

А. С. ФАРАМАЗЯН

## К МИНЕРАЛОГИИ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД КАДЖАРАНСКОГО МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Каджаранское медно-молибденовое месторождение расположено в Кафанском районе АрмССР.

В геологическом строении месторождения принимают участие вулканогенные породы эоцена, прорванные сложным Мегри-Ордубадским плутоном третичного возраста. Месторождение локализовано в породах монцонитового ряда, которые по данным С. А. Мовсисяна [2] относятся к первой фазе интрузивной деятельности указанного плутона.

В структурном отношении месторождение приурочено к висячему боку крупного Дебаклинского разлома север-северо-западного простирания, прослеживающегося с некоторыми перерывами на расстоянии 35—40 км к югу.

По морфологии рудных тел оруденение на месторождении представлено прожилково-вкрапленным типом с подчиненной ролью мощных кварц-сульфидных жил.

Детальное изучение минералогического состава руд в различных парагенетических ассоциациях, их текстурно-структурных взаимоотношений в забоях, полированных штуфах и шлифах, проведенное автором в течении 1956—1957 гг., позволило выделить ряд стадий минерализации. Многостадийность рудообразования указывает на сложность геолого-тектонических и физико-химических условий формирования руд. Последнее констатируется также широким распространением различных катакластических структур и структур замещения ранее выделенных минералов более поздними.

Самым широким распространением на месторождении пользуются кварц-молибденитовая, кварц-молибденит-халькопиритовая и кварц-халькопиритовая стадии минерализации, представляющие промышленный интерес. Процесс рудообразования на месторождении замыкается полиметаллической стадией минерализации, имеющей локальное развитие.

Наши исследования\* позволили в полиметаллических рудах штоль-

\* При изучении описываемых руд большую пользу принесли автору консультации и указания проф. И. С. Волынского.

ни 1—2, совершенно не затронутых гипергенными процессами, установить самородный висмут и ряд минералов теллура.

Полиметаллические руды на месторождении образуют прожилки мощностью 3—5 см, реже больше. Они имеют симметрично-полосчатую текстуру. В прожилках минерализация развивается от зальбандов к середине в следующем порядке: пирит, иногда с мелкочешуйчатым молибденитом, сфалерит, халькопирит, энаргит (люционит), галенит, блеклые руды. Жильные минералы представлены кварцем и карбонатом. Очевидно, в той же последовательности находится выделение их из рудоносных растворов.

Самородный висмут и минералы теллура образуют вкрапленность в главных рудных минералах полиметаллической стадии минерализации размерами в поперечнике от сотых и тысячных долей мм до 0,1—0,15 мм. Кроме того, иногда образуют каемки разъедания полей галенита, тончайшие субграфические структуры замещения галенита и блеклых руд. По-видимому, их выделение происходило в последнюю стадию образования халькопирита, главным образом, вместе с галенитом и позже.

В распределении теллуридов намечается определенная закономерность: больше они встречаются в полях галенита в ассоциации с блеклыми рудами, несколько меньше в халькопирите и еще меньше — сфалерите. В выделениях пирита — крайне редки.

Отмеченное распределение теллуридов подтверждается также данными спектральных анализов\* минералов-носителей (табл. 1) отобранных под бинокулярным микроскопом.

Таблица 1

| Элемент | Содержание в процентах |           |             |         |
|---------|------------------------|-----------|-------------|---------|
|         | пирит                  | сфалерит  | халькопирит | галенит |
| Te      | не обнаруж.            | 0,01—0,03 | 0,05—0,09   | 0,1     |

Спектральный анализ полиметаллической руды (штуфная проба) показал следующие результаты (в ‰): Mo—0,03; Cu—5—10; Pb>1; Ag—0,05—0,09; As—0,01—0,03; Bi—0,01—0,03; Zn>1; Te—0,01—0,03; Ga—0,001; Ge—0,001; Au—следы, Ni и Co—не обнаружены.

