

МИНЕРАЛОГИЯ

А. И. Карапетян

Количественная характеристика оптических постоянных
реньерита и германита

(Представлено академиком АН Армянской ССР И. Г. Магакьяном 15/VI 1961)

Широко применяемая методика микроскопического определения рудных минералов, основанная на качественной характеристике оптических и ряда физических свойств минералов в полированных шлифах, в настоящее время является недостаточной для точной диагностики ряда минералов редких элементов. В связи с этим важное значение приобретает так называемая количественная минераграфия, которая основана на точном количественном определении оптических констант рудных минералов.

Несмотря на многочисленные методические изыскания в этой области до сих пор исследований по количественной характеристике оптических постоянных рудных минералов произведено чрезвычайно мало.

Настоящая статья имеет целью изложить результаты измерений дисперсии отражательной способности германита и реньерита*, а для отдельных частей спектра и силы двуотражения реньерита при помощи прибора ОКФ-1 (фотометрический окуляр с оптическим клином И. С. Волынского).

С целью уточнения и контроля этих измерений, дисперсия отражательной способности реньерита и германита измерена также при помощи микрофотометра (ПМТКО) в минераграфической лаборатории ВИМС-а.

Для наглядности и сравнения построены кривые дисперсии отражательной способности германита, реньерита, теннантита и борнита (последние два минерала по данным И. С. Волынского).

Собственные минералы германия в виде больших скоплений встречаются чрезвычайно редко. В природе германий присутствует в рассеянном состоянии, главным образом, в виде изоморфной примеси в некоторых рудных и породообразующих минералах. В отдельных редких случаях, когда содержание германия в определенных типах руд (борнитовые, медно-мышьяковые и др.) доходит до 0,1%, под микроскопом удастся установить включения минералов германия (¹⁻⁶), которые в виде мелких выделений рассеяны в общей массе борнита, энаргита, теннантита и других минералов.

* Измерения велись автором в лаборатории минераграфии ИМГРЭ АН СССР.

В борнитовых рудах одного из полиметаллических месторождений в 1959 году Э. А. Хачатуряном и А. А. Коджояном ⁽⁶⁾ был обнаружен и описан реньерит. Нами руды отмеченного месторождения изучались с целью установления закономерностей распределения германия в различных типах руд и выяснения условий концентрации германия в отдельных минералах и типоморфных ассоциациях руд. Проведенные с этой целью детальные микроскопические исследования показали, что совместно с реньеритом в борнитовых рудах присутствует также и другой германиевый минерал — германит.

Минералы германия здесь тесно ассоциируют с борнитом, халькопиритом, сфалеритом, галенитом, блеклой рудой, гипогенным халькозином, штромейеритом, аргентитом, самородным серебром, золотом и гипогенным ковелином, которые образуют прожилки и небольшие гнезда в пределах одной из линз полиметаллической руды.

Реньерит в отмеченных рудах в виде округлых выделений приурочен к полям борнита, реже блеклой руды, галенита, халькозина и штромейерита. Размеры отдельных выделений колеблются в пределах от тысячных долей миллиметра до 0,1 мм. Полируется хорошо, микротвердость в среднем по нескольким измерениям составляет 182 кг/мм², что соответствует 4 по шкале Мооса. Цвет минерала в белом отраженном свете является промежуточным между борнитом и халькопиритом. По сравнению с халькопиритом он темнее, но хорошо отличается от борнита благодаря своему густооранжевому цвету. В качестве индивидуальной особенности реньерита следует отметить совокупность двух точек на кривой дисперсии отражательной способности: в синем свете ($\lambda = 450$ мкм) реньерит по освещенности уравнивается со сфалеритом и не отличается или едва заметно светлее борнита, в желто-красной части спектра реньерит отчетливо светлее, чем борнит и теннантит (фиг. 1).

Результаты измерений отражательной способности реньерита следующие:

Таблица 1

λ мкм		443	465	493	525	557	590	617	650	671	704
R в %	воздух	18	19,1	21	24	29,6	32,0	32,4	33,8	33,5	33,1
	иммерсия	6,5	7,8	9,6	11,8	16,1	18,2	20,3	21,7	21,3	20,9

При измерении на приборе ОКФ-1 в качестве эталона как в воздухе, так и в иммерсии служил борнит. Полученные значения отражательной способности реньерита близко совпали с объединяющей их кривой (фиг. 1, табл. 1).

