

К ВОПРОСУ РАЗМЕЩЕНИЯ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОЙ И ЗОЛОТО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ РУДНЫХ ФОРМАЦИЙ ЮЖНОГО ЗАНГЕЗУРА И ВОЗМОЖНОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ РУДОПРОЯВЛЕНИЙ ПО ЭЛЕМЕНТАМ-ПРИМЕСЯМ В ПИРИТАХ

© 2005 г. Р. Н. Таян, М. А. Арутюнян, А. Е. Оганесян

Институт геологических наук НАН РА
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
E-mail: hrshah@sci.am
Поступила в редакцию 14.09.2005 г.

В настоящей работе рассматриваются геологическая позиция, условия размещения и зональности месторождений и рудопроявлений медно-молибденового и золото-полиметаллического типов в пределах рудных полей действующих горнорудных предприятий юга Зангезурского рудного района. Вместе с тем, с целью более уверенной прогнозной оценки территории делается попытка установления формационной принадлежности рудопроявлений со слабо выраженным минеральным составом по типоморфным элементам-примесям в пиритах кварц-пиритовой ассоциации.

Изучение закономерностей распределения эндогенной минерализации в пределах рудных полей, ее формационной и генетической принадлежности представляет собой важную задачу и является необходимым для выяснения ряда вопросов как для представления развития рудно-формационных систем, так и увеличения эффективности локального крупномасштабного прогноза. Одной из актуальных проблем формационного анализа оруденения медно-молибден-порфирового типа, представленного широким спектром сульфидной минерализации, являются граница и объем рудной формации.

Этот вопрос особенно актуален для Зангезурского рудного района, являющегося основной сырьевой базой Республики, где наряду с крупными и средними по запасам месторождениями медно-молибденовой и золото-полиметаллической формаций выявлено более 300 рудопроявлений с сульфидной минерализацией. Большинство из них было открыто в разные годы геологами УГ Армянской ССР. Разведаны и изучены они в различной степени, и формационная принадлежность многих из них является спорной.

Рассматриваемый регион – южный сегмент Цахкунк-Зангезурской структурно-формационной зоны характеризуется мощным проявлением палеогенового магматизма с формированием Мегринского плутона, общей площадью более 1200 км² (Карамян и др., 1974). Завершается становление плутона позднеколлизийным (ниж. миоцен) многофазным интрузивным комплексом порфировидных гранит-гранодиоритов и несколькими генерациями предшествующих оруденению даек гранодиорит-порфиров (Арутюнян и др., 2002).

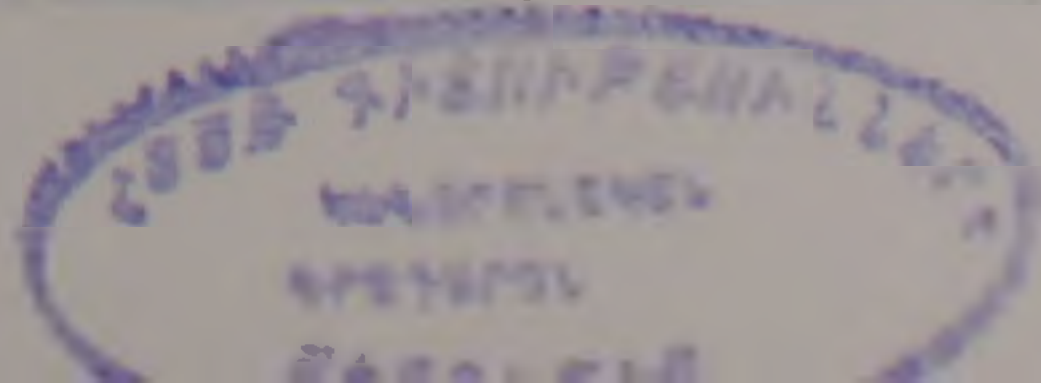
Особенностью руд медно-молибденовой формации, представленных широким спектром стадийно проявленного сульфидного оруденения (Карамян, Фармазян, 1960), является сопровождающий их ореол золото-полиметаллической минерализации. Отмеченный тип минерализации нередко локализуется на тех же участках, что и медно-молибденовое оруденение (одна из минеральных ассоциаций рудного процесса), но может образовывать самостоятельные, часто промышленные,

скопления на некотором от них удалении.

На тесную генетическую связь медно-молибденового оруденения с золото-полиметаллическим указывают (Карамян, 1978) следующие данные: рудные формации тесно ассоциируют в пределах рудных полей и формируются в четко установленной и выдержанной временной последовательности; рудные тела этих формаций контролируются одними и теми же тектоническими элементами и нередко локализуются в одних и тех же разрывных нарушениях; в рудах золото-полиметаллической формации отмечается постоянное, но незначительное присутствие молибденита, в рудах медно-молибденовой формации – полиметаллов. На тех же основаниях (Амирян, 1984) установлена тесная генетическая связь этих формаций руд, однако они отнесены к двум этапам оруденения.

По И.Н. Томсону (1988), рассматриваемые формации могут соответствовать трем из выделенных этим автором четырех групп рудных формаций: 1 – генетически родственным; 2 – пространственно ассоциирующим и 3 – совмещенным. Справедливо отмечено (Макеев, 1984), что для рудных районов, связанных с определенной магматической формацией, характерен единый рудно-магматический комплекс, многообразие минеральных типов которого объясняется фаціальными переходами в единой колонне рудной зональности.

Согласно последним исследованиям (Меликсетян, 2003), изотопные отношения свинца ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ и $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$) в рудах месторождений Каджаран, Тей, Агарак, Личк, представленные на "ураногенной" и "торогенной" диаграммах эволюции свинца, располагаются вдоль орогенной кривой и указывают на смешение мантийных и верхнекоровых его источников в орогене в условиях субдукционной или коллизийной геодинамики. Преобладающее же расположение руд на отмеченных диаграммах ниже орогенной кривой, согласно авторам, свидетельствует о значительной роли мантийного свинца. К тому же изотопные составы свинца, представленные на диаграмме отношений $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ и $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ для месторождений Тей, Каджаран, Личк и др., попадают в еди-



ное поле “обычного свинца” (^{204}Pb). В целом, приведенные данные по гетерогенности изотопного свинца в проанализированных рудах (в частности Каджарана) подтверждают существующие представления о сложности развития рудного процесса с участием различных источников рудного вещества.

