

М. Е. ЯКОВЛЕВА, Г. А. ОСОЛОДКИНА

ТУРМАЛИН

При просмотре фондовой коллекции шерла, принадлежащей Минералогическому музею АН СССР, было обращено внимание на два образца с высоким светопреломлением. Согласно литературным данным (Барсанов, Яковлева, 1965), высокое светопреломление шерла связано с высоким содержанием хромофоров, основная роль среди которых принадлежит железу. Так как очень богатые железом шерлы менее распространены, чем шерлы со средним содержанием железа, обнаруженные образцы были подвергнуты химическому и оптическому исследованию, результаты которого приведены в табл. 1.

1. Образец 11091 (Иркутская обл., р. Пахабиха около Слюдянки) представлен кристаллами с гранями призмы, покрытыми вертикальной штриховкой, и неправильной формы зернами. Очень трещиноватый. Ассоциируется с кварцем и розовым микроклином. Шерл, вероятно, принадлежит пегматиту.

По своему составу шерл относится к магнезиально-железистой разновидности, содержащей на 0,53% FeO больше самого высокого значения известного в литературе (Сливко, 1955), наблюдавшегося у железистого шерла из пегматитов Мурзинки на Урале.

Наиболее близок по составу и оптическим свойствам шерл из США, Нью-Йорк, Эссекс, Морайа (Ward, 1931; Барсанов, Яковлева, 1965, химический анализ 85), развитый в пегматитах; отличие в более низком удельном весе последнего (3,09). Высокий удельный вес шерла № 11091, возможно, объясняется присутствием свинца и цинка.

Пересчетом химического анализа (Борнеман-Старынкевич, 1964) установлено завышенное значение кремнезема. Трижды повторенным определением кремнезема получены очень близкие результаты, что дает возможность предположить наличие в турмалине чрезвычайно тонких включений кварца, не распознаваемых под микроскопом, так как анализируемый материал тщательно отбирался под биноклем и проверялся в иммерсионных препаратах. Нами взято самое низкое значение SiO₂.

Плеохроизм шерла в зеленых и желтых тонах вполне согласуется с присутствием в нем окисного и закисного железа.

2. Образцы № 51671 и 51672 (Юго-Западная Африка, Khau) представлены кристаллами с хорошо развитыми гранями призмы и головки. Ассоциируется шерл с кварцем, пелитизированным ортоклазом, альбитом, содержащим включения тонких иголок апатита, кальцитом, присут-

Химический состав (вес.%) и свойства шерла *

	№ 11091	№ 51671		№ 11091	№ 51671
SiO ₂	34,96	34,98	<i>N_g</i>	1,689 ± 0,003	1,693 ± 0,002
TiO ₂	1,01	2,24	<i>N_p</i>	1,662	1,659
B ₂ O ₃	9,35	9,56	<i>N_g - N_p</i>	0,027	0,034
Al ₂ O ₃	23,37	28,97			
Fe ₂ O ₃	3,99	9,15			
FeO	15,64	0,58			
MnO	Сл.	0,14	<i>N_g</i>	Плеохроизм	
MgO	4,72	7,29		Очень темный буро- вато-зеленый	Темно-коричневый
CaO	0,96	1,55	<i>N_p</i>	Светло-желтый	Светло-желтый
ZnO	0,37	—	Цвет	Черный	Черный
PbO	0,92	—	Цвет	Темно-серый	Серовато-коричневый
Na ₂ O	1,64	2,59	порошка		
K ₂ O	0,29	0,33			
H ₂ O ⁺	2,95	2,18			
H ₂ O ⁻	—	0,55			
F	0,45	0,18			
				Спектральный анализ (в %)	
			0,00 <i>n</i>	Sc, Cu	Be
			0,00 <i>n</i>	Sr, Zr, Ge, Be	Sc, Pb, Sn, Ga, Ge, Cu, Co, Ni
Сумма	100,62	100,29	0,0 <i>n</i>	Sn, Ga, V	V, Zn, Sr
				Параметры решетки (Å) **	
Уд. вес	3,256	3,12	<i>a</i>	16,00 ± 0,01	15,96 ± 0,06
			<i>c</i>	7,16 ± 0,01	7,15 ± 0,01

