

С. И. БЕРХИН

РЕНТГЕНОГРАММЫ ЖЕЛЕЗИСТО-МАГНЕЗИАЛЬНЫХ СЛЮД

(Представлено академиком Д. И. Щербаковым 7 I 1954)

Настоящая работа посвящена связи химического состава железисто-магнезиальных слюд с результатами их исследования рентгеновско-порошковым методом*.

До последнего времени рентгеновский метод исследования не позволял различать отдельных представителей железисто-магнезиальной группы слюд вследствие большого сходства их рентгенограмм. Имеющиеся в литературе данные (1-3) по рентгеновскому анализу слюд не содержат указаний на различия внутри магнезиально-железистой группы.

Использованный нами материал для исследования представляет химически охарактеризованные слюды месторождений СССР из коллекций сотрудников Института геологических наук и Минералогического музея АН СССР.

В табл. 1 приведены данные валового химического состава исследованных слюд, а также их структурные формулы. Пересчет на структурные формулы сделан нами по безводному веществу. Из литературы (4-6) известно, что слюды состоят из тетраэдрических слоев, строящихся катионами с координационным числом 4 (Al, Si), и октаэдрических слоев, строящихся из катионов с координационным числом 6 (Al, Mg, Fe²⁺, Mn, Ti и др.). Группу биотита называют магнезиально-железистой вследствие большой роли, которую в ней играют магний и железо, друг друга изоморфно замещающие. Преобладание в решетке слюды Mg дает ей название флогопита, собственно же биотитом принято называть слюду с преобладанием в ее решетке Fe²⁺. Из табл. 1 видно, как изменчив катионный состав в тетраэдрических слоях исследованных слюд. Нас в данной работе интересовало влияние изменения содержания Mg и Fe²⁺ в решетке слюд на их рентгенограммы.

Взятые для рентгеновского анализа слюды, не имеющие механических примесей, тщательно растирались в агатовой ступке. Растертый образец слюды набивался затем в тонкостенный коллодиевый капилляр в виде столбика толщиной 0,5 мм. Полученный таким образом столбик помещался в центре камеры диаметром 66 мм и центрировался. Источником излучения рентгеновских лучей служила трубка БСВ с железным анодом. Экспозиция съемки одного образца составляла 20 час. Расчет линий интерференции велся по формуле Вульфа — Брегга с введением поправки на толщину столбика. Интенсивность линий интерференции определялась визуально по пятибальной шкале.

В табл. 2 приведены данные межплоскостных расстояний исследованных слюд, а также интенсивность линий интерференции, соответствующих этим расстояниям.

Изучение полученных рентгенограмм и сравнение их между собою показывает наряду с большим сходством появление отличительных черт. Сопоставление данных рентгеновского анализа с химическим составом

* Работа проводилась в рентгеновской лаборатории отдела петрографии осадочных пород Геологического института Академии наук СССР.

Химический состав и структурные формулы слюд

		№№ образцов									
0		48	260	1	2	3	105	106	Б	443	445
SiO ₂		39,12	38,91	36,81	37,10	37,80	36,33	35,66	34,60	33,66	3
TiO ₂		—	0,22	1,00	1,24	1,20	—	—	—	1,40	0,30
Al ₂ O ₃		17,44	16,53	17,00	17,20	17,46	21,78	21,23	18,86	24,88	20,88
Fe ₂ O ₃		2,03	2,01	2,32	1,74	1,56	2,57	3,08	4,29	5,51	8,93
FeO		1,88	1,46	7,70	8,30	7,72	16,16	16,26	22,54	16,67	21,56
MnO		—	0,05	0,17	0,13	0,05	0,19	0,28	1,33	2,78	0,55
MgO		25,37	25,45	22,0	21,00	21,80	7,29	9,01	4,55	2,78	0,55
CaO		0,23	0,19	0,61	1,09	0,64	0,46	0,42	0,47	0,20	0,36
Na ₂ O		0,57	0,28	1,00	0,78	1,00	0,21	0,68	0,17	0,80	0,85
K ₂ O		8,71	9,84	8,78	8,60	8,20	8,82	8,41	7,64	6,50	7,01
H ₂ O		—	1,60	—	—	—	—	—	—	0,56	0,65
H ₂ O ⁺		0,30	0,67	0,43	0,35	0,27	0,41	0,48	0,63	1,96	0,38
Σ		3,18	3,04	1,65	1,67	1,60	2,67	2,74	3,43	1,94	2,10
Σ		100,39	99,58	99,53	99,68	99,10	99,50	99,10	100,70	99,72	100,12
Тетраэдрические ионы	Si	2,75	3,54	2,61	2,70	2,71	2,77	2,52	2,90	2,71	2,68
	Al	1,25	0,46	1,39	1,30	1,29	1,33	1,48	1,10	2,29	2,04
	Fe ^{...}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,28
Октаэдрические ионы	Al	0,18	0,88	0,19	0,16	0,93	0,61	0,26	0,74	0,08	—
	Fe ^{...}	0,05	0,09	0,12	0,10	0,09	0,13	0,15	0,26	0,33	0,28
	Fe ^{..}	0,12	0,09	0,48	0,49	0,46	1,02	0,95	1,56	1,13	1,38
	Mn	—	—	0,09	—	—	—	—	0,01	0,02	0,05
	Mg	2,58	2,78	2,32	2,28	2,35	0,83	0,95	0,05	0,03	0,05
	Ca	0,01	—	0,05	0,009	0,005	0,03	0,03	0,005	—	0,08
	Na	0,07	0,35	0,14	0,09	0,09	0,03	0,05	0,02	0,01	0,09
	K	0,79	0,91	0,79	0,79	0,75	0,86	0,75	0,96	0,68	0,68
Ti	—	0,09	0,04	0,005	0,055	—	—	—	0,01	0,01	

слюд показывает зависимость отражающей способности определенных их плоскостей от состава катионов в октаэдрических слоях.

