

МИНЕРАЛОГИЯ

В. О. ПАРОНИКЯН

ХАРАКТЕР МИНЕРАЛИЗАЦИИ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ
ФОРМАЦИИ РУД АЙОЦДЗОРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА
АРМЯНСКОЙ ССР

Полиметаллическая формация руд преимущественно развита в Памбак-Зангезурской структурно-металлогенической зоне и отличается от руд аналогичного типа, приуроченных к другим структурно-металлогеническим зонам. Эти руды довольно интенсивно проявляются в месторождениях и рудопроявлениях Айоцдзорского рудного района (Газма, Гюмушхана, Азатек, Каялу и др.). Генетически они тесно связаны с рудами медно-молибденовой формации [5] и представляют поздние члены единого многостадийного рудного процесса, развивающегося от медно-молибденовой к полиметаллической и др. более поздним формациям руд. Пространственно рассматриваемая формация локализуется обычно на флангах рудных полей и на участках погружения крупных антиклинальных структур.

В пределах исследуемого рудного района широко развиты вулканогенно-осадочные породы третичного возраста, главным образом, среднего эоцена [1, 4]. Исследователями указывается наличие также комплексов пород нижнего и верхнего эоцена. Образования олигоцена (?) особенно широко развиты в восточных и северо-восточных частях района (К. Н. Паффенгольц, 1952) и представлены андезитами, андезито-дацитами, их туфами и туфобрекчиями. Эти породы другими исследователями отнесены к эоцену или же частично к миоцену [2].

В структурном отношении Айоцдзорский рудный район приурочен к участку погружения крупного антиклинория [5], определяющего характер его магматизма и металлогении. Складчатые структуры небольшого масштаба в сочетании с дизъюнктивными нарушениями контролируют размещение интрузивных массивов и рудной минерализации.

Морфологически интрузивные породы представлены небольшими штоками оваловидной и изометрической формы (Каялинская, Газминская и Гюмушханская) и прорывают весь вышеуказанный комплекс пород третичного возраста. Внедрение этих интрузий происходило тремя последовательными магматическими фазами [6]: монцонитовая (Гюмушханская группа), промежуточная — диорит-порфиритовая (часть Газминской группы) и граносиенитовая (Каялинская интрузия).

Небольшое развитие имеют также парагенетически тесно связанные с рудной минерализацией породы жильного комплекса основного и кислого составов.

Рудные тела в виде жил и, реже — зон с вкрапленно-прожилковым оруденением залегают в эоценовых породах, представленных порфиритами, их туфами и туфобрекчиями, туфопесчаниками, туффитами, туфоконгломератами (Газма, Азатек), андезитами (Гюмушхана), преимущественно вокруг экзоконтактов интрузий и иногда переходят в них. На Каялинском месторождении рудные тела, в основном, залегают среди гранитоидной интрузии и местами переходят во вмещающие вулканогенно-осадочные образования.

Минералогический состав руд, стадии минерализации и характер их размещения в рудных месторождениях

Минералогический состав гипогенных руд месторождений Каялу, Гюмушхана, Газма и Азатек довольно разнообразен и приведен в таблице 1*. Как следует из приведенной таблицы, полиметаллические (Каялу, Гюмушхана, Газма) и свинцово-сурьмяные (Азатек) руды исследуемого района по минералогическому составу довольно сходны между собой и отличаются различными количественными соотношениями рудообразующих минералов.

Эти минералы в исследуемом рудном районе группируются в отдельные парагенетические ассоциации, которые, согласно детальным минералогическим исследованиям, принадлежат к разным стадиям рудной минерализации.

Сложный характер распределения оруденения в пространстве, телескопированность руд отдельных стадий в значительной степени затрудняют установление истинного направления развития рудного процесса. Этим частично объясняется тот факт, что для каждого месторождения выдвинуты различные схемы стадийности и этапности, иногда противоречащие друг другу.

Генетическая взаимосвязанность рудной минерализации на различных участках ее проявления в исследуемом районе, довольно сходные минералогико-геохимические особенности отдельных стадий пульсирующего рудного процесса на разных месторождениях позволяют произвести расчленение постмагматического гидротермального рудного этапа для всего района в целом.

Критериями, послужившими основой для расчленения этого единого рудного процесса на этапы и стадии, являются:

1. Структуры пересечения и цементации минералов ранних парагенезисов-поздними (фиг. 1). Установлены, например, пересечения руд пирит-халькопиритовой стадии рудами полиметаллической на месторождениях Газма, Каялу и Гюмушхана; сульфoантимонитовой минерализации, кварц-антимонитовой (Азатек), кварц-карбонат-пиритовой минерализации—полиметаллической и сульфoантимонитовой (Азатек, Газма и др.),

* Таблица составлена на основании данных В. Н. Котляра (1930), И. Г. Магакьяна (1954), Г. О. Григоряна (1960), Э. А. Сагателян (1961), А. Г. Акопяна (1960), Н. С. Хачатряна и Б. Д. Акопян (1962) и автора.

