

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

ТРУДЫ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ

Выпуск 2

Редакторы: акад. Д. С. Белянкин и д-р геол.-мин. наук Г. П. Барсанов

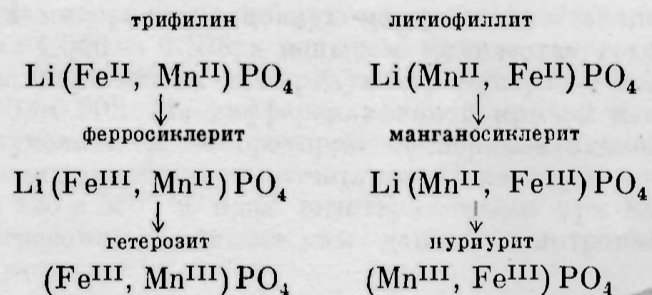
А. И. ГИНЗБУРГ

О СИКЛЕРИТЕ

Минерал сиклерит был впервые открыт в 1912 г. В. Шеллером [4] в пегматитах Пала (Калифорния) и описан как продукт изменения литиофиллита. Минерал считался очень редким и в течение 25 лет нигде более обнаружен не был.

В 1937 г. П. Квенсел [3], изучая трифилины пегматитов Варутреска и Левлунден в Швеции, установил, что сиклерит является первой стадией окисления трифилина  $\text{Li}(\text{Fe}, \text{Mn})\text{PO}_4$ , при котором все железо из двухвалентного состояния окислилось до трехвалентного, в то время как весь марганец остался двухвалентным. П. Квенсел предложил различать два типа сиклерита, в зависимости от того, образуется ли он в результате окисления трифилина (ферросиклерит) или литиофиллита (манганосиклерит, или просто сиклерит).

Процесс окисления минералов группы трифилина—литофиллита с образованием по ним сперва сиклерита, а затем гетерозита—пурпурита он изображает в следующем виде:



В 1938 г. сиклерит был указан Свитцером для пегматитов Центр Страффорд в штате Нью-Гемпшир, США, а в 1941 г. появилась сводная работа Б. Масона [2] по железомарганцовистым фосфатам. В этой работе Б. Масон приходит к выводу, что сиклерит широко распространен в литиевых пегматитах и присутствует во многих месторождениях, содержащих трифилин или литиофиллит (Гагендорф и Хюнеркobel в Баварии, Лимож во Франции, Бранчвилл в штате Коннектикут в США, Воджина в Западной Австралии, Ераярви в Финляндии и др.). Сравнивая сиклерит с минералом псевдогетерозитом, открытым в 1910 г. А. Лакруа, Б. Масон устанавливает их идентичность.

В СССР сиклерит был впервые обнаружен нами в 1944 г. в пегматитах Калбинского хребта, а в 1948 г. А. А. Беусом на месторождениях пегмати-

тов Средней Азии. В обоих этих районах сиклерит не образует крупных самостоятельных обособлений, а встречается в виде узкой промежуточной каемки между выделениями серого трифилина и окружающего его темно-бурого, почти черного гетерозита. Выделить сиклерит в чистом виде для исследований не представлялось возможным, поскольку он связан непрерывными переходами с одной стороны с трифилином, а с другой — с гетерозитом. Вообще нужно отметить, что сиклерит наблюдался главным образом при наличии резко выраженной зоны окисления и выщелачивания. Трифилин с поверхности месторождений нацело был изменен и превращен преимущественно в водные фосфаты  $Fe^{III}$  и  $Mn^{III}$  типа рокбриджита и гидрогетерозита.

В 1948 г. сиклерит в больших количествах был нами обнаружен в образцах ряда сподуменовых пегматитов. Распространен он в этом типе пегматитов необычайно широко и встречается как в виде мелких самостоятельных выделений, размером от 0.5 до 1—3 см в диаметре, так и в виде мельчайших включений в темнозеленом апатите.

Кристаллы сиклерита встречены не были. Цвет сиклерита темнокоричневый, почти черный, черта коричневая, блеск смолистый. Спайность ясная в одном направлении и едва заметная в другом. Твердость его около 4; удельный вес 3.21—3.23.