Ранее вывод о едином первично-мантийном источнике рудного вещества для медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождений (Каджаран, Личквас) на основе данных изотопного состава свинца был сделан Б.М. Меликсетяном (1989).

По К.А. Карамяну (1978), среди медно-молибденовых месторождений Зангезурского рудного района различаются месторождения со сжатым и растянутым процессами минерализации. Для последних характерно максимальное проявление стадий минерализации (до 10), включая относительно поздние – кварц-пиритовую и кварц-полиметаллическую. Золото и серебро установлены во всех главных сульфидных минералах, где они присутствуют в виде механической примеси самородного золота и серебра, либо серебросодержащих минералов – гессит-петцита (Карамян, 1983). Максимальные содержания Au и Ag характерны для кварц-полиметаллической стадии. На Каджаранском месторождении кварц-полиметаллическая стадия проявляется четко и многоступенчато: здесь выделяются в определенной последовательности следующие парагенезисы: пирит-халькопирит-сфалеритовый, сфалерит-халькопирит-галенит-тетраэдритовый и, наконец, более поздний, спорадически проявленный парагенезис теллуридов – гессита, петцита, алтаита, теллуrowисмутита, тетрадимита, креннерита и самородных элементов. Порядок кристаллизации отдельных минеральных парагенезисов в пределах одной стадии позволил выявить основную закономерность: сульфиды – сульфосоли – теллуриды – самородные элементы (Карамян, 1978).

При переходе от относительно ранних промышленных стадий к кварц-пиритовой и кварц-галенит-сфалеритовой на Каджаранском месторождении (Акопян, Мелконян, 1997) отмечается аномальный изотопный сдвиг $\delta^{18}\text{O}$ (около 4‰), свидетельствующий о резком увеличении в процессе рудообразования метеорной воды и тем самым о некотором отрыве во времени формирования этих стадий.

В целом, для рудных объектов рассматриваемых формаций региона характерна однотипная последовательность формирования минеральных ассоциаций, причем на медно-молибденовых наиболее полно развиты ранние стадии, а на золоторудных – поздние.

Рудные поля и условия размещения оруденения

Основные запасы промышленных руд Южного Зангезура (медно-молибденовые месторождения Каджаран, Агарак, Личк, Тхкют), золото-полиметаллические (Тей-Личквас, Тертерасар) и многочисленные рудопроявления отмеченных формаций приурочены к близмеридиональной Мегри-Тейской грабен-синклинальной структуре

(Таян и др., 1998), протяженностью более 20 км и шириной до 6 км. С востока грабен ограничен кулисно расположенными меридиональными швами, преимущественно восточных падений 75-80°, прослеживающимися по бортам р. Мегри. С запада рассматриваемая грабен-структура ограничена швом Дебаклинского разлома, который на этом интервале (в результате и пострудных подвижек) проявлен наиболее четко, достигая местами 55 м мощности. Формирование грабен-структуры и ее западного шва – Дебаклинского разлома произошло на поздних этапах орогенного развития области, после внедрения комплекса порфировидных гранит-гранодиоритов в нижнем миоцене. Последующие сбросо-сдвиговые перемещения по шву Дебаклинского разлома с погружением его висячего бока способствовали сохранению в пределах грабена крупных останцев вулканогенно-осадочных пород среднего эоцена, а также накоплению континентально-озерных образований нор-аревикской толщи миоплиоцена. Образование грабен-структуры способствовало и сохранению от эрозионных процессов месторождений Южного Зангезура.

Известные рудные поля (Каджаранское, Личкское, Айгедзорское, Агаракское) в пределах Мегри-Тейского меридионального грабена представлены близкими по площади блоками, разделенными широтными зонами разрывов. К таким разрывным структурам относятся:

Зона разрывов и повышенной трещиноватости, ограничивающая Каджаранское рудное поле с севера, прослеживаемая в экзо- и эндоконтакте на севере Мегринского плутона;

Зона разрывов, прослеживаемых по широте Дебаклинского перевала (Мегринский хр.), на границе Каджаранского и Личкского рудных полей трассируется жильными телами вторичных кварцитов. Этой же структурой ограничиваются на юге выходы первых двух фаз гранит-гранодиорит-порфиров Вохчинского массива.

Мегригет-Цавская зона разрывов на границе Личкского и Айгедзорского рудных полей. Мегригетский (западный) сегмент этой структуры был ранее выделен С.С. Мкртчяном (1958).

Системы разрывов прослеживаются по широте р. Бугакар и ограничивают на юге Айгедзорское рудное поле.

Каджаранское рудное поле. Медно-молибденовая формация руд представлена крупнейшим Каджаранским медно-молибденовым месторождением на северо-западе рудного поля (Карамян, 1978). Структурный каркас месторождения (Таян и др., 2002), сформировавшийся в висячем боку Дебаклинского разлома, представлен крутопадающими (65-85°) широтными и меридиональными системами разрывов, которые наряду с северо-восточными разрывами контролируют растянутый (Карамян, 1978) процесс рудоотложения. Важная рудоконтролирующая роль принадлежит протяженным широтным зонам левобережья и правобережья р. Вохчи, вмещающим также и дорудные порфировые дайки (Арутюнян и др., 2001; Таян и др., 2003).

Из рудопоявлений с золото-полиметаллической минерализацией выделяются Аткизское на се-

веро-востоке (зона левобережья) и Пхрутское на востоке рудного поля, в верховьях р. Пхрут (рис. 1). Последнее контролируется меридиональными разрывами восточного борта Мегри-