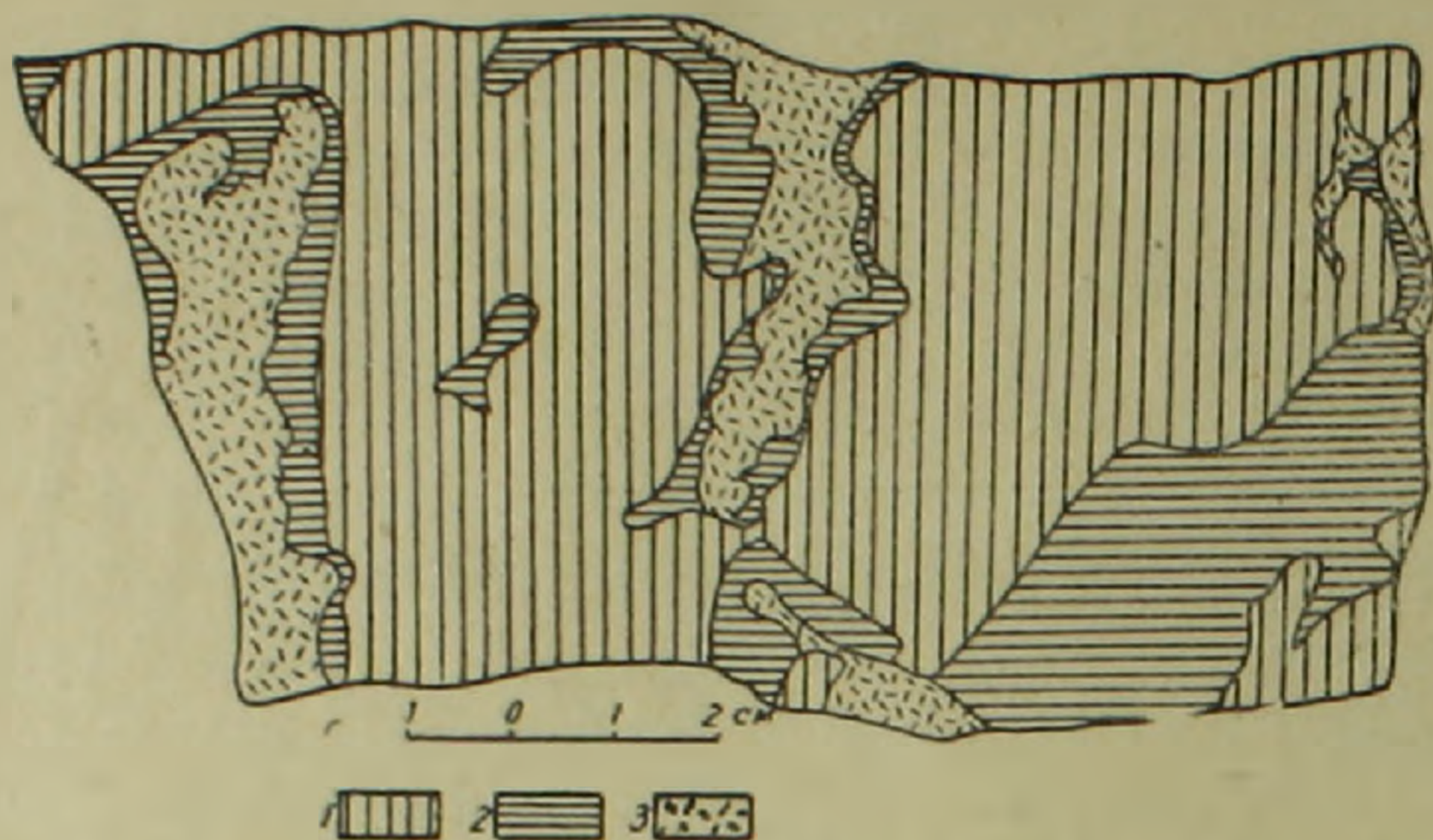
Таблица 1

Минералогический состав гипогенных руд месторождений
Айюцзорского рудного района

Название минералов	Месторождения и проявления							
	Каялинское		Гюмушхан- ское		Газминское		Азатекское	
а. Рудные								
1. Магнетит	+	3	—	—	—	—	—	—
2. Пирит	+	1	+	2	+	1	+	1
3. Рутил	+	4	++	4	++	4	—	—
4. Ильменорутил	++	5	—	—	—	—	—	—
5. Марказит	++	3	—	3	+	4	+	2
6. Пирротин	++	5	—	—	+	5	++	5
7. Молибденит	+	3	—	—	+	4	—	—
8. Арсенопирит	+	3	+	4	+	5	+	4
9. Сфалерит	+	1	+	1	+	1	+	1
10. Борнит	++	3	+	5	++	5	++	5
11. Халькопирит	+	1	+	1	+	1	+	4
12. Халькозин	—	—	—	—	++	5	++	5
13. Блеклая руда	+	1	+	2	+	3	+	1
14. Галенит	+	1	+	1	+	1	+	1
15. Бурнонит	++	3	++	3	+	3	+	1
16. Геокронит	++	5	++	5	++	5	+	1
17. Буланжерит	—	—	+(?)	—	++	4	+	1
18. Плагионит	—	—	—	—	—	—	+	3
19. Семсеит	—	—	—	—	—	—	+	3
20. Энаргит и люционит	+	5	+	5	—	—	—	—
21. Айкинит	++	3	++	3	++	5	—	—
22. Козалит	++	5	—	—	—	—	—	—
23. Эмплектит	++	5	++	5	—	—	—	—
24. Виттихенит	++	5	—	—	—	—	—	—
25. Матильдит	++	4	++	5	++	5	—	—
26. Арамайонт (?)	++	5	—	—	—	—	—	—
27. Теллурувисмутит	++	4	++	5	++	5	—	—
28. Алтант	—	—	++	5	++	4	++	4
29. Гессит	++	5	++	5	++	5	++	5
30. Самородное Au	++	3	+	4	+	5	+	3
31. Акантит (аргентит)	++	5	+	5	+	5	++ (?)	5
32. Миаргирит	—	—	—	—	—	—	++	5
33. Пираргирит	—	—	—	—	—	—	+	5
34. Стефанит (?)	—	—	—	—	—	—	++	5
35. Самородное Ag	++	5	+	5	+	5	++	5
36. Антимонит	—	—	—	—	—	—	+	1—2
б. Жильные								
37. Гранаты	+	3	—	—	+	4	—	—
38. Турмалин	+	3	—	—	—	—	—	—
39. Эпидот	+	3	+	3	+	3	—	—
40. Хлорит	+	3	+	3	+	3	—	—
41. Серицит	++	2	+	2	+	2	+	2
42. Кварц	+	1	+	1	+	1	+	1
43. Карбонаты								
Кальцит	+	2	+	2	+	1	+	2
Манганокальцит	—	—	++	2	++	3	—	—
Анкерит	++	2	+	2	—	—	+	2
Доломит	++	2	+	3	—	—	+	—
Сидерит	—	—	+	1—2	—	—	+	—
Олигонит	—	—	++	1—2	++	4	—	—
44. Барит	—	—	+	2	+	5	+	2

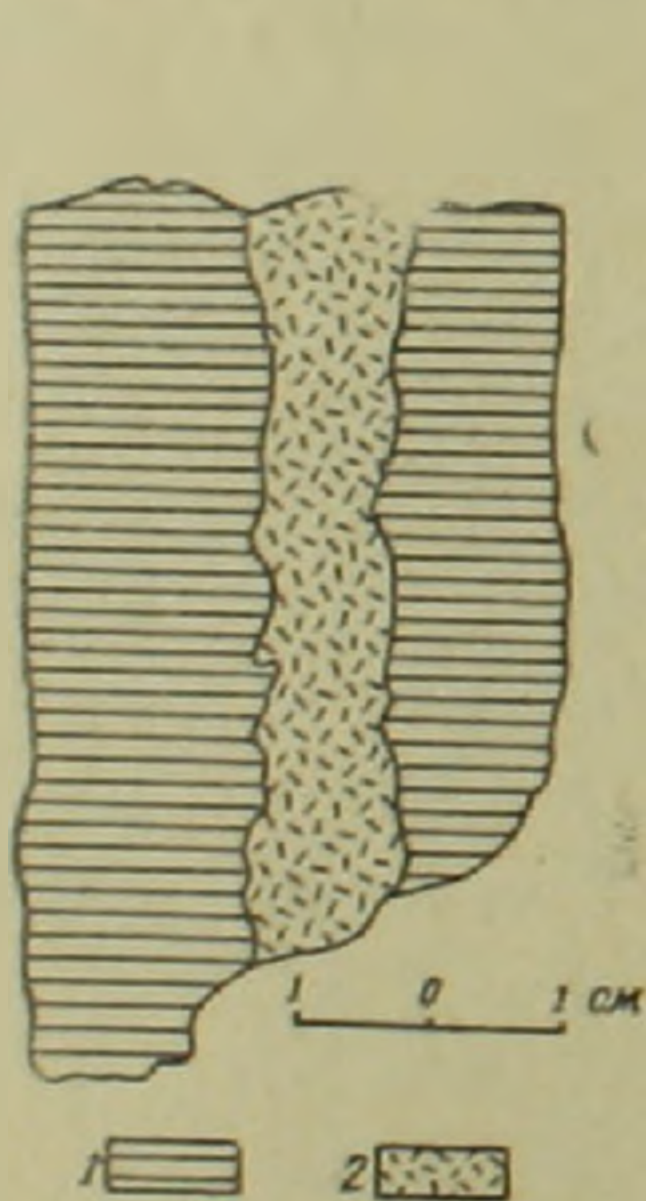
Примечание: + установлены прежними исследователями, ++ установлены автором, — не обнаружены, 1—минералы главные, 2—распространенные, 3—второстепенные, 4—редкие, 5—очень редкие.

а также баритовой стадии — полиметаллической и сульфоантимонитовой (Азатек, Гюмушхана) и т. д.

