

ների վրա Ըստ ընդունված դասերի, այդ դիագրամների վրա եզրագծված են պղնձի և մոլիբդենի ցածր, միջին և հարուստ պարունակություններ ունեցող տեղամասերը:

Ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ պղնձ-մոլիբդենային հանքայնացումը տարածականորեն սահմանադատված է և սուբհորիզոնալ է հանքավերահսկող կառույցներին, որոնք ձգված են միջօրիականի ուղղությամբ:

Հանքայնացման հարուստ տեղամասերը հարում են Սպետրի խզման հարթությանը Դրանից բացի հանքայնացման տեղաբաշխման համար նշանակություն են ունեցել նաև ընդլայնակի ուղղության խզումները:

Հարկ է նշել նաև, որ խոր հորիզոններում հետհանքային վրաշարժերի դարգացման հետևանքով Սպետրի խզման պառկած կողում հանդես են գալիս պղնձի և մոլիբդենի արդյունաբերական նշանակություն ունեցող հանքայնացված տեղամասեր, որոնք մոտ սալապայում պետք է շահագործվեն:

Վերոհիշյալ բոլոր հանքայնացված տարաբաժանված տեղամասերը հեղինակները դիտում են որպես մեկ ամբողջական հանքային մարմին:

R. N. TAYAN, S. P. SARKISIAN

## THE AGARAK ORE DEPOSIT STOCKWORK MORPHOLOGY AND COPPER-MOLYBDENUM MINERALIZATION DISTRIBUTION PECULIARITIES

### Abstract

On the basis of the ore deposit prospecting and exploitation data the copper-molybdenum mineralization control and distribution typical details are discussed. The ore stockwork structure peculiarities, the post-ore tectonics role and the morphology complication are considered. The investigation results could be practically applied.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Вартанесов В. Е. Эндеогенные ореолы рассеяния Агаракского медно-молибденового месторождения—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1970, № 4, с. 33—43.
2. Карамян К. А., Маданян О. Г. Температурные условия формирования медно-молибденовых месторождений Загезурского рудного района.—В кн: Рудообразующая среда по включениям в минералах Изд. Наука, 1972, с. 170—179.
3. Карамян К. А., Таян Р. Н., Джангирян Э. А., Саркисян С. П. Разрывные нарушения и их роль в формировании Агаракского медно-молибденового рудного поля и месторождения.—Изв. АН СССР, сер. геол., 1974, № 6, с. 41—54.
4. Карамян К. А. Геологическое строение, структура и условия образования медно-молибденовых месторождений Загезурского рудного района. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1978, 175 с.
5. Пиджян Г. О. Медно-молибденовая формация Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1975, 309 с.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XL1, № 3, 22—32, 1988

УДК: 553.245 (479.25)

М. А. КУКЪЛЯН

## МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ РУД МАРДЖАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (АРМЯНСКАЯ ССР)

В работе подробно охарактеризован минеральный состав руд. Описываются самородные металлы, теллуриды, сульфиды, сульфосоли и жильные минералы. Приведены кристаллохимические формулы некоторых сульфидов и редких сульфосолей по данным рентгеноспектрального микроанализа.

В геологическом строении Марджанского месторождения принимают участие вулканы капуджихского комплекса ( $P_2^3$ ) и вулканы, слагающие низы гехакарской свиты ( $P_2^3 - P_3$ ) (?). Наиболее позд-

ными образованиями на месторождении являются субвулканические тела базальтового состава сложной морфологии, прорывающие все ранние образования и перекрывающиеся за пределами месторождения сианской глинисто-диатомитовой толщей.

Оруденение на месторождении, в виде кварцево-рудных жил, локализовано в структурах северо-западного простирания, осложненных пострудными подвижками того же плана деформаций. По составу рудные тела представляют собой кварц-полиметаллический тип оруденения. В различной степени здесь развиты пирит, галенит, сфалерит, блеклые руды, сульфoантимониты свинца, антимонит и др. Из жильных минералов—кварц, барит, кальцит, родохрозит. Оруденение на месторождении формировалось в течение двух этапов: раннего полиметаллического и позднего реальгар-аурипигментового. Продуктивным является первый полиметаллический, в пределах которого установлен ряд минеральных ассоциаций: кварц-пиритовая, кварц-пирит-сфалеритовая, пирит-сфалерит-галенитовая, сульфосолевая, антимонит-цинкениитовая, кварц-карбонатная и баритовая [4].

Изучением минерального состава руд Марджанского месторождения занимались также А. И. Карапетян [3] и Н. И. Магакян (табл. 1).

### Самородные металлы и теллуриды

Самородное золото в рудах месторождения установлено в кварц-сфалерит-галенитовой, сульфосолевой и кварц-карбонатной минеральных ассоциациях. Здесь его выделение представлено двумя классами крупности: пылевидным (до 0,02 мм) и очень мелким (до 0,05 мм). В рудах верхних разведочных горизонтов преобладают очень мелкие выделения. Форма золоти неправильная, каплевидная, амебовидная и изометричная (рис. 1). Неправильные формы выделений самородного золота обусловлены, видимо, микроструктурными условиями их локализации. В полированных шлифах часто отмечаются микроскопические срастания самородного золота с теллуридами. Проведенный спектральный анализ на спектрографе ДФС—8—3 показал,