N 11091 (Na_{0,56}Ca_{0,18}K_{0,07}Zn_{0,05}Pb_{0,04})_{0,90}(Mg_{1,24}Fe_{1,68}²⁺)_{2,92}(Al_{4,71}Fe_{0,63}²⁺Fe_{0,53}³⁺Ti_{0,13})_{6,0}
(B_{2,85}Al_{0,15})_{3,0}Si_{6,18}(O_{27,23}OH_{3,53}F_{0,24})₃₁;

N 51671 *** (Na_{0,84}Ca_{0,56}K_{0,07})_{1,47}(Mg_{1,83}Fe_{0,89}³⁺Fe_{0,08}²⁺Mn_{0,02})_{2,82}(Al_{5,44}Fe_{0,28}³⁺Ti_{0,28})_{6,0}
(B_{2,78}Al_{0,22})_{3,0}(Si_{5,90}Al_{0,10})₆(O_{28,18}OH_{2,72}F_{0,10})₃₁.

* Химические анализы произведены классическим методом; закисное железо определялось после разложения в автоклаве.

** Определены рентгенологом Л. Г. Казарян из порошкограмм по рефлексам со средними углами отражения; с внутренним эталоном.

*** При расчете установлен недостаток ~0,3% Н.О.

ствующим совместно с кварцем и в виде корочек на гранях турмалина. Шерл, вероятно, принадлежит пегматиту.

По химическому составу шерл относится к магнезиально-железо-глиноземистой разновидности с ничтожно малым количеством закисного железа. Его особенность состоит в том, что при сравнительно низком содержании хромофоров, сумма окислов которых равна 12,11%, он имеет очень высокое светопреломление, не укладывающееся в пределы, полученные для шерла на основании статистических данных (Барсанов, Яковлева, 1965).

Наиболее близок по составу шерл с т. Айри-даг в Азербайджане (Кашкай, Алиев, 1959), обладающий зональностью, выражающейся в чередовании светлых и темных тонов бурого и зеленого цвета. Приводимое светопреломление (*N_g* = 1,666 и *N_p* = 1,636; Барсанов, Яковлева, 1965; анализ 92) низкое в сравнении со светопреломлением образца 51671, но так как шерл зональный, то эти данные могут быть или случайными или средними.

Самое высокое содержание окиси железа отмечено в шерле из Мексики (Mason а. о., 1964). В нем определено 18,6% железа в виде FeO, из которых 90% приходится на окисное железо; *N_g* = 1,735, *N_p* = 1,655; удельный вес 3,31; параметры решетки: *a* = 15,873 Å, *c* = 7,187 Å; *N_g* — желто-коричневый, *N_p* — очень светло-желтый; цвет — темно-коричневый

почти черный. Светопреломление шерла чрезвычайно высокое, и если значение N_p более или менее согласуется с данными, полученными, статистически, то N_g далеко отклоняется от них.

Параметры кристаллической решетки турмалина из Мексики характеризуются необычайно низкими значениями оси a , далеко отстоящими от таковых шерл-дравитового ряда (Erprecht, 1953). У образца 51671 более высокое значение оси a , чем у мексиканского, но также не соответствует значениям шерл-дравитового ряда. Параметры образца 11091, богатого закисным железом, вполне согласуются с приводимыми в литературе для турмалина шерл-дравитового ряда.

Таким образом, турмалин, богатый окисным железом, — еще очень мало исследованная разновидность, требующая тщательного раздельного определения содержания окисного и закисного железа.

В связи с тем, что шерл № 51671 обладает под микроскопом чистой коричневой окраской без примеси какого-либо другого тона, которая, судя по химическому составу, вызывается окисным железом, мы попытались выяснить из литературы, как сочетаются состав и коричневая окраска шерла в других случаях.

В опубликованных источниках обнаружено только семь полных химических анализов (с раздельным определением окисного и закисного железа) шерла, имеющего коричневую окраску в плифах и плеохроирующего в желто-коричневых тонах (Барсанов, Яковлева, 1965; анализы 12, 24, 25, 36, 56, 66 и 117). Из этих анализов видно, что соотношение окисного и закисного железа в них различно. Данные табл. 2 показывают, что оно колеблется от преобладания закиси до еще большего преобладания окиси.

