализация в ореолах. 11. Слабо обогащенная минерализация в ореолах.

ных участков, точно не установлены, так как рудовмещающие породы перекрываются более молодыми осадочными отложениями. Главными рудными минералами на месторождении являются пирит, халькопирит и молибденит. На отдельных участках отмечено присутствие небольших количеств магнетита, гематита, борнита, сфалерита и пирротина.

Местный геохимический фон рудовмещающих пород

Определение местного геохимического фона и аномальных содержаний на месторождении производилось в трех основных разностях вмещающих пород — монцонитах, гранодиоритах и граносиенитах, вдали от заведомо обогащенных участков. Лейкократовые гранодиориты на месторождении несут в себе рудную минерализацию и поэтому определение их натурального фона очень затруднено. Производить с этой целью специальный отбор из неизмененных пород далеко за пределами рудных полей не представлялось целесообразным, поскольку в породах еще слабо изученной полосы Дебаклинского разлома наблюдаются значительные расхождения в содержаниях рудообразующих элементов. Не имея в своем распоряжении достаточного количества точных химических анализов для вывода закона распределения непосредственно для данного участка, нами принимается логнормальный закон распределения содержаний для Mo, Cu, Ag и W [9]. Оценка местного геохимического фона нами производилась графическим методом с помощью вероятностного трафарета, при условии соблюдения критерия Колмогорова ($\lambda = 1,35$) при 3 степенях свободы. Каждая разновидность пород представлена 50—300 пробами. Результаты графического метода сопоставлялись с данными, вычисленными аналитическим методом [2]. В табл. 2 даются значения фоновых и аномальных содержаний Mo, Cu, Ag и W для главнейших типов пород рудного поля. В распределении этих элементов довольно четко устанавливаются два вида рассеяния. Вдали от рудных тел, в свежих породах, содержания молибдена и меди, хотя и несколько повышенные против кларка [3], однако не выходят за рамки рассеянной минерализации. В пределах же рудного поля, особенно в гидротермально-измененных породах, отмечается четкое и значительное увеличение содержаний молибдена, меди, серебра и вольфрама, которые образуют хорошо выраженные поля обогащенной минерализации.

Молибден. Средние содержания Mo в неизмененных и слабо-измененных разностях пород в два раза выше кларковых (ср.— $2,2—2,6 \cdot 10^{-1} \%$). Во вмещающих, относительно неизмененных породах, наиболее высокие содержания отмечаются в гранодиоритах. Менее обогащены граносиениты и монцониты. По мере приближения к рудному телу, на участках развития гидротермально измененных пород, содержание молибдена резко возрастает, причем наиболее минерализованными оказываются граносиениты с коэффициентом минерализации—77,6%. Наибольшая концентрация молибдена отмечена в породах, подвергшихся сильному окварцеванию. В этих породах наблюдается прямая зависимость между содержаниями молибдена и вольфрама. Как правило, в пробах с повышенным содержанием молибдена устанавливается также и повышенное содержание вольфрама. Лишь в отдельных пробах эта зависимость не соблюдается и при увеличении Mo содержание W в них остается неизменным. К сказанному можно добавить, что нали-

Таблица 2

Фоновые и аномальные содержания элементов-индикаторов во вмещающих породах Агаракского рудного поля

Породы	Молибден					Медь					Серебро					Вольфрам				
	фон	I*	II*	III*	IV*	фон	I	II	III	IV	фон	I	II	III	IV	фон	I	II	III	IV
Кварц. монцониты	1,73	6	10	30	30	113,6	150	500	1000	1000	(0,15)	0,5	1,0	3	3	(1,07)	3	10	30	30
Гранодиориты	1,63	6	10	30	30	71,0	150	500	1000	1000	(0,15)	0,5	1,0	3	3	(1,04)	3	10	30	30
Граносиениты	1,21	6	10	30	30	89,9	150	500	1000	1000	(0,24)	0,5	1,0	3	3	(13,1)	3	10	30	30

* I—II—III—IV — уровни концентрации: 1) рассеянная; 2) слабо обогащенная; 3) обогащенная; 4) рудная минерализация.
 (0,15) — Условные фоновые содержания (объяснение в тексте).