Таблица 1

Минеральный состав руд Марджанского месторождения

Главные минералы	Второстепенные минералы	Редкие минералы
Пирит*	Буланжерит*	Самородное золото*
Сфалерит*	Бурнонит*	Самородное серебро*
Галенит*	Геокронит*	Энаргит*
Тетраэдрит*	Халькопирит*	Марказит*
Теннантит*	Антимонит*	Арсенопирит*
	Реальгар***	As—цинкенит***
	Аурипигмент***	Sb—дюфренуазит***
	Цинкенит***	Зелигманит***
	Гессит**	Ag—тетраэдрит*
	Барит***	Гематит*
	Родохрозит***	Семсейит**
		Борнит**
		Халькозин**
		Петцит**
		Алтант**
		Кюстелит**
		Нагнагит***
		Сильванит***

\* установлены Н. И. Магакян  
 \*\* установлены А. И. Карапетяном  
 \*\*\* установлены М. А. Кукуляном

Таблица 2

Химические составы некоторых сульфидов, теллуридов и сульфосолей в рудах Марджанского месторождения (данные рентгеноспектрального микроанализа, в мас.%)<sup>\*</sup>

№№ обр.	Минерал	Pb	Sb	As	Cu	Au	Ag	Te	Zn	S	Σ	Формула
ст. сост.	Сфалерит	—	—	—	—	—	—	—	67,93	33,00	100,93	Zn <sub>1.01</sub> S <sub>1.00</sub>
75 81	Сильванит	—	—	—	—	22,16	12,62	68,39	—	—	99,12	Au <sub>0.93</sub> Ag <sub>0.96</sub> Te <sub>4.10</sub>
77 81	Дюфренуазит	56,08	1,45	18,27	—	—	—	—	—	22,46	98,26	Pb <sub>1.95</sub> (As <sub>1.79</sub> Sb <sub>0.03</sub> ) <sub>1.82</sub> S <sub>5.14</sub>
87 81	Sb-дюфренуазит	57,12	2,60	18,06	—	—	—	—	—	21,96	99,74	Pb <sub>2.03</sub> (As <sub>1.77</sub> Sb <sub>0.16</sub> ) <sub>1.93</sub> S <sub>5.04</sub>
2 81	Твиннит	38,82	24,83	12,62	—	—	—	—	—	23,70	99,96	Pb <sub>1.01</sub> (As <sub>0.91</sub> Sb <sub>1.10</sub> ) <sub>2.01</sub> S <sub>3.90</sub>
64 81	Твиннит	38,98	24,95	13,21	—	—	—	—	—	24,32	101,53	Pb <sub>0.99</sub> (As <sub>0.93</sub> Sb <sub>1.05</sub> ) <sub>2.01</sub> S <sub>3.90</sub>
278 81	Цинкениит	32,00	46,25	—	—	—	—	—	—	22,83	101,08	Pb <sub>0.87</sub> Sb <sub>2.13</sub> S <sub>4.00</sub>
14 81	Зелигманит	43,44	1,35	13,29	14,39	—	—	—	—	22,44	99,91	Pb <sub>1.04</sub> Cu <sub>1.01</sub> (As <sub>0.79</sub> Sb <sub>0.01</sub> ) <sub>0.84</sub> S <sub>3.11</sub>
280 81	Бурнонит	43,17	21,73	1,47	13,35	—	—	—	—	19,75	99,47	Pb <sub>1.01</sub> Cu <sub>1.02</sub> (As <sub>0.10</sub> Sb <sub>0.17</sub> ) <sub>0.97</sub> S <sub>3.00</sub>
535 83	Геокрениит	70,13	7,08	5,71	—	—	—	—	—	17,66	100,58	Pb <sub>4.96</sub> (As <sub>1.12</sub> Sb <sub>0.65</sub> ) <sub>1.97</sub> S <sub>8.66</sub>

\* Анализы выполнены на кафедре полезных ископаемых Геологического факультета МГУ, микроанализатор ГХА—5, ускоряющее напряжение 25 Кв. Аналитик Кукулян М. А.

что содержание золота в мономинеральных галените и сфалерите составляет 16,00 усл. ед. и 12,00 усл. ед. соответственно. Следует отметить, что золото в небольшом количестве установлено также в пирите.

Самородное серебро отмечается только в минеральной ассоциации со сфалеритом и галенитом. Здесь оно образует мелкие изометричные выделения в полях галенита, размером до 0,03 м, реже в полях сфалерита, где оно сохраняет изометричную форму и те же размеры. Результаты спектрального анализа указывают на высокие содержания Ag в сфалерите (1400,00 усл. ед.) и галените (5250,0 усл. ед.). Это позволяет предположить, что основная часть серебра присутствует в тонкодисперсной форме.