Под микроскопом сиклерит интенсивно окрашен в бурые тона, имеет ясную спайность в одном направлении и более плохую под углом в  $90^\circ$  к первой. Знак главной зоны отрицательный. Погасание прямое. Окраска минерала весьма неравномерная, пятнистая, различные участки плеохроируют с разной интенсивностью. Наиболее обычен плеохроизм по схеме:

по Ng — буровато-желтый

» Nm — бурый

» Np — темнобурый

Реже отдельные участки плеохроируют в несколько иных тонах:

по Ng — буровато-желтый

» Nm — оранжево-бурый, красновато-бурый

» Np — темный красно-бурый

Во всех случаях схема абсорбции:  $Np > Nm > Ng$ .

Минерал двуосный, оптически отрицательный, с  $2V = 14 \div 20^\circ$ , дисперсия осей сильная,  $\rho < \nu$ .

Показатели преломления, измеренные в иммерсионных жидкостях, приведены в табл. 1, где для сравнения указаны данные о сиклеритах и из других месторождений. Следует, однако, отметить, что оптические свойства сиклерита из зарубежных месторождений изучены плохо и в литературе точных данных, за исключением самой первой находки его в Пала (Калифорния), нет.

Химический анализ нашего сиклерита был выполнен химиком Минералогического музея Н. В. Воронковой и приводится в табл. 2, где для сравнения помещены все имеющиеся в литературе анализы минералов этой группы.

Как следует из приведенных данных, обнаруженный нами сиклерит должен быть отнесен к манганосиклериту, и первоначальным минералом, из которого он образовался; должен был быть литиофиллит с содержанием  $MnO$  27.28% и  $FeO$  17%. По соотношению  $Fe_2O_3$  и  $MnO$  он приближается к манганосиклериту из Ераярви (Финляндия).

При вычислении соотношения молекулярных количеств окислов  $R_2O(Li_2O + Na_2O + K_2O)$ ,  $RO(MnO + FeO + CaO + MgO)$ ,  $R_2O_3(Fe_2O_3 + Mn_2O_3 + Al_2O_3)$ ,  $P_2O_5$  и  $H_2O$  для всех вышеприведенных анализов получаются цифры, указанные в табл. 3.

Таблица 1

## Оптические свойства сиклерита

№ и название месторождения	Автор	Np	Nm	Ng	Ng-Np	2V	Плеохроизм
1. СССР	А. И. Гинзбург, 1949	1.716	1.732	1.750	0.034	14-20°	Ng — буровато-желтый Nm — бурый Np — темнобурый
2. Калбинский хребет	А. И. Гинзбург, 1945	1.70	—	1.74	0.04		Ng — бледно-желтый Np — красно-бурый
3. Средняя Азия	А. А. Беус, 1948	1.714	—	1.738	0.024		
4. Пала, Калифорния, США	В. Шеллер	1.715	1.735	1.745	0.030	От среднего до большего	Ng — светлый, розовый Nm — бледно-красный Np — густо-красный

Таблица 2

## Химические анализы сиклерита

Окислы	I		II		III		IV		V		VI	
	%	мол. к. (мол. % ст. в. о.)	%	мол. к. (мол. % ст. в. о.)	%	мол. к. (мол. % ст. в. о.)	%	мол. к. (мол. % ст. в. о.)	%	мол. к. (мол. % ст. в. о.)	%	мол. к. (мол. % ст. в. о.)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . .	42.55	0.300	44.64	0.315	44.80	0.315	44.45	0.313	43.10	0.303	44.83	0.315
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	1.91	0.019	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	18.57	0.116	29.08	0.285	27.20	0.267	14.58	0.091	11.26	0.071	4.72	0.029
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	1.70	0.010	—	—	0.00	—	4.89	0.031	2.10	0.013	8.19	0.052
FeO . . . . .	—	—	0.22	0.003	0.59	0.008	0.00	—	—	—	0.00	—
MnO . . . . .	25.80	0.364	15.20	0.215	19.13	0.270	26.14	0.368	33.60	0.473	29.61	0.417
CaO . . . . .	1.87	0.034	1.88	0.034	1.36	0.024	0.84	0.015	0.20	0.004	3.44	0.061
MgO . . . . .	0.48	0.012	1.70	0.042	0.11	0.003	0.59	0.015	—	—	0.00	—
Li <sub>2</sub> O . . . . .	3.53	0.118	3.26	0.109	3.72	0.124	4.89	0.163	3.80	0.127	3.94	0.132
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0.54	0.009	0.88	0.015	0.81	0.013	1.17	0.019	—	—	1.22	0.019
K <sub>2</sub> O . . . . .	—	—	—	—	—	—	0.13	0.001	—	—	0.08	0.001
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> . . . . .	1.11	0.061	0.44	0.025	0.51	0.028	0.76	0.042	1.71	0.094	4.02	0.222
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup> . . . . .	0.81	—	0.79	—	0.51	—	1.00	—	—	—	0.11	—
Нераствори- мый оста- ток . . . . .	1.57	—	2.42	—	1.66	—	0.32	—	4.18	—	0.32	—
Сумма . . . .	100.54	—	100.51	—	100.40	—	99.76	—	99.95	—	100.48	—

