

К. А. КАРАМЯН

ГЕРМАНИТ И РЕНИЕРИТ В РУДАХ ДАСТАКЕРТСКОГО МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

На Дастакертском месторождении минерализация медно-молибденового оруденения проявляется многостадийно. Нами выделены 10 стадий минерализации, сменяющих друг друга во времени и разобщенных в пространстве. Последовательность стадий минерализации следующая:

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1. Медно-полевошпатовая | 6. Кварц-пиритовая |
| 2. Медная | 7. Кварц-пирит-сфалеритовая |
| 3. Медно-молибденовая 1-ая | 8. Полиметаллическая |
| 4. Медно-молибденовая 2-ая | 9. Алабандиновая |
| 5. Медно-карбонатная | 10. Карбонатная |

В развитии гипогенной минерализации намечается определенно выраженная тенденция, характеризующаяся последовательным выносом соединений различных компонентов в порядке $\text{Cu}—\text{Mo}—\text{Zn}—\text{Pb}$.

Наиболее ранние стадии минерализации гипогенного оруденения имеют существенно медный характер. Медная минерализация развита широко и характеризуется значительным минералогическим разнообразием. В медной стадии выделяются три парагенетические ассоциации, сменяющиеся во времени в пределах одной стадии минерализации в следующем порядке:

1. Молибденит-халькопиритовая.
2. Пирит-борнит-халькопиритовая.
3. Энаргит-теннантитовая.

В последней, энаргит-теннантитовой, ассоциации и были отмечены германиевые сульфиды.

Руды теннантит-энаргитовой ассоциации, с которыми связано проявление германита и рениерита, имеют весьма сложное строение и представляют собой конечный продукт последовательного изменения состава гидротермального раствора в пределах одной стадии минерализации. Такое наложение одной парагенетической ассоциации на другую, значительная переработка руд ранней ассоциации растворами другой, сменяющей ее во времени, выражается в значительном

развитии структур разъедания и замещения. В основном руды этой ассоциации образуют отдельные рудные прожилки, гнездообразные выделения, зоны прожилкования. Размеры вышеотмеченных прожилково-гнездовых зон обычно незначительны, и сама энаргит-теннантитовая ассоциация в сущности представляет скорее минералогический интерес. Отмечаются постепенные переходы между вышеотмеченными ассоциациями в пределах одной рудной зоны.

Основными минералами данной ассоциации являются пирит, борнит, халькопирит, теннантит и энаргит. Второстепенными минералами являются галенит, молибденит, а акцессорными—германит и рениерит.

Количественные соотношения рудных минералов в руде весьма изменчивы. Там, где теннантит и энаргит присутствуют в незначительном количестве, преобладают пирит, борнит и халькопирит, местами же отмечаются отдельные гнездообразные выделения или ряд прожилков, представленных в основном энаргитом и теннантитом.

Пирит имеет сравнительно небольшое распространение. Образует отдельные крупные выделения, местами достигающие размера до 0,5 мм, сильно изъеденные остальными рудными минералами. Обычно пирит тесно ассоциируется с борнитом, который зачастую окаймляет пирит и халькопирит. Последний также присутствует в незначительных количествах и наряду с пиритом и борнитом представляет как бы «островки» в полях теннантита и энаргита.

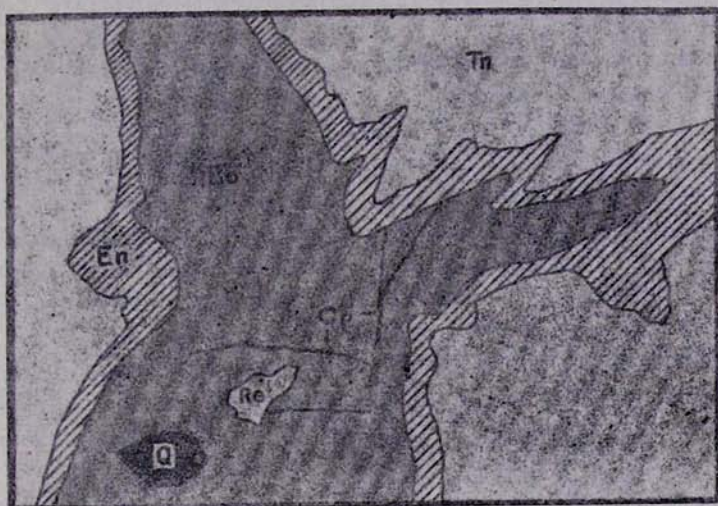
Взаимоотношения между пиритом, борнитом и халькопиритом отчетливые. Кристаллы пирита окружены и изъедены борнитом, который, в свою очередь, довольно сильно разъедается халькопиритом. При этом очень часто борнитовые поля пересекаются многочисленными тончайшими прожилками халькопирита, образующими структуры краевых каемок вокруг выделений борнита. В рудах этой ассоциации в незначительном количестве присутствуют галенит и молибденит.