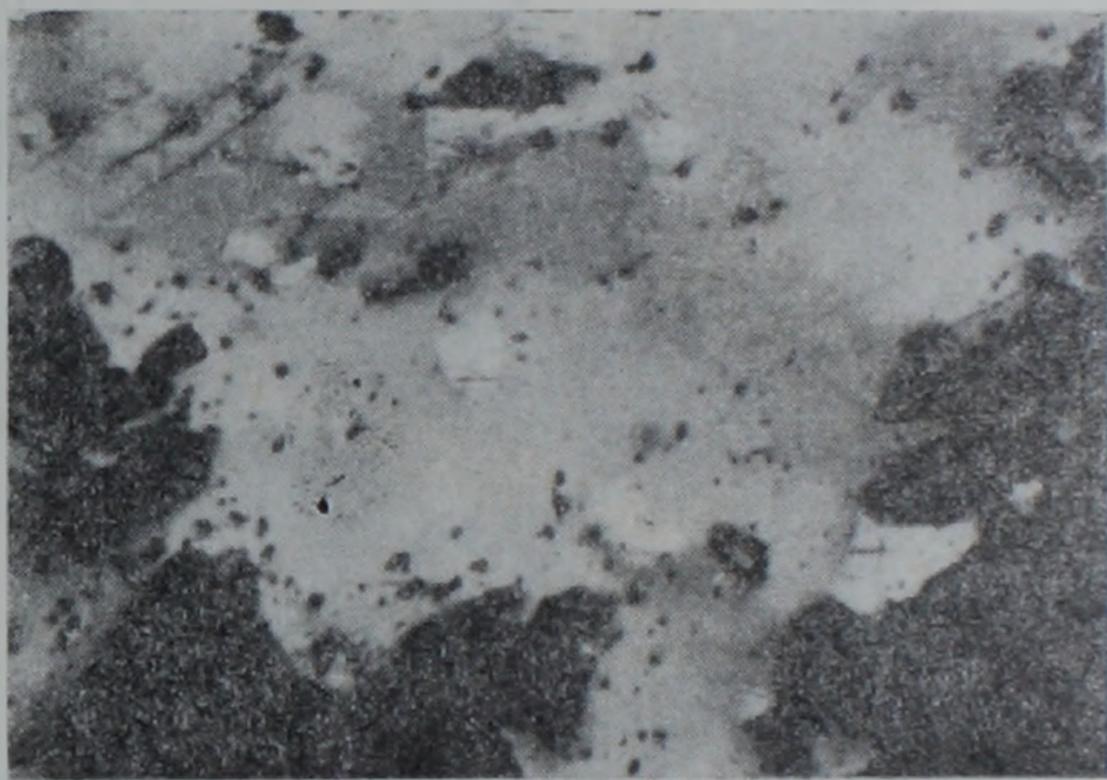


Рис. 1. Выделение самородного золота в бурноните. Пол. шлиф. Увел. 100X.

Сильванит встречается на месторождении исключительно редко. Он выделяется в пределах каины замещения галенита сульфосолями свинца, образуя небольшие удлиненные зерна шириной до 0,01 м, при длине 0,07 м. (рис. 2).

В отраженном свете в полированных шлифах рядом с галенитом и сульфосолями свинца сильванит приобретает кремовый оттенок. В скрещенных николях четко анизотропен, наблюдаются полисинтетические двойники.

Химический состав сильванита определялся на рентгеноспектральном микроанализаторе (табл. 2). Некоторое несоответствие наших данных теоретическому составу и другим опубликованным анализам, по-видимому, обусловлено нестабильным поведением минерала под электронным зондом и появлением нагара.

Нагнагит в рудах месторождения является весьма редким минералом. Установлен в ассоциации с гесситом, сильванитом и галенитом. Образует изометричные выделения размером до 0,05 м. В отраженном свете нагнагит сходен с галенитом, в отличие от которого в иммерсии обнаруживает эффекты анизотропии. Нагнагит подтвержден в полированных шлифах при помощи рентгеноспектрального микроанализатора. (рис. 2).

Гессит встречается в рудах месторождения редко. Установлен в ассоциации с теллуридами золота и галенитом. Часто выделяется в сростках с сильванитом; образует изометричные формы размером до 0,02 м; развивается по контакту галенита и геокронита. В полированных шлифах двуотражение заметно в иммерсии с цветным эффектом в коричневых тонах. В скрещенных николях наблюдается анизотропия с серовато-синим цветовым эффектом. Наличие гессита в ру-

