

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ЗАМЕТКИ

Г. А. Анненкова

КСОНОТЛИТ ИЗ КЕЛЬБОДЖАРСКОГО РАЙОНА
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

Ксонотлит — минерал сравнительно редкий и потому каждая новая находка его может представлять определенный интерес. До настоящего времени в Советском Союзе было известно восемь точек, в которых отмечался ксонотлит, в том числе две точки на Северном Кавказе.

В 1962 г. при разборе материала из Кельбоджарского района (юго-запад Азербайджанской ССР), переданного в Минералогический музей Г. Ф. Полковским, был обнаружен неизвестный минерал, при последующем изучении диагностированный как ксонотлит.

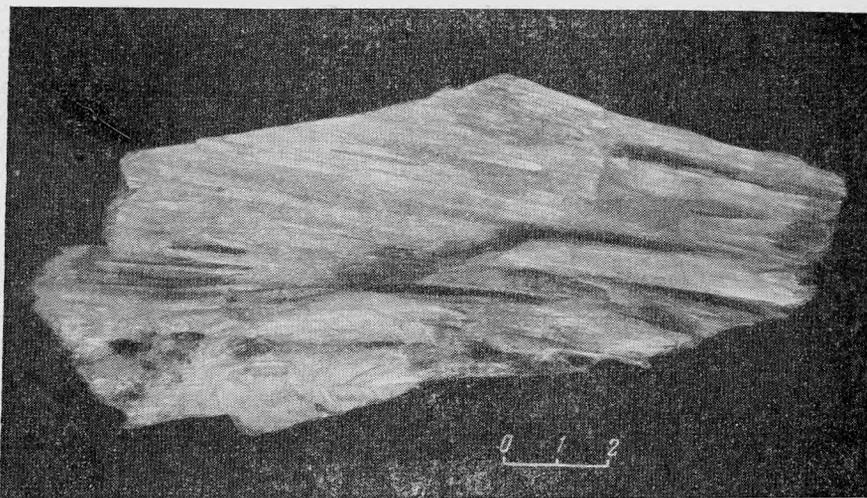


Рис. 1. Параллельно-волокнистый ксонотлит Кельбоджарского района Азербайджанской ССР

Судя по имеющимся образцам, этот ксонотлит встречается непосредственно в серпентинитах в виде мономинеральных прожилков до 4 см мощностью. Форма выделения сноповидная или параллельно-волокнистая (рис. 1) с длинной отдельными волокнами, располагающимися под углом к плоскости контакта, до 12 см (такие крупные выделения ксонотлита встречаются сравнительно редко). Цвет минерала снежно-белый или слегка розоватый; полупросвечивает. Плотный, очень вязкий, с трудом раскалывается на волокна с занозистым изломом, твердость 6,5.

В шлифе имеет тонковолокнистую структуру, причем даже отдельные игольчатые кристаллы ксонотлита представляют собой агрегат веерообразных пучков из тонких волоконцев, в общем ориентированных параллельно удлинению. Интерференционная окраска низкая, серая. Волокна имеют положительное удлинение и прямое или почти прямое погасание. $N_g = 1,591 \pm 0,001$; $N_p = 1,580 \pm 0,001$; $N_g - N_p = 0,011$, что совпадает с данными по ксонотлитам из других месторождений. Другие оптические константы определить не удалось из-за тонкой волокнистости минерала.

Спектральный анализ снежно-белой и слегка розовой разностей дал почти идентичные результаты — отличие заключалось лишь в некотором увеличении содержания Mn для слегка розовой разности. По данным спектроскопии, в минерале как основные компоненты были обнаружены Ca и Si, в незначительном количестве Mg и Al, следы Fe и Mn, что свидетельствовало, казалось, о большой чистоте анализируемого материала.

