

МИНЕРАЛОГИЯ

Р. Н. ЗАРЬЯН

ТЕЛЛУРИДЫ И ТЕЛЛУРИТ СВИНЦА В РУДАХ
 КАФАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

При наших минераграфических исследованиях в рудах Кафанского месторождения получен новый фактический материал по минералогии медноколчеданных и полиметаллических руд, который излагается в настоящей статье.

В геологическом строении района месторождения принимают участие вулканогенно-осадочные образования средне- и верхнеюрского возраста, представленные различными порфиритами, их туфами и туфобрекчиями.

Упомянутая выше эффузивно-осадочная толща прорвана многочисленными дайками кварцевых порфиров и альбитофиров.

Рудовмещающими породами являются, в основном, интенсивно гидротермально измененные кварцевые порфириты среднеюрского возраста. Описываемое месторождение детально исследовано В. Н. Котляром, Ю. А. Араповым, Б. С. Вартапетяном и др.

Оруденение морфологически представлено жильным и прожилково-вкрапленными типами.

Следует отметить, что зоны окисления и вторичного сульфидного обогащения на описываемом месторождении проявлены слабо.

В составе гипогенных руд принимают участие следующие минералы: пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, борнит, халькозин, теннантит, энергит, алтаит, петцит, тетрадимит и самородное золото. Гипергенные минералы представлены: самородной медью, халькозином, ковеллином, борнитом, теноритом, купритом, малахитом, азуритом, хризоколлой и ярозитом. Жильными минералами являются кварц и карбонат.

В результате детальных минераграфических исследований [1, 3, 6] в рудах Кафанского месторождения нами впервые были обнаружены гессит, теллурувисмутит, галеновисмутит, тетраэдрит и теллурид свинца — данхемит $PbTeO_3$ (?).

При диагностике теллуридов, помимо тщательных замеров оптических констант, применялись полуколичественный спектральный, микро-спектральный и микрохимический анализы. Во всех случаях на приборе ПМТКО-1 замерялись дисперсия отражательной способности и микротвердость (фиг. 1)*. При измерениях в качестве эталона служила само-

* Измерения велись автором в лаборатории минераграфии ВИМС'а.

родная платина. Необходимо отметить, что при определении теллуридов результаты полуколичественного спектрального, микроспектрального и микрохимического анализов полностью согласуются с данными микроскопического исследования. Теллуриды образуют мелкие выделения, размерами от тысячных до десятых долей мм в поперечнике. Обычно они наблюдаются как в полиметаллических, так и медноколчеданных рудах. Следует отметить, что теллуриды обнаруживаются не только в участках руд с высокой концентрацией теллура, но и там, где его содержание достигает тысячных и даже десятитысячных долей процента. Ниже приводится описание отмеченных выше минералов.