чие Ag, W и других элементов-примесей отмечается и в специально отобранных пробах, с видимой кварц-сульфидной минерализацией, а также в мономинеральных фракциях молибденитов и халькопиритов.

Отсутствие кристаллохимического родства Mo с петрогенными элементами кроме Ti [10] приводит к более или менее равномерному распределению молибдена в генетически связанных сериях пород, что и наблюдается на изучаемом месторождении. В гидротермально измененных разностях тех же пород содержание молибдена резко возрастает, по-видимому, за счет выделений сульфидов.

Медь. По данным анализов, фоновые содержания меди на участке месторождения также близки к кларковым, однако взаимосвязь с породообразующими, особенно с фемическими минералами более заметна.

Наиболее высокое фоновое содержание, как и среднее ($16 \cdot 10^{-3}$) установлено в кварцевых монцонитах Агарака, где отмечаются повышенные содержания Mg, Ca и Na.

Минералого-геохимические исследования Б. М. Меликсетяна [6] показали, что медью существенно обогащены пироксен, роговая обманка, биотит, а также акцессорные—магнетит, ильменит и сфен. Повышенные содержания Cu отмечаются, в основном, в измененных породах всех интрузивных фаз, что указывает на постмагматический характер обогащения. В гидротермально-измененных породах Cu и Zn концентрируются предпочтительнее в хлоритизированных разностях, а Pb и Ba—в серицитизированных [7]. Отсюда становится ясным, что повышенное содержание меди в кварцевых монцонитах связано, по-видимому, с характером гидротермального изменения.

Серебро в породах месторождения, по-видимому, заключено, в основном, в мельчайших кварц-сульфидных прожилках и, как изоморфная примесь, в халькопиритах. Концентрация их, как правило, приурочена к местам повышенных содержаний Cu, а также к многочисленным зонам дробления пород.

Фона, как такового, в площадном выражении, серебро не образует, так как его содержания в породе на отдельных участках опускаются до пределов чувствительности анализа— $1 \cdot 10^{-5}$. Наряду с этим, на месторождении отмечаются участки, где содержания Ag значительно превышают кларковые и общие фоновые содержания, вычисленные для всей площади исследований.

Вольфрам. Аналогичная Ag картина наблюдается при рассмотрении распределения вольфрама, который совершенно очевидно парагенетически связан с молибденом и образует вместе с ним участки повышенных содержаний на общем фоне «стерильных» в отношении вольфрама пород. Здесь уместно, по-видимому, будет отметить данные коэффициента минерализации для серебра и вольфрама, которые соответственно равны Ag—76%, W—46%.

Состав и строение ореолов

Образование эндогенных ореолов рассеяния, в пределах рудного поля Агаракского месторождения тесно связано с формированием самого штокверка и с этапами тектонической и гидротермальной деятельности.

Характер распределения элементов-индикаторов на месторождении показывает, что эндогенные ореолы главных полезных компонентов (Cu, Mo) по форме существенно отличаются от ореолов массивных рудных тел и представляют собой участки более слабой концентрации рудных элементов, широко окаймляющие промышленные руды и составляющие с ними одно целое.

Граница между ореолом и рудным телом условна и устанавливается количественными взаимоотношениями рудообразующих элементов. Размеры ореолов зависят от принятой величины концентрации рудных элементов и характеризуются сложной формой. Одновременность образования штокверка и ореолов в этом случае не вызывает сомнения, а вещественный состав ореолов аналогичен составу рудного тела.