I. Сиклерит от А. И. Гинзбурга. Аналитик Н. В. Воронкова, 1949.

II. Левлунден, Швеция. П. Квенсел, 1937.

III. Варутреск, Швеция. П. Квенсел, 1937.

IV. Ерайрви, Финляндия. Т. Бергрэн, 1940.

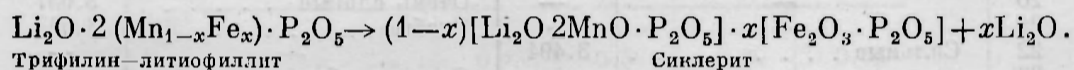
V. Пала, Калифорния. В. Шеллер, 1912.

VI. Воджина, Зап. Австралия. Т. Бергрэн, 1939.

Таблица 3

	R <sub>2</sub> O	RO	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O
I . . . . .	0.13	0.41	0.15	0.30	0.06
II . . . . .	0.12	0.29	0.28	0.31	0.02
III . . . . .	0.14	0.30	0.27	0.31	0.03
IV . . . . .	0.18	0.40	0.12	0.31	0.04
V . . . . .	0.13	0.48	0.08	0.30	0.09
VI . . . . .	0.15	0.48	0.08	0.31	0.22

Как видно, колебания молекулярных количеств для окислов RO, R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и H<sub>2</sub>O получаются очень большие, для R<sub>2</sub>O несколько меньшие. В связи с этим возникают трудности в интерпретации формулы сиклерита. Первоначально в 1912 г. В. Шеллер предложил для сиклерита формулу: 3(Li, H)<sub>2</sub>O · 6MnO · Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 4P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. При этом он исходит из предположения, что Li может замещаться водородом. П. Квенсел [3] дает для сиклерита Варутреска формулу: 12 RO · 5 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 9 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, в которой RO включает не только двухвалентные окислы типа MnO, FeO, CaO, но и Li<sub>2</sub>O и Na<sub>2</sub>O. Б. Массон [2], рассматривая теоретически процесс окисления минералов группы трифилина—литофиллита, выводит следующую теоретическую формулу сиклерита:



Эта теоретическая формула требует, чтобы соотношение MnO : Li<sub>2</sub>O = 1 : 0.5. В действительности же далеко не все анализы удовлетворяют этому условию (табл. 4).

Таблица 4

	I	II	III	IV	V	VI
MnO : Li <sub>2</sub> O . . . . .	0.313	0.502	0.448	0.444	0.269	0.316

Таким образом, ни одна из предложенных формул не дает удовлетворительных результатов. Причины этого мы видим в следующем.

1. Выделить сиклерит в совершенно чистом виде почти невозможно. Микроскопическое изучение показывает, что всегда вдоль трещин спайности сиклерит несколько окислен и превращен в пурпурит или гетерозит. В отдельных случаях изменение сиклерита идет еще дальше, до образования черных и непрозрачных в шлифах водных фосфатов Fe<sup>III</sup> и Mn<sup>III</sup> (гидрогетерозит, «смоляная железная руда»).

2. Состав минералов данной группы зависит от первоначального соотношения FeO и MnO в трифилине—литофиллите. Поскольку в сиклеритах железо находится главным образом в виде Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, а марганец в виде MnO, то очевидно, что в образцах с различным содержанием FeO и MnO соотношение R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и RO будет сильно варьировать. Поэтому правильнее говорить не об одном минерале сиклерите, а о целой группе минералов, отличающихся не только по составу, но и по физическим свойствам и по структуре.