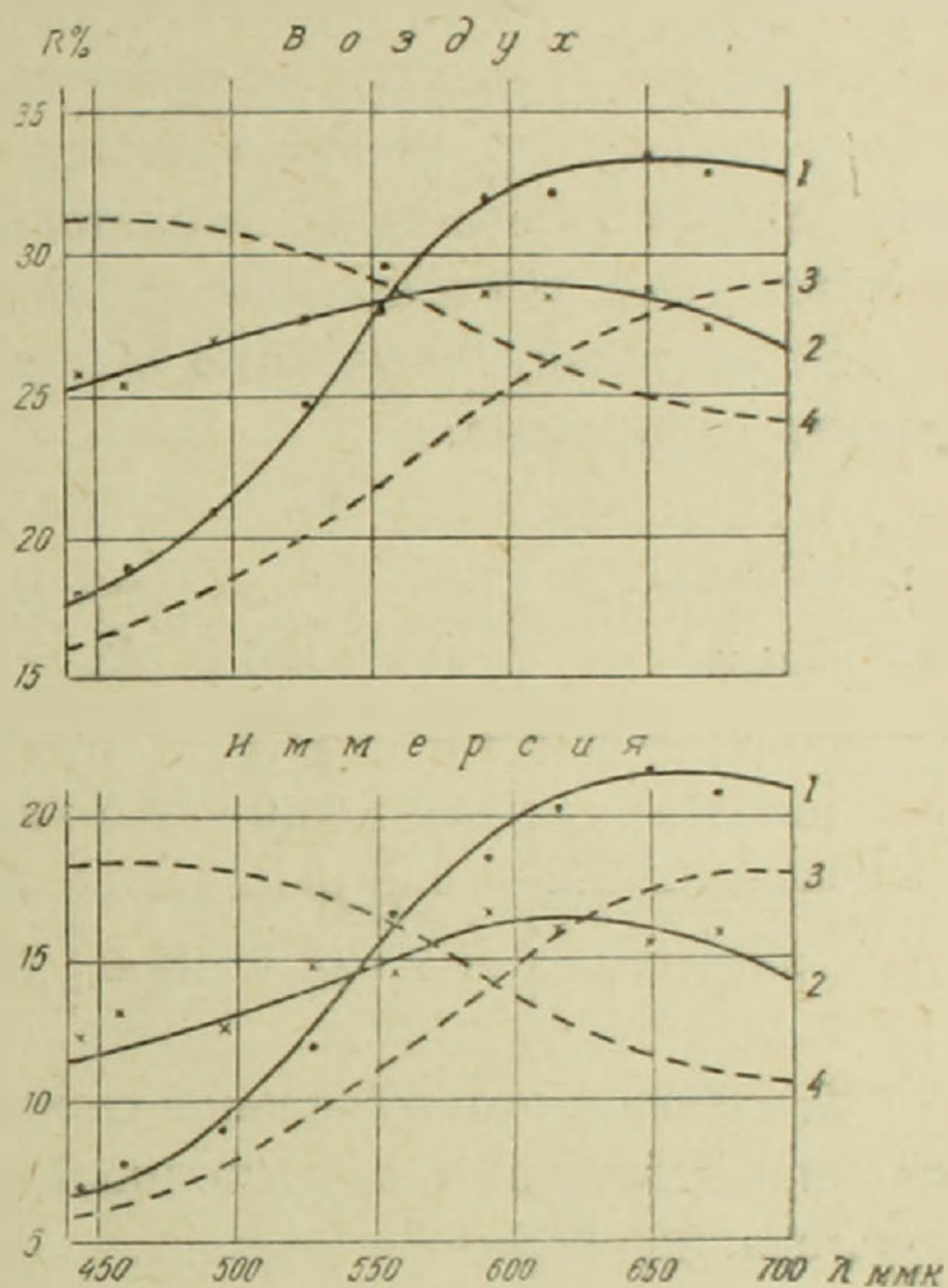
Характер дисперсии отражательной способности реньерита, выраженный резким возрастанием R в желто-оранжевой части спектра, свидетельствует об оранжево-желтом цвете минерала, что соответствует прямому наблюдению.

Эффект анизотропии реньерита проявлен настолько слабо, что двуотражение распознается только в иммерсии, причем сила двуотражения ($\Delta R_g - r$ отн.) достигает своего максимума (0,067) в желтом свете. Сила двуотражения реньерита определялась измерением главных показателей отражения (R_g и R_p) на сростках наиболее сильно двуотражающих зерен реньерита с теннантитом и борнитом. Из полученных данных в качестве наиболее близких к главному сечению приняты максимальное значение из ряда R_g и минимальное значение из ряда R_p . Значения как R_g так и R_p варьируют на разных зернах (разных сечениях) реньерита, что свидетельствует о двуосности минерала, оптический знак которого не определяется. Изменение силы двуотражения в различных длинах волн падающего света обусловлено цветным эффектом двуотражения, вследствие которого происходит дисперсия главных показателей (R_g и R_p).

