

А. А. Коджоян

### Некоторые особенности внутреннего строения колломорфного сфалерита

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. С. Мкртчяном 13/V1966)

В литературе описанию колломорфного сфалерита посвящено ограниченное количество работ (1-5).

Генерации сфалерита были изучены нами на барито-свинцово-цинковом рудопроявлении Круглая Шишка, залегающем в туфах липарито-лацитового состава средне-верхнеэоценового возраста.

В свинцово-цинковых рудах ранний сфалерит представлен колломорфными и кристаллически-зернистыми агрегатами в парагенетической ассоциации с галенитом, пиритом, халькопиритом, энаргитом, люцитом, теннантитом и кварцем. Последняя форма выделения сульфида цинка рассматривается нами как производная от перекристаллизации колломорфного сфалерита.

На месторождении разновидности сфалерита, как правило, встречаются разрозненно. Если в единичных прожилках они и наблюдаются вместе, то обычно образуют постепенные переходы одной разновидности в другую.

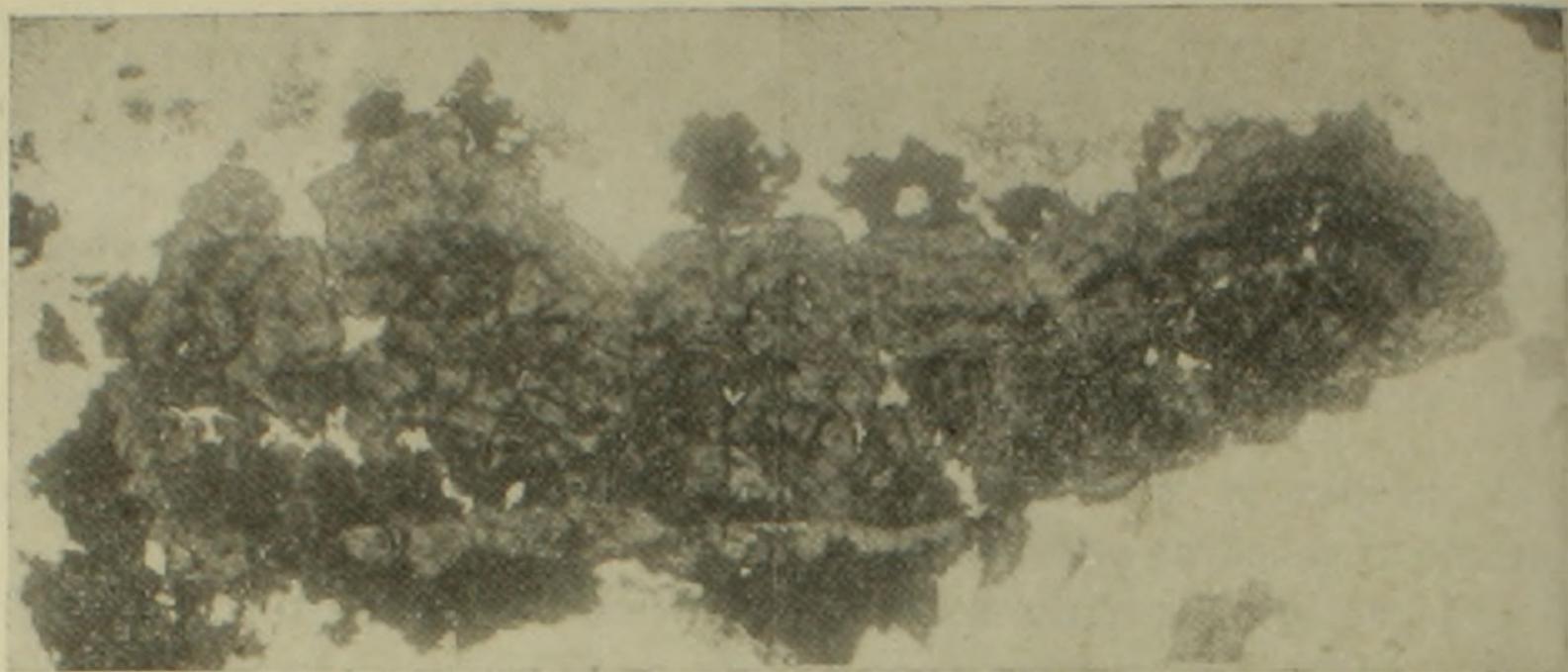
Колломорфный сфалерит представлен в виде мелкозернистых агрегатов и образует неравномерную вкрапленность в окварцованных туфах. Изредка наблюдаются коротенькие прожилки и цепочные выделения изолированных почек сфалерита вдоль тонких трещин.

