

МИНЕРАЛОГИЯ

В. И. ГЕРАСИМОВСКИЙ

ЧКАЛОВИТ

(Представлено академиком А. Е. Ферсманом 1 I 1939)

Летом 1936 г. в юго-восточной части Ловозерского щелочного массива (г. Пункаруайв), расположенного в центральной части Кольского полуострова, автор нашел минерал, по внешнему виду несколько напоминающий натролит, но отличающийся от последнего менее выраженной спайностью. Это обстоятельство и побудило взять несколько образцов с найденным минералом для исследования. При его изучении выяснилось, что он по своим свойствам не может быть отождествлен с известными уже минералами, а поэтому ему и дано название чкаловит в честь великого летчика нашего времени Валерия Павловича Чкалова, впервые совершившего в 1936 г. беспосадочный перелет из Москвы через Северный полюс в Соединенные Штаты Северной Америки.

Физические свойства. Чкаловит в кристаллах не встречается. Он наблюдается в виде зерен величиной до $5 \times 4 \times 3$, $7 \times 4 \times 3$ см. Цвет минерала белый. Блеск стеклянный. Полупрозрачный. Спайность макроскопически видна только в одном направлении, средняя по качеству, и она обычно трудно наблюдается. В одном из направлений заметна плохо выраженная отдельность. Излом от неровного до раковистого. Твердость ~ 6 . Удельный вес, определенный пикнометром, равен 2.662.

Перед паяльной трубкой легко плавится в прозрачный бесцветный шарик. Перл буры и фосфорнокислой соли в окислительном и восстановительном пламени бесцветный.

Оптическая характеристика. Чкаловит в шлифе бесцветен. Оптически двуосный, положительный. $2V = 78^\circ$ (измерение производилось на федоровском столике). Показатели преломления (определенные иммерсионным способом): $N_g = 1.549$ и $N_p = 1.544$. Плоскость оптических осей совпадает с плоскостью спайности, наблюдаемой макроскопически. Последняя в шлифах выражена хорошо. Кроме нее в шлифах наблюдается еще и плохая спайность, обычно в одном направлении, редко в двух (в разрезах, перпендикулярных к одной из оптических осей). При измерении на федоровском столике плохо выраженной спайности одного и того же направления в одном и том же шлифе получаются данные, значительно отличающиеся друг от друга. Это объясняется тем, что данная спайность плохо выражена и поэтому очень трудно устанавливается при измерении. При сравнении результатов измерения в разных шлифах плохой спайности как одного направления, так и различных получаются более или менее сходные данные, а именно в среднем P (полюс спайности)

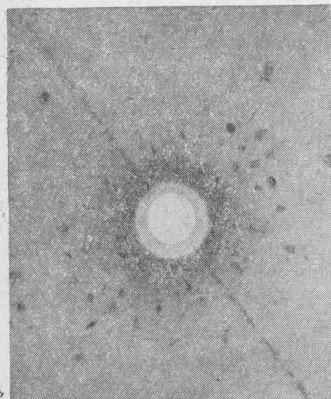
$$P \begin{cases} N_g = 51^\circ \\ N_m = 54^\circ 30' \\ N_p = 60^\circ \end{cases}$$

При этом необходимо отметить, что колебания между отдельными измерениями спайности по отношению к N_g , N_m и N_p очень значительны: для $N_g = 46-58^\circ$, $N_m = 50-59^\circ$ и $N_p = 53-66^\circ$. Вероятно плохо выраженная спайность, наблюдаемая в различных шлифах, есть одна и та же. Угол между различными направлениями плохо выраженной спайности обычно колеблется от 68° до 76° , в среднем $\sim 72^\circ$. В одном из шлифов (в разрезе \perp острой биссектрисе) встречена плохая спайность, иной ориентировки, а именно:

$$P \begin{cases} N_g = 51^\circ \\ N_m = 89^\circ \\ N_p = 39^\circ \end{cases}$$

Она образует прямой угол с хорошей спайностью и является спайностью по призме, если минерал считать ромбическим, или по доме, — если моноклинным. В шлифах, параллельных отдельности, наблюдается выход одной из оптических осей эллипсоида.

На основании оптического изучения чкаловита можно установить, что он является минералом или ромбическим или моноклинным. Оптических данных для окончательного решения этого вопроса недостаточно, потому что при измерении на федоровском столике плохо выраженной спайности получаются значительные расхождения между отдельными измерениями как одного, так и разных направлений спайности. Следовательно и судить о симметричном расположении плохой спайности относительно оптической ориентировки эллипсоида не представляется возможным при решении вопроса о сингонии чкаловита.



Фиг. 1.—Лауэграмма чкаловита.

Рентгеновские исследования. На основании оптических данных нельзя было установить, к которой из двух сингоний—ромбической или моноклинной—чкаловит относится, а поэтому для решения этого вопроса пришлось прибегнуть к рентгеновскому анализу.

