

Н. Н. МОЗГОВА И С. Д. ЧЕТВЕРИКОВ

О ДАННЕМОРИТЕ ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТЕТЮХЕ

В пустотах скарновых месторождений Тетюхе встречаются интересные минеральные образования, представленные белыми или серовато-белыми кожистыми и ватоподобными массами, которые покрывают в виде оболочек друзы кальцита, кварца и других минералов (рис. 1). Для них

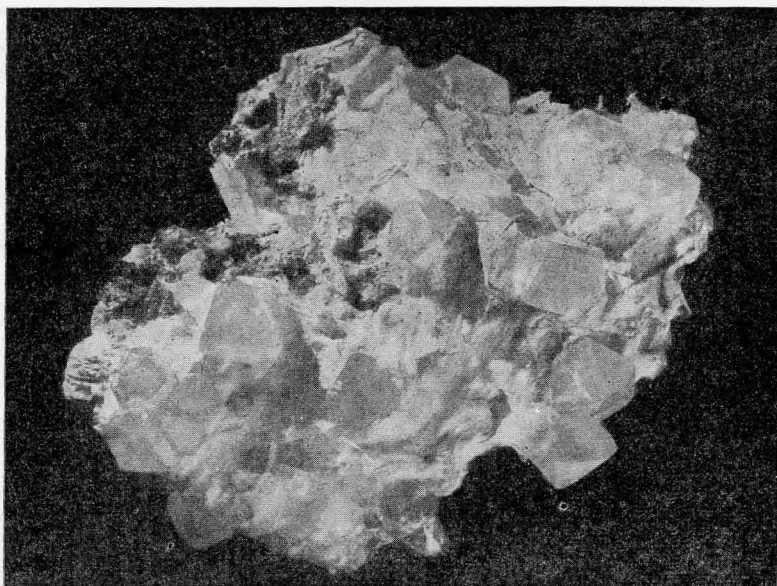


Рис. 1. Пленка амфибола на друзе дипирамидального кварца.
Нат. вел.

типичен парагенезис с дипирамидальным кварцем, ильваитом, адуляром, стильпноmelаном и иногда с гранатом. В некоторых случаях площадь поверхности подобных оболочек, похожих по внешнему виду на старый пергамент, достигает нескольких метров. Реже наблюдаются более массивные скопления, похожие на горную пробку и чаще всего ассоциирующиеся с длиннопризматическим кварцем (рис. 2). В воде, скопившейся на дне некоторых скарновых полостей, это минеральное вещество находится в виде сгустков и гелеподобных масс.

Долгое время все указанные образования в тетюхинских месторождениях по внешнему сходству принимались за палыгорскит. Только Л. Н. Хетчиков, изучавший месторождение I Советского рудника, на основе рентгеновских данных установил принадлежность этого минерала к амфиболам. Он же, на основании химического анализа, высказал предположение, что, возможно, амфибол Тетюхе является новым минеральным

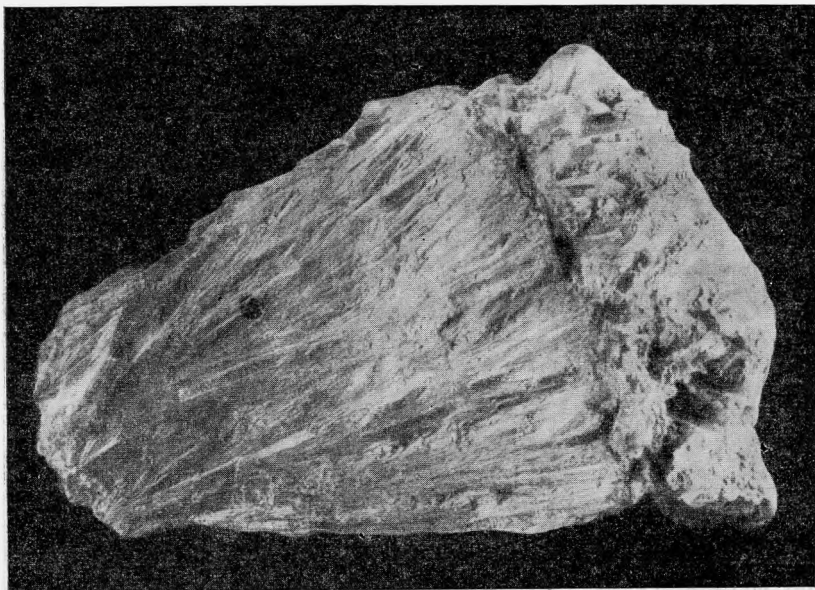


Рис. 2. Амфибол с кварцем на лучистом агрегате манган-геденбергита.
Нат. вел.

