

Ю. И. ГОНЧАРОВ, В. С. КОВАЛЕНКО, И. П. ХАДЖИ

ВОЛОКНИСТЫЙ СИЛИКАТ СО СЛЮДОПОДОБНОЙ СТРУКТУРОЙ

(Представлено академиком Н. В. Беловым 12 VII 1971)

При исследовании механизма минералообразования в системе $\text{NaF} - \text{MgO} - \text{MgF}_2 - \text{SiO}_2$ в интервале температур $600-800^\circ$ и давлении, близком к нормальному, был получен несколько необычный силикат со слюдоподобной структурой в виде очень тонких волокон. Однако не только морфологические особенности кристаллов привлекли к нему наше внимание. Необычен был химический состав минеральной фазы, так как в природе неизвестны натриево-магниевые слюды. Кроме того, фтора в нем со-

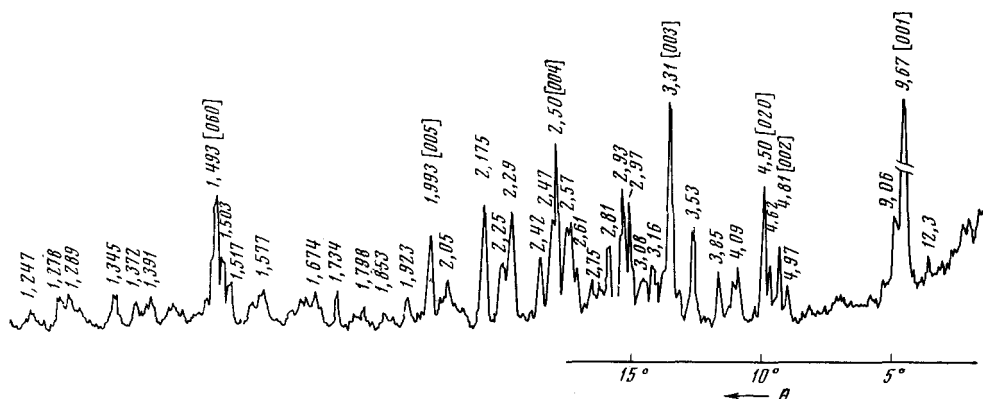


Рис. 1. Дифрактограмма волокнистой фазы

держалось почти в два раза меньше, чем это необходимо для полного замещения гидроксильных позиций.

На рис. 1 и в табл. 1 приведены результаты рентгеновских исследований, выполненных на дифрактометре ДРОН-1 (CuK_α -излучение, Ni-фильтр). Исследуемый образец содержал небольшое количество примесей ($\sim 10-15\%$), в частности гекторита ($d_{001} = 12,3 \text{ \AA}$ ⁽¹⁾) и фторталька ($d_{001} = 9,06 \text{ \AA}$). На полученной дифрактограмме четко выделяется ряд базальных отражений, характерных для слоистых структур с межпакетным расстоянием $\sim 10 \text{ \AA}$ ^(3, 4). Обращает на себя внимание низкое значение параметра b ($d_{060} = 1,493$), не соответствующее триоктаэдрическому характеру слоистой фазы. Для того чтобы выяснить это несоответствие, сравним между собой пару природных диоктаэдрических слюд мусковит — парагонит ⁽²⁾. Влияние натрия на уменьшение параметра выражено достаточно четко: $\Delta a = 0,04$, $\Delta b = 0,16$ и $\Delta c = 0,80 \text{ \AA}$; разность $d_{060} \simeq 0,03 \text{ \AA}$.

Слоистый силикат образует тончайшие волокна, длина которых обычно не превышает $10-20 \text{ \mu}$, хотя встречаются волокна и значительно более длинные. Ширина колеблется от $300-500 \text{ \AA}$ (рис. 2 и 3) до $3-4 \text{ \mu}$. Иногда отдельные волокна расслаиваются на ряд элементарных волоконцев, о чем свидетельствует смещение контуров экстинкций вдоль осевой линии (рис. 3б). Морфологически они очень сходны с волокнами фторамфибола, в который эта фаза полностью переходит при условиях, близких к равновесным, при повышении температуры или увеличении времени выдержки.