Чкаловит в кристаллах неизвестен, и при рентгеновском исследовании его по методу Лауэ пришлось воспользоваться небольшим зерном, ограниченным с одной стороны хорошо выраженной спайной поверхностью. Данное зерно при съемке было ориентировано таким образом, что рентгеновские лучи падали перпендикулярно к спайной поверхности. Съемка произведена в рентгеноструктурной лаборатории Физического отделения Академии Наук СССР. Условия съемки: лучи Fe—серия $K\alpha \approx 1.93\text{\AA}$, напряжение—40 kV, сила тока—12 mA, продолжительность съемки—2 часа и расстояние объекта до пленки—15 мм.

Чкаловит на основании полученной лауэграммы в отраженных лучах Н. В. Белов (заведующий рентгеноструктурной лабораторией) рассматривает как минерал ромбической сингонии (фиг. 1).

Одновременно с лауэграммой в той же лаборатории была получена и дебаграмма (фиг. 2). Условия съемки: лучи Fe—серия $K\alpha \approx 1.93\text{\AA}$, камеры Ивансена $D = 57.37\text{ мм}$, диаметр столбика—0.75 мм, напряжение 40 kV, сила тока 12 mA и продолжительность съемки—5 часов.

В табл. 1 даны размеры межплоскостных расстояний для отражающих плоскостей чкаловита. Они приводятся на случай возможного сравнения чкаловита с минералами аналогичного или подобного химического состава, которые могут быть найдены в других местах.

Химическая характеристика. Чкаловит в разбавленных и крепких кислотах HCl и HNO₃ растворяется легко и без нагревания



Фиг. 2.—Дебаграмма чкаловита.

с выделением хлопьевидной кремнекислоты. В H₂SO₄ растворяется, но очень плохо.

Химический анализ чкаловита, выполненный Т. Переверзевой (Институт геологических наук Академии Наук СССР), приведен в табл. 2. В той же таблице (в третьем столбце) приведены и количественные определения Al и Be в чкаловите, выполненные Ю. С. Нестеровой (в том же институте).

Формулу чкаловита согласно данным химического анализа можно написать в следующем виде: Na₂O·BeO·2SiO₂ или Na₂Be(SiO₃)₂. Чкаловит таким образом необходимо рассматривать как метасиликат. К группе метасиликатов из бериллиевых минералов относятся лейкофанит, мелифанит, берилл, но они, как известно, по химическому составу сильно отличаются от чкаловита.

Последний по химическому составу наиболее близок к минералам эвдидимиту и эпидидимиту (табл. 2), наблюдаемым в малых количествах в нефелиновых сиенитах

на острове Арё, Лангезундфьорд, Норвегия, и в Нарсарсуке, Гренландия.

Спектроскопическое изучение чкаловита, выполненное С. А. Боровиком (Институт геологических наук АН СССР), показало содержание в нем помимо элементов, обнаруженных химическим путем, лишь Mn (очень слабая линия).

Местонахождение и парагенезис. Чкаловит в Ловозерских тундрах найден лишь на восточном склоне горы Малый Пункаруайв в двух уссингитовых месторождениях. Одно из них представляет собою два пегматитовых прожилка в виде раздувов мощностью в 30 и 50 см, при видимой длине 2—3 м, приуроченных к вертикальным трещинам отдельности, среди эвдиалитового шпиря. Последний залегает среди фойайта с содалитом. Пегматитовые прожилки сложены уссингитом с зна-

Таблица 1

Межплоскостные расстояния для чкаловита

dhkl в Å	Интенсивность линий	dhkl в Å	Интенсивность линий
5.21	Средняя	1.40	Сильная
3.97	Очень сильная	1.38	»
3.27	Сильная	1.33	Средняя
2.74	»	1.31	»
2.46	Очень сильная	1.30	Очень слабая
2.41	»	1.28	Слабая
2.30	Средняя	1.27	»
2.20	»	1.22	Очень сильная
2.02	»	1.17	Средняя
1.99	»	1.16	»
1.79	Сильная	1.15	Слабая
1.75	Слабая	1.12	Средняя
1.71	Средняя	1.11	Сильная
1.69	»	1.09	Очень сильная
1.66	»	1.08	Слабая
1.60	»	1.06	Средняя
1.56	»	1.033	»
1.51	»	1.026	»
1.48	Сильная	1.014	»