Выявленные индивидуальные особенности реньерита в некоторой мере облегчают его микроскопическое определение, ибо в отношении оптических свойств реньерита в опубликованной литературе существуют противоречивые данные, которые в отдельных случаях создают непреодолимые трудности при диагностировании этого минерала. Так, некоторыми исследователями (1, 3, 5, 8, 9)

реньерит описывается как сильно анизотропный минерал с отчетливо выраженным цветным эффектом, другие авторы (4, 6, 10), наоборот, реньерит характеризуют как слабо анизотропный минерал. Окончательное решение этого вопроса, на наш взгляд, является чрезвычайно важным, ибо, как известно, недавно Гергардом Френцелем был обнаружен и описан (7) новый минерал — идаит (Cu_5FeS_6), который в отраженном свете идентичен с реньеритом. По данным Френцеля и других, для идаита характерна сильная анизотропия с цветным эффектом (в желто-красной и фиолетово-синей частях спектра), чем он и отличается от реньерита* (И. С. Волынский, Л. А. Логинова).

Необходимо отметить, что в недавно вышедшей книге О. М. Шубникова (2) отмечает, что «отражательная способность реньерита такая же как и борнита», с чем трудно согласиться, ибо, как показали измерения от-



Фиг. 1. Кривые дисперсии отражательной способности реньерита (1), германита (2), борнита (3) и теннантита (4).

* Реньерит из месторождений Принц-Леопольд, Тсумеб и др. изучался и автором этой статьи. По нашим наблюдениям во всех месторождениях реньерит проявляет слабую анизотропию, которая на зернистых агрегатах заметная.

ражательной способности реньерита из многих месторождений мира, в пределах всей видимой части спектра он отчетливо светлее борнита.

Германит—в виде округлых выделений размером в тысячные, реже сотые доли миллиметра рассеян в полях борнита, блеклой руды, халькозина и штроейерита. Он часто находится в совместных зональных образованиях с реньеритом, образуя ядро отдельных выделений реньерита.

Микротвердость по данным двух измерений составляет 228 кг/мм², что соответствует 4,3 по шкале Мооса. В отраженном желтом свете германит темнее реньерита, но незначительно светлее теннантита. По сравнению с реньеритом минерал лишен оранжевого оттенка и в окраске его преобладает коричневато-фиолетовый оттенок, чем он и отличается от блеклой руды. По сравнению с борнитом германит белесый.

Изотропный. Результаты измерений отражательной способности германита следующие:

Таблица 2

λ мкм		443	465	493	525	557	590	617	650	671	704
R в %	воздух	25,3	26,0	27,0	28,1	28,8	29,1	29,0	28,6	27,7	26,6
	иммерсия	11,7	12,1	13,0	14,0	15,2	16,5	16,1	15,8	15,3	14,6

Дисперсия отражательной способности германита в воздухе и в имерсии определялась в свежеполированном шлифе, в качестве эталона использовались борнит и теннантит. Полученные частные значения отражательной способности германита близко совпали с объединяющей их кривой (табл. 2, фиг. 2).

В качестве индивидуальной особенности германита следует отметить совокупность трех точек на кривой дисперсии его отражательной способности: в сине-фиолетовой части спектра он резко темнее теннантита, в зеленом свете ($\lambda = 560$ мкм) уравнивается с теннантитом и реньеритом, но светлее борнита, в желто-красной части спектра он отчетливо светлее теннантита, но темнее реньерита.

Следует отметить, что в литературе (^{10, 12, 13} и др.) цвет германита характеризуется как неоднородный от темно-розового до розовато-серого с фиолетовым оттенком. Действительно, изучение германита из месторождения Тсумиб (коллекция минераграфической лаборатории ИМГРЭ АН СССР) показывает, что он представлен несколькими разновидностями, которые часто образуют постепенные переходы.

И. С. Волынский и Л. А. Логинова выделяют три разновидности тсумибского германита, которые отличаются друг от друга как по цвету (характеру дисперсии отражательной способности), так и по освещенности (фиг. 2).