Установлено, что из всех анализированных элементов группы металлов на месторождении выявляются четкие ореолы только четырех: молибдена, меди, серебра и вольфрама. Эти элементы образовались, в основном, в связи с постмагматическими (рудообразующими) процессами и слабо зависят от характера вмещающих пород. Свинец, цинк, олово и другие элементы, как уже упоминалось, ореолов на месторождении не образуют, а находятся в породе, по-видимому, в форме сингенетического рассеяния.

По величине концентраций молибдена, меди, серебра и вольфрама нами выделяются 4 геохимических уровня с содержанием соответственно 6, 10, 30 и >30 фонов. Полученные изолинии выделяют в пределах рудного поля участки с аномальным содержанием рудообразующих элементов. Первичные ореолы молибдена, меди, серебра и вольфрама устанавливаются на 3-х участках: 1) в районе Северного участка месторождения, 2) в пределах штока лейкократовых гранодиоритов и 3) в зонах вдоль тектонических нарушений.

1. Наибольшая концентрация молибдена отмечается на Северном (рудном) участке, который ранее разведывался, хотя и недостаточно. Все отобранные здесь пробы показали значительно повышенные содержания не только по молибдену, но и по меди, серебру и вольфраму.

Наиболее выдержанным и надежным здесь является ореол молибдена, для которого характерно концентрически-зональное расположение: максимально обогащенный участок окаймляется по периферии менее обогащенными, которые по мере удаления от центра сменяются фоновыми содержаниями. Ореол вольфрама по форме не особенно отличается от предыдущих, однако концентрации W в нем — значительно ниже. Судя по ореолам в районе Северного участка месторождения,

можно отметить небольшое преобладание площади ореола Mo и W над площадью самого рудного тела (в 1—1,5 раза).

Более широкие «ореолы» рудного тела, хотя и не с такими четкими очертаниями образуют медь и серебро. В их распределении наблюдается «пятнистость», т. е. на фоне повышенных, в общем, содержаний Cu и Ag выделяются отдельные участки (неправильной формы) более высоких концентраций. Заметно сказывается влияние отдельных зон мелкой трещиноватости и гидротермального изменения, а также небольшого поверхностного заражения коренных пород медью с действующего карьера. Повышения содержаний серебра в последнем случае не отмечается.

2. В районе штока лейкократовых гранодиорит-порфиров ореолы молибдена и меди следуют по контуру тела штока, образуя зоны повышенной концентрации. Как и на Северном участке, здесь ореол молибдена «зональный» — высокие концентрации в центре сменяются низкими по периферии. Ореолы вольфрама вытягиваются узкими полосами вдоль эндоконтактов штока с вмещающими породами. Ореолы меди и серебра, как отмечалось, в пределах штока также «пятнисты».

3. Несколько беднее по содержанию, однако довольно ясно отмечаются ореолы вышеназванных рудообразующих элементов (исключая Ag) вдоль Агаракского (Дебаклинского) разлома и его ответвлений. Они вытягиваются тонкой полосой вдоль линий нарушения, иногда прерываясь на отдельных участках. И если повышенные содержания Cu , W отмечаются в непосредственной близости от многочисленных оперяющих швов разлома, ореол Mo следует за участками гидротермального изменения (окварцевания) рудовмещающих граносиенитов.

Четкого повышения содержаний серебра вдоль зоны разлома не наблюдается. Таким образом, в пределах рудного поля отмечается наличие двух форм ореолов: 1) объемные или изометрические, характерные для рудных участков и 2) линейно-плоскостные, вытягивающиеся вдоль зон крупных тектонических нарушений.

Ореолы молибдена, меди, серебра, вольфрама над рудными телами накладываются друг на друга, образуя «комплексный ореол» с характерной зональностью (Северный участок).

В линейных структурах ореолы обычно разобщены и образуют отдельные аномальные участки, приуроченные к нарушениям. Наибольший интерес представляют именно «комплексные» ореолы элементов-индикаторов, характеризующиеся наличием минеральных форм этих рудообразующих элементов.