Под микроскопом в прозрачно-полированных шлифах метаколлоидный сфалерит характеризуется тонкозернистым строением и образует концентрически-зональные почки и сферические агрегаты размером до 1,5 см. Отдельные зоны роста почки имеют светло-желтую, медово-желтую, буровато-красную и бурую окраску.

На фиг. 1 колломорфный сфалерит состоит из серии тесно срастающихся друг с другом почковидных образований размером до 2,2 мм. В правой части снимка отчетливо видно зональное строение, обусловленное чередованием различно окрашенных зон. Почковидное образование состоит в основном из медово-желтого сфалерита, а зоны представлены буровато-красной разностью. Нередко буровато-красная окраска сфалерита сгущается и плавно переходит в бурые, а иногда в темно-серые тона.

Возможно, что зональное строение почковидных агрегатов сфалерита является следствием ритмичной коагуляции рудного вещества. При

этом различная окраска отдельных зон сфалерита, очевидно, связана с изменением количественного соотношения ионов-хромофоров, одновременно участвующих в коагулятах, в зависимости от достигнутой концентрации. Последняя является функцией от изменяющегося температурного режима флюида.



Фиг. 1. Зональное строение почковидных образований сфалерита, состоящих из медово-желтой (1) и буровато-красной (2) разностей. Сфалерит с периферии частично разъедается пиритом (3). Светлое — кварц. Прозрачный шлиф. Ник. II. Ув. 30.

Зональное строение почек сфалерита не всегда выражено четко. Часто наблюдается пятнистое, неравномерное распределение окраски.

Под микроскопом в шлифе колломорфный сфалерит разъедается агрегатами пирита поздней генерации. Пирит в виде небольших бухтообразных участков проникает в почку сфалерита. Для агрегатов пирита характерна неправильная форма выделений. В свою очередь пирит вместе со сфалеритом корродируется и частично замещается агрегатами мелкозернистого кварца.

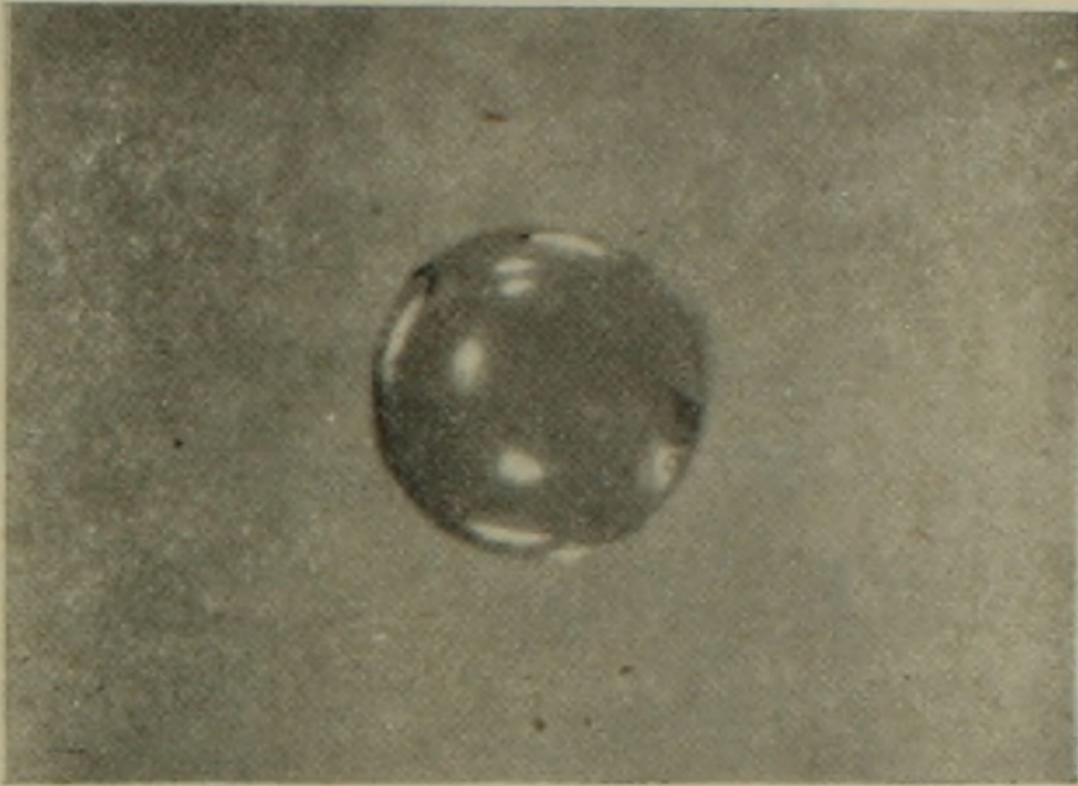
Изредка на поверхности почек сфалерита наблюдается тонкая каемка галенита, мощностью 0,08 мм.