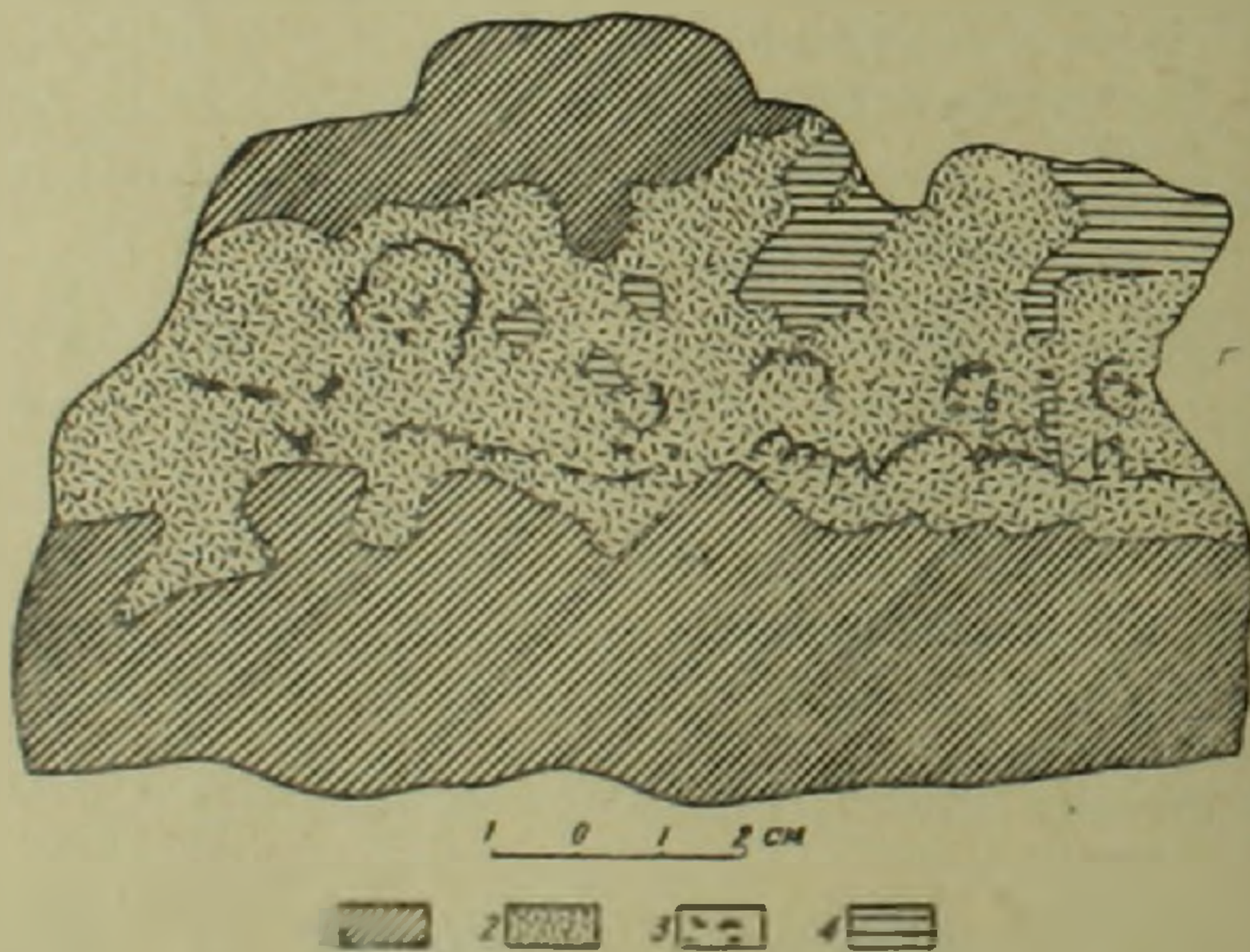


Фиг. 1. Раздробленные сплошные массы руд пирит-халькопиритовой стадии (1) цементируются продуктами наложенной полиметаллической стадии (блеклая руда, галенит, сфалерит—2; халцедоноподобный кварц—3). Зарисовка образца. Рудопроявление Каялу.

2. Полосчатость руд, вызванная главным образом наложением руд поздних стадий по ослабленным зонам на ранние образования. Эти типы структур устанавливаются гораздо чаще, чем структуры пересечения. В пределах отдельных рудных тел развиты как симметрично-полосчатые (фиг. 2, 3), так и ассиметрично-полосчатые расположения разновозраст-



Фиг. 2. Симметрично полосчатое строение руды, вызванное наложением полиметаллической стадии по центральным частям жилы; 1—пирит с халькопиритом; 2—сфалерит, галенит, блеклая руда и др. Зарисовка образца. Рудопроявление Каялу.



Фиг. 3. Пересечение сульфоантимонитовой минерализации (1—халцедоноподобный кварц с тонкими включениями буланжерита) образованиями карбонатной стадии (2—анкерит, 3—перекристаллизованные массы пирита вместе с марказитом). 4—гипергенный гипс. Зарисовка образца. Месторождение Азатек.

ных минеральных парагенезисов со сложными границами соприкосновения и развитием структур микропересечения, цементации и разъедания. Обычно более поздние парагенезисы минералов приурочиваются при этом к центральным частям повторно приоткрывавшихся трещин с рудным веществом более ранних парагенезисов (Каялу, Гюмушхана, Газма, Азатек). Иногда отмечаются также обратные картины.

3. Характер размещения отдельных минеральных ассоциаций в пространстве в вертикальном и горизонтальном направлениях и по отношению к интрузивным породам, с которыми они парагенетически связаны.

4. Типоморфные морфологические и минералого-геохимические особенности руд отдельных стадий.

Ниже приводится краткое описание выделенных постмагматических эндогенных этапов и стадий минерализации для рудного района в целом.

А. Дорудный этап. Внедрение силикатной магмы сопровождается сложными физико-химическими изменениями в боковых породах в связи с перераспределением, привносом и выносом отдельных компонентов в приконтактовых термально активизированных зонах. К таким типам ранних изменений следует отнести скарнирование известковистых пород (Каялу), образование в силикатных породах контактовых кварц-полевошпатовых, полевошпато-пироксеновых роговиков и зон биотит-роговообманковых, биотит-андалузит-полевошпатовых пород. В более поздние периоды из высокотемпературных пневматолитовых погоньев образуются небольшие зоны турмалинизированных пород (Каялу), а из гидротермальных растворов — обширные зоны окварцованных, карбонатизированных, пиритизированных, серицитизированных и частично хлоритизированных пород. К этому этапу очевидно относится образование небольших кварц-магнетитовых прожилков и гнезд (Каялу).

Б. Рудный этап. В хронологической последовательности среди этого этапа выделяются следующие стадии минерализации [7]: I. Кварц-карбонат-пиритовая (Газма, Каялу, Азатек, Гюмушхана), II. Пирит-халькопиритовая с молибденитом (Каялу, Гюмушхана, Газма), III. Полиметаллическая (Газма, Каялу, Гюмушхана и Азатек), IV. Сульфоантимонитовая (Азатек), V. Кварц-антимонитовая (Азатек), VI. Баритовая (Азатек, Гюмушхана), VII. Кварц-карбонатная-безрудная (Газма, Азатек, Каялу, Гюмушхана).

Пространственно руды вышеперечисленных стадий обычно совмещены, иногда же обособлены. Наблюдается их зональное расположение по отношению к интрузивным телам, выражающееся в смене более высокотемпературных парагенезисов (II, III) низкотемпературными (IV, V) по мере удаления от интрузивных тел (Каялу → Азатек), а также в более глубокие горизонты месторождений (Гюмушхана, Газма — II на глубине, III — на более верхних горизонтах). На Каялинском рудопроявлении в целом отмечаются элементы обратной зональности по вертикали, что выражается более интенсивным развитием полиметаллического оруденения на нижних горизонтах месторождения (шт. За, 7, 8, 22) и преобладанием

пирит-халькопиритового (с молибденитом) на более высоких гипсометрических отметках среди интрузии (шт. 3, 4, 9, расположенные на 150—300 м выше от указанных). Однако в пределах жилы 26 зональность представлена в нормальном виде — с возрастанием роли руд пирит-халькопиритовой стадии и уменьшением руд полиметаллической от верхних к нижним горизонтам.