Таблица 5

## Межплоскостные расстояния для минералов группы сиклерита

№ п/п.	Манганосиклерит, по Н. Н. Слудской		Ферросиклерит, по К. Бьорлингу и А. Вестгрену	
	<i>l</i>	<i>d</i>	<i>l</i>	<i>d</i>
1	—	—	Средние . . . . .	0.620
2	—	—	Слабые . . . . .	6.431
3	—	—	Средние . . . . .	6.104
4	—	—	Слабые . . . . .	6.006
5	—	—	Сильные . . . . .	5.929
6	—	—	Слабые . . . . .	5.727
7	—	—	Средние . . . . .	5.624
8	—	—	Средние . . . . .	5.382
9	Слабые . . . . .	5.064	Сильные . . . . .	5.054
10	—	—	Сильные . . . . .	4.989
11	—	—	Средние . . . . .	4.700
12	—	—	Очень слабые . . . . .	4.618
13	—	—	Средние . . . . .	4.412
14	—	—	Слабые . . . . .	4.328
15	Сильные . . . . .	4.295	Сильные . . . . .	4.275
16	—	—	Средние . . . . .	4.148
17	—	—	Средние . . . . .	4.029
18	Средние . . . . .	3.859	Средние . . . . .	3.893
19	—	—	Средние . . . . .	3.758
20	—	—	Очень слабые . . . . .	3.657
21	—	—	Слабые . . . . .	3.537
22	Сильные . . . . .	3.494	—	—
23	—	—	Очень слабые . . . . .	3.203
24	—	—	Слабые . . . . .	3.156
25	Сильные . . . . .	3.069	—	—
26	Средние . . . . .	2.778	Средние . . . . .	2.780
27	—	—	Средние . . . . .	2.621
28	—	—	Средние . . . . .	2.565
29	Очень сильные . . . . .	2.519	—	—
30	—	—	Средние . . . . .	2.423
31	Слабые . . . . .	2.334	—	—
32	Слабые . . . . .	2.257	Очень слабые . . . . .	2.285
33	Средние . . . . .	2.169	Средние . . . . .	2.188
34	—	—	Сильные . . . . .	2.103
35	Слабые . . . . .	2.041	Очень слабые . . . . .	2.049
36	Слабые . . . . .	1.876	—	—
37	Очень слабые . . . . .	1.820	—	—
38	Сильные двойные . . . . .	1.760	—	—
39	Средние . . . . .	1.737	Слабые . . . . .	1.740
40	Средние двойные . . . . .	1.676	—	—
41	Средние . . . . .	1.648	—	—
42	Слабые . . . . .	1.624	—	—
43	Средние . . . . .	1.576	—	—
44	Средние . . . . .	1.525	—	—
45	—	1.506	—	—
46	Очень слабые . . . . .	1.477	Сильные . . . . .	1.480
47	Очень слабые . . . . .	1.422	Очень слабые . . . . .	1.453
48	Сильные . . . . .	1.396	—	—
49	Средние . . . . .	1.353	—	—
50	Слабые . . . . .	1.323	—	—
51	Очень слабые . . . . .	1.300	—	—
52	Средние . . . . .	1.267	—	—
53	Слабые . . . . .	1.149	—	—
		1.120	—	—

Таблица 5 (продолжение)

№ п/п.	Манганосиклерит, по Н. Н. Слудской		Ферросиклерит, по К. Бюрлингу и А. Вестгрену	
	<i>l</i>	<i>d</i>	<i>l</i>	<i>d</i>
54	Сильные . . . . .	1.103	—	—
55	Очень слабые . . . . .	1.087	—	—
56	Сильные . . . . .	1.070	Сильные . . . . .	1.070
57	—	—	Очень слабые . . . . .	0.944
58	—	—	Слабые . . . . .	0.887

Полученная Н. Н. Слудской в лаборатории Института геологических наук Академии Наук СССР дебаграмма анализированного минерала дала иные результаты, нежели те, которые приводятся К. О. Бюрлингом и А. Вестгреном [1] для ферросиклерита (табл. 5).

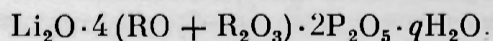
Если в минералах группы сиклерита соотношение  $RO$  и  $R_2O_3$  сильно варьирует, то сумма их, как это видно из табл. 3 и 6, строго постоянна.