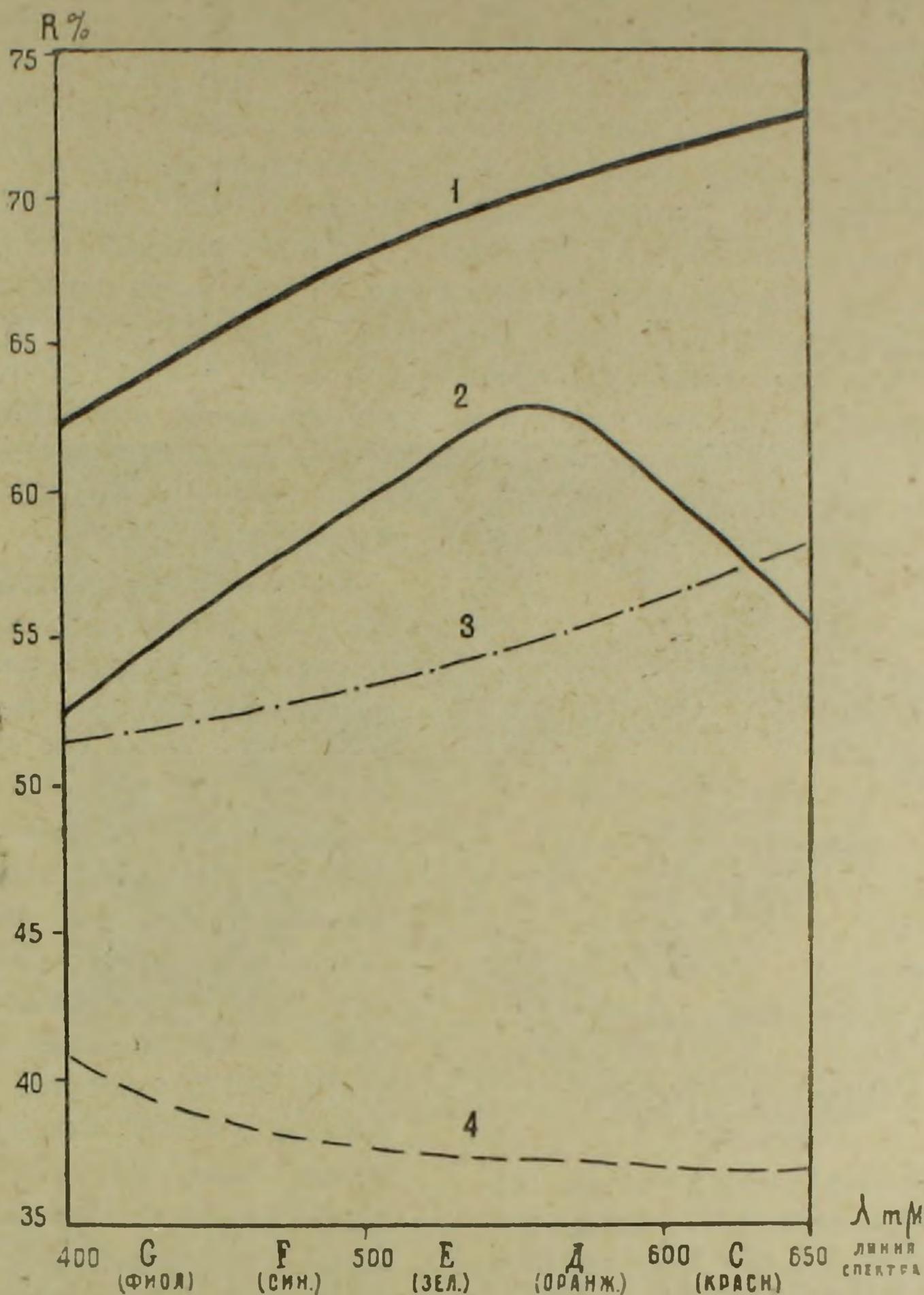
Гессит по сравнению с алтаитом является менее распространенным теллуридом. В отраженном свете минерал серовато-белый с характерным розовато-коричневым оттенком. В скрещенных николях сильно анизотропен с цветным эффектом от темно-оранжевого до темно-синего. Двухотражение в масле заметно отчетливо и сопровождается цветным эффектом от слабо-коричневатого до сиренево-розоватого. На фиг. 1 приведен характер изменения кривой дисперсии отражательной способности гессита для различных длин волн. Не трудно заметить, что отражательная способность гессита постепенно понижается, достигая своего минимума в красной части спектра. Минерал очень мягкий, полируется хорошо. Рельеф ниже алтаита и петцита. Микротвердость по нашим измерениям колеблется в пределах 31—45 кг/мм². Среднее значение равно 36 кг/мм², что по шкале Мооса соответствует 2,3.

Описываемый минерал образует изометричные, неправильные, иногда удлиненные формы выделений. Размер отдельных включений составляет от 0,003—0,05 до 0,1—0,2 мм в поперечнике. Гессит встречается в полях галенита, халькопирита, пирита, редко сфалерита и тесно ассоциируется с петцитом, алтаитом, теллуровисмутитом, блеклой рудой (теннантит, тетраэдрит) и, что весьма интересно, с самородным золотом. Обычно вместе с петцитом образует характерную гессит-петцитовую массу (фиг. 2). По-видимому, упомянутые массы гессита и петцита свидетельствуют о почти одновременном их выделении. Иногда в полированных шлифах наблюдаются структуры замещения алтаита гесситом, что указывает на более позднее выделение теллуридов золота и серебра. Характерно, что самородное золото образует изометричные или неправильные включения в гессите. Часто очень тонкие волосовидные прожилки золота секут ангидральные выделения гессит-петцитовой массы.

Приведенные факты взаимоотношений самородного Au и теллуридов Au, Ag указывают на то, что в процессе рудообразования самородное золото, вероятно, выделялось после теллуридов. Полуколичественным спектральным анализом* в полиметаллической руде обнаружены следующие

* Анализы проводились в спектральной лаборатории ИГН Академии наук Армянской ССР (аналитик М. Я. Мартиросян).