В термической лаборатории ИГЕМ АН СССР были получены кривая потери веса и дифференциальная кривая нагревания (рис. 2), на которой видны два эндотермических эффекта с максимумами при 770 и 830°. Природа первого из них осталась неясной. Второй эндотермический пик связан, по-видимому, с потерей конституционной воды, так как основное количество воды выделяется при температуре 800—870°. Общая потеря

Т а б л и ц а 1

Химический состав (в %) и оптические свойства ксонотлита

Компоненты	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	49,69	49,78	50,42	49,22	49,28	35,13
TiO ₂	0,03	Не обн.	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	0,39	0,28	—	Следы	0,19	—
Fe ₂ O ₃	0,27	0,05	—	0,16	0,13	—
FeO	Следы	0,03	—	—	—	—
CuO	0,01	—	—	—	—	—
MnO	Не обн.	0,01	—	Следы	0,03	—
MgO	»	0,21	—	—	0,01	—
CaO	45,89	46,31	47,06	47,76	47,26	49,09
Na ₂ O	Следы	Не обн.	—	—	0,29	—
K ₂ O	»	»	—	—	0,09	—
H ₂ O ⁻	0,05	0,19	—	} 3,21	0,06	15,78
H ₂ O ⁺	3,18	3,02	2,52		3,13	
CO ₂	—	—	—	Не обн.	Не обн.	—
SO ₃	—	—	—	»	»	—
С у м м а	99,51	99,88	100,00	100,35	100,47	100,00
N_g	1,595	1,592	—	1,591	—	—
N_p	1,582	1,581	—	1,580	—	—
$N_g - N_p$	0,013	0,011	—	0,011	—	—

1 — ксонотлит, р. Тамватвэз, Северо-Восток СССР, аналитик Р. И. Донская (Васецкий, Владимиров, 1958); 2 — ксонотлит, г. Джемараклы-Тюбе, Северный Кавказ, аналитик Ф. Л. Старосельская (Сердюченко, Каденский, 1958); 3 — теоретический состав ксонотлита, соответствующий формуле $Ca_6Si_6O_{17}(OH)_2$; 4 — ксонотлит, Кельбоджарский р-н, Азербайджанская ССР, аналитик Г. А. Осолодкина; 5 — ксонотлит, Кельбоджарский р-н, Азербайджанская ССР, аналитик М. Гусева; 6 — теоретический состав афвилита, соответствующий формуле: $Ca_3[SiO_3(OH)]_2 \cdot 2H_2O$.

воды в ксонолите, согласно термическому анализу, составила 3,25%, что, как будет видно впоследствии, хорошо согласуется с данными химических анализов. Высокая температура дегидратации и разрушение структуры ксонолита после прокаливании (как показала порошкограмма) подтверждают мнение о конституционном характере воды в этом минерале.

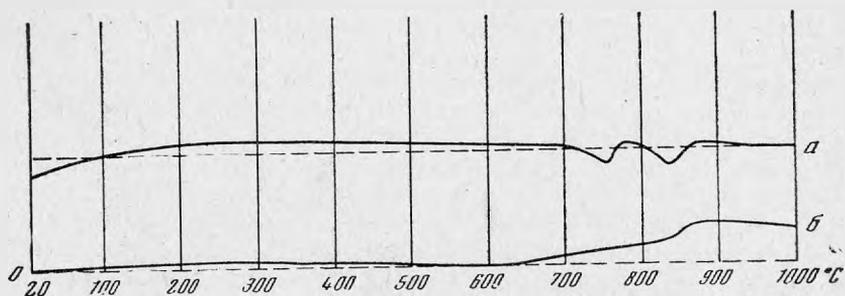


Рис. 2. Дифференциальная кривая нагревания (а) и кривая потери воды (б).
Навеска 92,4 мг, потеря 3,0 мг = 3,25%

Химический анализ ксонолита, сделанный химиком Минералогического музея АН СССР Г. А. Осолодкиной, показал избыточное содержание Са по сравнению с теоретическим. Анализ был повторен М. Гусевой (ИГЕМ АН СССР). Результаты обоих анализов оказались очень близки и привели к мысли о наличии примеси в нем другого кальцийсодержащего минерала (табл. 1). Так как, по литературным данным,