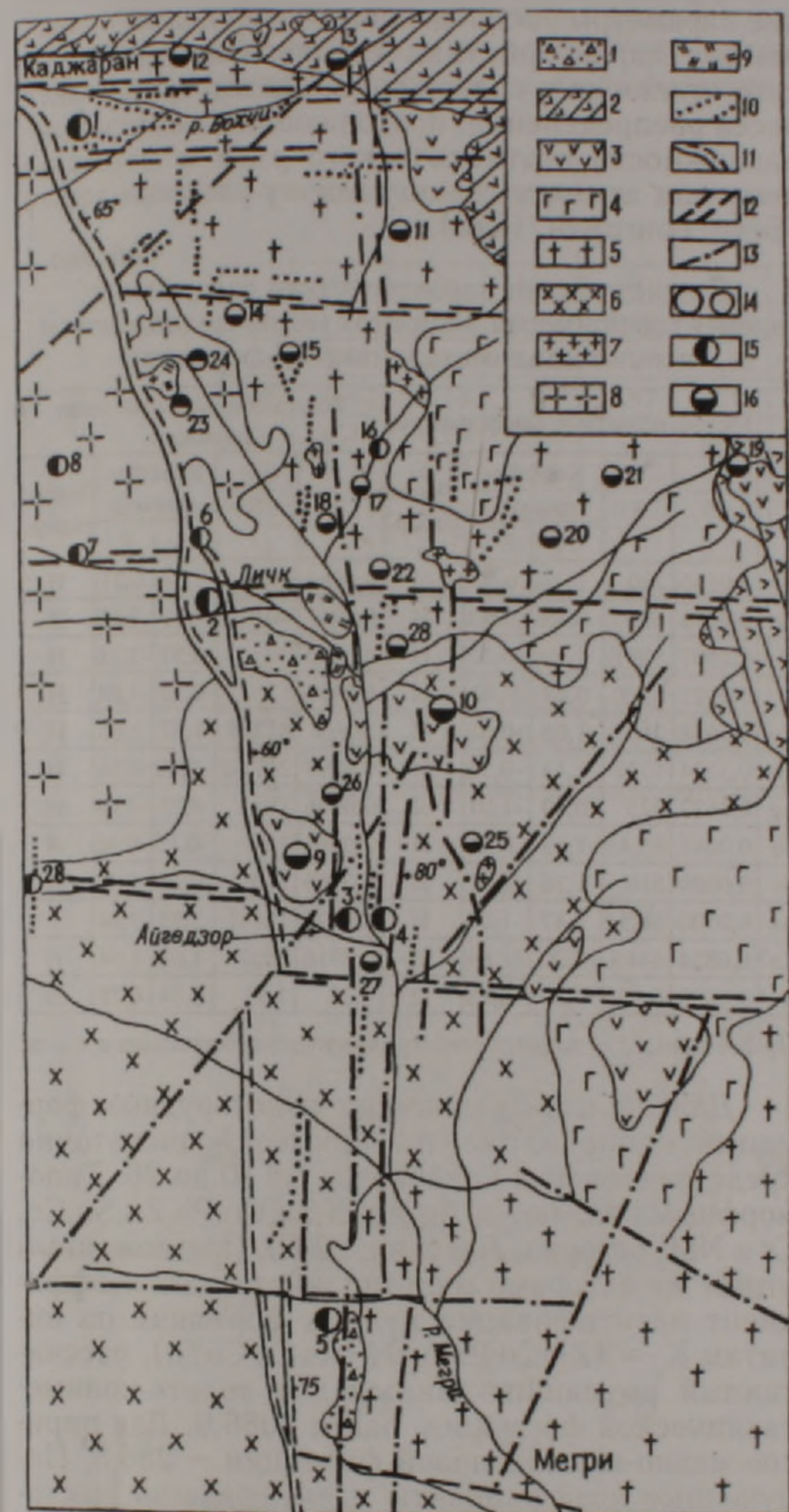


Рис. 1 Схематическая геолого-структурная карта Мегри-Тейской грабен-синклинали (Южный Зангезур).
1 Нижний-средний плиоцен: терригенно-озерные отложения; 2 Нижний эоцен: алевролиты, туфопесчаники, туффиты; 3 Средний эоцен: базальты, андезит-базальты. Интрузивные образования. Верхний эоцен: 4 Габбро, оливковые габбро, 5 Монцитоны, монцитодориты 6 Гранодиориты, граносиениты 7 Микрограносиениты. Нижний миоцен. 8 Порфировидные гранит-гранодиориты. Верхний плиоцен 9 Дацииты, андезит-дациты (штоки) 10 Дайковые образования 11 Дебаклинский разлом. 12 Зоны повышенной трещиноватости. 13 Разрывные нарушения. 14 Месторождения (а), рудопроявления (б). 15 Медно-молибденовая формация: 1 Каджаран, 2 Личк, 3 Айгедзор, 4 Тхкут, 5 Агарак, 6 Шорджур, 7 Мегригет, 8 Хочакар, 16 Золото-полиметаллическая формация 9 Тей-Личквас, 10 Тертерасар, 11 Пхрут, 12 Аткиз, 13 Лернадзор, 14 Меграсар, 15 Кармиркар, 16 Сивадара, 17 Шнатех, 18 Таштун, 19 Мал-гедик, 20 Чемское, 21 Калер, 22 Тагамир, 23 Джбанд, 24 Гоз-Гоз, 25 Вартанидзор, 26 Аревик, 27 Пуш-как, 28 Пирзами

Тейской грабен-структуры. На Пхрутском рудопроявлении выявлено более 20 рудоносных жил субмеридионального и северо-восточного простираний, мощностью до 0,5 м.

На Аткизском рудопроявлении выделен ряд кварцевых жил мощностью до 0,5 м северо-восточного простирания и с углом падения 45-50°, среди которых выделяется полиметаллическая жила в контакте с дайкой керсанта. Мощность ее в раздувах более 1,0 м.

В рудах выделенных рудопроявлений наряду с полиметаллами установлены тонкодисперсное самородное золото, а также теллуриды (петцит, калаверит и креннерит).

Личкское рудное поле. Медно-молибденовое Личкское месторождение в пределах одноименного рудного поля расположено в висячем боку Дебаклинского разлома на участке, где эта разрывная структура представлена двумя швами – западным и восточным. Месторождение характеризуется сжатым процессом минерализации (Карамян, 1978), слабым развитием молибденового и практически отсутствием полиметаллического оруденения.

В пределах рудного поля известно около 10 рудопроявлений золото-полиметаллической формации, из которых можно выделить Кармиркарское рудопроявление (северные отроги Мегринского хр.) на участке пересечения внутриблоковых широтного и меридионального разрывов. Последние вмещают также дайковые тела. Представлено рудопроявление кварц-карбонатными жилами северо-восточного и меридионального простираний с полиметаллическим оруденением. Всего на участке описано около 30 жил и зон, из коих в качестве перспективных на золотое оруденение выделены 10.