Минералогический состав руд, количественные и возрастные взаимоотношения минералов по стадиям минерализации сведены в таблице 2. Ниже приводится краткая характеристика отдельных стадий.

I. Кварц-карбонат-пиритовая стадия. Представлена небольшими жилами и прожилками, подчиненными тектоническим трещинам и зонам дробления. Руды этой стадии имеют площадное распространение, но развиты относительно менее интенсивно. Довольно большие по размерам жилы подсечены шт. 1 уч. Цицкар Азатекского месторождения. В парагенезисе с пиритом очень редко встречаются мельчайшие включения халькопирита, еще реже галенита, теллурувисмутита и самородного Au, приуроченные предпочтительно к полям зернистых агрегатов пирита.

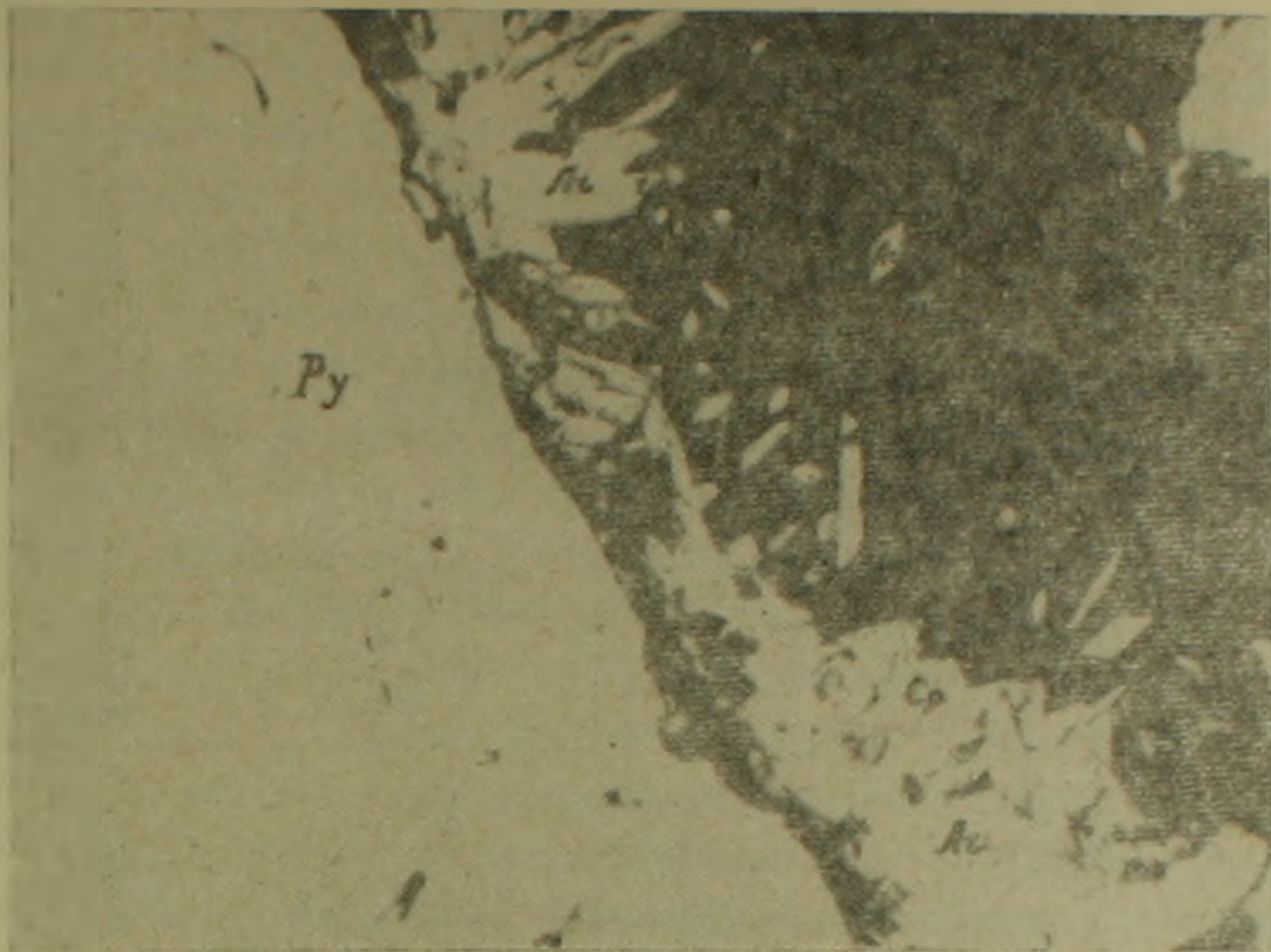
II. Пирит-халькопиритовая стадия. В этой стадии преобладающим рудным минералом является халькопирит, значительно по количеству уступает ему пирит. В парагенезисе с ним встречаются тонкочешуйчатый молибденит (Каялу, Газма), отсутствующий в рудах остальных вышеперечисленных стадий. Отмечаются также редкие выделения блеклой руды, сфалерита, галенита, иногда борнита, халькозина и пирротина, которые образуют обычно тонкодисперсные частицы в пирите и халькопирите.



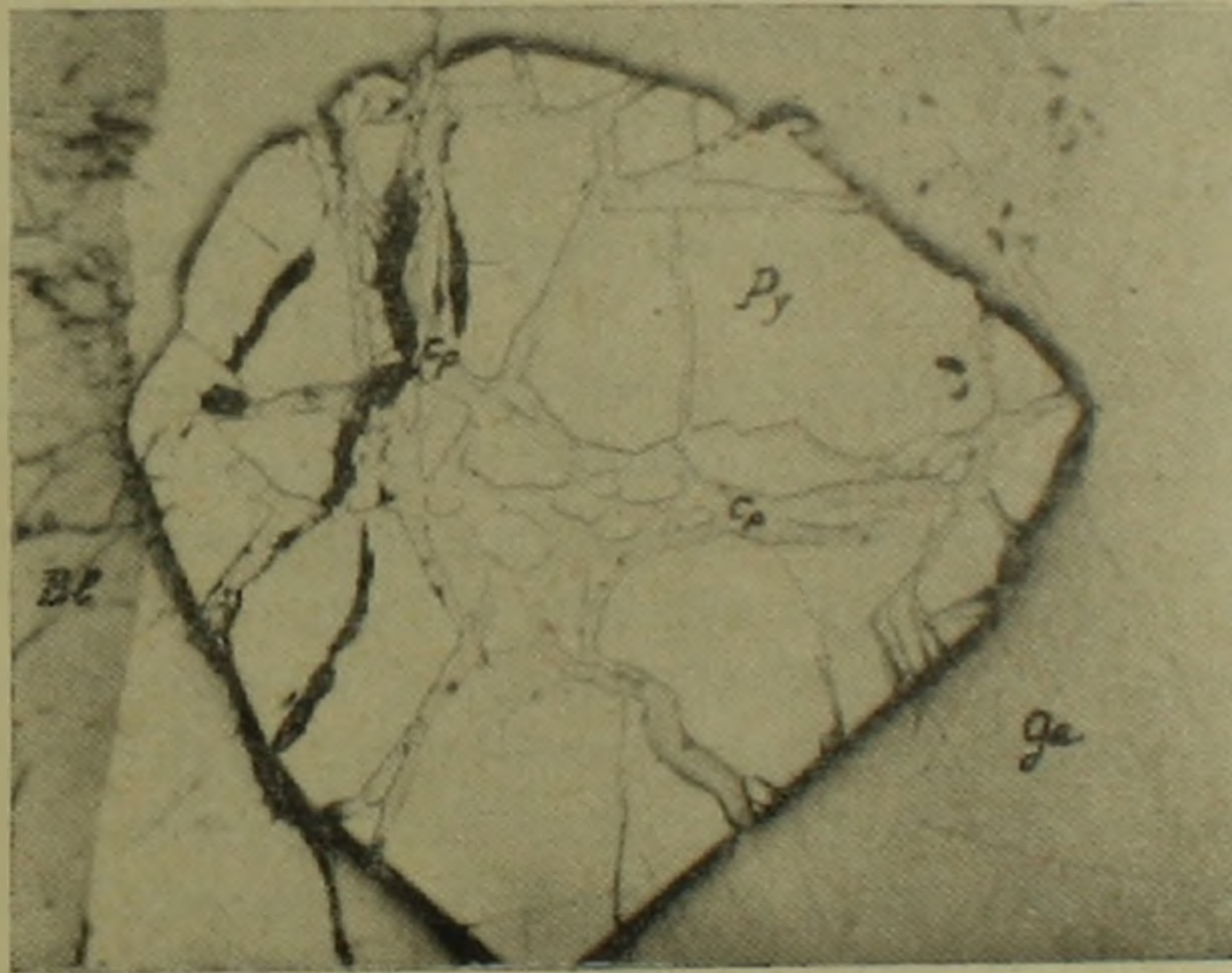
Фиг. 4. Звездочки сфалерита (распады) в высокотемпературном халькопирите II, пересеченном прожилками кварца (черные). Месторождение Каялу. $\times 250$.

