

МИНЕРАЛОГИЯ

А. С. ПОВАРЕННЫХ

**О НЕКОТОРЫХ ПРОДУКТАХ ГИПЕРГЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ  
ТОПАЗА И МУСКОВИТА**

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 4 IX 1950)

В пегматитах верховьев р. Пскем (Киргизия) нами были обнаружены любопытные продукты изменения топаза и мусковита. Как известно, и тот и другой относятся к числу весьма стойких минералов, подвергающихся выветриванию лишь с большим трудом<sup>(1)</sup>.

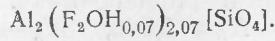
В пегматитовых жилах, залегающих в теле штока красного биотитового гранита, широко развиты частичные или полные псевдоморфозы по топазу, состоящие из жирного наощупь вещества бледно-лилового цвета.

Тщательное изучение этого продукта показало, что он представляет собой смесь тонкодисперсных каолинита и темнофиолетового флюорита. Мусковит значительно меньше затронут процессами выветривания, но микроскопические наблюдения позволили и для него установить в общем аналогичную картину.

Следует заметить, однако, что превращение топаза и мусковита в вышеуказанную минеральную смесь наблюдается только в одной части пегматитового поля, жилы которого расположены в граните близ контакта его с мраморами, и отсутствует в других участках или выражено лишь слабой каолинизацией топаза.

По данным детальных зарисовок жил, средний минералогический состав их следующий: кварц 80%, топаз 10%, мусковит 5%, ортоклаз 3%, остальное флюорит и сульфиды. В некоторых жилах состав отклоняется от среднего, главным образом, в сторону увеличения количества топаза за счет соответственного уменьшения кварца.

Данные химического анализа неизменного топаза, приведенные в табл. 1, показывают почти чисто фтористый состав его группы внедрения. Пересчет анализа дает формулу



Неизменный топаз имеет белую или голубоватую окраску, реже бесцветен. Образует ксеноморфные выделения в кварце и только в редких друзовых участках жил встречается в короткопризматических кристаллах. На последних установлены следующие простые формы: (110), (120), (130), (021), (201). Уд. вес  $3,558 \pm 0,002$ ;  $N_g = 1,621$ ;  $N_m = 1,613$ ;  $N_p = 1,612$ ;  $N_g - N_p = 0,009$ ;  $2V = +62^\circ$ .

Изменение топаза начинается с поверхности. Проникая внутрь по спайным и механическим трещинам, оно, увеличиваясь в интенсивности, захватывает постепенно всю его массу. Индивиды, претерпевшие лишь частичное замещение, имеют обычно грязносерый цвет, и

Таблица 1\*

## Химический анализ неизмененного топаза

Компоненты	Вес. %	Мол. колич.	Атомн. колич. кислорода	Число атомов кислорода, рассчитан. на 6	Атомн. колич. катионов	Число атомов катионов
$\text{SiO}_2$	32,39	539	1078	1,70	539	0,85
$\text{Al}_2\text{O}_3$	55,52	543	1629	2,56	1086	1,71
F	20,07	1089	1089	1,71	—	—
CaO	0,06	001	1	—	—	—
$\text{H}_2\text{O}^+$	0,32	018	18	0,03	36	0,06
$\text{H}_2\text{O}^-$	0,11	—	—	—	—	—
Сумма . . . . .	108,47	—	3815	6,00		
$\text{F}_2 = 0$ . . . . .	—8,36					
	100,11					

\* Аналитик Н. И. Гребнева.

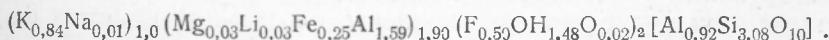
только замещенные нацело окрашены в лиловый цвет, вероятно, вследствие некоторого вымывания из псевдоморфозы метеорными водами более рыхлого каолинита.

Микроскопическое изучение показало, что флюорит распределяется среди каолинитовой массы в общем довольно равномерно, образуя в ней мелкие выделения размером около 0,2–0,5 мм в поперечнике. Основная масса каолинита скрыто кристаллична и не действует на поляризованный свет. Однако обнаруженные среди нее участки, состоящие из скоплений мелких кристалликов каолинита (длиной 0,07–0,12 мм), а также отдельные листочки в выделениях флюорита позволили измерить некоторые оптические его константы:  $N_g = 1,565$ ;  $N_p = 1,558$ ;  $N_g - N_p = 0,007$ ;  $2V$  отрицательный; угасание почти прямое ( $1-2^\circ$ ). Последняя константа дала нам повод отнести минерал к каолиниту, не прибегая к рентгенографическому анализу. Термический анализ флюорит-каолинитовой массы показал характерные для каолинита точки: эндотермическую остановку при  $570^\circ$  и экзотермический пик при  $910^\circ$  (несколько ниже нормы, составляющей  $930-970^\circ$ ).

Химический анализ мягкого продукта полного замещения топаза, взятого на глубине 0,5 м от поверхности (табл. 2), также подтвердил, что он состоит из смеси каолинита и флюорита, причем в первом количестве воды немного ниже стехиометрического.

Мусковит зеленовато-серого цвета образует толстотаблитчатые кристаллы до 1,5–2 см в поперечнике. Уд. вес  $2,840 \pm 0,002$ ;  $N_g = 1,602$ ;  $N_m = 1,597$ ;  $N_p = 1,560$ ;  $N_g - N_p = 0,042$ ;  $2V = -36^\circ$ . Дисперсия слабая,  $r > v$ .