В одном случае в колломорфном сфалерите были обнаружены включения мельчайших зерен пирита размером до 0,12 мм, которые приурочены только к одной определенной зоне роста почки. Форма зерен пирита в основном неправильная, реже — изометрическая. Интересно отметить, что кристаллы пирита распределяются в зоне роста сфалерита неравномерно, местами образуют небольшие скопления. В участках скопления пирита светло-желтая окраска сфалерита постепенно сменяется темно-серой.

Появление кристаллов пирита в полях сфалерита в литературе объясняется своеобразным экстрагированием железа из сфалерита в процессе его кристаллизации (6).

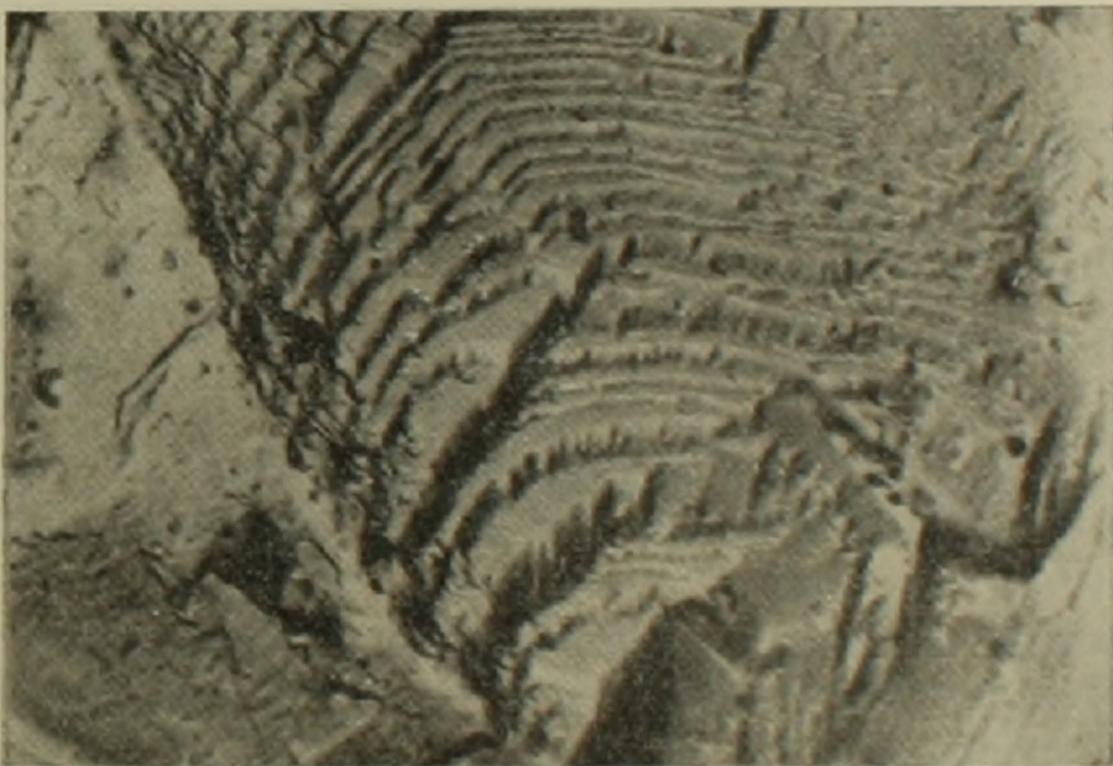
Однако новообразованные кристаллы пирита могут быть и продуктом самоочистки раннего момента процесса перекристаллизации колломорфного сфалерита.