видом, близким к актинолиту. Исходя из условий нахождения, морфологических особенностей и поведения минерала в воде, Л. Н. Хетчиков сделал вывод о его коллоидном происхождении (1955).

Почти одновременно с Л. Н. Хетчиковым нами было проведено изучение аналогичного волокнистого минерала из скарновых пустот другого тетюхинского месторождения — „Верхнего рудника“. Полученные результаты также подтвердили принадлежность данного минерала к группе амфиболов.

Микроскопическое изучение уже при небольших увеличениях показало, что кожистые оболочки этого минерала состоят из тонких и длинных волокон, в то время как пробкоподобные массы представлены более коротковолокнистыми разностями. Помимо волокон, и в первой и во второй разновидностях наблюдаются включения темных сферолитов. В спутанных длиноволокнистых массах сферолиты распределены неравномерно и находятся между волокнами. Иногда в таком же положении в волокнистой массе можно наблюдать более крупные (до 2 мм по оси IV) совершенные кристаллы дипирамидального кварца и, реже, ильваита и андрадита. В коротковолокнистых разностях волоконца обрастают темные ядра и в целом представляют собой как бы укрупненные, окристаллизованные с периферии сферолиты. Последнее, действительно, может свидетельствовать о коллоидном происхождении минерала.

Вследствие очень тонкой волокнистости материала удалось определить только величину угла погасания отдельных волокон (в общей массе погасание прямое), положительное удлинение и два показателя преломления. Полученные константы и данные по сходным минералам приведены в табл. 1. Определение показателей преломления темных сферолитов дало цифру $n_{cp} = 1,640$.

Таблица 1

Оптические константы и удельные веса амфиболов

Образец	n_g	n_p	n_m	$n_g - n_p$	cNg	$2V$	Уд. вес
Железисто-кальциевый амфибол из „Верхнего рудника“	1,706	—	1,686	0,020	8—14°	—	3,2663*
Железисто-кальциевый амфибол из „I Советского рудника“, по Хетчикову (1955)	1,664	—	1,658	0,007— —0,008	0	—	—
Амфибол из Лянгара, по Мясикиву (1951)	1,704	1,669	1,697	0,035	12— 12,5	Большой отрицат.	3,365
Даннеморит, по Сундьюсу (1924)	1,713	1,673	1,697	0,040	12	(—) 80°	3,516
Грюнерит, по Ларсену (1937)	1,700	1,663	1,684	0,034	11	(—) 85—86	3,52
Амозит, по Вермаасу (1952)	1,725— —1,700	1,675— —1,662	0,700— —1,725	0,040	5—13	(—) 82—87	3,48
Куммингтонит, по Ю. Ир. Половинкиной (1953)	1,693	1,660	1,677	0,033	12—22	(—) 84—86	3,47
Актинолит, по Винчеллу (1953)	1,641	1,618	1,633	0,023	15	(—) 81,5	3,04

* Определен гидростатическим взвешиванием в спирте, среднее из трех измерений.

Для выяснения природы сферолитов были сняты дебаеграммы с образцов с разной степенью насыщенности подобными образованиями. На всех снимках появились в общем одни и те же линии. Кроме того, рентгенограммы сферолитов, незначительное количество которых с трудом удалось выделить, обнаруживают большое сходство межплоскостных расстояний и интенсивностей линий с дебаеграммами смеси (табл. 2). Линии, получившиеся на снимках сферолитов, — размыты и расположены на интенсивном фоне, что свидетельствует о плохой окристаллизованности материала. На основании указанных данных мы отнесли и сферолиты и волокна к одному минеральному виду в состоянии различной окристаллизованности. В табл. 2, кроме результатов расчета рентгенограмм амфибола из Тетюхе, приведены для сравнения рентгеновские характеристики амфиболов из группы куммингтонита и актинолита южноафриканских месторождений и куммингтонита из Кривого Рога.