Рис. 2. Электронномикроскопические снимки волокон слоистого силиката. Общий вид продукта синтеза, реплика с суспензии. Микроскоп JEM-6A

Показатели преломления, определенные иммерсионным методом ($n_g = 1,541 \pm 0,002$; $n_m = 1,538 \pm 0,002$) очень близки к показателям преломления безалюминиевых слюд ($n_g = 1,539 \pm 0,002$; $n_m = 1,537 \pm 0,002$; $n_p = 1,501 \pm 0,002$) ⁽³⁾.

На дифференциальной кривой выделяется два небольших эндотермических эффекта при температурах 785 и 1060°. Первый из них, по-видимому,

Таблица 1

Базальные межплоскостные отражения волокнистой фазы

Индекс	Волокнистая фаза (1)	F-флогопит по (*) (2)
001	9,67	9,97
002	4,81	4,99
003	3,31	3,33
004	2,50	2,50
005	1,993	1,998

Примечание: 1: $a = 5,18 \text{ \AA}$, $b = 8,96 \text{ \AA}$, $c = 9,82 \text{ \AA}$, $\beta = 100^\circ 03'$; 2: $a = 5,299 \text{ \AA}$, $b = 9,188 \text{ \AA}$, $c = 10,135 \text{ \AA}$, $\beta = 99^\circ 55'$.

Таблица 2

Химический состав продуктов синтеза (%)

Компонент	Исходный образец	Образец, выдержанный в течение 4 час. при разной температуре				
		600°	700°	800°	900°	1000°
SiO ₂	58,60	59,05	59,0	58,40	60,00	59,75
Al ₂ O ₃	0,10	Не определялся				
Fe ₂ O ₃	0,51	0,84	0,84	1,00	0,89	0,61
MgO	29,86	28,98	29,46	29,46	29,75	30,53
Na ₂ O	7,70	7,13	7,65	7,36	7,36	7,68
K ₂ O	0,04	Не определялся				
F	6,06	6,16	5,52	5,84	4,00	2,00
F-O ₂	2,54	2,59	2,32	2,46	1,68	0,84
Сумма	100,50	99,57	99,67	99,62	100,32	99,73

соответствует началу выделения фтора, так как именно с этого момента начинается некоторая потеря веса, достигающая заметной величины при 900°. Эффект при температуре 1060° отвечает фазовым превращениям. При этом образуется смесь амфибола и форстерита.