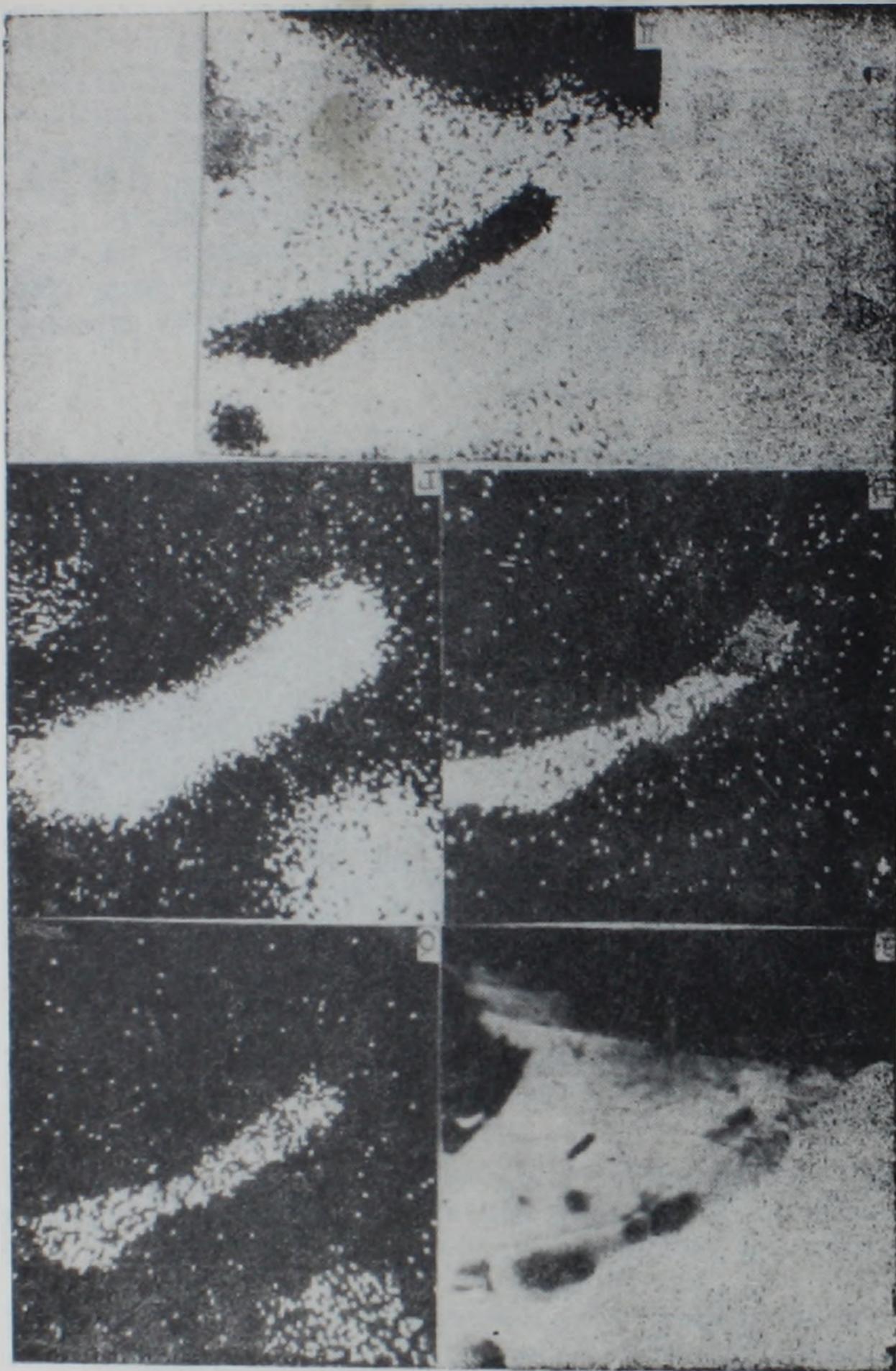


Рис. 2. Выделения селванита, тессита и нагнагита на контакте галенита (белое) и геокронита (серое): а) в обратнорассеянных электронах; в рентгеновых лучах; б) AuMz; в) AgLz; г) TeLz; д) PbMz. Увел. 1200X.

дах месторождения, аналогично нагнагиту и селваниту, подтверждено исследованиями на рентгеноспектральном микроанализаторе. (рис. 2).

### Сульфиды

Пирит является одним из наиболее распространенных минералов в рудах месторождения. Он выделяется исключительно в ранних стадиях рудоотложения, образуя три генерации. Пирит первой генерации выполняет оперяющие рудные тела маломощные прожилки (до 5 см), реже локализуется в зальбандах кварц-полиметаллических жил, образуя хорошо развитые кристаллические формы: кубы, пентагон-додекаэдры и их сростки. Размеры отдельных кристаллов не превышают 2—3 мм. Пирит второй генерации представлен, как правило, зернами размером до 10 мм. Он выделяется в ассоциации с блеклыми рудами, сфалеритом, реже с пирротинном и халькопиритом. Пирит

последней генерации наблюдается лишь в полированных шлифах в тесной ассоциации с галенитом, сфалеритом и блеклыми рудами. В полированных шлифах из зальбандов кварц-полиметаллических жил в первых двух генерациях пирита отмечаеся почти повсеместное дробление с последующей цементацией минералами поздних стадий.

Проведенный спектральный анализ пиритов показал повышенные содержания мышьяка, свинца и цинка.

Пирротин редко встречающийся минерал в рудах месторождения. Образует небольшие выделения в полях пирита второй генерации. Размеры отдельных зерен достигают 0,05 мм.

Сфалерит является в рудах месторождения одним из наиболее распространенных минералов, представляющих промышленную ценность. Он встречается в двух разобщенных во времени минеральных ассоциациях. Сфалерит ранней генерации, выделяясь вместе с пиритом, блеклыми рудами и пирротинном, образует маломощные прожилки (до 5 см), как правило опережающие рудные тела. Здесь он представлен хорошо выраженными кристаллическими формами—тетраэдрами размером 1—2 мм с характерным развитием неориентированной структуры распада твердого раствора халькопирита в сфалерите, что объясняется высокими содержаниями в них меди. Для сфалеритов этой генерации характерны также высокие содержания кадмия. В качестве элементов примесей присутствуют Co, Pb, Ag, Sb, Bi, Tl и другие.

Сфалерит поздней генерации выпадает из растворов в составе продуктивной ассоциации и аналогично ранее выделившимся сфалеритам характеризуется хорошо выраженными кристаллическими формами. Он выделяется в ассоциации с галенитом, блеклыми рудами и др. и представлен почти чистым клейофаном. Распределение сфалерита поздней генерации в кварц-полиметаллических жилах на верхнем разведочном горизонте неравномерно и приурочено к призальбандовым частям жил.