Химический анализ той же пробы обнаружил: Se—0,0055‰ и Te—0,024‰ (аналитик Н. З. Курбанова, ИМГРЭ, Москва).

Минералы определялись в основном методами минераграфии в комплексе с микрохимией, спектроскопическими и химическими анализами. Более достоверно удалось определить алгаит и самородный висмут.

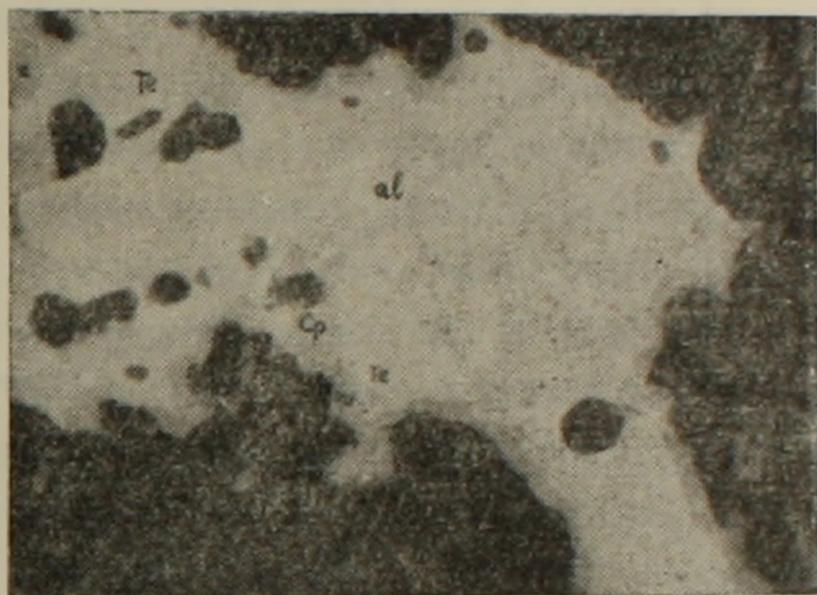
\* Спектральные анализы выполнены в спектральной лаборатории ИГН АН АрмССР аналитиком М. Я. Мартиросяном.

Ниже приводится описание минералов, установленных впервые в полиметаллических рудах Каджарана, в порядке убывания их распространенности.

Алтаит образует включения в галените, халькопирите, сфалерите и редко пирите величиной от 0,1—0,15 мм до тончайшей вкрапленности. Иногда выполняет трещины спайности галенита. Контуры в большинстве случаев оваловидные, но иногда встречаются включения с изометричными контурами идиоморфных кристаллов в виде квадратов с срезанными углами.

В выделениях алтаита нередко встречаются включения самородного теллура (?) (фиг. 1) и гессита (?).

Алтаит в отраженном свете—белый с нежно зеленоватым оттенком, особенно усиливающимся при наблюдениях с средними объективами в полях халькопирита. Полируется хорошо, очень редко заметны треугольники выкрошивания. Легко царапается медной иглой. Рельеф ниже галенита. В полированных шлифах, по наблюдениям многочисленных сечений, изотропный как в воздухе, так и в масле.