Первая разновидность тсумибского германита под микроскопом похожа на борнит в начальной стадии образования побежалости. Отража-

тельная способность* в желтом свете ниже борнита и избирательно повышается в фиолетовой и красной частях спектра. Вторая разновидность соломенно-желтая, отражательная способность в желто-оранжевой части спектра выше борнита и характеризуется постепенным падением в фиолетовой и красной частях спектра. Третья разновидность по цвету и отражательной способности является промежуточной между первой и второй разновидностями.

Любопытно, что германит из месторождения Тсумиб неоднороден не только по оптическим свойствам, но и по химическому составу. По данным существующих химических анализов содержание германия в тсумибском германите колеблется в пределах от 6 до 10 процентов⁽¹¹⁾.

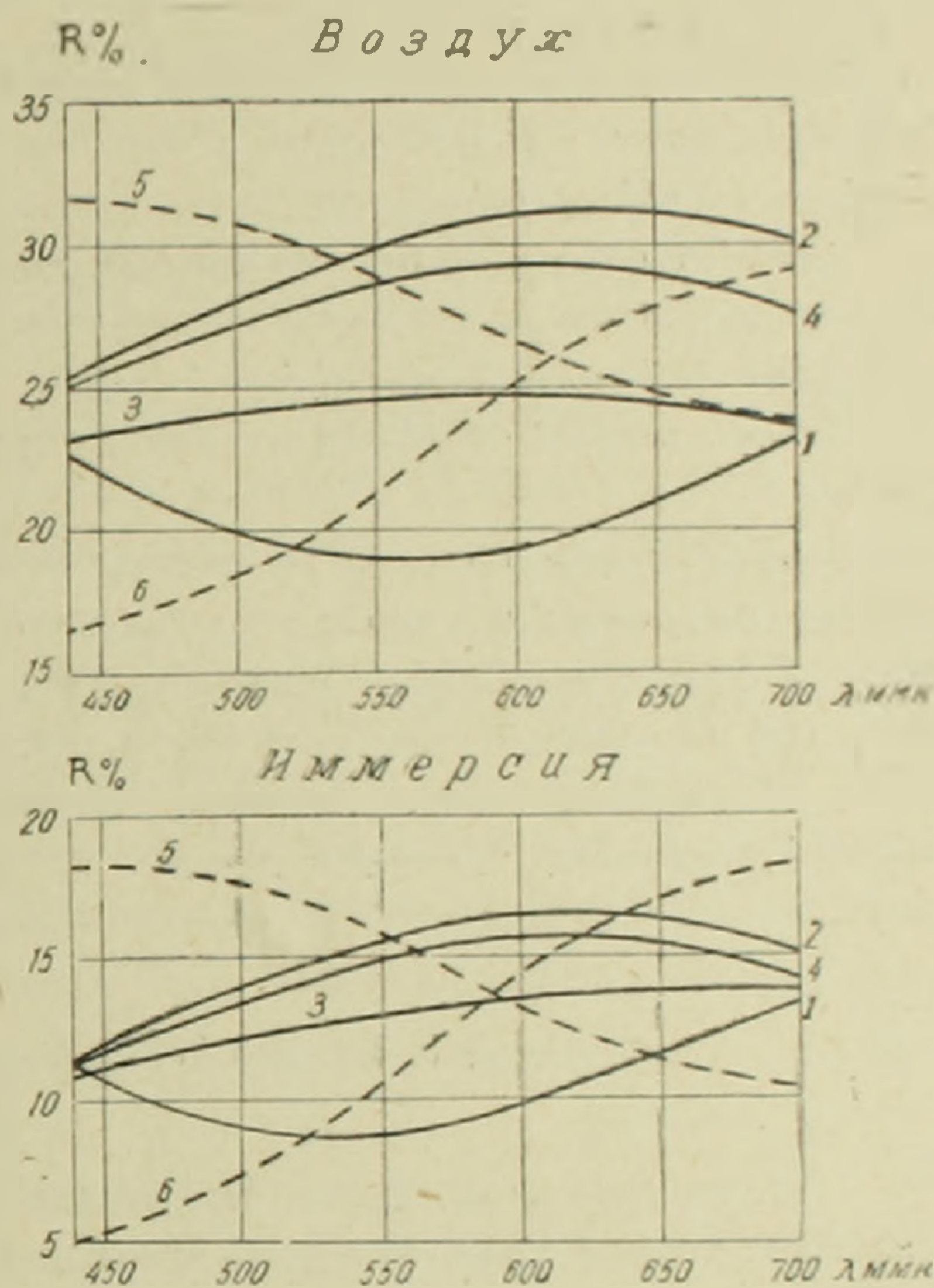
Как видно из сравнения приведенных кривых на фиг. 2, описываемый германит по своему характеру идентичен со второй разновидностью тсумибского германита, отличаясь от нее лишь несколько заниженными значениями R.