Изучение химического состава сфалеритов этой генерации на рентгеноспектральном микроанализаторе (табл. 3) позволило установить незначительные содержания кадмия (до 1,07 мас.%) и железа (до 6,63 мас.%). Средний химический состав сфалеритов продуктивной минеральной ассоциации приведен в таблице 2.

Таблица 3

Содержание Fe и Cd в сфалеритах Марджанского месторождения по данным рентгеноспектрального микроанализа (в мас. %\*)

№ п/п	№ обр.	№ анализа	№ п/п			№ обр.	№ анализа	№ п/п	
			Fe	Cd	№			Fe	Cd
1	64/81	1	0.19	0.80	9	48/81	5	0.07	0.87
2	—	2	0.17	0.47	10	—	6	0.12	0.13
3	—	3	0.19	0.54	11	21/81	1	0.49	0.20
4	—	4	4.0	0.34	12	—	2	0.39	0.27
4	48/81	1	0.05	0.80	13	—	3	0.39	0.27
6	—	2	0.05	0.13	14	12/81	1	0.17	0.67
7	—	3	0.05	1.07	15	—	2	0.15	0.27
8	—	4	0.02	0.47	16	—	3	0.02	0.24

Анализы выполнены на кафедре полезных ископаемых Геологического факультета МГУ, микроанализатор ИХА—5, ускоряющее напряжение 25 кв, аналитик Кукулян М. А.

Галенит наряду со сфалеритом является одним из наиболее распространенных минералов месторождения. Выделяясь в продуктивной минеральной ассоциации, он образует характерные кубические формы, размером от 0,1 до 5 мм. Развитие галенита в кварц-полиметаллических жилах неравномерно, но подчиняется определенной закономерности. На верхнем разведочном горизонте галенит имеет наиболее широкое распространение на южных флангах рудных тел, в то время как на северных флангах его содержание несколько падает. Кристаллы галенита в рудных телах, как правило, раздроблены сла-

бо, однако на участках кварц-полиметаллических жил осложненных пострудными нарушениями, наблюдаются его сильно раздробленные и смятые скопления. В основном для кристаллов галенита характерна микротрещиноватость, развивающаяся по плоскостям спайности и выполненная продуктами сульфосолевой минеральной ассоциации. В галените в качестве элементов примесей обнаружены Ti, Mo, Cu, Zn, Ag, Sb и др. Повышенные содержания меди, кадмия, сурьмы и мышьяка связаны, видимо, с наличием в галените микровключений блеклых руд.

Халькопирит имеет в рудах ограниченное распространение. Он выделяется в составе двух разобщенных во времени минеральных ассоциациях: кварц-пирит-сфалеритовой и кварц-сфалерит-галенитовой. В первой халькопирит выделяется в полях сфалерита в виде неориентированной структуры распада твердого раствора, а во второй — в кварц-сфалерит-галенитовой минеральной ассоциации образует выделения размером от 0,05 до 0,20 мм. На нижнем разведочном горизонте отмечается увеличение удельного веса развития халькопирита по сравнению с рудными телами, вскрытыми на верхнем горизонте.

Антимонит в рудах месторождения имеет ограниченное и весьма неравномерное развитие. Он выделяется в ассоциации с цинкенимом, образуя самостоятельные прожилки мощностью до 2—3 см. Реже выполняет осевые части кварц-полиметаллических жил. В прожилках антимонит образует радиально-лучистые агрегаты, а в осевых частях жил представлен шестоватыми разностями толщиной до 1 мм и длиной до 15 мм. Иногда антимонит выделяется в пустотах, выполненных мелкими кристаллами кварца и кальцита. Здесь он в ассоциации с цинкенимом и мышьяковистым цинкенимом образует спутанно-волокнистые выделения, кристаллизуясь в виде гибких игольчатых кристаллов. Необходимо отметить, что антимонит обнаружен нами в рудах кварц-полиметаллических жил на верхних разведочных горизонтах, в то время как в рудных телах, вскрытых на нижних горизонтах, он не встречается. Наблюдения антимонита в отраженном свете позволили однозначно диагностировать его по относительно низкой отражательной способности, сильному двуотражению, а также по характеру микрохимической реакции с КОН.

Реальгар встречается на месторождении редко. Образует самостоятельную минеральную ассоциацию вместе с аурипигментом, марказитом и энаргитом, слагая основную массу указанной минеральной ассоциации. Выделяется в виде прожилков, мощность которых колеблется от миллиметров до 10 сантиметров. Реальгаровые прожилки приурочены, как правило, к наложенным сколовым трещинам, осложняющим строение кварц-полиметаллических жил. Реже этот минерал в виде микропрожилков развивается в зальбандах рудных тел. Обнаружен исключительно в пределах рудного тела № 1 на верхних разведочных горизонтах. Проведенный спектральный анализ реальгара показал присутствие в нем таких элементов-примесей, как Fe, Mn, Cu, Ni, Sb и др. Повышенное содержание меди, видимо, обусловлено наличием в реальгаре микровключений энаргита.

Реальгар был определен в полированных шлифах по его низкой отражательной способности и хорошо выраженным внутренним рефлексам в скрещенных николях.

Аурипигмент развивается на месторождении в тесной ассоциации с реальгаром. Размеры зерен достигают 0,5 см, реже 1 см. В отраженном свете отличается от реальгара более высоким R и цветом внутренних рефлексов.