Таблица 2
Порошкограммы ксонолита и афвиллита
(Си-излучение, $D = 57,0$ мм, $d = 0,6$ мм)

1		2		3		1		2		3	
I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n
3	8,59	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2,30
7	7,06	3	7,00	—	—	4	2,245	4	2,25	4	2,27
—	—	—	—	7	6,53	—	—	1	2,15	7	2,14
—	—	—	—	3	5,79	9	2,029	5	2,03	2	2,05
—	—	—	—	6	5,05	—	—	—	—	2	2,00
—	—	1	4,71	4	4,69	—	—	—	—	4	1,973
9	4,24	7	4,25	—	—	9	1,938	3	1,938	7	1,935
—	—	1	4,00	5	4,12	—	—	1	1,889	4	1,910
9	3,89	—	—	1	3,89	7	1,827	—	—	6	1,849
3	3,62	9	3,63	5	3,70	—	—	3	1,819	7	1,795
1	3,443	—	—	—	—	3	1,740	1	1,742	7	1,764
—	—	—	—	3	3,39	7	1,702	4	1,707	3	1,715
9	3,234	10	3,25	5	3,28	—	—	1	1,693	6	1,695
—	—	—	—	9	3,16	1	1,675	2	1,648	—	—
10	3,06	9	3,07	—	—	4	1,633	—	—	—	—
—	—	1	2,97	4	3,02	4	1,592	—	—	—	—
9	2,815	2	2,82	10	2,82	4	1,567	2	1,573	—	—
7	2,689	9	2,69	9	2,71	—	—	1	1,537	—	—
—	—	2	2,63	3	2,64	7	1,512	1	1,514	—	—
1	2,616	—	—	—	—	6	1,418	1	1,418	—	—
—	—	—	—	5	2,57	6	1,382	4	1,387	—	—
7	2,495	1	2,50	1	2,49	1	1,358	1	1,353	—	—
—	—	—	—	3	2,42	1	1,347	1	1,347	—	—
3	2,326	3	2,33	7	2,33	—	—	—	—	—	—

1 — ксонолит, Тегла де Ксоногла, Мексика (Михеев, 1957, табл. 728); 2 — ксонолит, Кельбоджарский р-н, Азербайджанской ССР, Си-излучение; 3 — афвиллит, Дютуаспан, Кимберлей, Южная Африка (Михеев, 1957, табл. 729).

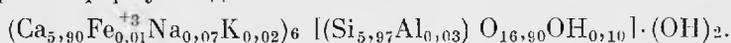


Рис. 3. Игольчатые включения афвиллита А в ксонотлите К.
Без анализатора. Увел. 360

в ассоциации с ксонотлитом чаще всего встречаются кальцит, таумасит, спёррит, скоутит, то прежде всего были сделаны повторно частные определения CO_2 , SO_3 , которые входят в состав этих минералов. Результаты оказались отрицательными. Одновременно были тщательно просмотрены шлифы и при больших увеличениях (480 раз) были обнаружены одиночные бесцветные тонкие игольчки (рис. 3) неизвестного минерала, выделяющиеся своим высоким рельефом (показатели преломления приблизительно на 0,05 выше, чем у ксонотлита). Эти игольчки располагаются параллельно волокнам ксонотлита и при малых увеличениях ошибочно принимались за трещинки спайности. Форма выделения и приблизительная величина показателей преломления позволили предположить, что неизвестный минерал является афвиллитом.

Это предположение подтвердилось при рассмотрении порошкограммы ксонотлита, основные линии которой совпадают с эталонами для ксонотлита и в то же время она имеет некоторые добавочные линии, которые характерны для афвиллита (табл. 2).

Таким образом, данные химического анализа можно рассматривать как анализ смеси двух минералов: ксонотлита и афвиллита. Пересчет химического анализа (табл. 3) приводит в таком случае к следующей структурной формуле для ксонотлита:



Коэффициенты при Mn и Mg слишком незначительны и потому эти элементы в формулу не введены. Вхождение гидроксильной группы вместо кислорода в кремнекислородный тетраэдр было доказано Мегав (Megaw, 1949).