Тагамирское рудопроявление находится в 5 км северо-восточнее с. Личк. Участок с интенсивными гидротермальными изменениями расположен в пределах Мегри-Цавской зоны разрывов. Установлено около 10 жил и зон брекчирования северо-восточного простирания с полиметаллическим оруденением.

Айгедзорское рудное поле. Этот блок характеризуется присутствием близких по масштабам, средних по запасам развития медно-молибденовых и золото-полиметаллических месторождений, наибольшей сближенностью площадей их формирования и часто общим контролем локальных структур одного и того же генетического типа. Медно-молибденовые месторождения Айгедзорского рудного поля – Айгедзорское и Тхкутское, в отличие от рассмотренных выше, расположены в зоне тектонических швов, ограничивающих грабен-синклинальную структуру на востоке. Оруденение локализовано в северо-восточных системах оперения крупного граничного меридионального разрыва (Таян и др., 2002). В идентичной структурной обстановке происходило формирование и Тертерасарского месторождения на востоке рудного поля.

Тейское золото-полиметаллическое месторождение и его Личквасский участок на западе рудного поля сформировались в пределах узкого меридионального блока, ограниченного Дебаклинским и Тейским разломами. Месторождение представ-

лено пятью рудоносными зонами (жилы и зоны прожилкования), мощностью от 2-3 до 10-15 м с интенсивным гидротермальным изменением. Простирается северо-восточное с падением на северо-запад под углом 65-80° (Амирян, 1984).

Преимущественно на северо-восток ориентированы также жилы Личквасского участка месторождения, сформировавшегося в лежащем боку Дебаклинского разлома. Среди них выделяются жилы как с кварц-молибденовым, так и золото-полиметаллическим оруденением, что может свидетельствовать о близких планах деформаций при их локализации.

Агаракское рудное поле расположено в пределах наиболее опущенного, южного блока грабен-структуры. Одноименное медно-молибденовое месторождение локализовано в центральной части рудного поля и контролируется Спетринским разломом (аз. падения 265-280° и угол 55-75°). Структурный контроль оруденения осуществляется субпараллельными Спетринскому разлому системами разрывов в сочетании с разрывами широтного и северо-восточного простираний (Таян и др., 2002, 2003). Процесс рудоотложения растянутый (Карамян, 1978). Кварц-полиметаллическая стадия оруденения на месторождении проявлена относительно слабо.

В пределах рудного поля не установлены представительные золото-полиметаллические рудопроявления. Ваграварское рудопроявление к северу от месторождения представлено убогой сульфидной минерализацией.

Геохимическая идентификация пиритов

Для прогнозной оценки рудных полей представляется важным установление принадлежности мелких рудопроявлений (представленных на данном эрозионном срезе слабо выраженным минеральным составом или лишь пиритовой минерализацией) рассматриваемым промышленным рудным формациям. В связи с этим нами проанализировано распределение элементов-примесей в пиритах кварц-пиритовой стадии, которая является сквозной для рассматриваемых рудных формаций.

Среди рудных минералов кварц-пиритовой стадии медно-молибденовой формации кроме пирита, составляющего 94-95% рудных минералов, отлагаются халькопирит, сфалерит, молибденит; в очень незначительном количестве встречаются энаргит, люционит, блеклые руды и самородное золото; на месторождениях золото-полиметаллической формации, где пирит составляет 50-75% рудных минералов, — халькопирит, сфалерит, реже галенит, висмутин, виттихенит, эмплектит, козалин (Карамян, 1983; Амирян, 1984). Температурные условия образования кварц-пиритовой стадии на месторождениях медно-молибденовой формации, по данным термометрии газовой-жидких включений в кварце, — в пределах 270-200°С, на золото-полиметаллических месторождениях (Тей-Личквас) — 255-210°С (Карамян, 1978).

Спектральными и спектрохимическими анализами в пиритах руд медно-молибденовой и золото-полиметаллической формаций Зангезура установлен ряд химических элементов, содержания

которых превышают кларковые. Это — Ni, Co, W, Mo, Cu, Pb, Bi, Sb, As, Zn, Ag, Au; Cr и Sn для пиритов этих формаций не характерны

В табл. 1 приведены средние содержания типоморфных элементов-примесей и статистические параметры распределения содержаний — численные характеристики среднего квадратического отклонения содержаний, асимметрии и эксцесса распределения, позволяющие оценить принадлежность статистического ряда к нормальному или логнормальному закону распределения (Беус, Григорян, 1973).

Таблица 1

Статистические характеристики содержаний элементов-примесей в пиритах медно-молибденовой и золото-полиметаллической формаций

	Медно-молибденовая формация					Золото-полиметаллическая формация				
	X	S	Коэффициенты		Закон распр.	X	S	Коэффициенты		Закон распр.
			A	E				A	E	
Ni	0,0146	200	1,38	0,00	H	0,0065	1,84	1,24	0,21	H
Co	0,0488	425	0,43	-1,73	H	0,0267	405	1,27	-0,09	H
Mo	0,2507	3791	1,19	-0,32	H	0,0038	29	0,57	-1,16	H
W	0,0023	6,39	0,67	0,40	H	0,0024	17	0,33	-1,01	H
Cu	0,1658	2151	1,05	-0,61	H	3,26	81288	1,67	1,05	H
Pb	0,3524	5322	1,13	-0,50	H	0,6998	207,42	-0,28	0,36	H
Ag	0,0122	225	0,49	-1,01	L	0,0068	165	0,25	-0,44	H
Sb	0,0061	65,45	1,63	1,20	H	0,0291	760	-0,15	-0,46	L
Bi	0,0009	510	1,76	2,12	H	0,0045	110	0,32	-0,47	L
As	0,0500	66,36	1,47	-1,04	H	0,5097	12111	2,25	3,84	?
Zn	0,6834	6445	0,30	-1,69	H	0,5916	9697	1,63	1,54	H
Au	0,7600	0,54	0,59	-0,83	H	4,35	7,59	0,74	0,78	L

Примечание * — данные спектрохимического анализа в г / т

Для пиритов различных золоторудных формаций набор элементов-примесей достаточно представлен и колеблется от 10 до 26. Типоморфными являются Ag, As, Bi, Sb, Cu, Pb, Zn, Sn, Co, Cr и Ni. (Григорян, Ляхович, 2000). Предложенный этими же авторами мультипликативный коэффициент идентификации рудных формаций по пиритам $K = (Zn \ Cu \ Pb \ Ag) / (As \ Co \ Ni)$, рассчитанный по нашим данным для золото-полиметаллической формации, равен 3986,9. Для пиритов медно-молибденовой формации — 286,5. Полученные коэффициенты идентификации достаточно контрастны. На графике мультипликативного коэффициента для дифференциации формационных типов золоторудных месторождений по пириту (Григорян, Ляхович, 2000) проанализированные пириты золото-полиметаллической формации попадают в поле второй — золото-карбонатно-сульфидной формации.