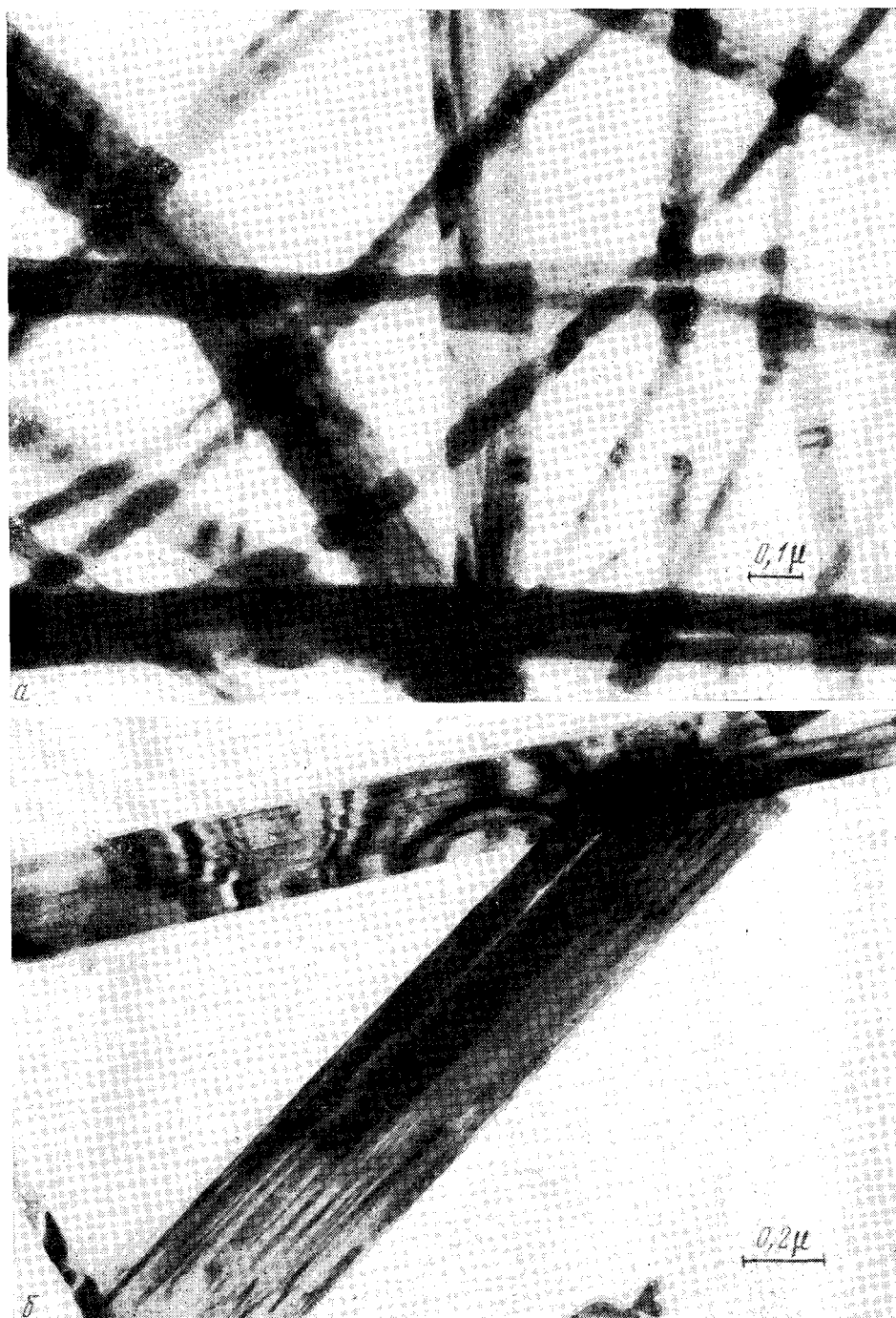


Рис. 3. Морфологические особенности отдельных волокон слоистого силиката. Микроскоп JEM-6A

Как известно, компенсационный заряд в слюдах возникает, как правило, в результате замещения части кремния на алюминий в тетраэдрических позициях. В составе волокнистой фазы практически отсутствует алюминий, и, следовательно, этот источник компенсационного заряда невозможен. Можно предположить, что компенсационный заряд является результатом замещения части гидроксильных позиций кислородом, заряд которого вы-

ше, чем у фтора, подобно тому как это имеет место в лепидолите (²). Такое предположение хорошо согласуется с низким содержанием фтора в исследуемой фазе (см. табл. 2). Исходя из этого приближенная кристаллохимическая формула волокнистого силиката со слюдоподобной структурой может быть записана как $\text{NaMg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{F}, \text{O}_2)$.

Выше уже отмечалось, что рассматриваемый слоистый силикат является промежуточной фазой при синтезе фторамфибола. Дальнейшее изучение его кристаллохимии позволит решить один из мало изученных вопросов — о механизме образования фторамфибола.

Авторы выражают признательность Г. А. Сидоренко за помощь, оказанную в проведении рентгеновских исследований.

Поступило
29 IV 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Ю. И. Гопчаров, И. П. Хаджи, В. С. Коваленко, ДАН, 201, № 1 (1971).
² Х. Штрумпц, Минералогические таблицы, М., 1962. ³ З. Е. Луговская, А. Б. Островская и др., Минералогич. сборн. Львовск. гос. унив., 23, в. 2 (1969).
⁴ А. Н. Винчелл, Г. В. Винчелл, Оптические свойства искусственных минералов, М., 1967.