Наряду с почковидными образованиями сфалерита в вкрапленных рудах изредка встречаются и глобулы (фиг. 2). Глобулы сфалерита, как правило, имеют правильную форму шара и светло-желтую окраску. Размеры глобуль обычно не превышают 0,3 мм. Поверхность глобуль под бинокулярным микроскопом гладкая. Внутренняя структура — равномернозернистая.



Фиг. 2. Глобуль сфалерита. Ув. 100.

Известно, что шаровидная форма глобуль обусловлена поверхностным натяжением гелевых сгустков, возникших в результате коагуляции коллоидных растворов.



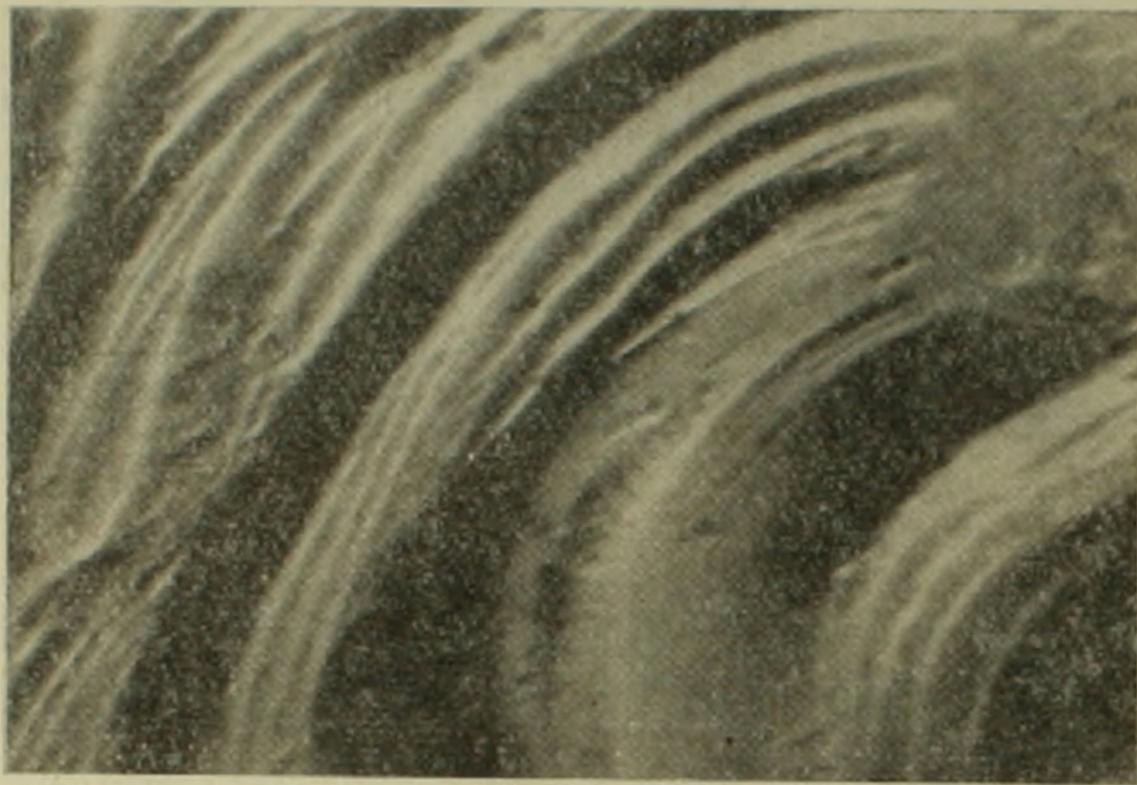
Фиг. 3. Скорлуповатое строение колломорфного сфалерита, содержащего в себе микропоры. Двухступенчатая угольно-коллодиевая реплика с естественного скола. Ув. 9000 (электронный микроскоп). 1 мм на фото = 0,037 мк.