элементы: Pb, Zn $> 10\%$; Fe, Mn, Cd—1—3%; Te $\sim 0,1\%$; Ag $\sim 0,03\%$; Au—0,003—0,01%; от тысячных до сотых долей процента V, Ti, Cr, Bi, As, Sn, Hg, Ge, Ga и In.



Фиг. 1. Кривые дисперсии отражательной способности (по данным измерений автора): 1 — эталонная кривая самородной платины (по Орсэлю и Фастрэ); 2 — алтаита; 3 — теллуровисмутита; 4 — гессита.

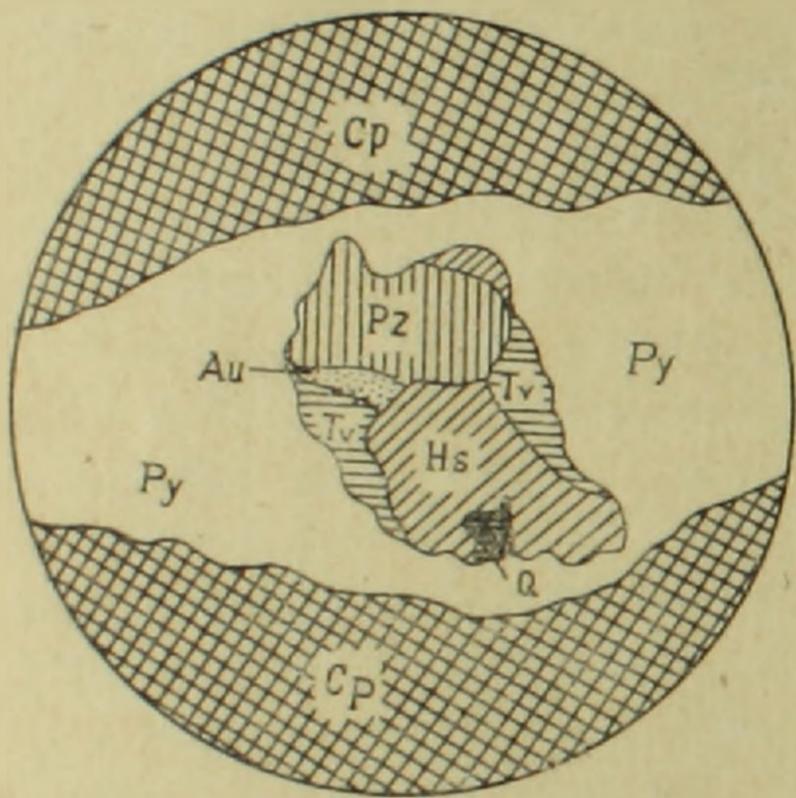
Результаты спектрального, микроспектрального* анализов и микрохимической реакции [2] полностью подтвердили принадлежность описываемого минерала к гесситу.

Теллуровисмутит является характерным минералом кальцит-сфалерит-галенитовой стадии минерализации и третьим по распространенности

* Микроспектральные анализы выполнены в минераграфической лаборатории ИМГРЭ АН СССР (аналитик Л. Н. Соболева).

теллуридом после алтаита и гессита. Встречается в виде ангедральных выделений, размером от 0,004 до 0,3 мм в полях халькопирита и пирита (фиг. 2). Обычными спутниками теллуровисмутита являются гессит, петцит, которые, как правило, тесно срастаются друг с другом. В полированных шлифах — белый с характерным розовым оттенком. Анизотропный, особенно четко проявляющийся при наблюдении в иммерсии. Двуотражение слабое без цветного эффекта, заметно лишь в масле. Отражательная способность визуальна выше пирита. На приводимой диаграмме (фиг. 1) отчетливо видно, что кривая дисперсии отражательной способности теллуровисмутита постепенно поднимается и достигает максимума в красной части спектра. Обычно полируется хорошо. Рельеф выше петцита и гессита. Микротвердость минерала варьирует в пределах 55—75 кг/мм² (2,7—2,9 по шкале Мооса). Наличие висмута и теллура обнаружено спектральным, микрохимическим и микроспектральным анализами.

По данным спектрального анализа* в теллуровисмутите обнаружены: Вi, Те > 10% (основа); Ag ≥ 0,1%; Au—0,01%; Pb, Sb—0,1—0,3%; сотые и тысячные доли процента Cu, Fe, As, Mg и др.



Фиг. 2. Ангедральные выделения гессита (Hs), петцита (Pz), теллуровисмутита (Tv) и самородного золота (Au) в пирите (Py). Наверху и внизу — халькопирит (Cp). Черное — кварц (Q). Полированный шлиф. × 300.