Высокие дисперсии содержаний ряда элементов — Mo, Cu, Pb, Zn в пиритах медно-молибденовой и Zn, Cu, As, в меньшей мере Sb, — в пиритах золото-полиметаллической формации при их высоком среднем содержании, показатель того, что эти элементы находятся в них в виде тонкодисперсных включений чуждых минералов. Этот вывод справедлив в отношении высоких содержаний Mo в пиритах медно-порфировой формации, в которых выявлены микровключения молибденита. Что касается Cu, Pb, Zn, то возмож-

ность их нахождения в виде тонкодисперсных включений халькопирита, галенита и сфалерита в пиритах обеих формаций требует более детального исследования.

Для установления родственных связей и выявления формы нахождения элементов в пиритах, характеризующих объекты двух формаций,

наряду с вычисленными статистическими характеристиками, использовались корреляционный (табл.2) и кластерный анализы.

В целом, при значениях коэффициента корреляции $> 0,50$ в пиритах золото-полиметаллической формации обнаруживается больше положительных коэффициентов корреляции, чем в

Таблица 2

Коэффициенты парной корреляции элементов-примесей в пиритах медно-молибден-порфировой (вверху) и золото-полиметаллической (внизу) формаций

	Ni	Co	Mo	W	Cu	Pb	Ag	Sb	Bi	As	Zn	Au
Ni		0,76	0,42	0,60	-0,33	-0,26	-0,18	-0,29	-0,33	-0,15	0,01	-0,13
Co	0,44		0,16	0,19	-0,32	-0,47	0,28	-0,30	-0,38	-0,34	-0,36	0,03
Mo	-0,42	-0,18		0,57	-0,43	-0,38	-0,32	0,59	0,57	0,18	0,22	-0,13
W	-0,16	-0,04	0,46		0,03	0,03	-0,06	-0,17	0,03	0,08	0,38	0,19
Cu	-0,25	-0,22	0,80	-0,01		0,43	0,32	-0,27	-0,29	-0,35	0,51	0,27
Pb	-0,11	-0,09	0,54	-0,03	0,61		-0,08	-0,31	0,18	0,00	0,22	0,04
Ag	-0,05	-0,03	0,51	-0,03	0,56	0,99		-0,12	0,01	-0,07	-0,17	0,74
Sb	-0,23	-0,20	0,62	0,06	0,81	0,03	-0,02		0,86	0,28	0,16	-0,05
Bi	-0,12	-0,08	0,48	-0,09	0,54	0,98	0,98	-0,05		0,57	0,29	0,22
As	-0,16	0,02	0,52	0,03	0,76	0,13	-0,04	0,94	0,06		0,18	0,51
Zn	-0,33	-0,32	0,08	-0,33	0,39	0,30	0,26	0,25	0,24	0,22		0,17
Au	0,68	-0,02	-0,02	0,14	0,13	0,36	0,39	-0,12	0,35	0,12	0,00	

Примечание: выделены значимые коэффициенты корреляции.