Под микроскопом в прозрачных шлифах часто глобулы сфалерита разъедаются и замещаются мелкозернистым кварцем. Очевидно, этим и объясняется их редкая встречаемость в рудах.

Глобулярные выделения сфалерита отмечают Т. В. Иваницкий (3), Л. М. Лебедев (5).

Изучение угольно-коллоидных реплик с естественных сколов коллоидного сфалерита под электронным микроскопом позволило выявить ряд особенностей внутреннего строения сульфида цинка.

Как подтвердилось, почковидные образования сфалерита имеют концентрически-зональное, скорлуповатое строение, которое проявляется еще в момент зарождения минерала (фиг 3, 4). Число зон роста, слагающих коллоидный сфалерит, составляет до нескольких десятков. При этом ширина отдельных зон не всегда одинакова, но в основном она варьирует в пределах 0,18—0,32 мк.



Фиг. 4. Концентрически-зональное строение коллоидного сфалерита. Двухступенчатая угольно-коллоидная реплика с естественного скола. Ув. 18 000 (электронный микроскоп).

1 мм на фото = 0,019 мк.

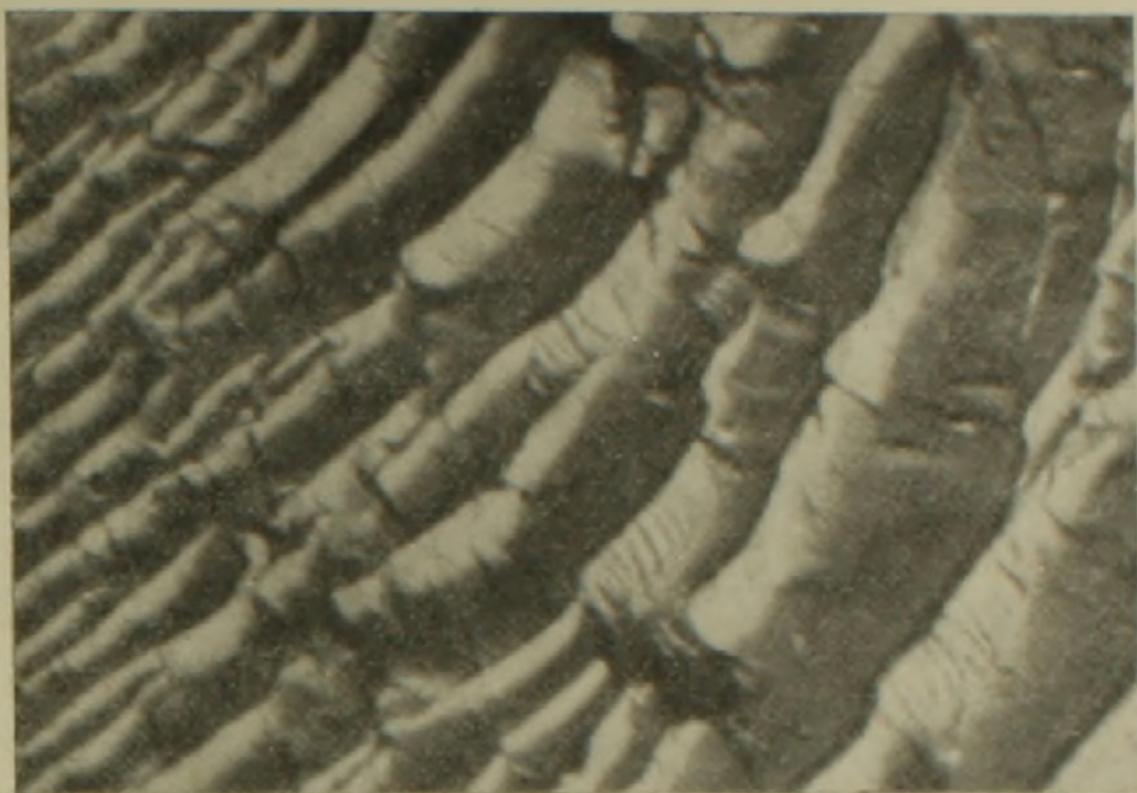
Кроме того, выяснилось, что зоны роста сфалерита состоят из серии поперечных сегментов (фиг. 5). Причем отдельные сегменты нередко несколько отстают относительно друг друга и поэтому на поверхности зон наблюдается характерная для сфалерита микроступенчатость роста.