Марказит в рудах месторождения встречается исключительно редко. Он образует минеральную ассоциацию с реальгаром и аурипигментом, выделяясь в виде изометричных зерен. В отраженном свете желтого цвета с отчетливым двуотражением. В скрещенных николях сильно анизотропен.

## Сульфосоли

Блеклые руды на месторождении имеют широкое развитие и представлены полным изоморфным рядом от теннантита до тетраэдрита. Выделяются в составе двух минеральных ассоциаций: кварц-пирит-сфалеритовой и кварц-сфалерит-галенитовой. Для первой характерно образование теннантитов, а для второй—тетраэдритов.

Изучение химического состава блеклых руд на рентгеноспектральном микроанализаторе показало широкий диапазон колебаний в содержаниях меди (от 23,94 до 49,10 мас. %), сурьмы (от 0,00 до 28,78 мас. %) и мышьяка (от 0,00 до 22,88 мас. %) Из характерных [5] элементов-примесей железо, цинк и серебро изоморфно замещают в блеклых рудах соответствующие по валентности катионы меди, причем, колебания их содержаний для железа лежат в интервале 0,00—1,50 мас. %, реже достигая 2,90%, для цинка стабильно варьируют в пределах от 4,00 до 9,90 мас. %, а серебра колеблются в интервале от 0,00 до 10,00 мас. %, редко достигая 20,00%. Содержания двухвалентного кадмия не превышают 1,00 мас. %.

Буланжерит, являясь слабо распространенным минералом в рудах Марджанского месторождения, часто образует самостоятельные скопления отдельных зерен, реже выделяется в реакционной кайме замещения вокруг образований галенита. Иногда встречается в виде таблитчатых образований. Размеры зерен редко достигают 1 мм.

Цинкениит в рудах месторождения образует самостоятельно прожилки мощностью 1—1,5 см, а также часто выделяется в пустотах в виде войлокообразных спутанно-волокнуистых скоплений имеющих форму лепестков размером до 2 см<sup>2</sup>. В прожилках цинкениит образует радиальнолучистые агрегаты в жильной массе. Иголочки вытянуты на 5—6 мм, а в войлокообразных скоплениях представлены теснейшим переплетением волосообразных кристалликов длиной до нескольких миллиметров и толщиной отдельных индивидов порядка сотых долей миллиметра.

В друзовых пустотах мелкокристаллического кварца в тесном срастании с цинкениитом нами обнаружен сульфоантимонит свинца, который аналогично цинкенииту образует спутанно-волокнуистые агрегаты. При непосредственном сравнении этих двух минералов под биноклем сульфоантимонит свинца отличается от цинкениита слабым бронзовым оттенком.

Проведенный рентгеноструктурный анализ определил его как «минерал со структурой типа цинкениита», а рентгеноспектральный микроанализ показал повышенное содержание в нем мышьяка (табл. 2).

Бурнонит и зелигманит распространены в рудах месторождения довольно широко, но крайне неравномерно. Бурнонит чаще встречается в руде из верхних горизонтов кварц-полиметаллической жилы № 4, реже в ассоциации с зелигманнитом в р. т. № 1. В кварц-полиметаллических жилах, вскрытых на нижних разведочных горизонтах, обнаружены лишь единичные зерна бурнонита. Рассматриваемые два минерала развиваются в ассоциации с геокронитом, буланжеритом и другими сульфоантимонитами свинца, образуя с последними тесные срастания. В рудном теле № 4 бурнонит выделяется в виде самостоятельных включений изометричной, реже вытянутой формы. Из-за малых размеров зерен и сходства оптических свойств эти минералы были диагностированы по химическому составу при помощи рентгеноспектрального микроанализатора (табл. 2).

Геокронит относится к широко распространенным минералам месторождения, хотя и был обнаружен нами в рудных телах исключительно на верхних разведочных горизонтах. Он образует минеральную ассоциацию с сульфоантимонитами свинца. Выделяется в виде каемок замещения вокруг галенита на контакте последнего с кварцем (рис. 3). Реже развивается в полях галенита, образуя изометричные выделения, еще реже приурочен к микротрещинам в ранее выделившихся

минералах в виде секущих прожилков. Размеры отдельных выделений достигают 0,05 мм. В связи с макроскопическими размерами выделений геокронита его диагностика проводилась на основании химического состава, определенного на рентгеноспектральном микроанализаторе, без необходимых в таких случаях рентгеноструктурных исследований (табл. 2).

Дюфренуазит был выявлен автором в процессе исследования сульфосолевой ассоциации на рентгеноспектральном микроанализаторе, на экране электронно-лучевой трубки которого дюфренуазит проявлялся как темная фаза в поле минералов с более высоким средним атомным номером. В рудах месторождения встречается весьма редко. Образует небольшие выделения чаще вытянутой, реже изометричной формы. Встречается, как правило, в кайме свинцовых сульфосолей, развитых вокруг кристаллов галенита. В связи с близкими оптическими константами с галенитом и высокосвинцовистыми сульфосолями в отраженном свете практически неотличим от последних. Слишком малые размеры выделений (до 200 мкм) не позволили провести рентгеноструктурный анализ, в связи с чем дюфренуазит был определен по химическому составу почти полностью соответствующему теоретическому.