Сопоставление данных, помещенных в табл. 1 и 2, показывает, что по оптическим свойствам и дебаеграммам тетюхинский амфибол более сходен

Таблица 2

Рентгеновская характеристика амфиболов из Тетюхе и других месторождений¹

Номера линий	Тетюхе ²						Кривой Рог (Половинина, 1953)		Южная Африка (Vermaas, 1952)									
	Волокнистый амфибол				Сферолиты		Куммингтонит		Грюнерит		Амосит		Куммингтонит		Актинолит			
	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d		
1	8	{9,17 8,41	10	{9,40 8,35	9	9,17	—	—	—	—	4	9,25	3	9,28	—	—	—	—
2	—	—	2	4,98	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4,98
3	1	4,56	2	4,57	1	4,56	—	—	1	4,64	3	4,61	4	4,58	3	4,55	2	4,46
4	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4,14	3	4,16	4	4,16	3	4,16	1	4,12
5	—	—	1	3,94	—	—	—	—	3	3,88	1	3,85	2	3,85	4	3,87	1	3,84
6	—	—	—	—	—	—	4	3,63	2	3,60	1	3,61	1	3,58	2	3,60	—	—
7	5	3,39	5	3,39	6	3,45	3	3,37	10	3,35	3	3,34	4	3,36	4	3,42	5	3,36
8	3	3,30	—	—	3	3,30	—	—	3	3,25	3	3,24	6	3,25	6	3,27	6	3,23
9	9	3,15	9	3,15	10	3,13	10	3,05	10	3,06	10	3,05	10	3,05	5	3,08	10	3,09
10	3	3,00	3	3,01	2	3,00	—	—	1	3,04	—	—	—	—	—	—	1	2,918
11	10	2,73	10	{2,81 2,73	10	2,75	5	2,70	1	2,95	9	2,751	8	2,746	10	2,754	1	2,768
12	7	2,63	7	2,69	9	2,64	—	—	6	2,63	6	2,621	7	2,622	6	2,627	9	2,686
13	8	2,54	7	2,54	9	2,57	—	—	5	2,52	2	2,522	3	2,510	6	2,516	2	2,57
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2,508
15	1	2,41	—	—	—	—	5	2,46	1	2,44	1	2,423	—	—	1	2,419	—	—
16	6	2,37	6	2,37	4	2,35	—	—	4	2,30	—	—	—	—	—	—	—	—
17	4	2,29	2	2,29	—	—	—	—	1	2,24	4	2,287	2	2,292	5	2,303	8	2,308
18	8	2,18	7	2,18	9	2,18	—	—	6	2,20	7	2,192	6	2,194	8	2,194	8	2,157
19	—	—	7	2,07	—	—	6	2,10	2	2,10	—	—	—	—	3	2,101	—	—

Номера линий	Тетюхе ²							
	Волокнистый амфибол						Сферолиты	
	I	d	I	d	I	d	I	d
20	7	2,03	7	2,03	3	2,03	—	—
21	2	1,90	2	1,908	4	1,902	5	1,914
22	1	1,83	1	1,832	3	1,830	—	—
23	2	1,757	1	1,783	3	1,761	—	—
24	2	1,705	1	1,707	3	1,709	—	—
25	6	1,669	5	1,671	—	—	—	—
26	6	1,635	3	1,639	7	1,639	4	1,637
27	—	—	—	—	—	—	—	—
28	6	1,590	5	1,592	8	1,594	—	—
29	—	—	—	—	—	—	5	1,543
30	8	1,525	8	1,527	9	1,527	—	—
31	7	1,455	7	1,461	4	1,455	—	—
32	—	—	—	—	—	—	—	—
33	1	1,41	—	—	—	—	—	—
34	3	1,374	4	1,378	—	—	—	—
35	2	1,35	2	1,351	—	—	—	—
36	—	—	—	—	—	—	—	—
37	7	1,308	7	1,316	8	1,312	—	—
38	—	—	—	—	—	—	—	—
39	1	1,283	1	1,286	2	1,286	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—
41	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 2 (продолжение)