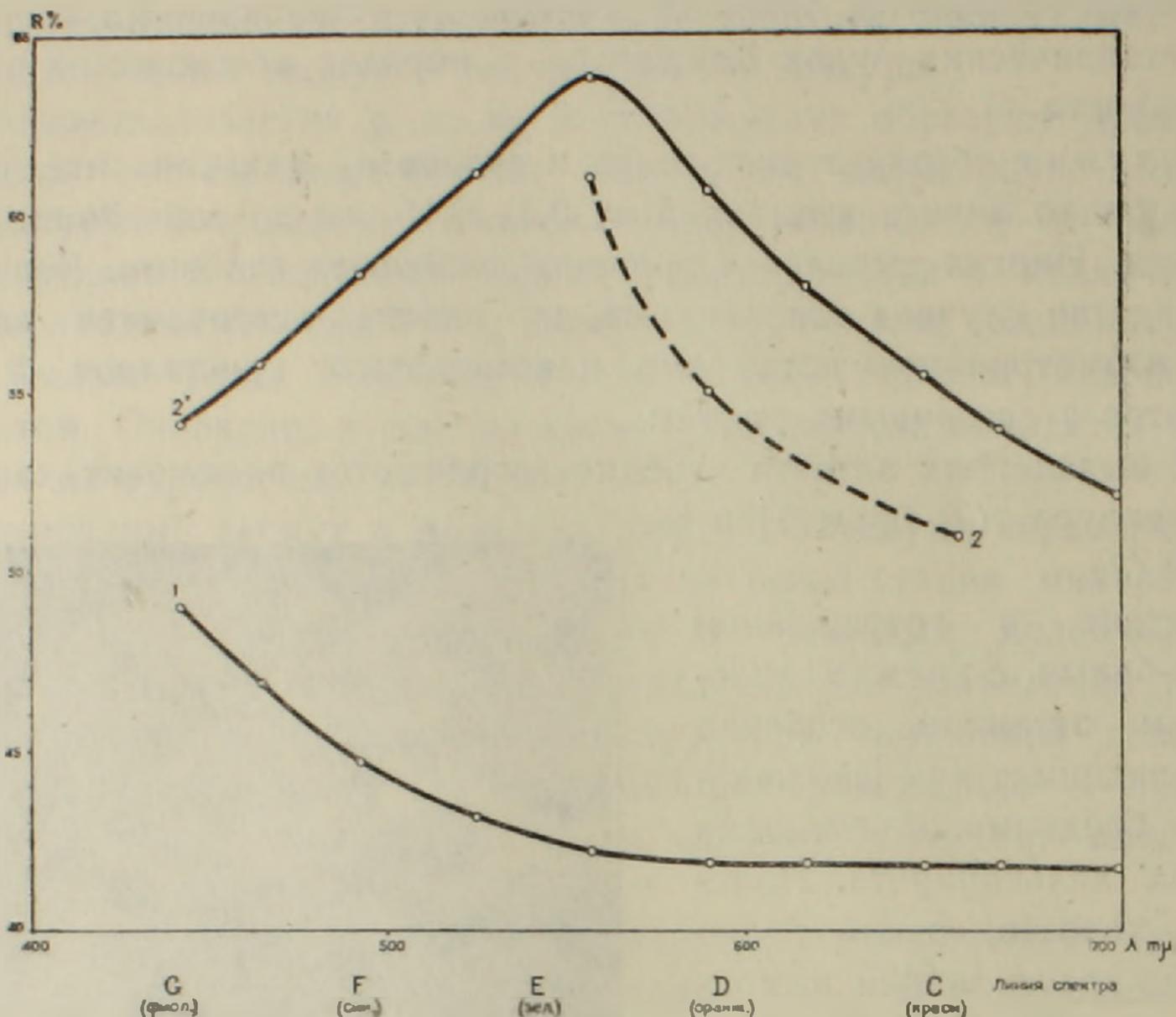


Фиг. 1. Ассоциация алтаита (al), с галенитом (ga), самородным теллуrom (tel) и халькопиритом (cp), шл. 48/57X360.

На фиг. 2 приведена кривая дисперсии отражательной способности описываемого минерала, измеренная фотометрическим окуляром с оптическим клином И. С. Волынского\* [1]. Минералом эталоном при измерении служил галенит. Полученная кривая оказалась идентичной кривой дисперсии отражательной способности заведомо взятого алтаита. Приводится также кривая дисперсии отражательной способности алтаита, построенная по данным Фрика. Как видно из сравнения указанных кривых, в исследуемой части спектра, по своему характеру они почти подобны, отличаясь лишь некоторой заниженностью (по Фрику) значений отражательной способности, обусловленной по-видимому, вкравшейся систематической ошибкой при замерах. Анализ кривой показывает, что отражательная способность алтаита в желтых лучах равна ~60%, тогда как в зеленой части спектра достигает максимума (~64%), обусловленная зеленоватым оттенком минерала.