Таблица 6

	$R_2O$	$RO + R_2O_3$	$P_2O_5$	$H_2O$
I . . . . .	0.13	0.56	0.30	0.06
II . . . . .	0.12	0.57	0.31	0.02
III . . . . .	0.14	0.57	0.31	0.03
IV . . . . .	0.18	0.52	0.31	0.04
V . . . . .	0.13	0.56	0.30	0.09
VI . . . . .	0.15	0.56	0.31	0.22

Из всех анализов только IV (Ераярви, Финляндия) отличается слегка повышенным содержанием  $R_2O$  и пониженным  $RO + R_2O_3$ . Как видно из приведенных данных, соотношение  $R_2O : (RO + R_2O_3) : P_2O_5$  для всех сиклеритов примерно постоянно и может быть округленно представлено в виде 1 : 4 : 2. Содержание  $H_2O$  меняется сильно, при этом некоторые сиклериты практически не содержат воды, откуда можно сделать вывод, что вода не является необходимым компонентом решетки сиклерита.

Таким образом, формула сиклерита может быть представлена в виде:



где  $RO = FeO + MnO + CaO + MgO$ ;  $R_2O_3 = Fe_2O_3 + Mn_2O_3 + Al_2O_3$ , а коэффициент  $q$  меняется от нуля до единицы. Не совсем точные соотношения  $R_2O : (RO + R_2O_3) : P_2O_5$ , только примерно отвечающие числам 1 : 4 : 2, так же как и присутствие воды, мы объясняем тем обстоятельством, что все сиклериты в той или иной степени изменены и превращены в другие фосфаты Fe и Mn (пурпурит, гетерозит, гидрогетерозит, рокбриджит, штрэнгит и др.).

Как уже указывалось, сиклерит был встречен в пегматитах литиевого типа в виде небольших зерен и маленьких желвачков. Находится он главным образом в альбите и тесно ассоциирует с темнозеленым апатитом и спессартином.

Минерал, по которому он образовался — литиофиллит, — кристаллизовался несомненно после сподумена и интенсивно разъедает его. В то же время он прорастается пластинками альбита-клевеландита и корродируется им. Таким образом, время выделения исходного для сиклерита минерала — литиофиллита — приходится на начало процесса альбитизации.

Помимо самостоятельных скоплений, сиклерит был обнаружен в виде мельчайших включений — вростков в манганопатите. Форма этих вростков иногда совершенно неправильная, в других случаях червеобразная и несколько напоминает графические вростки кварца в пегматите. Чаще

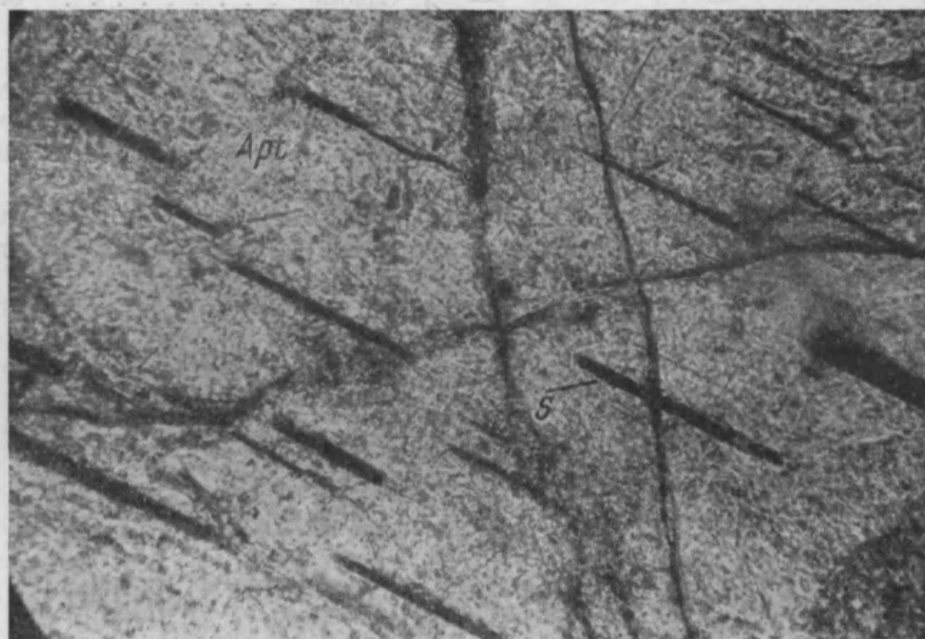


Рис. 1. Ориентированные вростки сиклерита (S) в апатите (Apt).