Галенит образует мелкие выделения и приурочен в основном к полям борнита. Молибденит же встречается чаще галенита и образует более крупные чешуйчатые выделения, интенсивно развивающиеся по борниту. При замещении борнита более поздним теннантитом чешуйчатые агрегаты молибденита оказываются захваченными теннантитом. Здесь, по-видимому, молибденит оказывается более устойчивым к замещению, нежели борнит. Энаргит в этих рудах имеет широкое распространение, образует местами мономинеральные прожилки и гнезда с хорошо выраженными призматическими кристаллами, часто отчетливо сдвойникованными. Размер некоторых кристаллов энаргита достигает 1,5 см.

Энаргит образует сростания почти со всеми рудными минералами и обычно является более поздним минералом, за исключением

теннантита. Он интенсивно разъедает и замещает пирит-борнит-халькопиритовую ассоциацию, создавая остаточные структуры замещения.

Повсеместно вокруг пирит-борнит-халькопиритовых «островков» отмечаются последовательные каемки энаргита и теннантита (см. фиг. 1).



Фигура 1. Последовательные каемки энаргита (En) и теннантита (Tn) вокруг выделений борнита (Bo), Re—ренирит, Q—кварц; увеличение 80х

В парагенетической ассоциации энаргит-теннантит более ранним является энаргит, а теннантит, как правило, является более поздним. Это подтверждают повсеместно чередующиеся каемки энаргита и теннантита и наличие широко распространенного замещения энаргита теннантитом. Наблюдается почти весь ход процесса замещения энаргита теннантитом от самого зарождения до почти полного завершения, когда от энаргита остается только узкая прерывистая каемка вокруг выделений борнита. Местами теннантит образует каемки замещения вдоль границ энаргита с борнитом, халькопиритом и пиритом.

И германит и ренирит присутствуют примерно в равных количествах и оба образуют зерна весьма небольших размеров. В основном размеры выделений этих минералов варьируют в пределах от 0,02 мм до 0,04 мм. Однако встречены и более крупные выделения германита—до 0,5 мм.

Германит под микроскопом имеет густорозовый цвет. Отражательная способность колеблется между энаргитом и борнитом. Он темнее энаргита, но окрашен гораздо ярче и значительно светлее борнита. В крупных выделениях, как это справедливо отмечается многи-

ми авторами, германит можно спутать со свежестполированным борнитом.

Следует отметить, что германит первоначально нами был установлен в присутствии борнита, слегка покрытого пленкой окисления.

Германит изотропен, чем сильно отличается от другого германиносового сульфида—рениерита. Германит образует выделения с неправильными очертаниями, тесно ассоциируя с энаргитом. Возрастные взаимоотношения его с борнитом, халькопиритом и пиритом устанавливаются довольно отчетливо. Как видно из зарисовки шлифа (фиг. 2), германит интенсивно замещает борнит и халькопирит, а с энаргитом образует равные границы без каких-либо признаков замещения. В тонких прожилках отмечается сегменторное строение, где минералы, представляющие отдельные сегменты (энаргит и германит), также характеризуется ровными, относительно прямолинейными границами. Наряду с вышеописанными формами выделения германита отмечаются также округлые и овальные выделения германита, приуроченные в основном к полям энаргита; они характеризуются довольно правильными очертаниями (см. зарисовку микрофото фиг. 3). Подобные овальные и округлые овоиды германита напоминают структуры распада твердых растворов и свидетельствуют об его выделении из энаргита.

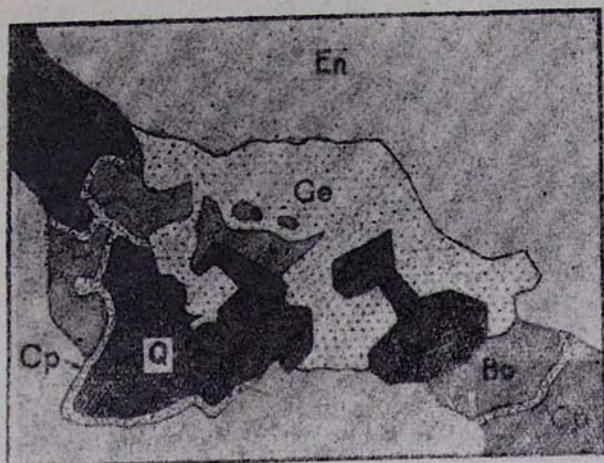
Рениерит, так же как и германит, образует небольшие выделения и чаще всего приурочен к полям борнита (фиг. 1 и 4). Однако отмечаются выделения, которые развиты и в энаргите. Выделения рениерита имеют четкие и плавные границы.