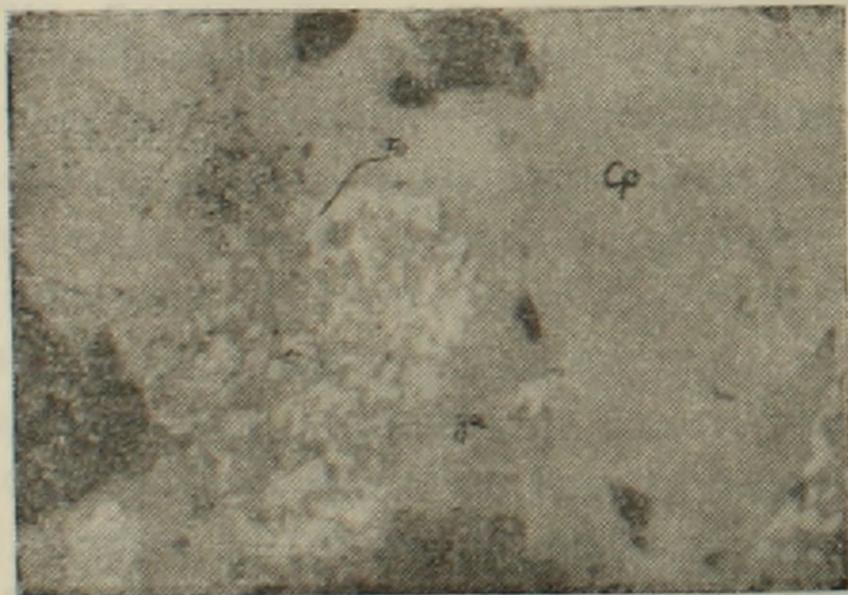
Микрохимическая реакция на качественное определение Те [4] окончательно подтвердила принадлежность описываемого минерала к алтаиту.

\* Измерения велись автором в лаборатории минераграфии ИМГРЭ АН СССР.



Фиг. 2. Кривые дисперсии отражательной способности: 1—эталонная кривая галенита (по И. С. Волынскому), 2 — алтаита (по Фрику); 2<sup>1</sup>—алтаита (по данным измерений автора).

Самородный теллур (?) отмечается почти повсеместно в виде каемок и каплевидных включений в алтаите. Самородный теллур иногда образует субграфическую структуру, замещая галенит



Фиг. 3. Субграфическая структура замещения галенита (ga) самородным теллуром (Te) в поле халькопирита (cp). Внизу темно-серое—сфалерит (sl). Шл. 49/57×450.

структуру, замещая галенит (фиг. 3) и блеклую руду. Полируется хорошо. Рельеф ниже алтаита и заметно ниже галенита. В сростаниях с галенитом и халькопиритом белый с слабым кремовым оттенком; с алтаитом нежно коричневатый; при сравнении с самородным висмутом коричневатый оттенок гуще.

В скрещенных николях минерал сильно анизотропный без цветных эффектов. В параллельных николях в сростках различно ориентированных зерен обладает заметным

двуотражением: Rg—белый с едва заметным розовым оттенком >Rp—светло-коричневатый. Отражательная способность в светлом положении почти равна отражательной способности алтаита, в темном по-

ложении—заметно ниже ( $\sim 50-52\%$ ). При наблюдении в масле описанные свойства становятся более отчетливыми. В скрещенных николях, а в масле в параллельных николях, ясно заметны короткопризматические кристаллические индивиды.

Микрохимическая реакция на качественное определение  $\text{V}_i$  дала отрицательный результат.

По данным П. Рамдора [5], аналогичными физическими свойствами обладает самородный теллур, поэтому описанный выше минерал предположительно отнесен к самородному теллуру (?).