Наиболее интенсивно руды этой стадии развиты на рудопроявлении Каялу. Здесь халькопирит этого парагенезиса, в отличие от других, содержит распады «звездочек» и дисперсных частиц сфалерита (фиг. 4), которые характерны для более высокотемпературных образований [8]. Интенсивность этой стадии несколько падает на месторождении Гюмушхана и более резко — на Газме. В этих двух месторождениях пирит-халькопиритовая стадия предпочтительно приурочена к более глубоким горизонтам рудных тел (гор. шт. 38, в Газминском и шт. 2, 6, 7 в Гюмушханском месторождениях).

III. Полиметаллическая стадия. Руды этой стадии пользуются наибольшим распространением. Более широко развиты на Газминском месторождении, далее интенсивность оруденения падает на ме-



Фиг. 5. Идиоморфные кристаллы и зернистые массы арсенопирита (Ar) вместе с халькопиритом (Cp) окаймляют ранний пирит (Py). Рудопроявление Каялу. $\times 160$.



Фиг. 6. Зернистый агрегат пирита (Py) пронизан сетью тонких прожилков халькопирита (Cp) и оба вместе находятся в полях галенита (Ga) и блеклой руды (Bl). Пржилки халькопирита не выходят за пределы полей пирита. Рудопроявление Каялу. $\times 160$.

сторождениях Каялу и Гюмушхана. Руды этой стадии по отношению к сульфoантимонитовым имеют резко подчиненную роль на Азатекском месторождении. В строении жил на Гюмушханском и Каялинском месторождениях эти руды нередко составляют внутренние части с четкими границами с внешними зонами, состоящими из руд пирит-халькопирито-

вой стадии. В участках наложения руд под микроскопом нередко встречаются обломки более ранних парагенезисов (фиг. 6), а также микроструктуры пересечения (фиг. 9).

Главнейшими рудными минералами являются сфалерит и галенит. Довольно распространена также блеклая руда, которая на отдельных участках рудных тел становится преобладающей. Пирит и халькопирит в количественном отношении имеют подчиненное значение. В небольшом количестве присутствуют марказит, арсенопирит, а также сульфоантимониты Pb, Cu (бурнонит, реже буланжерит и геокронит). Эти последние тяготеют обычно к пограничным участкам блеклой руды и галенита и часто являются продуктами их химического превращения, обусловленного выносом и дополнительным привносом веществ. Устанавливаются также редкие включения теллуридов Bi, Pb и Ag, а также самородного золота и серебра, акантита, очень редко пирротина и др. Типоморфными для этой стадии являются сульфовисмутиты Pb, Cu и Ag [7] (айкиннит, козалит, эмплектит, виттихенит, матильдит и арамайонит (?)).

В составе минеральных парагенезисов и минералов отмечаются те или иные качественные и количественные изменения на разных месторождениях рассматриваемой области в зависимости от специфики физико-химических условий их образования. Так, арсенопирит более характерен для руд Каялинского рудопроявления и в меньшей степени — Гюмушханского, а в рудах Газминского месторождения отмечается очень редко. В такой же последовательности месторождений в рудах падает частота встречаемости частиц самородного золота, сульфовисмутитов Pb, Cu (и Ag); в галенитах закономерно падают содержания Ag, Bi, Sb, As и Au, а в составе блеклой руды падает содержание As и возрастает — Sb.

Структуры распада сульфовисмутитов Ag (матильдит, арамайонит (?)) и блеклой руды более характерны для галенитов Каялинского месторождения и в меньшей степени для галенитов, отобранных из нижних горизонтов месторождений Гюмушхана и Газма.

Вышеуказанный фактический материал, а также геологические условия нахождения руд позволяют считать, что процессы рудообразования полиметаллической стадии на Каялинском рудопроявлении протекали в относительно более высокотемпературных условиях, чем на Гюмушханском и Газминском месторождениях. В последних двух месторождениях сравнительная характеристика руд указывает на относительно более высокотемпературные условия их формирования на Гюмушханском месторождении по сравнению с Газминским.

IV. Сульфoантимонитoвая стадия. Руды этого парагенезиса исключительно развиты на Азатекском месторождении. Преобладающими рудными минералами являются буланжерит, бурнонит, а также геокронит. Очень характерны также тетраэдрит, галенит, сфалерит. Редко встречаются арсенопирит, халькопирит, самородное золото и серебро, пираргирит, миаргирит, стефанит (?) и др. В вертикальном направлении в рудных телах Левобережного участка отмечается относи-

тельное возрастание количества тетраэдрита и бурнонита за счет других сульфосолей на более глубоких горизонтах. Детальные минералого-геохимические исследования этих руд показывают, что по комплексу микропарагенезисов и содержаниям элементов (Au, Ag, As, Bi и др.) руды этой стадии, формировавшиеся в низкотемпературных условиях [3], повторяют характерные черты более высокотемпературных руд предшествующей — полиметаллической стадии (Каялу).

V. Кварц-антимонитовая стадия. Среди рудных стадий этот парагенезис характеризуется наличием ограниченного числа минеральных видов (см. табл. 2). Эти руды бедны также элементами-примесями (Ag, Au, Bi и др.). Локально развиты на участках распространения сульфоантимонитовой стадии (Азатек) и в количественном отношении резко уступают последней. Установлены пересечения и цементации руд предшествующей—сульфоантимонитовой стадии—кварц-антимонитовой [3, 9].

VI. Баритовая стадия. Представлена в виде небольших и секущих тел и скоплений среди руд Азатекского и Гюмушханского месторождений. Рудные минералы встречаются редко и, возможно, их наличие связано с процессами переотложения вещества, заимствованного из руд предыдущих стадий.

VII. Кварц-карбонатная — безрудная стадия имеет повсеместное распространение. Секущие самостоятельные жилы и прожилки обычно приурочены к рудоносным структурам предыдущих стадий. Локализуются они в призальбандовых или центральных частях, подвергшихся повторному приоткрыванию тектонических (рудоносных) трещин. Более редки их проявления в тектонических структурах, обособленных от рудной минерализации.