Таким образом, коричневая окраска шерла в одних случаях связана с присутствием значительного количества окисного железа,

Таблица 2

Содержание хромофоров в шерле коричневого цвета

	12 *	117	66	56	13724	24	25	36	51671
TiO_2	0,88	0,67	0,58	—	0,46	0,52	0,99	—	2,24
Fe_2O_3	0,65	0,98	4,43	2,15	2,20	6,37	10,95	7,93	9,15
FeO	8,05	10,33	9,59	11,38	11,10	7,18	12,07	6,14	0,58
MnO	0,09	0,03	0,47	—	0,49	0,07	0,09	1,34	0,14
Цвет	Черный	Бурый	Черный	Черный	Черный	Темно-бурый	Черный	Черный	Черный
Плеохроизм	Темно-бурый	Бурый	Коричневый	Коричневый	Коричневый	Бурый	Темно-бурый	Желто-коричневый	Темно-коричневый
N_g	Светло-желтый	Светло-бурый	в плифе	Коричневый	Бледно-желтый	Светло-желтый	Светло-желтый	Бесцветный до светло-желтого	Светло-желтый
N_p	1:12,4	1:10,5	1:6,7	1:5,3	1:5	1:1,1	1:1,1	1:3:1	15,8:1
$Fe_2O_3 : FeO$									

* Номера химических анализов те же, что в статье Г. П. Барсанова, М. Е. Яковл. 96 5).

которое может вызвать резкое увеличение светопреломления. Это подтверждают шерл № 51671 и шерл из Мексики. В других случаях коричневую окраску трудно связать с окисным железом, так как его в шерле мало и железо присутствует в виде значительного количества в закисной форме. Примером является шерл из Хорлберга (ФРГ) с очень близкими данными содержания железа, полученными Куницем (Kunitz, 1929; табл. 2, № 56) и нами для образца № 13724 из фондов Минералогического музея АН СССР. Светопреломление последнего также близко к приводимому Куницем: $N_g = 1,662$, $N_p = 1,629$.

Причина коричневой окраски в случае значительного преобладания в составе шерла закиси железа над окисью неясна. Не вызывается ли она различными структурными положениями, занимаемыми закисным железом в октаэдрических позициях, т. е. не зависит ли окраска от того, занимает ли закисное железо позиции двух- или трехвалентных катионов?

Приведенные в таблице данные светопреломления и содержания железа анализированных нами образцов шерла подтверждают вывод о том, что окисное железо в большей степени влияет на увеличение светопреломления, чем закисное (Соболев, 1949).

Авторы выражают глубокую благодарность химикам-аналитикам химической лаборатории ИГЕМ АН СССР В. В. Даниловой за определение содержания окиси бора и фтора и Е. Крутецкой за определение щелочей методом пламенной фотометрии в обоих образцах турмалина.

ЛИТЕРАТУРА

- Барсанов Г. П., Яковлева М. Е. О турмалине шерлового состава. — Сб. «Новые данные о минералах СССР», вып. 16. Изд-во «Наука», 1965.
- Борнеман-Старынкевич И. Д. Руководство по пересчету формул минералов. Изд-во «Наука», 1964.
- Кашкай М. А., Алиев В. И. О турмалиновых грейзенах и турмалине Айридагского месторождения (горы Косагор-бугор) в Кедабукском районе. — Уч. записки Азерб. ун-та, 1959, № 2.
- Сливко М. М. Исследование турмалинов некоторых месторождений СССР. Изд-во Львовск. ун-та, 1955.
- Соболев В. Введение в минералогию силикатов. Изд-во Львовск. ун-та, 1949.
- Epprecht W. Die Gitterkonstanten der Turmalin. — Schweiz. mineral. und petrogr. Mitt., 1953, 33.
- Kunitz W. Die Mischungsreihen in der Turmalin-Gruppe und die genetischen Beziehungen zwischen Turmalinen und Glimmer. — Chem. Erde, 1929, 4, H. 2.
- Mason B., Donnay G., Hardie L. A. Ferric tourmaline from Mexico. — Science, 1964, 144, N 3614.
- Ward G. W. Chemical and optical study of the black tourmalines. — Amer. Mineralogist, 1931, 16, N 4.