158

Кривой Рог (Шоловингина, 1953)		Южная Африка (Vermaak, 1952)							
Куммингтонит		Грюнерит		Амосит		Куммингтонит		Актинолит	
I	d	I	d	I	d	I	d	I	d
2	2,06	2	2,038	2	2,036	3	2,041	8	1,998
3	1,97	—	—	—	—	3	1,959	6	1,876
4	1,84	—	—	—	—	—	—	7	1,802
1	1,80	—	—	—	—	—	—	1	1,741
1	1,72	—	—	—	—	—	—	—	—
8	1,67	8	1,657	6	1,659	7	1,663	1	1,68
4	1,63	5	1,629	4	1,628	4	1,633	9	1,639
3	1,60	—	—	—	—	—	—	1	1,612
1	1,59	—	—	—	—	3	1,599	8	1,576
4	1,55	4	1,549	2	1,548	2	1,555	1	1,549
7	1,53	7	1,517	6	1,518	7	1,527	1	1,525
2	1,47	1	1,464	1	1,466	2	1,464	8	1,499
1	1,44	—	—	—	—	1	1,436	10	1,433
8	1,40	9	1,399	9	1,400	9	1,409	—	—
4	1,38	—	—	—	—	3	1,386	—	—
1	1,37	—	—	—	—	—	—	4	1,356
3	1,33	3	1,329	3	1,327	3	1,335	4	1,332
7	1,30	—	—	—	—	2	1,305	4	1,307
—	—	5	1,298	6	1,299	8	1,301	4	1,291
2	1,27	3	1,272	2	1,273	4	1,280	—	—
2	1,26	—	—	—	—	3	1,258	—	—
3	1,23	1	1,227	—	—	3	1,231	—	—

Н. Н. Мозгова, С. Д. Чемсерицкий

Таблица 2 (продолжение)

Номера линий	Тетюхе ²						Кривой Рог (Половинкина, 1953)		Южная Африка (Vermaas, 1952)									
	Волокнистый амфибол				Сферолиты		Куммингтонит		Грюнсрит		Амосит		Куммингтонит		Актинолит			
	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d		
42	4	1,209	4	1,208	1	1,214	—	—	1	1,20	—	—	—	—	—	—	3	1,198
43	—	—	—	—	—	—	—	—	6	1,18	2	1,183	3	1,189	6	1,187	1	1,189
44	2	1,173	—	—	—	—	—	—	1	1,17	—	—	—	—	3	1,171	—	—
45	1	1,139	1	1,144	—	—	—	—	1	1,15	—	—	—	—	—	—	2	1,158
46	2	1,122	—	—	—	—	—	—	2	1,12	2	1,13	3	1,121	—	—	4	1,123
47	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1,08	1	1,08	1	1,076	—	—	5	1,079
48	8	1,06	8	{1,066 1,059	—	—	—	—	3	1,06	—	—	—	—	—	—	1	1,061
49	—	—	—	—	—	—	—	—	6	1,04	8	1,040	—	1,041	5	1,042	9	1,047
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1,027	2	1,027	—	—	2	1,030
51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1,014	1	1,009	—	—	1	1,004
52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0,998	2	0,992	—	—	8	0,987
53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	0,952
54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	0,934
55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0,920
56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	0,910
57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0,907
58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0,902
59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0,900

¹ Рентгеновая характеристика даннеморита не помещена за отсутствием литературных данных.

² Съемка производилась в Рентгеновской лаборатории ИГЕМ АН СССР, на Fe-излучении. $2R = 57,9$; $d = 0,6$.