Самородный висмут отмечен в виде редких изолированных выделений величиной  $0,05-0,1$  мм в поперечнике, в прожилках пересекающих поля сфалерита вместе с галенитом и блеклой рудой.

Цвет минерала—белый с слабым розоватым оттенком. Рельеф низкий. Поверхность сильно исштрихована, что затрудняет наблюдение кристаллооптических свойств. Отражательная способность визуально значительно выше галенита. В скрещенных николях среди остальных минералов остается наиболее освещенным даже в положении угасания, что по-видимому вызвано частичной эллиптической поляризацией отраженного света. В воздухе слабо анизотропный, в масле—анизотропия усиливается. Двуотражение улавливается лишь в масле.

Микрохимическая реакция на определение  $\text{V}_i$  дала положительный результат.

Гессит (?) встречается в виде изометричных выделений размерами в сотые и тысячные доли мм, в полях галенита в сростках с алтаитом. При полировке всегда остается тонкоисштрихованным. Рельеф почти равен рельефу алтаита. По отражательной способности и цвету незначительно отличается от галенита, обладая, как и последний, в сростках с алтаитом, слабо розоватым оттенком. В скрещенных николях сильно анизотропный с цветным эффектом в темно-оранжевом и темно-синем тонах. Двуотражение в воздухе незаметно, в иммерсии заметно отчетливо. Внутренние рефлексии отсутствуют как в воздухе, так и в иммерсии.

Очень мелкие выделения описываемого минерала не позволили произвести какие-либо микрохимические испытания.

Приведенные выше физические свойства, наблюдаемые в отраженном свете, тесная ассоциация с алтаитом, наличие в галените, по данным спектрального анализа, сравнительно высокого содержания  $\text{Ag}$  (до  $0,1\%$ ) и следов  $\text{Au}$ —позволили описываемый минерал отнести к группе гессита.

Кроме описанных выше, в ряде шлифов наблюдаются небольшие выделения минерала грязно-желтоватого цвета в тесной ассоциации с галенитом и с отмеченными выше минералами. Микроскопическое изучение этих выделений позволило установить следующее: выделения минерала имеют изометрическую форму с неровными контурами. Размер выделений  $0,08 \times 0,1$  мм и менее. Рельеф ниже галенита, легко чертится медной иглой оставляя заусеницы. Полируется хорошо.

Структура зернистая с редкими изогнутыми иластинками. При наблюдении в воздухе обладает сильным двуотражением: Rg—бледно-желтый— > Rp—серый. В скрещенных николях сильно анизотропный, без цветных оттенков. Отражательная способность в желтом свете в светлом положении выше галенита и ниже халькопирита (~44—46%), в темном—заметно выше блеклой руды (~33—35%). В положении Rg легко принять за халькопирит, даже в одном сростке.

Почти аналогичная ассоциация минералов описана Г. А. Твалчрелидзе [3] на Парагачайском молибденовом месторождении, приуроченном к северо-западному выходу Мегри-Ордубадского интрузива. К сожалению, Г. А. Твалчрелидзе не приводит детального описания определенных им минералов, особенно селенидов (умангит, эвкайрит) и их взаимоотношений с остальными рудными минералами (теллуридами и сульфидами).

Установление отмеченных выше минералов в полиметаллических рудах Каджаранского медно-молибденового месторождения указывает на повышение концентрации Те, В1 и Ag в гидротермальных растворах к концу полиметаллической стадии минерализации.

Институт геологических наук  
АН АрмССР

Поступила 14.VI.1958

#### Ա. Ս. ՖԱՐԱՄԱԶՅԱՆ

### ՔԱԶԱՐԱՆԻ ՊՂԻՆԶ-ՄՈՒԻԲԴԵՆԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ԲԱԶՄԱՄԵՏԱՂԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ՄԻՆԵՐԱԼՈՂԻԱՅԻ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