В качестве продуктов переотложения отмечаются иногда почковидные перекристаллизованные агрегаты пирита вместе с тонкозернистым марказитом (Азатек), а также мелкие выделения халькопирита и тонкочешуйчатого ковеллина (Каялу, Гюмушхана).

Каждой стадии минерализации присущи определенные типоморфные особенности, вызванные специфическими условиями их образования. Например, в рудах ранних стадий (I и II) пирит встречается в виде крупнозернистых масс, часто также в виде совершенных кристаллов. Среди кристаллографических форм преобладают кубы. Формы кристаллов более поздних генераций пиритов (III, IV и V) большей частью представлены пентагон-додекаэдрами и реже кубами с различными комбинациями. От ранних к поздним стадиям минерализации заметно возрастает роль перекристаллизованных тонкозернистых масс пирита с признаками первоначальной гелевой структуры. Молибденит типоморфен для руд сравнительно более высокотемпературной пирит-халькопиритовой стадии, а сульфовисмутиты Pb, Cu (и Ag) — для полиметаллической. Сульфоантимониты Pb, Cu (и Ag), характерные для руд полиметаллической стадии минерализации, являются главными рудообразующими минералами — для сульфоантимонитовой.

Среди сульфoантимонитов в полиметаллических рудах наиболее характерен бурнонит, который в хронологической последовательности среди сульфосолей принадлежит к числу наиболее ранних.

Вышеизложенный фактический материал позволяет считать, что в последовательности указанных стадий идет заметное падение температуры рудообразовательных процессов. Хотя в настоящее время невозможно установить абсолютные значения температуры рудообразующей среды, однако, на основании анализа вышеизложенного фактического материала можно вывести следующую последовательность месторождений, по которой идет относительное падение температуры рудообразования: Каялу, Гюмушхана, Газма и Азатек.

Последовательность выделения минералов

С решением этого вопроса тесно связано установление поведения рудообразующих компонентов в гидротермальном процессе в ходе его развития. Поскольку рудообразование имеет пульсирующий характер, то установление последовательности выделения минералов необходимо произвести для каждой стадии в отдельности. В таблице 2 приведена последовательность выделения минералов по стадиям минерализации исследуемого района, основанная на обобщении большого фактического материала. Анализ этой таблицы показывает, что независимо от стадий, а также количественного соотношения рудообразующих минералов, отложение минералов идет в определенной последовательности.

Для руд исследуемых месторождений в целом установлен следующий общий ряд хронологической последовательности выделения рудных минералов: пирит, арсенопирит, сфалерит, халькопирит, блеклая руда, галенит, сульфовисмутиты и сульфoантимониты Pb, Cu и Ag, теллуриды Bi, Pb и Ag, антимонит. В приведенной последовательности в общем подтверждается правило замещения «неблагородных» минералов «благородными» [8], а также твердых минералов — мягкими, указывающие на общее падение энергии кристаллических решеток природных соединений в указанной последовательности [10].

В разных стадиях минерализации отдельные члены вышеприведенного ряда выпадают из парагенезиса, однако, указанный порядок выделения сохраняется.

В группе сульфoантимонитов общая последовательность выделения такова: тетраэдрит, бурнонит, геокронит, буланжерит. Теллуриды образуются в последовательности — теллуrowисмутит, алтаит, гессит; самородное серебро, акантит (аргентит) и сульфoантимониты Ag (пираргирит, миаргирит, стефанит (?)) являются наиболее поздними минералами в парагенетических ассоциациях. Выпадение золота из растворов происходит многократно: во время выпадения арсенопирита, блеклой руды, более интенсивно — сульфовисмутитов и немного слабее — сульфoантимонитов Pb и Cu и после них.

Следует, однако, заметить, что в вышеприведенном последовательном ряду образования минералов обобщены наиболее часто встречаю-

Таблица 2

Схема

последовательности выделения минералов
в рудах месторождений Газма, Гюмушхана, Хаялу и Азатек Айондзорского рудного района

№ п/п	Название минералов	Дорудный этап	Р у д н и й э т а п						
			С т а д и и м и н е р а л и з а ц и и						
			Халькопиритовая	Пирит-галенитовая	Полиметаллическая	Сульфидно-молибденовая	Халькопиритовая	Баритовая	Халькопирит-галенитовая
1	Граниты								
2	Турмалины								
3	Эпидот								
4	Тверит								
5	Серцит								
6	Халор								
7	Неритит								
8	Барит								
9	Магнетит								
10	Пирит								
11	Рутил								
12	Нашепорит								
13	Марказит								
14	Пирротин								
15	Малахит								
16	Арсенит								
17	Сфалерит								
18	Берил								
19	Халькопирит								
20	Халькопирит								
21	Блеклая руда								
22	Галенит								
23	Эпидот и лавенит								
24	Айкит								
25	Ковалит								
26	Эпидотит								
27	Виттит								
28	Малахит								
29	Арагонит (?)								
30	Бурнит								
31	Галенит								
32	Бурнит								
33	Галенит								
34	Айкит								
35	Гессит								
36	Самородное Au								
37	Айкит (Айкит)								
38	Малахит								
39	Пирротин								
40	Сфалерит (?)								
41	Самородное Ag								
42	Айкит								
43	Халькопирит								

■ Главные

— Распространенные

— Второстепенные

--- Редкие

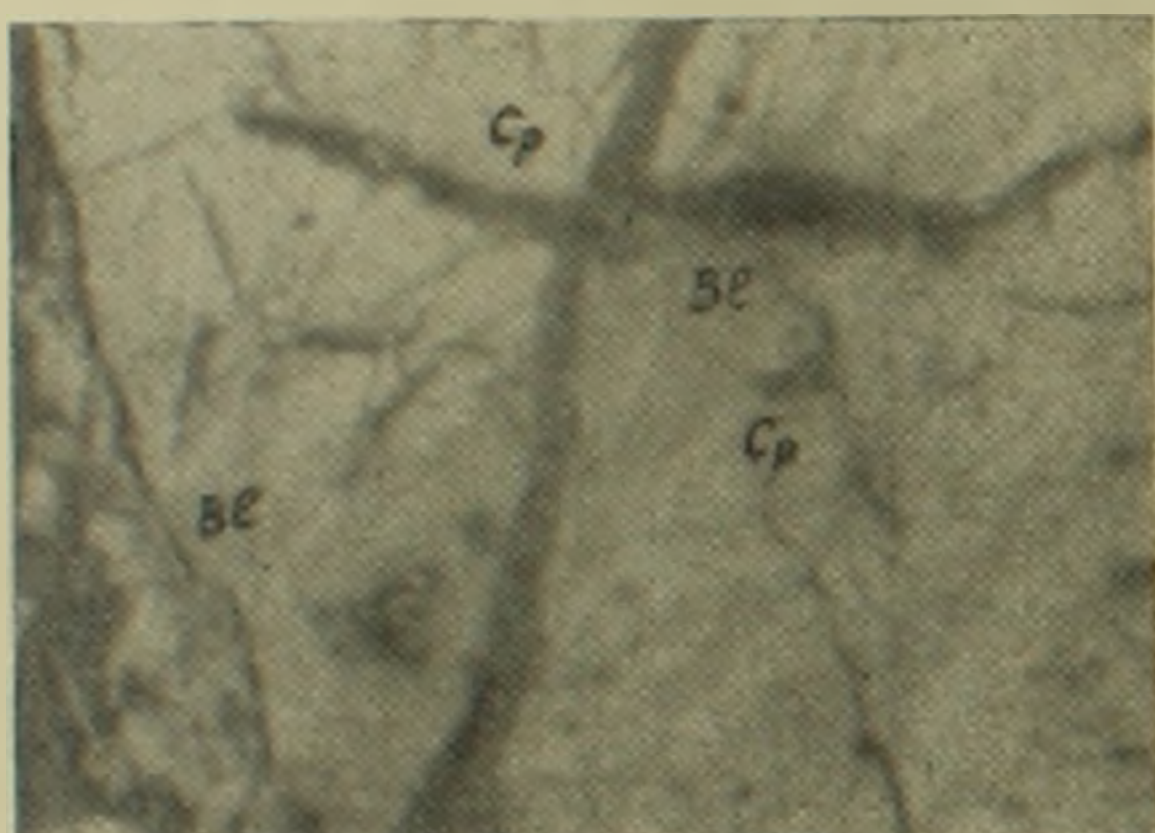
щиеся факты. В пределах каждой стадии наряду с этим отмечается также несколько разновозрастных выделений одного и того же минерала, образование которых обусловлено, очевидно, многократным возобновлением одинаковых физико-химических условий (рекурренция) в рудообразующих растворах. Так, например, в рудах полиметаллической стадии (Хаялу, Гюмушхана, Газма), наряду с наиболее ранними выделениями пирита, отмечаются также более поздние тонкозернистые перекристаллизованные его массы (фиг. 7), возникшие после сфалерита (фиг. 8). Тонкозернистые поздние агрегаты пирита в полях халькопирита образуются также при взаимодействии с блеклой рудой. Обычно тонкие прожилки блеклой руды, пересекающие поля сфалерита, пирита и халькопирита, обрываются на границе галенита. Однако, отмечены также случаи, когда они переходят и в галенит. Наряду с более поздними, чем сфалерит, массами халькопирита ранние его выделения в сфалерите отмечаются в