Возрастные взаимоотношения с германитом не установлены, в силу чего в общей схеме выделения минералов положение рениерита несколько условно.

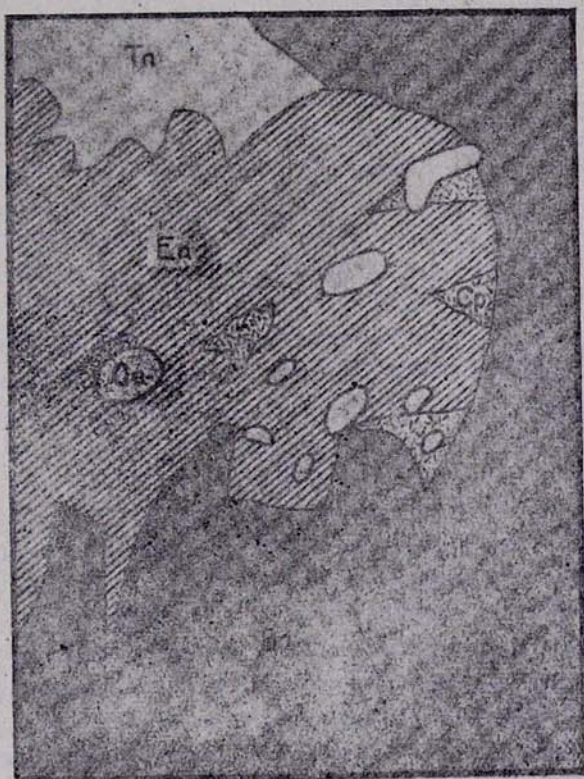
Под микроскопом рениерит характеризуется желтовато-коричневым цветом. Отличается от халькопирита несколько более тусклым блеском за счет отчетливого коричневого оттенка, а также меньшей отражательной способности. Сильно анизотропен, в скрещенных николях изменяется от желтовато-коричневых до синевато-серых тонов. Двуотражение отчетливое в желтовато-коричневых тонах.

Цвет, отражательная способность и резкая анизотропность являются главными отличительными признаками в диагностике рениерита. Судя по литературным данным, рениерит обладает также сильной магнитностью. Однако выделения этого минерала в наших шлифах настолько незначительны, что проверка магнитности представляет определенные трудности.

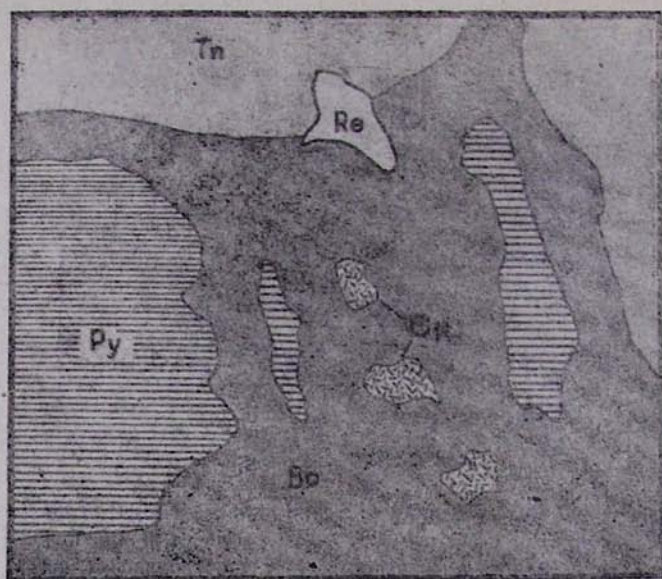
Вышеописанные руды и отдельные минералы были подвергнуты спектральному анализу, результаты которого приведены ниже.