#### Ա մ փ ո փ ու մ

Քաջարանի հանքավայրում հանքանյութը հարում է մոնցոնիտային շարքի ապարներին և հիմնականում ներկայացված է երակիկա-ներփակումային տիպով և, մասամբ, բավականին հզոր կվարց-սուլֆիդային երակներով: Հանքայնացումը արտահայտված է միներալացման մի շարք ստադիաներով, որոնցից արդյունաբերական նշանակություն ունեն միայն երեքը՝ կվարց-մոլիբդենիտայինը, խալկոպիրիտ-մոլիբդենիտայինը և կվարց-խալկոպիրիտայինը: Ավելի ուշ առաջացումների շարքին է պատկանում բազմամետաղային ստադիան, որն ունի սահմանափակ տարածում և արդյունաբերական տեսակետից ներկայումս հետաքրքրություն չի ներկայացնում:

Բազմամետաղային հանքայնացումը սովորաբար ներկայացված է փոքր կարողություն՝ 3—5 սմ, երբեմն ավելի, երակիկներով, որոնք ունեն սիմետրիկ-զոլավոր տեքստուրա: Բազմամետաղային հանքանյութ կազմող գլխավոր միներալներն առաջացել են հետևյալ հաջորդականությամբ՝ պիրիտ (երբեմն մոլիբդենիտի հետ միասին), սֆալերիտ, խալկոպիրիտ, էնարգիտ (լյուցոնիտ), գալենիտ և խունացած միներալներ:

Բազմամետաղային հանքանյութի մանրամասն ուսումնասիրությունն անդրադարձված լույսի տակ հնարավորություն տվեց հայտնաբերել բնածին

բիսմուտ և տելուրի մի շարք միներալներ, որոնք չէին նկարագրվել նախորդ հետազոտողների կողմից:

Տելուրի միներալները և բնածին բիսմուտը հանդես են գալիս խալկոպիրիտի և գլխավորապես գալենիտի և խունացած հանքանյութերի մեջ մանր ներփակումների ձևով, որոնց չափերը մմ-ի հազարերորդական մասերից հասնում են մինչև 0,1—0,15 մմ-ի: Անշատման ժամանակի տեսակետից նրանք հիմնականում առաջացել են գալենիտի և խունացած հանքանյութերի հետ և ավելի ուշ:

Վերոհիշյալ նոր միներալների որոշումները գլխավորապես կատարվել են միներալագրաֆիայի մեթոդով, որն ուղեկցվել է միկրոքիմիական, սպեկտրալ և քիմիական անալիզներով:

Ալթաիտը և բնածին բիսմուտը որոշվել են մեծ ճշտությամբ՝ անդրադարձված լույսում հանքային միներալների ուսումնասիրման նորագույն մեթոդների և միկրոքիմիայի կիրառմամբ: Մնացած միներալները բնածին տելուր (?) հեսիտ (?) որոշվել են մանրադիտակի տակ նրանց ֆիզիկական հատկանիշների հիման վրա, քանի որ նշած միներալների անշատումները շատ մանր են:

Ալթաիտի, բնածին տելուրի (?), բնածին բիսմուտի և հեսիտի (?) հայտնաբերումը բազմամետաղային հանքանյութերի ավելի ուշ անշատումներում վկայում է հանքայնացման բազմամետաղային ստադիայի հանքաբեր լուծույթների վերջին բաժիններում  $Te$ -ի,  $Bi$ -ի և  $Ag$ -ի կոնցենտրացիայի բարձրացման մասին:

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Волынский И. С. Определение рудных минералов под микроскопом, т. 3. Госгеол-издат, Москва, 1949.
2. Мовсесян С. А. Пирдоуданское медно-молибденовое месторождение. Изд. Арм. ФАН, 1941.
3. Твалчрелидзе Г. А. Парагачайское месторождение молибдена. Сов. геология, № 29, 1948.
4. Шорт М. Н. Микроскопическое определение рудных минералов (перевод с английского А. И. Яковлева под ред. проф. И. Ф. Григорьева). ОНТИ, 1934.
5. Ramdohr, P. Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. Berlin. 1955.