Фиг. 7. Крупнозернистые агрегаты пирита (Py-a) окружаются его тонкозернистыми перекристаллизованными более поздними массами (Py-b). Месторождение Каялу. $\times 100$.



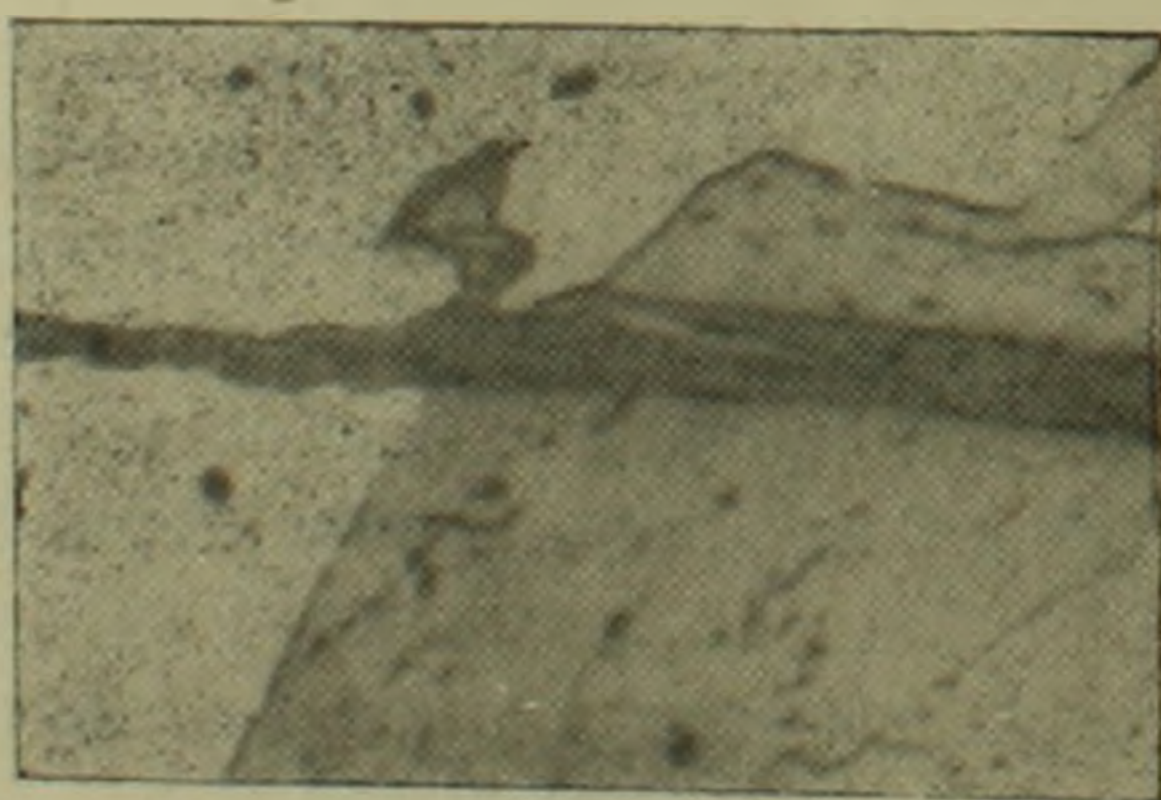
Фиг. 8. Крупнозернистый агрегат раннего пирита (Py-a) в сфалерите (Sl). Последний по краям окаймляется более поздними тонкозернистыми массами пирита (Py-b). Месторождение Каялу. $\times 100$.



Фиг. 9. Сеть прожилков блеклой руды (Bl) в полях халькопирита (Cr). Пересекаются они в свою очередь безрудным карбонатным прожилком (темно-серое). Месторождение Каялу. $\times 100$.



Фиг. 10. Раздробленный агрегат сфалерита (серое), цементируется прожилками кварца (черные), с которыми тесно связаны тонкие каймы и прожилки галенита (белые). Месторождение Гюмушхана. $\times 250$.



Фиг. 11. Карбонат поздней генерации (темно-серое) сечет карбонат (серое) и халькопирит (белое) из пирит-халькопиритовой стадии. Месторождение Гюмушхана. $\times 100$.

виде дисперсных частиц распада. Установлены также более поздние и редкие волосяные прожилки халькопирита, секущие поля блеклой руды, галенита и айкинита. Наличие таких прожилков и мелких выделений халькопирита в позднем бурноните обусловлено, очевидно, переотложением вещества при превращении тетраэдрита в бурнонит на границе с галенитом.

Приведенные данные показывают, что образование минералов во времени происходит взаимным перекрыванием, причем их отложение продолжается значительно дольше после выпадения основной массы.

Минералы вышеприведенного последовательного ряда в стадиях минерализации имеют определенное распределение. Причем начальные (ранние) члены с некоторыми отклонениями характерны для более ранних и высокотемпературных стадий и постепенно вытесняются последующими при переходе в более поздние относительно низкотемпературные стадии минерализации.

Сравнительная характеристика руд полиметаллической и колчеданной формаций

В свете вышеизложенного фактического материала можно провести сравнение руд различных формаций. Здесь приводится сопоставление руд рассматриваемой формации с рудами колчеданной формации, широко развитыми в Алаверди-Кафанской структурно-металлогенической зоне. Такое сравнение необходимо, поскольку полиметаллические руды значительно интенсивно развиты также в Алаверди-Кафанской структурно-металлогенической зоне в генетической тесной связи с медно-колчеданными рудами. Путем сравнения выявляется ряд специфических, а также сходных черт в каждой из этих формаций руд. Можно перечислить самые разнообразные признаки, которые могут служить основанием для типизации этих руд. Для этой цели наряду с общеизвестными геологическими предпосылками необходимо учесть еще типоморфные особенности руд, связанные с концентрацией тех или иных рудообразующих главных — и микроэлементов, их парагенезисы и поведение в процессе рудообразования, а также типоморфные особенности, связанные с минералогическим составом руд, парагенезисом минералов, обусловленных специфическими условиями рудообразования и металлогенической специализацией растворов в этих формациях руд.