Пересчет химического анализа (табл. 3) по методу В. С. Соболева<sup>(5)</sup> дает такую его формулу:



По составу его следует отнести к железистому фтор-мусковиту. Изменение мусковита макроскопически заключается в его потускнении, при этом он приобретает бурую окраску, иногда с хорошо заметными лиловыми налетами. Под микроскопом наблюдается следующая картина: вдоль параллельных плоскостей спайности происходит

Таблица 2\*

## Химический анализ продукта полного замещения топаза

Компоненты	Вес. %	Мол. колич.	Атомн. колич. кислорода	Число атомов кислорода, рассчитан. на 9	Атомн. колич. катионов	Число атомов катионов
SiO <sub>2</sub>	34,52	575	1150	4,06	575	2,03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29,57	290	870	3,08	560	1,98
CaO	19,28	345	—	—	—	—
F	13,28	699	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O	9,46	526	526	1,86	1052	3,72
Сумма . . .	106,11	—	2546	9,00		
F <sub>2</sub> = 0 . . . . .	—5,53					
	100,58					

\* Аналитик Н. И. Гребнева.

Таблица 3\*

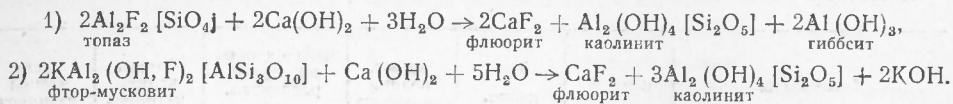
## Химический анализ мусковита

Компоненты	Вес. %	Мол. колич.	Атомн. колич. кислорода	Число атомов кислорода, рассчитан. на 12	Атомн. колич. катионов	Число атомов катионов
SiO <sub>2</sub>	46,21	768	1536	{ 6,18	768	{ 3,08
TiO <sub>2</sub>	0,26	003	6	{ 3		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32,07	314	942	3,78	628	2,51
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,14	001	3	0,01	2	—
FeO	4,46	062	62	0,25	62	0,25
MnO	0,10	001	1	—	1	—
MgO	0,32	008	8	0,03	8	0,03
CaO	0,66	012	(12)	—	—	—
Li <sub>2</sub> O	0,13	004	4	0,04	8	0,03
Na <sub>2</sub> O	1,27	020	20	0,08	40	0,16
K <sub>2</sub> O	9,88	105	105	0,42	210	0,84
F	2,84	149	149—24=125	0,50	—	—
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	3,31	184	184	0,74	368	1,48
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,18	—	—	—	—	—
Сумма . . .	101,83	—	3016	12,00		
F <sub>2</sub> = 0 . . . . .	—1,18					
	100,65					

\* Аналитик К. А. Бакланова.

помутнение мусковита, он как бы корродируется глинистым веществом, которое заполняет всю междуспайную область. Флюорит образует в нем мелкие участки и неправильные прожилки. Иногда вместе с ними находится также хлорит.

**Генезис.** Нам представляется вероятным, что процесс замещения топаза и мусковита следует таким схематическим уравнениям:



Наличие в растворах, метаморфизующих вышеуказанные минералы, ионов кальция представляется несомненным. Непосредственная же пространственная связь пегматитовых жил с мощными выходами мрамора это целиком подтверждает. Еще в 1888 г. Лемберг (<sup>3</sup>) экспериментально доказал энергичное разрушающее действие на топаз различных карбонатных щелочных растворов при умеренной температуре.

Пространственная связь пегматитовых жил с мраморами, как источником ионов кальция в растворах, в свою очередь прямо указывает на гипергенный характер процесса замещения, так как в противном случае вышеописанные псевдоморфозы были бы одинаково распространены во всех жилах пегматитового поля, независимо от близости к ним выходов мрамора, поскольку гранит, в котором залегают все жилы, не показывает изменения в составе с приближением к контакту.

Происхождение флюорита в условиях температуры гипергенного процесса уже давно известно (ратовит) и с этой точки зрения возражения не вызывает (<sup>6</sup>). Гипергенный генезис флюорита в жилах Восточного Забайкалья с точностью установлен С. С. Смирновым (<sup>4</sup>).

В описываемых нами условиях следует особенно отметить инертное поведение фтора при разрушении содержащих фтор минералов водами, богатыми кальцием. На диаграмме (см. рис. 1) графически показана неустойчивость топаза и мусковита (взяты в скобки) в условиях высокой концентрации Са-ионов (в омывающих растворах) и превращение их в парагенезис каолинит-флюорит (<sup>2</sup>).

Очевидно, неустойчивостью парагенезиса фторсодержащих силикатов с богатыми кальцием минералами при более высокой температуре можно объяснить отсутствие топаза также и в контактах гранитоидов с известняками наряду с распространением в них флюорита и различных алюмосиликатов.

Криворожский горнорудный институт

Поступило  
14 VII 1950

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> В. И. Вернадский и С. М. Курбатов, Земные силикаты, алюмосиликаты и их аналоги, 1937.
- <sup>2</sup> Д. С. Коржинский, Факторы минеральных равновесий и минералогические фации глубинности, 1940.
- <sup>3</sup> J. Lemberg, Zs. Deutsch. geol. Ges., 40 (1888).
- <sup>4</sup> С. С. Смирнов, Зона окисления сульфидных месторождений, 1936.
- <sup>5</sup> В. С. Соболев, Введение в минералогию силикатов, Львов, 1949.
- <sup>6</sup> А. Е. Ферсан, Геохимия, 4, 1939.