Фигура 2. Интенсивное замещение борнита (Bo) и халькопирита (Cr) с остаточными структурами от замещения германитом (Ge), En—энергит, Q—кварц; увеличение 80х



Фигура 3. Округлые и овальные выделения германита (Ge) в полях энергита (En), Bo—борнит, Cr—халькопирит, Tn—теннантит; увеличение 353 х



Фигура 4. Неправильные выделения рениерита (Re) на границе борнита (Bo) и тенантита (Tn). Py—пирит, Cr—халькопирит. Увеличение 80х

Пробы Элементы	Энарцит кристаллический	Борнит	Руда	Примечание
Pb	0,001	0,03	0,01	Химический анализ в кристаллической разновидности энаргита установил присутствие Ge в количестве 0,026%.
Ag	0,003	0,01—0,03	0,01—0,03	
Sb	1	—	1	
Bi	0,003—0,01	0,1—0,03	0,1—0,03	
Zn	0,03	0,03	1—3	
Ge	0,001—0,003	0,0005	0,003—0,01	
As	10	0,01—0,003		
Mo	—	0,001		
Sn	—	—	0,01—0,003	
Ga	—	—	0,001	

Сопоставление результатов спектральных анализов руды и энаргита свидетельствует, что в руде присутствует значительно большее количество элементов примесей, для ряда же элементов, таких, как Pb, Zn, Bi, Ag отмечается значительно большее содержание (в 10 и более раз) по сравнению с энарцитом.

Такое различие в распределении примесей в руде и энаргите сле-

дует объяснить либо присутствием их в виде изоморфной смеси в других минералах (теннантит, борнит, халькопирит), либо за счет самостоятельных минералов, таких, как галенит, сфалерит, молибденит, висмутин и др.).

Повышенное содержание германия в руде по сравнению с энэргитом подтверждает наличие в руде минералов германия.

Германит является очень редким минералом. Судя по литературным данным, значительные количества его известны только на месторождении Тсумб в Юго-Западной Африке.

Исследования Геера установили присутствие другого германиевого сульфида — рениерита в рудах м-ния Тсумб. Впервые он был обнаружен Ваэсом [2] в рудах м-ния Кипуши Бельгийского Конго и установлен им как новый минеральный вид.

Анализы рениерита, приведенные Ваэсом, показали совершенно иные соотношения между Ge и Fe по сравнению с германитом. Минералогические исследования показали также совершенно отличные свойства этих минералов.

Германит и рениерит в рудах м-ния Тсумб Юго-Западной Африки проявляются в совершенно отличных парагенетических ассоциациях. Последние исследования Склера и Геера [1] свидетельствуют о том, что энэргит является одним из ранних минералов в последовательности гипогенной сульфидной минерализации, между тем как рениерит и германит в рудах Тсумб встречается в виде «овоидов», островков или цепи овоидов, рассеянных по «морю», состоящих из зернистых агрегатов теннантита и галенита.

Подчиненное количество германита встречается в виде неправильных зерен, которые изменяются в размерах от 5 до 30 микрон, рассеянных по всей породе. Некоторые овоиды германита характеризуются пестротой, которое обусловлено изменением цвета германита. Эти бледно окрашенные разности германита ничем не отличаются от обычного германита ни отражательной способностью, ни твердостью.

Рениерит же в отличие от германита является одним из поздних минералов. Он повсюду ассоциируется со всеми рудными минералами, образует выдержанные оторочки с переменной мощностью вокруг овоидов германита и межзерновые прожилки в агрегатах зерен германита, а также пластинки изменчивой мощности, развивающиеся вдоль кубической и октаэдрической спайности в германите. Отмечаются также все стадии замещения германита рениеритом от зарождения до полного завершения.

Ввиду того что рениерит и германит в рудах Тсумб присутствуют в равных количествах, то авторы делают вывод, что более вероятно превращение германита в рениерит, как пример минералогического перераспределения германия, вызванное изменением гипогенных условий.

На Дастакертском месторождении германит и рениерит проявляются также в равных количествах, но в отличие от месторождения Тсумеб они проявляют совершенную самостоятельность по отношению друг к другу и нигде не наблюдается совместных их прорастаний. Более того, возрастные взаимоотношения с другими минералами позволяют их рассматривать как одновременные образования.

Резюмируя все вышеописанное в отношении распределения германия в рудах энаргит-теннантитовой ассоциации, отметим, что германий присутствует как в виде изоморфной смеси в энаргите, так и в виде самостоятельных германиевых минералов—германита и рениерита.

Что касается последовательности образования минералов в германиеносных рудах Дастакертского месторождения, то она представлена в следующем виде:

1. Пирит. 2. Борнит. 3. Халькопирит. 4. Энаргит, германит, рениерит. 5. Теннантит.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Sclar C. B. and Geier B. H.*, The paragenetic relationships of Germanite and renierite from Tsumeb, South West Afrika. *Econ. Geology* v. 52 № 6, 1957.
2. *Vaes J. F.*, La renierite (anciennement appelee „bornite orange“) Un sulfure germanifere provenant de la Mine Prince—Leopold Kipushi (Congo belge) *Annales Soc. Belgique* t. 72, 1948.