Согласно пересчету, примесь афвиллита в ксонотлите составляет 9,55%, а формула афвиллита имеет следующий вид: $\text{Ca}_3[\text{SiO}_3(\text{OH})]_2 \cdot 0,28\text{H}_2\text{O}$.

Оба минерала, по-видимому, образовались в процессе гидротермальной переработки серпентинитов и афвиллит, как более богатый водой гидросиликат, выделился позднее ксонотлита.

Хотя афвиллит — минерал очень редкий и известен пока в трех точках мира, возможность нахождения его в Кельбоджарском районе тем

Расчет химического анализа

Компоненты	Содержание, %	Молекулярные кол-ва	Атомные отношения по катионам		Коэффициенты при катионах	
			афвиллит	ксонотлит	афвиллит	ксонотлит
SiO ₂	49,28	8505	642	7563	2	5,97
Al ₂ O ₃	0,19	18,6	—	37	—	0,03
Fe ₂ O ₃	0,13	8	—	16	—	0,01
MnO	0,03	4	—	4	—	0,003
MgO	0,01	2	—	2	—	0,001
CaO	47,26	8427	963	7464	3	5,90
Na ₂ O	0,29	47	—	94	—	0,07
K ₂ O	0,09	10	—	20	—	0,02
H ₂ O ⁺	3,13	1739	—	—	—	—
Сумма	100,41	—	1605	15200	—	—

более вероятна, что подобная ассоциация ксонотлита и афвиллита наблюдалась в контактово-метасоматическом месторождении Кристомор в Калифорнии, США (Switzer, Bailey, 1953).

При просмотре имеющихся в литературе анализов ксонотлита из месторождений Советского Союза было обращено внимание на анализ ксонотлита из центрального участка Окуртау (Протождьяконова, 1957). На основании химического состава (49,20 % SiO₂; 47,80 % CaO; 0,55 % MgO; 2,07 % H₂O), автор считает минерал чистым ксонотлитом. Однако при попытке пересчитать приведенные результаты анализа на формулу были получены следующие молекулярные отношения: SiO₂ = 8192; CaO = 8523; MgO = 136, которые свидетельствуют об избыточном содержании Ca, а значит о существовании примеси какого-то другого минерала. Если предположить, что и в данном случае в качестве примеси присутствует афвиллит, то пересчет анализа приведет для ксонотлита к формуле (Ca_{5,89}Mg_{0,11})[Si₆O₁₇]·2H₂O. Тогда избыточные молекулярные отношения CaO : SiO₂ = 1401 : 934 = 3 : 2, что точно соответствует отношениям в афвиллите. Недостаток воды, возможно, объясняется ошибкой химического анализа.

Таким образом, при всей кажущейся внешней чистоте материала (как это отмечалось для ксонотлитов из Окуртау и Кельбоджарского района) результаты химического анализа могут подсказать исследователю наличие примеси другого, близкого по составу гидросиликата, что может быть обнаружено при тщательном микроскопическом изучении.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Васецкий И. П., Владимиров Б. Н. Тамбавэмский ксонотлит.— Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР, 1958, № 13.
- Михеев В. И. Рентгенометрический определитель минералов. М., Госгеолтехиздат, 1957.
- Протождьяконова З. М. Находка ксонотлита в хребте Окуртау.— Труды Среднеазиатского политехн. ин-та, 1957, вып. 4.
- Сердюченко Д. П., Каденский А. А. Ксонотлиты и пектолиты Кавказских и других месторождений.— Зап. Всес. мин. об-ва, 1958, ч. 87, вып. 1.
- Megaw H. D. Hydroxyl groups in afwillite.— Acta crystallogr., 1949, 2.
- Switzer G., Bailey E. H. Afwillite from Crestmore, California.— Amer. Mineralogist, 1953, 38, № 7—8.