В результате исследований была выявлена разновидность дюфренуазита с содержанием сурьмы 2,60 мас.%, которая, видимо, может рассматриваться как Sb-дюфренуазит (стибниодюфренуазит (?), табл. 2). Эта разновидность установлена в той же минеральной ассоциации что и дюфренуазит, образуя выделения, схожие с последним как по форме, так и размерам зерен.

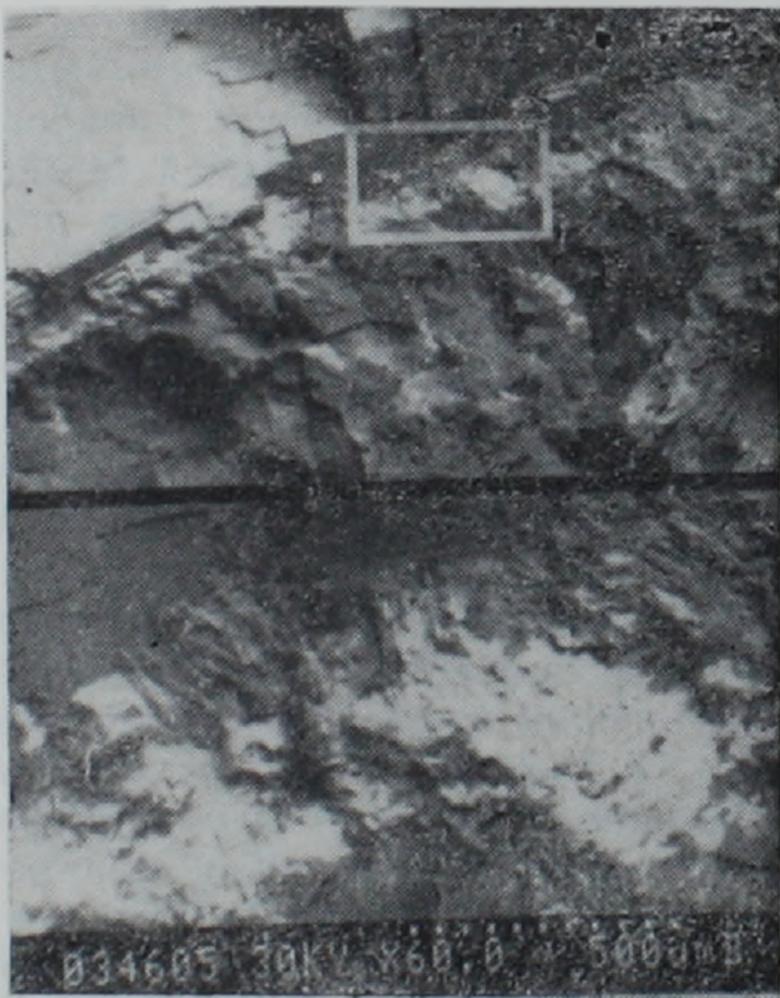


Рис. 3 Геокронит, разбивающийся по галениту на контакте с кварцем (растровая электронная микроскопия).

Твиннит является на месторождении весьма редким минералом. Он образуется, как правило, в кайме замещения, развивающегося по контакту галенита и кварца, слагая Pb-сульфосолевою минеральную ассоциацию. Твиннит, как и большинство вышеописанных минералов рассматриваемой ассоциации, был диагностирован нами на основании химического состава, определенного на рентгеноспектральном микроанализаторе. По составу (табл. 2) он близок к твинниту, установленному на месторождении Руевац [6].

### Нерудные минералы

Кварц из числа нерудных минералов месторождения относится к наиболее широко распространенным. Выделяется в течение трех ста-

дней минерализации. Первая и вторая генерации кварца наиболее слабо различаются между собой. Нами они разделяются на основании их приуроченности к определенным рудным парагенезисам и взаимного пересечения прожилков. Проведенные исследования двухфазных включений показали, что температура гомогенизации газовой-жидких включений в кварце первой генерации лежит в интервале 270—280°C, а кварца второй генерации—в интервале 230—250°C. В рудных жилах кварц рассматриваемых генераций приурочен к зальбандам рудных тел и характеризуется серой окраской.

Кварц третьей генерации резко отличается от предыдущих двух. Выделяясь в ассоциации с кальцитом, он образует хорошо развитые кристаллические формы, выполняя пустоты в осевых частях рудных тел. Размеры кристаллов достигают 1, реже 3 мм. Исследования газовой-жидких включений кварца третьей генерации дали интервал колебаний температуры гомогенизации 170—215°C.

Кальцит образует минеральную ассоциацию с кварцем третьей генерации. Он выделяется в виде самостоятельных зерен размером до 0,01 мм, реже образует наросты на сфалеритах. Аналогично кварцу третьей генерации, кальцит выполняет пустоты, приуроченные к осевым частям кварц-полиметаллических жил.

Барит на месторождении развит слабо и распространен весьма неравномерно. В рудах образует самостоятельную минеральную ассоциацию, выделяясь в виде прожилков мощностью до 3 см, реже в виде гнездообразных скоплений. Барит образует характерные таблитчатые кристаллы молочно-белого цвета размером до 15—20 мм с совершенной спайностью.

Родохрозит вместе с кварцем и кальцитом выделяется в кварц-карбонатную стадию минерализации, образуя почковидные, иногда шарообразные выделения с радиально-лучистой структурой. В пустотах часто нарастает на сульфиды ранних стадий минерализации, образуя тем самым родохрозитовую корку.