В настоящее время данных о форме нахождения рудообразующих элементов в породах и рудах у нас еще недостаточно, однако, учитывая предыдущие исследования [1, 7, 11] и сопоставляя их с уже имеющимися данными, можно говорить о различных формах существования элементов во вмещающих породах месторождения. Это, во-первых, изоморфное замещение в породообразующих и акцессорных минералах, а также самостоятельные микроскопические выделения сульфидов. На наличие подобного обогащения указывается в работах Л. В. Таусона [10] и Б. М.

Меликсетяна [7], которые отмечают частое обогащение молибденом полевых шпатов, биотита, сфена и др. В первом случае обогащение пород рудными элементами происходит как в процессе дифференциации, так и в процессе их постмагматического изменения, вторые более характерны для последующих циклов; в частности, рудообразования и представляют несомненный интерес для выявления эндогенных ореолов.

Комплексные ореолы, как правило, образуются в тесной взаимосвязи друг с другом, причем большую роль играют, по-видимому, примеси в самом рудном минерале. Спектральные анализы мономинеральных фракций показывают, что помимо разницы в концентрациях примесей того или иного элемента, в разных минералах одной и той же пробы концентрируются различные примеси. Наиболее богатым является халькопирит, который по сравнению с молибденитом и пиритом содержит повышенные количества серебра, висмута, цинка и бария. В молибдените, взятом из пробы К-201 присутствуют в качестве примесей: Ti, Cu, Ag, W и Bi. В халькопиритах, отобранных из этой же пробы, отмечаются повышенные содержания Pb, Ag, As. Пириты по содержанию примесей занимают промежуточное положение между халькопиритом и молибденитом и содержат в себе примеси (в несколько меньших количествах) Mn, Co, Ti, Sb и As.

При проведении сравнительного анализа примесей в одинаковых минералах различных месторождений приразломной полосы Дебаклинского разлома, четко устанавливается резкое различие элементов-примесей в них, отражающееся и на общих концентрациях этих элементов в рудовмещающей породе. Указанная закономерность является, по-видимому, следствием последовательного подъема рудоносных растворов различного состава с соответствующим отложением минералов с различными примесями.

Минералогические исследования и спектральные анализы различных фракций позволили установить, что элементы-индикаторы, образующие комплексные ореолы в пределах рудных полей, находятся главным образом в виде самостоятельных минералов, а также примесей в ведущих сульфидах. Другие формы нахождения этих элементов (изоморфные примеси в серицитах, хлоритах и эпидотах, а также акцессорные), на образование ореолов штокверка существенного влияния не оказывают, а создают региональный фон рассеянного обогащения.

Краткие выводы

1. Одновременно с образованием штокверкового месторождения медно-молибденовых руд, на его периферии образуются ореолы более низких концентраций рудообразующих элементов и их спутников, — ореолы рассеяния медно-молибденовых месторождений, — причем границы ореолов с рудным телом условно устанавливаются по соотношениям содержаний рудных элементов.

2. Элементами-индикаторами медно-молибденового месторождения, образующими эндогенные ореолы, являются медь, молибден, серебро

и вольфрам. Над рудными телами и по периферии они часто накладываются друг на друга в виде «комплексного ореола» с контурами, по площади в 1—1,5 раза превышающими контуры промышленных руд. Наиболее широкий ореол образует Cu. Pb и Zn в породах месторождения ореолов не образуют.

3. Вдоль крупных тектонических нарушений, служивших каналами проникновения рудоносных растворов, образуются вытянутые (линейные) ореолы повышенных концентраций рудных элементов.

4. Тело штока лейкократовых гранодиоритов четко оконтуривается ореолами меди, молибдена, серебра и вольфрама, причем наиболее повышенные содержания Mo и W устанавливаются по внутреннему контакту штока.

5. Наиболее перспективным следует признать «комплексные» ореолы на Северном участке месторождения и в пределах Южного штока гранодиорит-порфиров, на которых необходимо проводить дальнейшие исследования.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 17.III.1969.