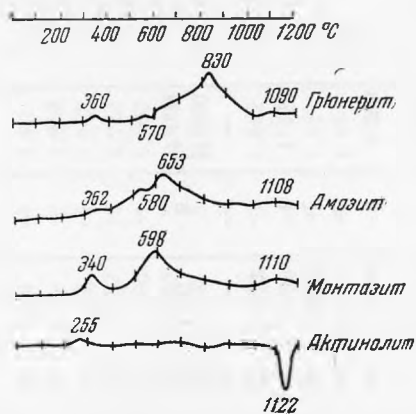
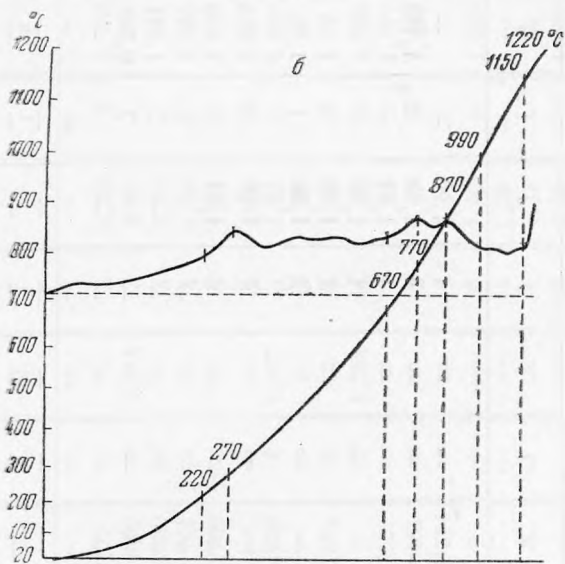
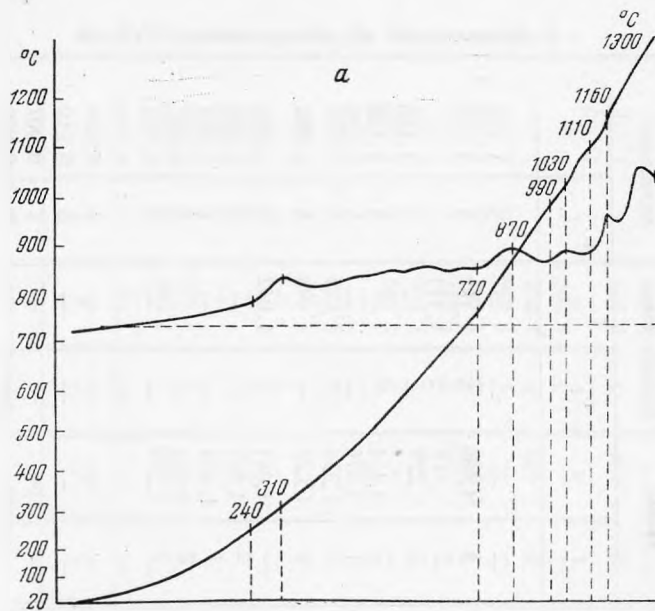


Рис. 3. Кривые нагревания амфиболов.

а и б — амфибол из Тетюхе; в — амфиболы из месторождения Южной Африки (Verhaas, 1952)

с грюнеритом и его волокнистыми разновидностями — амозитом и мон-тазитом, чем с актинолитом. Сходство подтверждается также и термо-кривыми (рис. 3), которые как у тетюхинского амфибола, так и у грюне-рита и его разновидностей, характеризуются двумя наиболее ясно выра-женными экзотермическими пиками в области средних температур, обу-словленными, по всей вероятности, окислением железа и распадом струк-туры минерала. Однако относительное расположение экзотермических