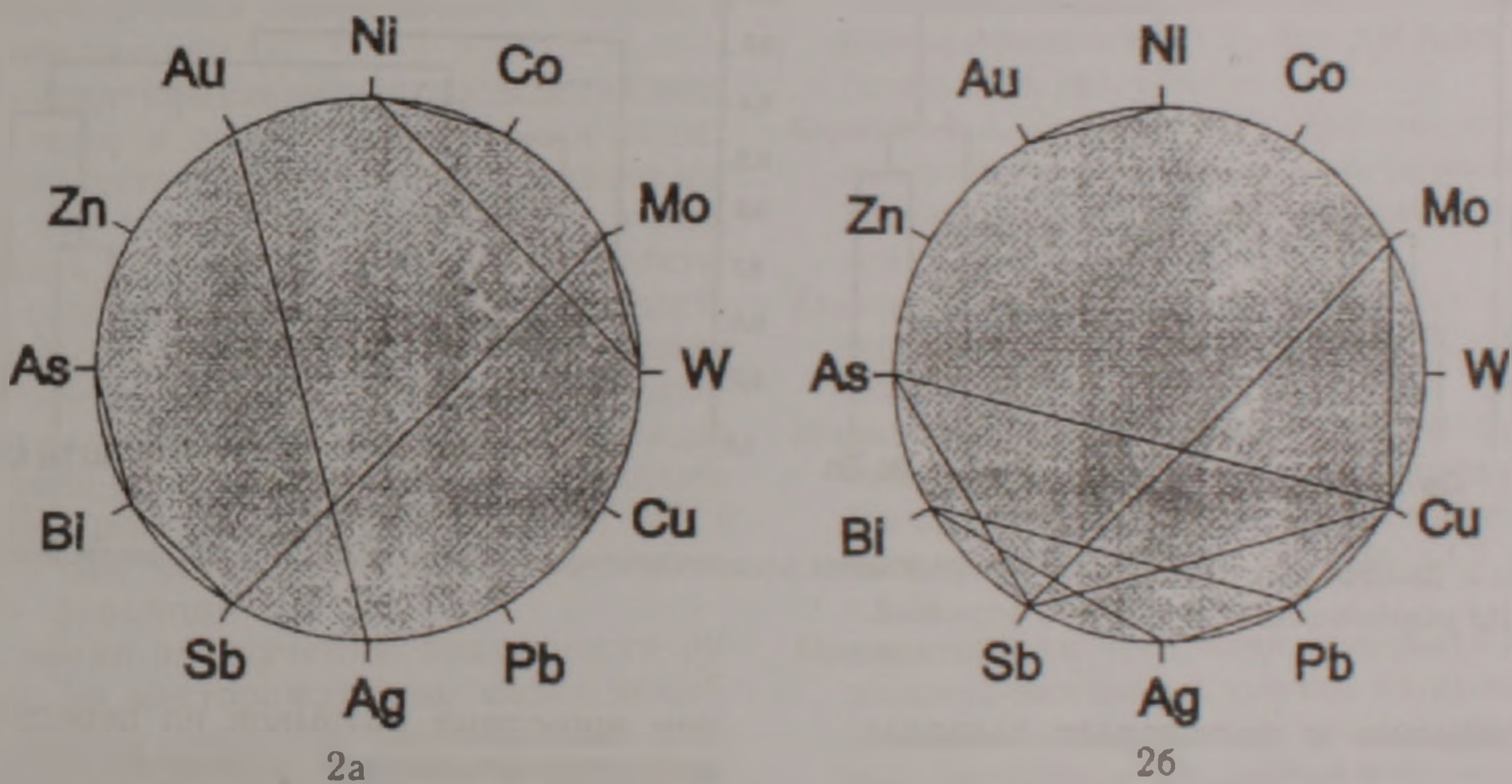


Рис 2. Круговые диаграммы корреляционных зависимостей в пиритах: а) медно-молибденовой, б) золото-полиметаллической формаций

пиритах медно-молибденовой формации, что наиболее наглядно проиллюстрировано на круговой диаграмме (рис.2а и 2б).

Исследование значимых корреляционных связей элементов-примесей в пиритах золото-полиметаллической и медно-молибденовой формаций руд позволило установить определенные закономерности в распределении геохимических ассоциаций этих элементов. Среди рассчитанных коэффициентов парной корреляции элементов-примесей в пиритах наиболее высокие значения корреляционной связи обнаруживают:

1) В пиритах медно-молибденовой формации: Bi-Sb, Au-Ag, Co-Ni, W-Ni, Mo-Sb, Mo-W, Mo-Bi.

2) В пиритах золото-полиметаллической формации: Ag-Pb, Bi-Pb, Bi-Fg, As-Sb, Sb-Cu, Cu-

Mo, As-Cu, Ni-Au, Pb-Cu, Sb-Mo, Bi-Cu, Pb-Mo.

На круговой диаграмме и дендрограмме, иллюстрирующих взаимоотношения коррелирующих между собой пар элементов-примесей пиритов медно-молибденовой формации, отчетливо выделились ассоциации элементов Ni-Co-W-Mo, Mo-Sb-As-Bi, Au-Ag. (рис. 2а и 3а). Первая ассоциация представлена группой сидерофильных элементов, в которой парная связь Ni-Co явно обусловлена микровключениями линнеит-зигенита (Карамян, 1983). Вольфрам в данной геохимической ситуации приобретает сидерофильные свойства. В самостоятельную геохимическую ассоциацию выделились полуметаллы Bi, Sb (висмутин), частично As. Молибден играет двойственную роль и посредством парных корреляций Mo-W, Mo-Sb, рав-

ных 0,57, объединяет группы сидерофильных и халькофильных элементов.

Отделившаяся ассоциация Au-Ag подтверждает отсутствие каких-либо геохимических связей этих элементов с другими и явно свидетельствует о наличии теллуридов в качестве микровключений. Наименее значимые связи обнаруживают Cu, Pb, Zn, которые встречаются в пиритах в виде микровключений халькопирита, сфалерита и реже галенита.

На круговой диаграмме и дендрограмме (рис. 26, 36), иллюстрирующих корреляционные связи элементов-примесей пиритов, принадлежащих золото-полиметаллической формации, уверенно фиксируются две геохимические ассоциации элементов — Cu-Sb-As и Pb-Ag-Bi, которые связаны между собой сильной корреляционной связью в паре Pb-Cu. В описаниях аншлифов с рудами полиметаллической формации в пиритах в качестве основных микровключений описаны теннантит-тетраэдрит, энаргит-люционит — первая ассоциация, а также ширмерит и козалит — вторая ассоциация.

Корреляционные связи элементов с высокой

положительной зависимостью $> 0,75$ в мономинералах дают представление о типе минеральных соединений, образующих микровключения в пиритах рассматриваемых формаций; повышенные же содержания элементов-примесей в пиритах отражают масштабы развития минеральных ассоциаций (удельная доля), определяющих принадлежность объектов соответствующим рудным формациям. Наиболее обогащены элементами-примесями пириты золото-полиметаллической формации: As, Cu и Au увеличиваются на порядок в сравнении с пиритами медно-молибденовой формации. В пиритах медно-молибденовой формации основные микровключения образуют сульфиды и теллуриды; в пиритах золото-полиметаллической формации основное значение приобретают сульфосоли, что свидетельствует о сульфатной среде минералообразования. Среда осаждения для пиритов медно-молибденовой формации характеризуется более высоким потенциалом серы; в то же время играют роль кислотно-основные характеристики гидротермальных растворов, вследствие чего проявляются сидерофильные свойства элементов.