Исходя из этого, можно предполагать, что рассматриваемый минерал является своеобразной разновидностью германита. Такое предположение обосновывается также следующими фактами: минерал оптически изотропен, по твердости и относительному рельефу выше реньерита и незначительно ниже теннантита, и, что очень важно, он часто находится в совместных зональных образованиях с реньеритом.

В заключение следует отметить, что выявленные индивидуальные особенности реньерита и германита имеют важное диагностическое значение, учет которых в значительной мере может облегчить микроскопическое определение этих минералов.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

* Измерения дисперсии отражательной способности разновидностей германита произведены Л. А. Логиновой.



Фиг. 2. Кривые дисперсии отражательной способности германита (1, 2, 3) — разновидности из месторождения Тсумиб и 4 — из руд СССР (5) теннантита, (6) борнита.

Ուեյերիտի և գերմանիտի օպտիկական հատաստումների բանական բնութագիրը

Հոգվածում հիմնականում շարադրվում են գերմանիտի և ուեյերիտի օպտիկական հատաստումների չափման արդյունքները, որոնք կատարվել են հեղինակի կողմից ՍՍՌՄ ԳԱ Հազվագյուտ տարրերի միներալոգիայի, գեոքիմիայի և կրիստալոգրամիայի ինստիտուտում «ՕԿՓ-1» սարքի միջոցով:

Ուսումնասիրության են ենթարկվել բազմամետաղային հանքավայրերից մեկի՝ բոռնիտային հանքանյութերում հայտնաբերված ուեյերիտը (Է. Լ. Խաչատրյան և Լ. Հ. Կոչոյան) և գերմանիտը (հեղինակ):

Համեմատության համար մանրազնին միկրոսկոպիկական ուսումնասիրության են ենթարկվել նաև գերմանիտ և ուեյերիտ պարունակող աշխարհի համարյա բոլոր հանքավայրերից հավաքված հանքանյութերի հղկված նմուշներ (անշիֆներ):

Առաջին անգամ հեղինակի կողմից չափվել է գերմանիտի և ուեյերիտի միկրոկարծրությունը:

Բերվում է գերմանիտի և ուեյերիտի անդրադարձման ունակությունների գիսպերսիայի չափման արդյունքները, որոնց հիման վրա և կառուցվել են այդ գիսպերսիան արտահայտող կորեր: Բերվող գծագրերից հեշտությամբ հնարավոր է դառնում ի հայտ բերել մի շարք առանձնահատուկ օպտիկական հատկություններ, ինչպես ուեյերիտի, այնպես էլ գերմանիտի համար, որոնց իմացությանը զգալի կերպով կհեշտացնի այդ միներալների միկրոսկոպիկական որոշումը, սալով նրանց ավելի հիմնավոր բնույթ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆ ՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Կ. А. Карамян, Зап. Арм. отделения всесоюзного минералогического общества, № 1, 1955. ² Колл. авторов, Минералы, М., 1960. ³ Г. О. Пиджян, ДАН АрмССР, т. XXX, № 3 (1960). ⁴ Ф. Л. Смирнов и Л. И. Яковлев, Труды минералогического музея, вып. 10, 1959. ⁵ Э. А. Хачатурян, Изв. АН АрмССР (серия геологич.), № 6 (1958). ⁶ Э. А. Хачатурян и А. А. Коджоян, Изв. АН АрмССР (серия геологич.), № 3—4 (1960). ⁷ Г. Френцель, Neues Jahrbuch mineralogie. Jahrgang, 1958, Heft 6. ⁸ Г. Macyu, Com. Special Katanga Annales, t. 9, 1938. ⁹ Ж. Myrdox, Am. Mineralogist, 1953, V. 38. ¹⁰ P. Ramdohr, Die Erzminerale und ihre Verwachsungen: Akad. Verlag. Berlin, 1956. ¹¹ Ч. Склер и Д. Геуер, Econ. Geol., V, 52 № 6, 1957. ¹² H. Schneiderhöhn and P. Ramdohr, Lehrbuch der Erzmikroskopie. Band II: Gebrüder Borntraeger, Berlin, 1931. ¹³ E. Томсон, Thoronto Univ. Studies, Geol. ser. 17, 1924.