Изучение оптических констант родохрозита из Марджанского месторождения показало, что это одноосный отрицательный минерал с очень высоким двупреломлением.  $N'_m = 1,598—1,600$ ;  $N'_p = 1,820—1,822$ ;  $N'_m - N'_p = 0,232—0,220$ . Некоторое отличие  $N'_p$  и  $N'_m$  родохрозита исследуемого месторождения от литературных данных ( $N_e = 1,595$ ;  $N_o = 1,818$  [1] и  $N_p = 1,597$ ;  $N_m = 1,817$  [2]) связано, видимо, с присутствием некоторых элементов примесей, в том числе Fe (0,2% мас.%), влияющих на увеличение значений  $N'_p$  и  $N'_m$ . Проведенный спектральный анализ родохрозита Марджанского месторождения показал также наличие таких элементов примесей, как Si—0,42; Mg—0,01, Ca—1,00; Ag—0,01; Ti—0,0075; Mo—0,0024; Cu—0,24 и Zn—0,18 мас.%.

Таким образом, в рудных телах Марджанского месторождения широким развитием пользуются сульфиды—пирит, галенит, сфалерит и др., а также различные сульфосоли, блеклые руды, геокронит и др. По составу рудные тела месторождения представляют собой характерный кварц-сульфидный тип оруденения.

В заключение автор выражает глубокую благодарность доценту кафедры полезных ископаемых Геологического ф-та МГУ Ю. С. Бородаеву за помощь и поддержку во время выполнения настоящей работы.

ՄԱՐՋԱՆԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ (ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ) ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԵՐԻ  
ՄԻՆԵՐԱԼԱՅԻՆ ԿԱԶՄԸ

## Ա մ փ ո փ ու մ

Մարջանի հանքավայրը կազմված է միջին էոցենի և, հավանաբար, վերին էոցեն-օլիգոցենի հասակի հրաբխային և հրաբխարեկորային ապարներից:

Քվարց-սուլֆիդային երակների ձևով հանդես եկող հանքայնացումը տեղադրված է հյուսիս-արևմտյան տարածում ունեցող կառուցվածքային տարրերում:

Հանքային մարմիններն իրենց կազմով պատկանում են քվարց-բազմետաղային հանքայնացման տիպին, որտեղ և անջատված է մի շարք միներալային դուգորդություններ՝ քվարց-պիրիտային, քվարց-սֆալերիտային, քվարց-ֆալերիտ-գալենիտային, ծծմբաաղային, անտիմոնիտ-ցինկիտային, քվարց-կարբոնատային, ծանրասպաթային:

Հանքային մարմիններում տարբեր քանակություներով տարածված են՝ բնածին մետաղներ (ոսկի, արծաթ), թելուրիդներ (սիլվանիտ, հեսսիտ, նագիադիտ), սուլֆիդներ (պիրիտ, սֆալերիտ, գալենիտ, խալկոպիրիտ, պիրոտին և ալլն), ծծմբաաղեր (խունաղած հանքանյութեր, բուրնոնիտ, բուլանձերիտ, գեոքրոնիտ և ալլն):

Նրակային միներալներից են քվարցը, կալցիտը, ոռոգրոլիտը և ծանրասպաթը:

Իերված է բոլոր հայտնաբերված միներալների նկարագրությունը, իսկ մի շարք առաջացումների համար հաստատված է իատնուրդ-տարրերի որոշակի առկայությունը:

Որոշված է մի քանի սուլֆիդների, թելուրիդների և հազվագյուտ ծծմբաաղերի քիմիական կազմը ունեղենասպեկտրալ միկրոանալիզի տվյալների հիման վրա, Դրանց միջոցով հաշվարկված են նաև բյուրեղաքիմիական բանաձևերը: Հաստատված է մի շարք միներալների (սֆալերիտ, խունաղած հանքանյութեր) քիմիական կազմի փոփոխականությունը: Տարբեր ծագման քվարցների համար բերված են գաղա-հեղուկային ներփակումների հետազոտությունների արդյունքները:

M. A. KUKULIAN

THE MARDJAN ORE DEPOSIT (ARMENIAN SSR) ORES  
MINERAL COMPOSITION

## A b s t r a c t

The ores mineral composition is in detail characterized. The native metals, tellurides, sulphides, sulphosalts and gangue minerals are described. The crystallochemical formulas of some sulphides and rare sulphosalts are brought by x-ray spectral microanalysis data.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бетехтин А. Г. Минералогия. Госгеолтехиздат, М.: 1949, 956 с.
2. Винчел А. Н. Оптическая минералогия. М.: ИЛ, 1949, 657 с.
3. Карапетян А. И. Эндогенные рудные формации Памбак-Зангезурской металлургической зоны Малого Кавказа, Ереван. Изд. АН АрмССР, 1982, 348 с.
4. Кукулян М. А. Геологическое строение и условия формирования Марджанского полиметаллического месторождения.—Геол. рудн. месторождений, 1985, № 2, с. 52—62.
5. Мозгова Н. И., Цепин А. И. Блеклые руды: особенности химического состава и свойств. М.: Наука, 1983, 280 с.
6. Moelo Y. et al. Association twinnite-zinkenite-plagionite du gisement complexe a Sb—Pb—Zn de Rulevae (Yougoslavie) 1983, 106, 505—510 с.