Зоны роста не всегда едины, часто они расщеплены на две части, каждая из которых в свою очередь также делится.

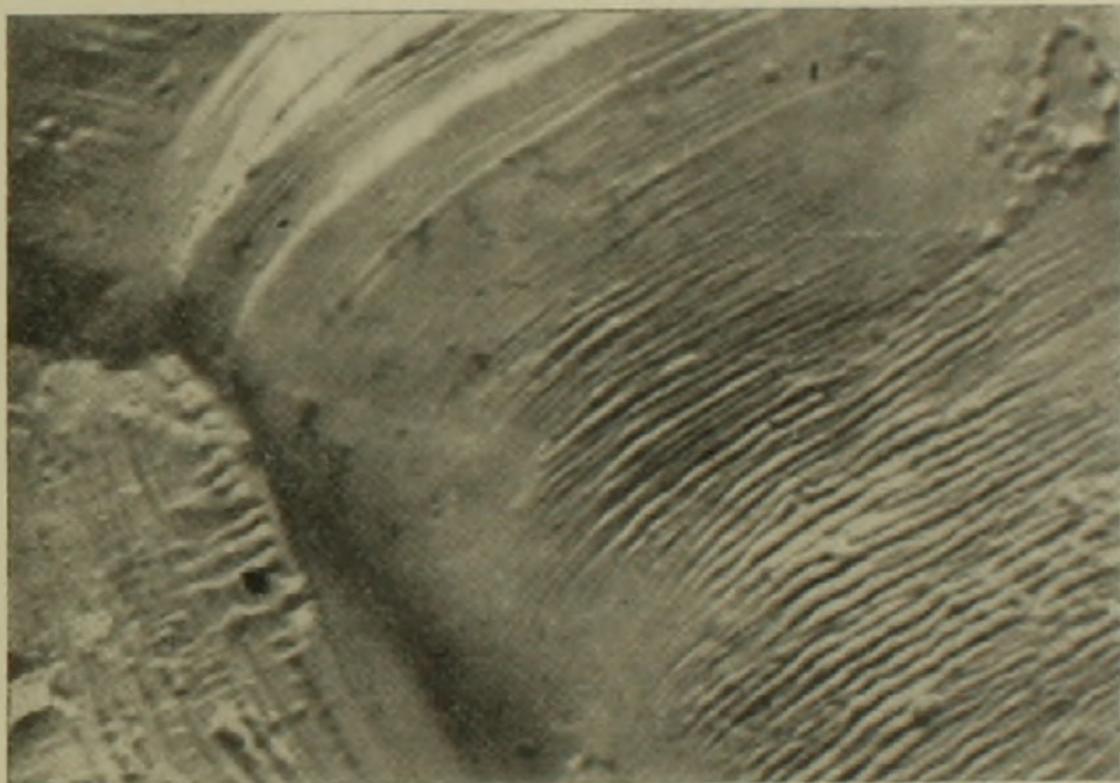
Вопреки представлению, сложившемуся на основании светового микроскопа, выяснилось, что поверхность зон не гладкая, а покрыта извилинами (фиг. 6). Извилины линейно вытянуты и расположены параллельно друг другу. Часто на поверхности зон наблюдается неравномерное распределение извилин, местами они прерывисты.

Нередко в коллоидном сфалерите встречаются микропоры. Количественное содержание микропор в сфалерите не одинаковое и какой-либо закономерности в их распределении не наблюдается. Отдельные участки одного и того же зерна сфалерита часто имеют различную степень пористости. В одних местах они образуют скопления, в других — вовсе

отсутствуют. Форма микропор в основном округлая, иногда — эллипсоидная. По размеру микропоры обычно не превышают 0,06 мкм. Очевидно, что величина и количество микропор в сфалерите непосредственно связаны с температурой и давлением минералообразующей среды.



Фиг. 5. Расщепление зоны роста коллоидного сфалерита, состоящего из серии поперечных сегментов. Двухступенчатая угольно-коллодиевая реплика с естественного скола. Ув. 18 000 (электронный микроскоп). 1 м.м на фото = 0,019 мкм.