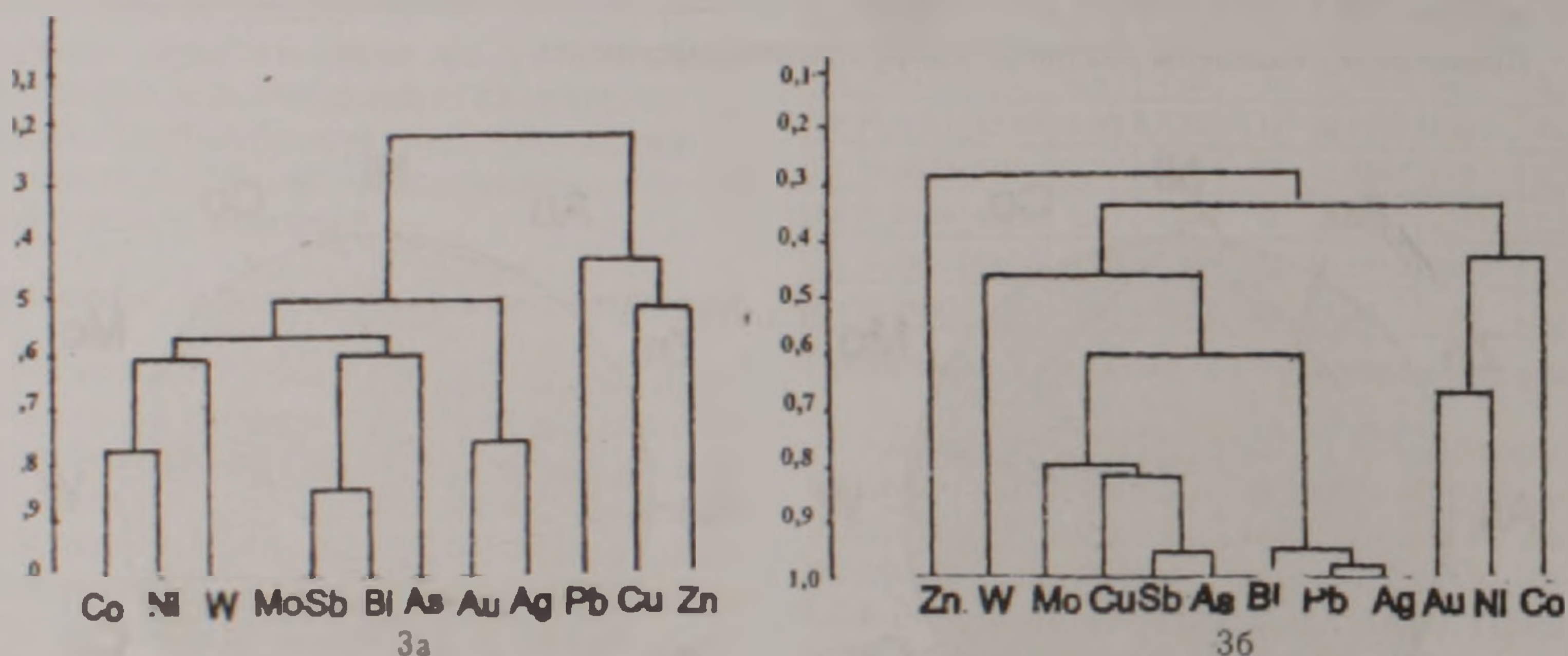


Рис. 3. Дендрографические схемы распределения элементов-примесей в пиритах (а) медно-молибденовой и (б) золото-полиметаллической формаций.

Обсуждение и некоторые выводы

В пределах выделяемых рудных полей намечается определенная закономерность в размещении объектов медно-молибденовой и золото-полиметаллической формаций. В северных блоках (Каджаранское и Личкское рудные поля) медно-молибденовые месторождения и рудопроявления тяготеют к западному ограничению Мегри-Тейской грабен-структуры и размещены непосредственно в экзоконтактовой зоне порфировидных гранитоидов Вохчинского массива. Между тем, отдельные рудопроявления (Мегригетское и Шор-джурское) этой же формации локализованы в порфирах и подчинены поперечной Мегри-Цавской разрывной структуре. Золото-полиметаллическая формация в пределах рассматриваемых рудных полей представлена лишь рудопроявлениями. Тяготеют они к восточным швам, ограничивающим грабен-структуру, а также к зо-

нам широтных разрывов на пересечениях их с меридиональными и северо-восточными структурами.

Южнее, в Айгедзорском блоке, средние по запасам золото-полиметаллические и медно-молибденовые месторождения и рудопроявления размещены сравнительно компактно. Медно-молибденовые — Айгедзор, Тхкут, а также Тертерасарское золото-полиметаллическое месторождение приурочены к разрывам восточных швов грабен-структуры. Западные же системы субмеридиональных разрывов, среди которых выделяются Дебаклинский и Тейский разломы, контролируют Тейское золото-полиметаллическое месторождение, локализованное в оперяющих их северо-восточных системах. Также ориентирована большая часть жил Личквасского участка Тейского месторождения в лежащем боку Дебаклинского разлома.

Спетринский разлом — меридиональная маг-

мо-рудоконтролирующая структура Агаракского медно-молибденового месторождения прослеживается в центральной части южного из рассматриваемых блоков, на значительном удалении от шва Дебаклинского разлома.

В целом, размещение рудных объектов и контролирующих оруденение субмеридиональных разрывов дает основание заключить о несколько отличающихся локальных тектонических обстановках в пределах рассматриваемых блоков. Этим, по-видимому, можно объяснить активизацию в период рудоотложения отдельных фрагментов, кулисно проявленных в пределах грабена субмеридиональных рудоконтролирующих разрывов. При этом, как это наблюдается в Айгедзорском блоке, контроль оруденения средних по запасам рудных месторождений одной и той же формации (золото-полиметаллической) осуществлялся разрывами как западного, так и восточного бортов грабен-структуры. Смещение разрывов, контролирующих средние по запасам месторождения обеих формаций, к центру и востоку грабена более характерно для южных из рассмотренных рудных полей. Отмеченное справедливо и для Агаракского рудного поля на юге. Слабое же развитие золото-полиметаллической минерализации может свидетельствовать, помимо других возможных факторов, о снижении тектонической активности, или резком изменении поля напряжений в блоке, в период ее локализации.

Попытка идентификации месторождений медно-молибденовых и золото-полиметаллических формаций посредством пирита обнаруживает набор одних и тех же элементов-примесей в них, различающихся: 1) количественными характеристиками содержания элементов-примесей; 2) характером корреляционных связей между отдельными элементами; 3) природой тонкодисперсных включений – сульфидов и теллуридов в пиритах кварц-пиритовой стадии медно-молибденовой формации и сульфосолей Sb, Bi, Pb в пиритах той же ассоциации золото-полиметаллической формации.

Исследования по изучению зональности рудоотложения на месторождениях медно-молибденовой формации показали, что основным фактором наблюдаемой зональности и распределения главных рудных элементов является последовательность тектонического раскрытия рудолокализирующих структур, наряду с зональностью рудоотложения, обусловленной последовательным отложением из растворов различных парагенетических ассоциаций. Незначительная разница гипсометрических отметок медно-молибденовых и золото-полиметаллических рудных объектов, характер их размещения свидетельствуют о латеральной зональности их проявления. Основная роль в пространственном разделении рудной минерализации может быть отведена дифференциации солевой нагрузки гидротермального флюида во времени, а также резкому возрастанию потенциала кислорода рудообразующей среды (Акопян, Мелконян, 1997).