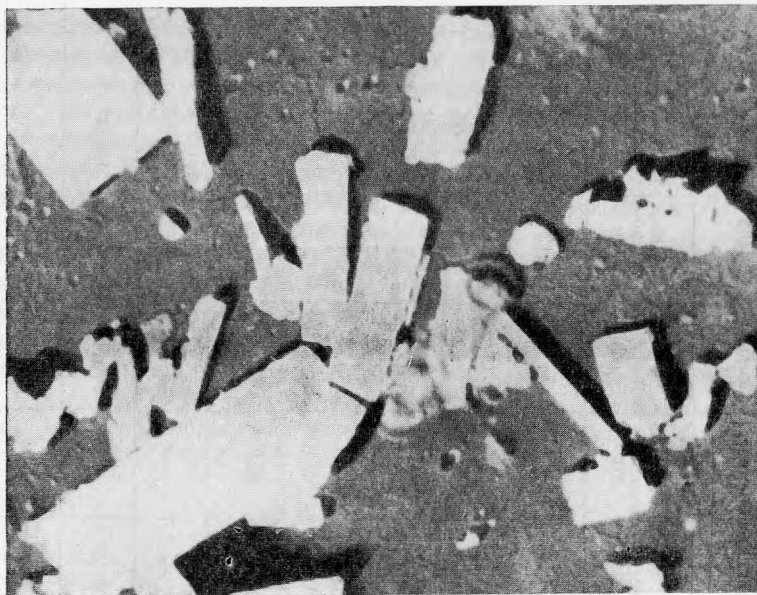


Рис. 4. Микрофотография амфибола под электронным микроскопом. Увел. 13 000

максимумов для указанных минералов сильно варьирует, что, видимо, характеризует индивидуальную разницу между этими разновидностями. (Экзотермическими эффектами в области высоких температур на кривой амфибола из Тетюхе надо пренебречь, поскольку они обусловлены ог-раничениями опыта при небольшой навеске. Термограммы снимались в Термической лаборатории ИГЕМ АН СССР под руководством А. И. Цвет-кова).

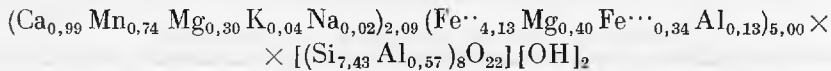
Микрофотография, снятая под электронным микроскопом с увели-чением в 13 000 раз (рис. 4), также обнаруживает сходство с аналогич-ными снимками южноафриканских железистых амфиболов (Vermaas, 1952) и больше всего — с микрофотографией амозита. Оба амфибола представлены на снимках хорошо образованными кристаллами призма-тической формы с отношением длины к ширине около 1 : 5.

Студнеобразную массу амфибола из продушины Верхнего рудника, предварительно высушенную при 105—110°, анализировали химически. В анализе (№ 1 в табл. 3), пересчитанном на высушенную навеску (было удалено 89,65% воды), количество воды занижено против обычного для данной группы минералов, что, вероятно, объясняется незначительным перегревом при удалении гигроскопической влаги. Поэтому при расчете

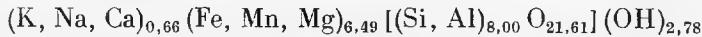
Химические анализы амфибола из Тетюхе и сходных с ним амфиболов из других месторождений

Описаны	Железисто-кальциевый амфибол, Тетюхе, Верхний рудник		Железисто-кальциевый амфибол, Тетюхе, I Советский рудник, по Хетчинову (1955)		Железисто-кальциевый амфибол, Лянгар, по Мясникову (1951)		Амосит, Южная Африка, по Вермаасу (1952)		Даннеморит, Даннемора, по Эрдману (1851)		Даннеморит, Копатая, по Космату (1905)		Куммингтонит, Кривой Рог, по Ю. Ир. Половинкиной (1924)	
	Вес. %	Атомное количество	Вес. %	Атомное количество	Вес. %	Атомное количество	Вес. %	Атомное количество	Вес. %	Атомное количество	Вес. %	Атомное количество	Вес. %	Атомное количество
SiO ₂	47,46	785	41,85	697	45,35	759	49,47	824	48,89	814	49,58	826	49,44	823
TiO ₂	—	—	Следы	—	Следы	—	0,25	3	—	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	3,76	74	1,28	12	5,20	102	0,63	12	1,46	29	0,53	10	3,27	63
Fe ₂ O ₃	2,86	36	10,78	61	2,46	30	4,15	52	—	—	1,05	13	1,99	24
FeO	30,91	431	18,52	258	29,20	406	35,63	495	38,21	531	25,50	354	37,69	523
MnO	5,49	77	8,54	120	2,60	37	0,61	8	8,46	119	10,81	152	—	—
MgO	2,96	73	1,64	41	2,28	57	6,57	163	2,92	72	9,60	238	5,82	144
CaO	5,82	103	7,92	140	10,97	196	0,52	9	0,73	13	2,93	53	0,39	7
Na ₂ O	0,10	4	—	—	0,35	11	0,02	1	Не опр.	—	Не опр.	—	0,28	6
K ₂ O	0,21	4	—	—	0,40	8	0,20	4	» »	—	» »	—	—	—
H ₂ O	0,43	48	8,94	350	1,45	161	2,23	248	» »	—	» »	—	2,11	235
SO ₃	Не опр.	—	0,50	—	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F	» »	—	—	—	0,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cl	» »	—	—	—	Следы	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Сумма	99,70		99,97		100,34		100,28		100,67		100,00		100,99	
F ₂ =O	—	—	—	—	0,02 100,32	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Аналитик	С. В. Хованский		Л. Б. Гумилович		В. С. Мясников									