Վ. Ե. ՎԱՐԴԱՆԵՍՈՎ

ԱԳԱՐԱԿԻ ՊՂԻՆՁ-ՄՈՒԻԲԳԵՆԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ՅՐՄԱՆ ՆԵՐԾԻՆ
ԵԶՐԱՊՍԱԿՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ագարակի հանքադաշտում դրսևորվում են պղնձի, մոլիբդենի, արծաթի և վոլֆրամի ցայտուն արտահայտված եզրապսակներ (հանքավայրի Հյուսիսային տեղամաս, լեյկոկրատ գրանոդիորիտ-պորֆիրների Հարավային շտոկի սահմաններում և այլուր):

Մոլիբդենի և վոլֆրամի համար բնորոշ է համակենտրոն-զոնայ տեղաբաշխում՝ առավել հարուստ տեղամասն արտաբուստ շրջապատվում է նվազ հարուստ տեղամասով: Որը իր հերթին անցնում է ֆոնային պարունակություններին:

Պղնձի և արծաթի եզրապսակները բնորոշվում են անկայուն «բծավոր» տեսքով, և բարձր ֆոնի վրա առանձնացվում են տեղամասեր ավելի բարձր պարունակությամբ:

Պղնձի, մոլիբդենի, արծաթի և վոլֆրամի եզրապսակները հաճախ լիերադրվելով հանքային մարմինների վրա առաջացնում են «կոմպլեքսային» եզրապսակներ: Եզրապսակների սահմանագծերը մոտ 1,5 անգամ գերազանցում են արդյունաբերական հանքանյութերի սահմանագծերին: «Կոմպլեքս» եզրապսակներ առաջացնում են այն տարրերը, որոնք զլխավորապես գտնվում են ինքնուրույն սուլֆիդային միներալի ձևով կամ որպես խառնուրդ նրանց մեջ:

Ամենահեռանկարայինները պետք է համարել Հյուսիսային տեղամասի և գրանոդիորիտ-պորֆիրների շտակի «Կոմսլեքս» եզրասլաակները, որտեղ անհրաժեշտ են հետազոտ հետազոտություններ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бадалов С. Т. О геохимическом значении элементов-примесей в выяснении особенностей рудообразования Алмалыка. «Труды Ср. Аз. ПИ», № 6, 1959.
2. Беус А. А., Григорян С. В. Использование методов математической статистики при геохимических поисках. Изд. Госгеолкомитета СССР, 1965.
3. Виноградов А. П. Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных горных пород. «Геохимия», № 7, 1962.
4. Гинзбург И. И., Россман Г. И., Муханов К. М. и др. Применение геохимических методов при металлогенических исследованиях рудных районов. Изд-во «Наука», 1966.
5. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. Изд-во «Недра», 1965.
6. Меликсетян Б. М. Петрографические и геохимические особенности специализированных молибденоносных интрузивных комплексов Мегринского плутона. В сб. «Металлогеническая специализация магматических комплексов». Изд-во «Недра», 1964.
7. Покалов В. Т. Процессы формирования и гипогенные ореолы рассеяния месторождений молибден-вольфрам-редкометальной формации. В сб. «Минеральное сырье», вып. 17, 19.
8. Рехарский В. И. Особенности распределения молибдена, урана и других элементов в породах на примере Юго-Западных отрогов Северного Тянь-Шаня. «Изв АН СССР», сер. геол., № 1, 1965.
9. Родионов Д. А. Функции распределения содержаний элементов и минералов в изверженных горных породах. Изд. «Наука», 1964.
10. Таусон Л. В. Геохимия редких элементов в гранитоидах. Изд-во АН СССР, 1961.
11. Таусон Л. В., Петровская С. Г., Санин Б. Л. Эндогенные ореолы рассеяния молибдена в Шахтаминском рудном поле. ДАН СССР, т. 182, № 4, 1968.
12. Фокин Н. А. Агаракское молибденово-медное месторождение. «Изв. АН Арм. ССР, сер. геол.», № 1, 1948.