ЛИТЕРАТУРА

- Акопян М.С., Мелконян Р.Л. Соотношение между стадийностью рудообразования и парагенетическими ассоциациями минералов медно-молибденовых месторождений (по результатам изотопно-кислородных исследований месторождений Армении) Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1997, №3, с.3-11.
- Амирян Ш.О. Золоторудные формации Армянской ССР. Ереван: Изд. АрмССР, 1984, 303 с.
- Амирян Ш.О. Золотоносные парагенезисы минералов золоторудных месторождений Республики Армения. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2004, №3, с.22-25.
- Арутюнян М.А., Таян Р.Н., Саркисян С.П. Порфировые дайки Каджаранского рудного поля. Сб. статей научн. сессии, посв. 90-летию С.А.Мовсисяна. Ереван: ИГН НАН РА, 2002, с.45-53.
- Беус А.А., Григорян С.В. Использование методов математической статистики при геохимических поисках. М.: Всес. Заочн. Политех. Ин-т. 1973, 50 с.
- Григорян С.В., Ляхович Т.Т. Оценка геохимических аномалий по элементам-примесям в минералах. М.: ИМГРЭ, 2000, 78 с.
- Карамян К.А., Фарамазян А.С. О стадиях минерализации Каджаранского медно-молибденового месторождения. Изв. АН АрмССР, геол. и географ. науки, 1960, №3-4, с.65-68.
- Карамян К.А., Таян Р.Н., Гуюмджян О.П. Основные черты интрузивного магматизма Зангезурского рудного района Армянской ССР. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1974, №1, с.54-65.
- Карамян К.А. Геологическое строение, структура и условия образования медно-молибденовых месторождений Зангезурского рудного района. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1978, 179 с.
- Карамян К.А. Минеральные ассоциации и минералы месторождений Зангезурского рудного района. Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1983, 226 с.
- Макеев Б.В. Оловорудный район как металлогеническая категория и объект прогнозных исследований. В кн.: Геолого-геофизические аспекты изучения и оценки оловорудных районов Востока СССР, М.: 1984, с.7-22.
- Меликсетян Б.М. Петрология, геохимия и рудоносность палеоген-неогеновых вулкано-интрузивных формаций Кавказа (магматизм зон коллизии). Автореф. дисс. на соиск. уч.ст. доктора геол.-мин. наук. Тбилиси: 1989, 54 с.
- Меликсетян Х.Б., Пернишка Е., Мелконян Р.Л., Джрбашян Р.Т., Адам Й. Геохимия изотопов свинца главнейших эндогенных месторождений Армении. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2003, №3, с.22-30.
- Мкртчян С.С. Зангезурская рудоносная область Армянской ССР. Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1958, 287 с.
- Таян Р.Н. О Центральной магмо-рудоконтролирующей зоне Зангезурского рудного района. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1998, №3, с.20-27.
- Таян Р.Н., Амирян Ш.О., Фарамазян А.С., Арутюнян М.А. Рудные формации Зангезурского рудного района и общие закономерности размещения оруденения. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1999, №2-3, с.22-30.
- Таян Р.Н., Саркисян С.П., Арутюнян М.А., Оганесян А.Е. Геолого-структурные особенности размещения мед-

но-молибденового оруденения Каджаранского месторождения. Сб. статей научн. сессии, посв. 90-летию С.А.Мовсисяна. Ереван: ИГН НАН РА, 2002, с.32-45.

Таян Р.Н., Саркисян С.П., Арутюнян М.А. Особенности локализации медно-молибденового оруденения месторождений Южного Зангезура. Изв. НАН РА, Науки

о Земле, 2003, №3, с.24-28.

Томсон И.Н. Металлогения рудных районов. М.: Недра, 1988, 215 с.

Фарамазян А.С. Каджаранское медно-молибденовое месторождение. В кн.: Минералогия, геохимия и условия образования рудных месторождений Армянской ССР. Ереван: Изд АН Арм. ССР, 1974, с.146-250.

**ՀԱՐԱՎԱՅԻՆ ՋԱՆԳԵԶՈՒԻ ԴՂԻՆԶ-ՄՈԼԻԲԴԵՆԱՅԻՆ ԵՎ
ՈՍԿԻ-ԲԱԶՄԱՄԵՏԱՂԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՖՈՐՄԱՅԻԱՆԵՐԻ ՏԵՂԱԿԱՅՄԱՆ
ՀԱՐՅԻ ՄԱՍԻՆ ԵՎ ՀԱՆՔԱԵՐԵՎԱԿՈՒՄՆԵՐԻ ՆՈՒՅՆԱՑՄԱՆ
ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԸՍՏ ՊԻՐԻՏՆԵՐՈՒՄ
ՏԱՐԲ-ԽԱՌՆՈՒՐԴՆԵՐԻ**

Ռ. Ն. Տայան, Մ. Ա. Հարությունյան, Ա. Ե. Հովհաննիսյան

Ա մ փ ո փ ո մ

Ներկայացվող հոդվածում դիտարկվում է Հարավային Ջանգեզուրի հանքաին դաշտերում Cu-Mo և Au-բազմամետաղային հանքավայրերի երկրաբանական դիրքը, տեղաբաշխման պայմանները և գոնալականությունը: Տարրերի տեղաբաշխումը կվարց-պիրիտային փուլի պիրտներում հիմք է հանդիսանում պարզաբանելու հանքաերևակումների ֆորմացիոն պատկանելիությունը:

**TO THE PROBLEM OF DISLOCATION OF COPPER-MOLYBDENUM
AND GOLD-POLYMETALLIC FORMATIONS IN SOUTH ZANGEZOUR
AND OPPORTUNITIES FOR SMALL ORE DEPOSIT IDENTIFICATION
THROUGH ELEMENTS-ADMIXTURES IN PYRITES**

R. N. Tayan, M. A. Harutyunyan, A. E. Oganessian

Abstract

The article covers geological position, conditions of dislocation and zonality of deposits and small ore deposits of copper-molybdenum and gold-polymetallic types within the bounds of operating mining enterprises in the south of the Zangezour ore region. For more precise prognostic assessment of the territory, an attempt is made to establish the formation attribution of small ore deposits with poor-pronounced mineral composition by typomorphic elements-admixtures in pyrites of quartz-pyrite association.