Фиг. 6. Линии стыка отдельных зон коллоидного сфалерита. Видно сложное извилистое строение поверхности зоны. Двухступенчатая угольно-коллодиевая реплика с естественного скола. Ув. 9 000 (электронный микроскоп). 1 м.м на фото = 0,037 мкм.

Следовательно, детальное исследование микропор может иметь важное значение для выяснения условий образования минералов и особенностей их роста.

Изучение коллоидного сфалерита при увеличениях до 18000 показало, что по строению они однородны и не содержат в себе минералов — примесей.

Результаты количественного спектрального анализа различно окрашенных зон роста метаколлоидного сфалерита приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Содержание элементов-примесей в разноокрашенных сфалеритах\*

Элементы	Светло-желтый	Медово-желтый	Буровато-красный	Бурый
Fe	0,45	0,6	1,0	1,3
Mn	0,01	0,01	0,04	0,1
Co	0,001	0,001	0,001	0,001
Mo	—	—	—	0,0008
Sb	0,008	0,02	0,08	0,17
As	—	—	—	0,035
Cd	0,23	0,27	0,17	0,23
Cu	0,012	0,03	0,12	0,2
Pb	0,005	0,05	0,1	0,5
Ge	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Ga	0,0006	0,0005	0,0006	0,0005
Ag	0,013	0,018	0,035	0,10

\* Анализы выполнены в спектральной лаборатории ИГН АН Армянской ССР М. Я. Мартirosяном.

Рентгенографические исследования колломорфного сульфида цинка показали, что он представлен сфалеритом и не содержит в себе вюртцитовой молекулы.

Э. Шроль (7) обращает внимание на то, что колломорфный сульфид цинка из растворов сначала выделяется в виде вюртцита, который затем перекристаллизуется в сфалерит.

Институт геологических наук  
Академии наук Армянской ССР

#### Ա. Հ. ԿՈՋՈՅԱՆ

### Կոլոմորֆ սֆալերիտի ներքին կառուցվածքի որոշ առանձնահատկություններ

Կրուզյայա Շիշկա բարիտ-կապար-ցինկի հանքավայրի հանքանյութերի միներալային կազմի ուսումնասիրելիս մեր կողմից անդրադարձնող մանրադիտակի հետ մեկտեղ օգտագործվել է նաև էլեկտրոնային մանրադիտակ, որը թույլ է տվել բացահայտել կոլոմորֆ սֆալերիտի ներքին կառուցվածքի մի շարք առանձնահատկություններ:

Հաստատվում է, որ սֆալերիտի բողբոջանման առաջացումները դեռևս միներալի սաղմնավորման պահից ունեն համակենտրոն-զոնալ կառուցվածք և պարունակում են մանր ծակոտիներ:

Սֆալերիտի աճման զոնաները միասնական չեն և սովորաբար բաժանվում են երկու մասի, որոնցից յուրաքանչյուրն իր հերթին նույնպես ստորաբաժանվում է:

#### ЛИТЕРАТУРА — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Ք Յ Ո Ւ Ն

<sup>1</sup> В. П. Панков, Зап. Всес. минер. об-ва, ч. 80, вып. 1, 1951. <sup>2</sup> Т. В. Иванецкий, Тр. Геол. ин-та ГрузССР, сер. минер. и петрогр., вып. 3, 1953. <sup>3</sup> Б. С. Кормилицын, В кн. „Проблемы постмагматического рудообразования“, т. 1, Прага, 1963. <sup>4</sup> Т. Н. Шадлун и А. Д. Генкин, Свинцово-цинковые руды, сб. А. Г. Бетехтин, А. Д. Генкин, А. А. Филимонова, Т. Н. Шадлун, М., 1964. <sup>5</sup> Л. М. Лебедев, Метаколлоиды в эндогенных месторождениях, М., 1965. <sup>6</sup> В. В. Щербина и К. И. Якубович, Сб. „Химия земной коры“, т. 1, М., 1963. <sup>7</sup> E. Schroll, Sitzungsber osterr. Akad. Wiss. Math. nat. Kl. Abt. 1, N. 5, 1953.