Таблица 2

Химические анализы чкаловита, лейкофанита, мелифанита, эпидидимита и эвдидимита

Окислы	Чкаловит		Чкаловит	Лейкофанит	Мелифанит	Эпидидимит	Эвдидимит	
	%	Экв. кол.					%	% ¹⁾
SiO ₂	56.81	0.946	—	48.50	43.60	73.74	72.19	73.11
TiO ₂	Нет	—	—	—	—	—	—	—
ZrO ₂	»	—	—	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	»	—	0.75	0.45	4.61	—	—	—
Fe ₂ O ₃	0.30	0.002	—	—	—	—	—	—
FeO	0.12	0.002	—	—	—	—	—	—
BeO	12.67	0.506	11.28	10.03	10.80	10.56	11.15	10.62
BaO	Нет	—	—	—	—	—	—	—
MnO	»	—	—	—	—	—	—	—
MgO	»	—	—	0.27	0.16	—	—	—
CaO	0.37	0.07	—	22.94	29.56	—	—	—
SrO	Нет	—	—	—	—	—	—	—
Na ₂ O	28.93	0.450	—	12.42	7.98	12.48	12.66	12.24
K ₂ O	0.13	0.010	—	—	0.23	—	—	—
H ₂ O+110°	Нет	—	—	} 1.08	}	} 3.73	} 3.84	} 3.79
H ₂ O—110°	0.23	0.013	—					
F	Нет	—	—	5.04	5.43	—	—	—
Cl	»	—	—	—	—	—	—	—
SO ₃	0.22	—	—	—	—	—	—	—
	99.78	—	—	101.63	101.37	100.91	99.84	99.76
—O=Cl ₂	—	—	—	2.48	2.29	—	—	—
Сумма	99.78	—	—	99.15	99.08	100.91	99.84	99.76

1) Аналитик Н. Bäckstrom (Z. Kryst) 16,287 (1890).

2) » Н. Bäckstrom » 16,288 (1890).

3) » G. Flink » 23,344 (1894).

4) » G. Flink » } 16,594 (1890).

5) » A. E. Nordenskjöld » }

чительным содержанием натролита. Оба эти минерала образовались по содалиту, наблюдаемому в настоящий момент в подчиненном количестве. Из второстепенных минералов находятся: шизолит, мурманит, сфалерит—иногда в значительном количестве и в незначительном—стенструпин, нептунит, эрицит и единично галенит. В краевых частях уссингитовых раздувов наблюдаются нефелин, микроклин, эгирин, эвдиалит, а иногда и рамзаит.

Второе месторождение представляет собой выделение неправильной формы в виде шпиря величиною 1 × 0.6 × 0.4 м, залегающее среди фойайта с содалитом и сложенное в главной своей массе уссингитом. В нем из второстепенных минералов находятся: микроклин, содалит, эвдиалит, шизолит, тайниолит(?), нептунит, цеолит и единично—сфалерит, стенструпин и эрицит.

Чкаловит в обоих месторождениях находится в незначительном количестве и образовался в них раньше уссингита, натролита, сфалерита, галенита и нептунита. Возрастные взаимоотношения его с другими минералами неясны, так как в непосредственном контакте он с ними не встречается.

З а к л ю ч е н и е

Среди минералов Ловозерского щелочного массива чкаловит является единственным самостоятельным бериллиевым минералом. В остальных минералах присутствие бериллия химическим путем не определялось, а устанавливалось путем спектрального анализа. Последним способом он обнаружен в 21 минерале: микроклине, ортоклазе, нефелине, содалите, уссингите, натролите, эгирине, арфведсоните, шизолите, стенструпине, тайниолите(?), эвдиалите, катаплеите, сфене, астрофиллите, чинглусуите, новоэльпидите, ловените, нептуните, флюорите и галените.

При изучении чкаловита возник вопрос, какие условия благоприятствовали образованию самостоятельного бериллиевого минерала—чкаловита и почему бериллий, входящий в его состав, не был рассеян среди других минералов уссингитовых месторождений, тем более, что чкаловит в последних находится в очень незначительном количестве. С этой целью из уссингитовых месторождений, содержащих чкаловит, были отданы 8 минералов [содалит, уссингит, натролит, микроклин, тайниолит(?), шизолит, стенструпин и галенит] на спектральный анализ для определения в них бериллия. Во всех этих минералах был обнаружен бериллий, причем у минералов (уссингит, натролит и содалит), находящихся в уссингитовых месторождениях в значительном количестве, бериллий обнаружен в 0.1—0.01 долях процента (по данным С. А. Боровика). При этом необходимо отметить, что спектральный анализ содалита и натролита из других мест Ловозерского массива показывает меньшее содержание в них бериллия. Следовательно условия, при которых происходило образование уссингитовых месторождений, были вероятно более благоприятны для повышенной концентрации бериллия, чем это имело место в других местах Ловозерского щелочного массива. Поэтому здесь излишек бериллия над обычной его концентрацией способствовал тому, что часть Be пошла на образование самостоятельного бериллиевого минерала. При этом также возникает вопрос, не играет ли бериллий, столь близкий по своим физико-химическим свойствам к алюминию, роль последнего; в таком случае чкаловит ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{BeO} \cdot 2\text{SiO}_2$) можно рассматривать как нефелин ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), в котором алюминий заменен бериллием.

Институт геологических наук
Академии Наук СССР.
Москва.

Поступило
4 I 1939.