формулы амфибола прибавляли около 2% H₂O. Полученная формула



близка к приведенной в реферате работы Андреатта и Пирани (Andreatta a. Pirani, 1955) формуле даннеморита



(с содержанием FeO — 21,25%, MnO — 8,24%).

По сумме изложенных здесь данных описанный амфибол можно считать даннеморитом, марганцовисто-кальциевой разновидностью грюнерита, но, по сравнению с минералами группы куммингтонита, — с повышенным содержанием кальция.

Железисто-кальциевый амфибол, сходный по оптическим свойствам и химическому составу с амфиболом из Тетюхе, был описан В. С. Мясниковым (1951) для скарнов Лянгарского месторождения и назван им ферритремолитом, причем В. С. Мясников также подчеркивал сходство некоторых свойств данного минерала с грюнеритом.

Химические анализы тетюхинского амфибола, лянгарского ферритремолита и других сходных амфиболов приведены в табл. 3. На основании сравнения этих химических анализов можно высказать предположение о том, что амфиболы из Тетюхе и Лянгара являются переходными членами не установленного еще ряда куммингтонит — актинолит.

ЛИТЕРАТУРА

- Винчелл А. и Винчелл Г. Оптическая минералогия. М., Изд-во [иностр. лит-ры, 1953.
- Ларсен Е. и Берман Г. Определитель прозрачных минералов под микроскопом. ОНТИ, 1937.
- Мясников В. С. Минераль скарнов Лянгарского месторождения в Средней Азии. Изд-во АН СССР, 1951.
- Половинкина Ю. Ир. О некоторых интересных амфиболах из пород Кривого Рога. — Записки Всес. минер. об-ва, серия II, ч. LIII, вып. 1, 1924.
- Половинкина Ю. Ир. Куммингтонит и щелочные амфиболы Кривого Рога. — Минер. сборник Львовск. геол. об-ва, № 7, 1953.
- Хетчиков А. Н. и Тумилович Л. Б. Минералы из группы амфиболов коллоидного происхождения. — Сообщ. Дальневост. филиала АН СССР, вып. 8, 1955.
- Andreatta C., Pirani R. Um raro amfibolo manganesifero, dannemorite, nel giacimento ferrifero di Comasine in Val di Plio. (Gruppo dell Ortles). — *Re. Soc. miner. Italiana*, Anno 11, 1955.
- Erdmann A. Eisenerz-Lagerstätte von Dannemora nach ihrer geologischen Beschaffenheit — *Dannemora Jernmal. i Upsala Län*. Stockholm, 1851.
- Kossmat, F. u. John C. Das Mangan-Eisenerzlager von Macskamező in Ungarn. — *Zs. prakt. Geol.*, Bd. 13, 1905.
- Sundius W. Zur Kenntnis der Monoklinen Ca-armen Amphibole (Grünerit -Cumingtonit Reine). — *Geol. Fören. Förh. Stockholm*, Bd. 46, Hf. 2, 1924.
- Vermaas I. H. S. The amphibole asbestos of South Africa. — *Trans. a proc. Geol. soc. of South Africa*, v. 55, 1952.