На основании спектрального, микрохимического, микроспектрального и микроскопического исследований описываемый минерал определен как теллуровисмутит.

Данхемит — теллурид свинца $PbTeO_3$ (?) является продуктом окисления алтаита. Впервые найден английским минерологом Данхемом (Danham) в 1935 г. в Нью-Мексико. В литературе [4,5] имеются очень скудные данные. Формула приблизительная. Данхемит обнаружен только в аншлифах. Минерал кристаллографически не изучен. Установленный нами теллурид свинца под микроскопом имеет светло-бурый цвет. В скрещенных николях сильно

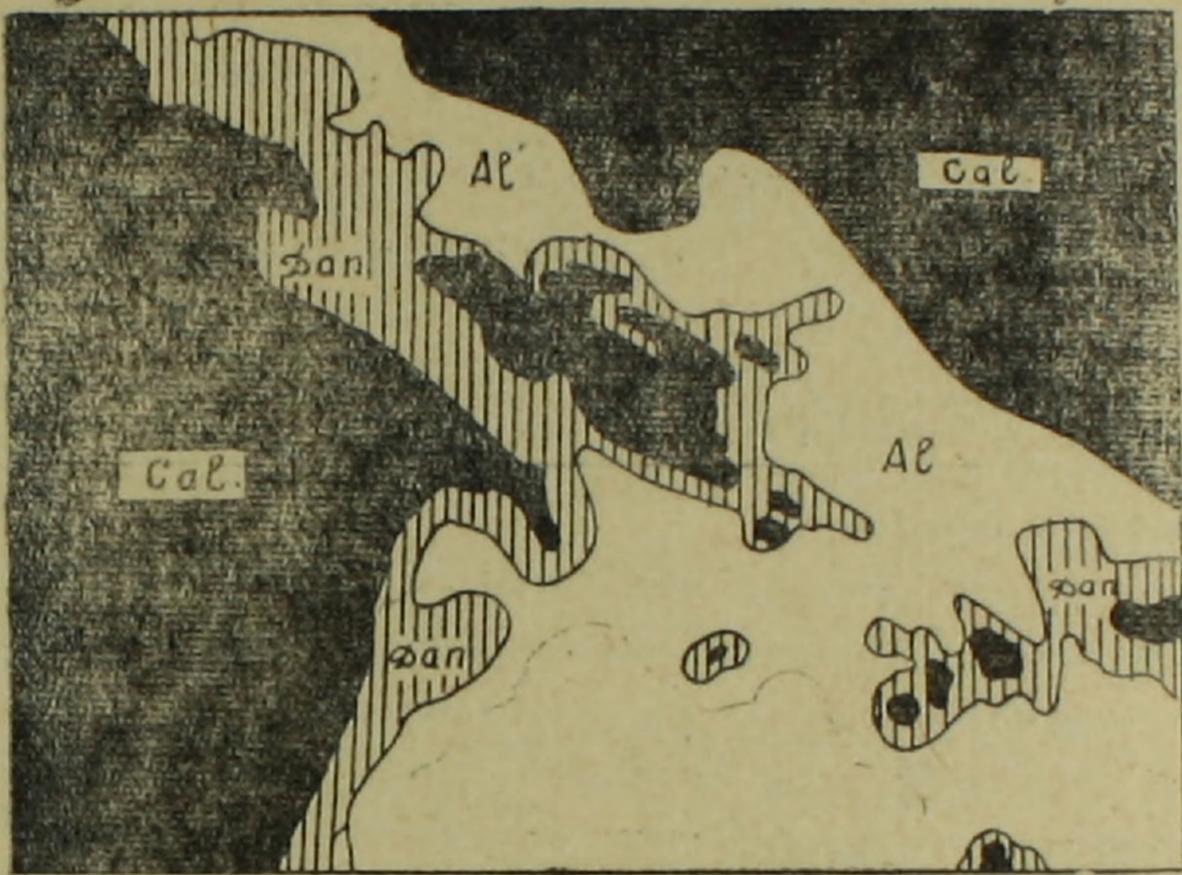
анизотропен. Двуотражение отчетливо заметно в воздухе с цветным эффектом. Минерал обнаружен в полях алтаита в виде каемок, вокруг включений жильных минералов, толщиной от тысячных до сотых долей мм (фиг. 3). Следует отметить, что при окислении теллурид свинца переходит в данхемит (?), а реже по нему образуются коррозионные структуры разъедания церуссита. Отражательная способность по ви-

* Спектральный анализ произведен в спектроскопической лаборатории ВИМС'а (аналитик К. В. Бурсук).