Из отличительных признаков можно отметить уже известную закономерность — отсутствие молибденита в рудах колчеданной формации и присутствие — в полиметаллической. К числу типоморфных минералов для полиметаллической формации можно отнести арсенопирит, не характерный для колчеданной. Более типичными для полиметаллической формации руд являются сульфовисмутиты и сульфоантимониты Pb, Cu и (Ag) (айкинит, козалин, матильдит, бурнонит, геокронит, буланжерит и др.), отсутствующие в колчеданной формации, хотя для образования минералов, особенно последней группы, в полиметаллических рудах кол-

чеданной формации присутствуют все необходимые компоненты. Экспериментальные работы С. К. Робинсона [11] показали, что сульфоантимониты Pb образуются охотно в определенных термодинамических и физико-химических условиях среды ($t=300-400^\circ$, умеренная щелочность растворов и т. д.) и поэтому типоморфизм полиметаллической формации руд в этом отношении можно объяснить исходя из этой точки зрения.

Затронутые вопросы подлежат дальнейшему специальному исследованию и на этой основе могут быть разрешены многие задачи, связанные с физико-химическими условиями рудообразования этих двух формаций руд. Многие типоморфные особенности связаны с концентрацией рудообразующих главных и акцессорных элементов и их поведением в рудообразовательных процессах. Например, для полиметаллической формации более типичны Bi и Sb по сравнению с колчеданными рудами, в то время как содержания Se, Te и др. в колчеданных рудах в общем значительно более повышенные.

Сходные черты этих двух формаций руд отмечаются в характере развития пульсирующего рудного процесса. В обеих этих формациях оруденение начинается от ранней пиритовой стадии и продолжается через промежуточные (главным образом медные) стадии к поздней — полиметаллической; далее в них процесс завершается баритовой и безрудно-кварц-карбонатной (и гипсовой) стадиями минерализации. В этой общей сходной направленности развития рудообразующих процессов отмечается, однако, также ряд специфических особенностей. Так, промежуточные медные стадии в формации колчеданных руд выражаются дифференциально через пирит-халькопиритовую, халькозин-борнитовую и в незначительном масштабе — теннантит-энаргитовую* стадии минерализации, в то время как в полиметаллической формации Айоцзорского рудного района из вышеперечисленных развита только пирит-халькопиритовая стадия. Кварц-антимонитовые и сульфоантимонитовые руды, характерные для полиметаллической формации не отмечены пока в колчеданных рудах.

З а к л ю ч е н и е

Естественное расчленение рудообразующих процессов и сопоставление равноценных парагенезисов в пределах единой формации руд позволяют установить относительные температурные (и другие) условия их формирования. При этом наряду с геологической позицией локализации руд необходимо учесть еще их минералого-геохимические типоморфные особенности, парагенезисы и микропарагенезисы элементов и минералов и характер их изменения на различных участках проявления рудной ми-

* Руды теннантит-энаргитовой стадии Алаверди-Кафанской зоны можно параллелизовать с медно-мышьяковыми (теннантит-энаргитовыми) рудами Анкаванского месторождения Памбзк-Зангезурской зоны. Любопытно, что эти руды в обеих зонах характеризуются повышенным содержанием Te.

нерализации. Такой подход, с другой стороны, позволяет произвести сопоставление руд различных формаций, выявление их сходных и специфических особенностей.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 14.II.1964.

Վ. Հ. ՊԱՐՈՆԻԿՅԱՆ

ՀԱՅՈՑԶՈՐԻ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՇՐՋԱՆԻ ԲԱԶՄԱՄԵՏԱՂԱՅԻՆ ՅՈՐՄԱՅԻԱՅԻ ՀԱՆՔԱՅԻՆԱՑՄԱՆ ԲՆՈՒՅԹԸ

Ս. մ փ ո փ ու մ

Բազմամետաղային ֆորմացիայի հանքանյութերը լայն տարածում ունեն Փամբակ-Հանգեղուրի ստրուկտուր-մետալոգենիական զոնայում և առանձնապես Հայոցձորի հանքային շրջանում: Հոդվածում բերված են հեղինակի ուսումնասիրությունների արդյունքները նշված ֆորմացիայի հանքանյութերի միներալային կազմի, հանքանյութերի առաջացման հաջորդականության և տիպոմորֆ առանձնահատկությունների վերաբերյալ:

Այդ ուսումնասիրությունները թույլ են տալիս բուն հանքային պրոցեսները ստորաբաժանելու յոթ ստադիաների՝ քվարց-կարբոնատ-պիրիտային, պիրիտ-խալկոպիրիտային, բազմամետաղային, սուլֆո-անտիմոնիտային, քվարց-անտիմոնիտային, բարիտային, քվարց-կարբոնատային:

Հոդվածում բերված են այդ ստադիաների միներալային կազմը, միներալների անջատման հաջորդականությունը, ինչպես նաև միմյանց նկատմամբ համեմատական բնութագիրը: Այդ տվյալները թույլ են տալիս ի հայտ բերելու այդ ստադիաների առաջացման ջերմաստիճանային համեմատական պայմանները ուսումնասիրվող շրջանի տարբեր տեղամասերում:

Հաստատվում է միներալների առաջացման հետևյալ հաջորդական շարքը՝ պիրիտ, արսենոպիրիտ, սֆալերիտ, խալկոպիրիտ, խունացած հանքանյութ, գալենիտ, կապարի, պղնձի և արծաթի սուլֆո-բիսմուտիտներ և սուլֆո-անտիմոնիտներ, անտիմոնիտ: Հատկանշական է, որ վերոհիշյալ շարքի սկզբնական անդամները (որոշ բացառություններով) բնորոշ են ավելի վաղ և համեմատաբար բարձր ջերմաստիճանային ստադիաներին և աստիճանաբար դուրս են մղվում հաջորդներից ուշ և ցածր ջերմաստիճանային ստադիաներում:

Հոդվածում բերվում է նաև բազմամետաղային և կոլչեզանային ֆորմացիաների հանքանյութերի համեմատական բնութագիրը ըստ նրանց միներալային կազմի և պրոցեսների զարգացման հաջորդականության:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Асланиян А. Т. Региональная геология Армении. Айпетрат, Ереван, 1958.
2. Вегуни А. Т. Об олигоцене Южной Армении. Сб. научных трудов. Изд. ЕРПИ, Ереван, 1956.
3. Григорян Г. О. О некоторых закономерностях и условиях образования свинцово-сурьмяных руд. «Геохимия», № 1, 1960.

4. Котляр В. Н. Геологический очерк восточной части Даралагязского уезда ССР Армении. Материалы по общ. и прикл. геологии, вып. 136, 1930.
5. Магакьян И. Г., Мкртчян С. С. Взаимосвязь структуры, магматизма и металлогении на примере Малого Кавказа. Изв. АН АрмССР, № 4, 1957.
6. Малхасян Э. Г. Петрография интрузивных пород Даралагяза. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1958.
7. Пароникян В. О. Минералы висмута из полиметаллических руд Айоцзорского рудного района. Изв. АН АрмССР, № 3, 1962.
8. Рамдор П. Рудные минералы и их срастания. Изд. ИЛ., М., 1962.
9. Сагателян Э. А. Минералогия свинцово-сурьмяных руд Азатекского месторождения Армянской ССР. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1961.
10. Ферсман А. Е. Геохимия. Т. I—IV, Госхимиздат, Л., 1934—1939 гг.
11. Robinson S. C. Sintesis of sulphantimonites. Econ. Geol., V—XLIII, № 4, 1948.