Ув. 135. Никולי параллельны.

же всего эти включения удлинены и образуют своего рода мелкие иголки, вытянутые все в одном направлении (рис. 1). Под микроскопом иногда отчетливо видны в пределах одной такой иголки все переходы от литиофиллита к сиклериту. Благодаря наличию большого количества мельчайших включений сиклерита апатит часто окрашен в зеленовато-бурый цвет, при этом макроскопически иногда наблюдаются все переходы от темнозеленого манганопатита к зеленовато-бурому апатиту с вростками сиклерита и далее к темнобурому сиклериту.

Присутствие в апатите большого количества ориентированных вростков литиофиллита (перешедшего в сиклерит) — явление весьма характерное. Оно может быть сравнено с другим аналогичным же явлением, детально описанным в литературе (Г. Пенфильд, Г. Берман и др.), — появлением в минерале графтоните  $(\text{Fe, Mn, Ca})_3(\text{PO}_4)_2$  закономерно ориентированных удлиненных вростков трифилина (на поверхности жил переходящего в сиклерит или гетерозит). Следует также подчеркнуть, что если фосфаты Li, Fe и Mn в природе развиты широко (трифилин — литиофиллит), так же как и фосфаты Li и Al (амблигониты), то фосфаты Li и Ca в природе неизвестны. Этим, очевидно, объясняется тот факт, что в случае одновременного присутствия в большом количестве Li, Ca, Fe, Mn и P образуется не один фос-



фат, а два — манганатит и литиофиллит (трифилин) или же графтонит и трифилин (литофиллит), в зависимости от соотношений между  $\text{CaO}$  и  $\text{FeO} + \text{MnO}$ .

Мы уже указывали, что все изученные нами сиклериты в той или иной степени изменены и превращены в пурпурит. Макроскопически это сказывается в том, что чернобурый сиклерит приобретает лучшую спайность и постепенно переходит в темнофиолетовый, почти черный пурпурит. Последний обычно в сплошных образцах черного цвета, но на плоскостях спайности приобретает необычайно характерный фиолетовый отблеск.



Рис. 2. Замещение сиклерита (*S*) пурпуритом (*P*).

Ув. 73. Николи параллельны.

Черта минерала фиолетовая. Твердость такая же, как и у сиклерита. Если на минерал капнуть концентрированной  $\text{HCl}$ , он окрашивается в ярко-фиолетовый цвет. Переход сиклерита в пурпурит наблюдается иногда только по краям образцов. В этом случае чернобурый сиклерит по периферии становится темнофиолетовым.

Под микроскопом образование пурпурида вдоль трещин спайности в сиклерите видно во всех деталях (рис. 2). Даже среди кажущегося макроскопически чистым пурпуритом под микроскопом обнаруживается бесчисленное количество мелких реликтов сиклерита, так что выделить в чистом виде пурпурит в количествах, необходимых для исследований, не представлялось возможным.

Пурпурит в шлифах выделяется прежде всего своим необычайно сильным и характерным плеохроизмом.

*Np* — серый

*Nm* — фиолетово-красный

*Ng* — темнофиолетовый

Спайность в двух направлениях под углом  $90^\circ$ , погасание прямое.

Оптические константы определяются с большим трудом, так как собственная окраска минерала маскирует интерференционные цвета. Минерал



оптически отрицателен, с большим углом 2V. Показатели преломления больше 1.78. Дебаеграмма макроскопически кажущегося однородным образца пурпурита, полученная Н. Н. Слудской в лаборатории Института