зуальной оценке выше сфалерита и значительно ниже галенита. R для желтой части спектра равен ~ 32 . Полируется хорошо. Микротвердость минерала в среднем равна $11-13 \text{ кг/мм}^2$, что при пересчете на относительную твердость по шкале Мооса составляет 1,6. От HNO_3 быстро чернеет с выявлением структуры. HCl действует. С KCN , HgCl_2 и KOH не реагирует.

Близко определенный теллури́т свинца — данхемит находится в процессе детальных рентгенометрических и кристаллооптических исследований.

Очевидно, гидротермальные растворы в конце полиметаллической стадии минералообразования содержали повышенные концентрации тел-



Фиг. 3. Клемки данхемита (Dan.) (?) вокруг включений кальцита (Cal.) в полях алтанта (Al). Полированный шлиф. $\times 125$.

лура, висмута, серебра и золота, причем выделение теллуридов происходило в конце кальцит-сфалерит-галенитовой стадии минерализации, после выпадения сульфидов.

Последовательность выделения описанных теллуридов на основании детального изучения взаимоотношений их с различными сульфидами и друг с другом представляется в следующем виде: алтант-теллуровисмутит-гессит-петцит.

В заключение следует отметить, что не исключается возможность обнаружения новых теллуридов в сульфидных рудах Кафанского медного месторождения.

Թ. Ն. ԶԱՐՅԱՆ

ԹԵԼՈՒՐԻՒՆԵՐԸ ԵՎ ԿԱՊԱՐԻ ԹԵԼՈՒՐԻՏԸ ԳԱՓԱՆԻ
ՊՂՆՁԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հափանի հանքավայրի երկրաբանական կառուցվածքում մասնակցում են միջին և վերին յուրայի հրաբխածին առաջացումները և դրանց հատող բազմաթիվ ալբիտոֆիրային ու կվարց-պորֆիրային դայկաները:

Հանքային գլխավոր միներալներն են՝ պիրիտը, խալկոպիրիտը, տենանտիտը, էնարգիտը, ալթաիտը, պետցիտը, տետրադիմիտը և բնածին ոսկին:

Հանքանյութերի մանրամասն ուսումնասիրման ժամանակ հեղինակին հաջողվել է հայտնաբերել՝ հեսիտ, թելուրոբիսմուտիտ, գալենոբիսմուտիտ, տետրաէդրիտ և դանխեմիտ (կապարի թելուրիտ $PbTeO_3$ (?):

Թելուրի միներալները հանդիպում են բազմամետաղային և պղնձակուղեղանային հանքանյութերում, որոնց շափերը միլիմետրի հազարերորդական մասերից հասնում են մինչև 0,2 մմ:

Վերոհիշյալ միներալները որոշված են անդրադարձված լույսի տակ և նրանց առկայությունը հաստատվում է սպեկտրալ, միկրոսպեկտրալ և միկրոբիմիական անալիզներով:

Ակնհայտ է, որ կալցիտ-սֆալերիտ-գալենիտային հանքառաջացման ստադիայի վերջում հիդրոթերմալ լուծույթները պարունակել են թելուրի, արծաթի, ոսկու և բիսմուտի բարձր կոնցենտրացիաներ: Անհրաժեշտ է նշել, որ թելուրիդների գոյացումը, ըստ երևույթին, տեղի է ունեցել բազմամետաղային միներալացման ստադիայի վերջում, սուլֆիդների առաջացումից հետո:

Թելուրիդների անջատման հաջորդականությունը պատկերացվում է հետևյալ կերպ՝ ալթաիտ-թելուրոբիսմուտիտ-հեսիտ-պետցիտ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Волынский И. С. Определение рудных минералов под микроскопом, Т. 3. Госгеол-издат, М., 1949.
2. Шорт М. Н. Микроскопическое определение рудных минералов (перевод с английского А. И. Яковлева под ред. проф. И. Ф. Григорьева). ОНТИ, 1934.
3. Ramdohr P. Die Erzminerale und ihre verwachsungen, Berlin, 1955.
4. Fairbanks E. E. The punched card identification of ore minerals, Econ. Geol., 1946, vol. 41, № 7, p. 767.
5. Fairbanks E. E. Amer. Min., 1947, vol. 32, p. 683.
6. Uytendogaardt W. Tables for microscopic identification of ore minerals, New Jersey, 1951.