Таблица 7

## Межплоскостные расстояния пурпурита

№ п/п	«Пурпурит»		Сиклерит		Пурпурит Калбинского хребта	
	I	d	I	d	I	d
1	Слабые	5.064	Слабые	5.064	—	—
2	»	4.805	—	—	Средние	4.974
3	Средние	4.295	Сильные	4.295	Сильные	4.263
4	Слабые	3.859	Средние	3.859	—	—
5	»	3.733	—	—	Средние	3.782
6	Средние	3.453	Сильные	3.494	Сильные	3.442
7	Сильные	3.314	—	—	—	—
8	—	—	Сильные	3.069	—	—
9	Очень сильные	2.923	—	—	Очень сильные	2.923
10	Слабые	2.759	Средние	2.778	—	—
11	—	—	—	—	Слабые	2.721
12	Очень сильные	2.672	—	—	—	—
13	»	2.514	Очень сильные	2.519	—	—
14	—	—	—	—	Сильные	2.478
15	Сильные	2.413	—	—	»	2.428
16	Средние	2.334	Слабые	2.334	Средние	2.303
17	Слабые двойные	2.236	»	2.257	Слабые двойные	2.244
18	Средние	2.161	Средние	2.169	Средние	2.212
19	Очень слабые	2.027	Слабые	2.041	—	2.150
20	»	1.968	—	—	—	—
21	—	1.876	Слабые	1.876	Средние	1.854
22	Средние	1.818	Очень слабые	1.820	Слабые	1.823
23	Слабые	1.755	Сильные	1.760	»	1.764
24	»	1.730	двойные	1.737	Средние	1.741
25	»	1.693	—	—	Слабые	1.712
26	»	1.672	Средние	1.676	Средние	1.656
27	Средние двойные	1.620	Средние двойные	1.648	—	—
28	Средние	1.573	Средние	1.624	—	—
29	Слабые	1.555	—	1.576	Очень сильные	1.598
30	»	1.522	Слабые	1.525	Средние	1.547
31	Средние	1.497	Средние	1.506	Слабые	1.525
32	»	1.475	»	1.477	—	—
33	»	1.461	—	—	Сильные	1.478
34	Слабые	1.414	Очень слабые	1.422	Средние	1.457
35	»	1.384	»	1.396	—	—
36	»	1.360	Сильные	1.353	Средние	1.398
37	»	1.345	—	—	»	1.374
38	»	1.319	Средние	1.323	Сильные	1.352
39	»	1.294	Слабые	1.300	Слабые	1.315
40	»	1.260	Очень слабые	1.267	»	1.304
41	Очень слабые	1.243	—	—	Средние	1.276
42	Слабые	1.214	—	—	»	1.248
43	»	1.192	—	—	—	—
44	»	1.137	Средние	1.149	—	—
45	»	1.120	Слабые	1.120	—	—
46	»	1.108	Сильные	1.103	—	—
47	»	1.098	—	—	—	—
48	Очень слабые	1.085	Очень слабые	1.087	—	—
49	»	1.073	Слабые	1.070	—	—

геологических наук, показала, что он состоит из двух компонентов — сиклерита и другого минерала, который по межплоскостным расстояниям приближается к пурпуриту из пегматитов Калбинского хребта (табл. 7).

Таким образом, рентгенографическое исследование подтвердило данные оптического изучения. Кажущийся однородным пурпурит состоит из двух минералов: сиклерита и развивающегося по нему собственно пурпурита.

В заключение следует указать на возможные причины широкого распространения сиклерита. Сиклерит, поскольку он является промежуточным минералом при окислении трифилина—литофиллита в гетерозит—пурпурит, может существовать на поверхности месторождения только в исключительно редких случаях, при неполном окислении. Этим объясняется редкость его нахождения, появление его в большинстве месторождений на определенной глубине в виде узкой каемки, находящейся между центральными участками выделений трифилина и периферическими участками, сложенными гетерозитом. Анормальное широкое развитие мангано-сиклерита на поверхности пегматитовых жил, при условии полного отсутствия литофиллита и подчиненного развития пурпурита, может осуществляться только при своеобразных условиях господства восстановительного режима, препятствующего полному окислению минералов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. C. A. Björling a. A. Westgren. X-ray Studies on Triphylite, Varulite and their Oxidation Products. Geol. Fören. Förhandl., 1938, Bd. 60.
2. B. Mason. Some Iron-Manganese Phosphate Minerals and their Alteration Products, with special Reference to Material from Varutrask. Geol. Fören. Förhandl., 1941, Bd. 63.
3. P. Q u e n s e l. The Lithium-Manganese Phosphates. Geol. Fören. Förhandl., 1937, Bd. 59.
4. W. S h a l l e r. New Manganese Phosphates from the Gem Tourmaline Field of Southern California. Jour. Washington Acad. Sci., 1912, vol. 2.