Так, образцы №№ 48, 260, 1, 2, 3 содержат в шестерной координации от 2 до 2,78 магния; содержание Fe^{..} в той же координации у этих образцов колеблется от 0,09 до 0,49. Для этих слюд на рентгенограммах присутствуют вторая и третья (d_{004} и d_{110}) линии. Значения соответствующих этим линиям межплоскостных расстояний колеблются от 4,76 до 5,12 Å для d_{004} и от 4,50 до 4,66 Å для d_{110} . Интенсивность их незначительна и увеличивается с увеличением содержания магния. У образцов слюд №№ 105, 106, Б, 443 и 445 содержания магния в шестерной координации колеблется от 0,03 до 0,05; количество же Fe^{..} достигает 1—1,56. На рентгенограммах этих слюд вторая линия (d_{004}) отсутствует, а третья линия (d_{110}) очень слабой интенсивности имеется только у образцов Б и № 443 и соответствует 4,49 Å. Образец № 445 в отличие от других слюд не содержит Al в октаэдрическом слое. Весь его алюминий располагается в тетраэдрическом слое, дополняя «дефицит» кремния. Рентгенограмма этой слюды характеризуется, помимо отсутствия на ней второй и третьей линий, значением $d_{002} = 9,56$ Å и уменьшением общей интенсивности.

Не касаясь характеристики и изменения рентгенограмм магнезиально-железистых слюд в целом, мы обращаем внимание на поведение второй и третьей (d_{004} и d_{110}) линий интерференции в зависимости от со-

Межплоскостные расстояния магнетиально-железистых слюд

Таблица 2

	Обр. 48		Обр. 1		Обр. 2		Обр. 3		Обр. 260		Обр. 105		Обр. 106		Обр. Б		Обр. 443		Обр. 445	
	интенс.	d, Å	интенс.	d, Å	интенс.	d, Å	интенс.	d, Å	интенс.	d, Å	интенс.	d, Å	интенс.	d, Å	интенс.	d, Å	интенс.	d, Å	интенс.	d, Å
1	сн.	9,90	сн.	9,90	о. сн.	10,6	сн.	9,90	сн.	9,00	сн.	9,25	сн.	9,28	сн.	9,90	сн.	9,90	сн.	9,56
2	сл.	4,97	сл.	4,67	сл.	4,76	сл.	4,50	о. сл.	5,02	—	—	—	—	о. сл.	4,49	сл.	4,49	—	—
3	"	4,57	"	4,21	ср.	3,90	—	—	сн.	4,50	—	—	—	—	"	3,91	ср.	4,08	—	—
4	ср.	3,68	сл.	3,64	о. сн.	3,53	сл.	3,53	сн.	3,60	—	—	—	—	—	—	—	3,67	—	—
5	сн.	3,34	сн.	3,28	о. сн.	3,53	сл.	3,53	сн.	3,27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,64
6	—	—	—	—	ср.	3,04	сн.	3,23	сн.	3,11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	ср.	2,88	сн.	2,78	сл.	2,81	ср.	3,11	—	—	—	—	сн.	3,25	сн.	3,31	—	—
8	сл.	2,89	ср. р.	2,59	ср.	2,56	сн.	2,53	сн.	2,88	—	—	—	—	—	—	—	2,88	—	3,27
9	сн.	2,61	сн.	—	ср.	—	сн.	—	сн.	2,60	—	—	—	—	—	—	—	2,88	—	2,85
10	сл.	2,51	—	—	—	—	—	—	ср.	2,47	—	—	—	—	сн.	2,57	ср.	2,88	—	—
11	ср.	2,43	ср.	2,40	сн.	2,30	сн.	2,43	ср.	2,47	—	—	—	—	сл.	2,45	ср.	2,80	—	2,58
12	—	—	ср.	2,17	сн.	2,30	ср.	2,34	о. сл.	2,40	—	—	—	—	ср.	2,44	ср.	2,44	—	—
13	сл.	2,31	ср.	1,99	сн.	2,10	сн.	2,40	ср.	2,18	—	—	—	—	ср.	2,25	—	—	—	—
14	сн.	2,48	ср.	1,99	сл.	1,94	сн.	1,96	сн.	2,15	—	—	—	—	ср.	2,15	—	—	—	—
15	—	—	ср.	1,83	ср.	1,78	сн.	1,87	о. сл.	1,99	—	—	—	—	"	1,97	сн.	2,18	—	—
16	—	—	ср.	1,68	сн.	1,75	сн.	1,87	о. сл.	1,90	—	—	—	—	"	—	—	1,98	—	—
17	сн.	1,85	ср. р.	1,66	о. сн.	1,60	сн.	1,87	ср.	1,84	—	—	—	—	"	—	—	—	—	—
18	сл.	1,70	сн.	1,53	о. сн.	1,45	сн.	1,63	ср.	1,68	—	—	—	—	"	—	—	—	—	—
19	"	1,67	сн.	1,53	о. сн.	1,45	сн.	1,63	ср.	1,66	—	—	—	—	"	—	—	—	—	—
20	сн.	1,54	сн.	1,53	о. сн.	1,45	сн.	1,50	сн.	1,66	—	—	—	—	"	—	—	—	—	—
21	"	1,48	—	—	о. сл.	1,42	сн.	1,50	сн.	1,53	—	—	—	—	"	—	—	—	—	—
22	сл.	1,44	сн.	1,36	о. сл.	1,42	сн.	1,43	сн.	1,53	—	—	—	—	"	—	—	—	—	—
23	"	1,37	ср.	1,32	сн.	1,37	сн.	1,39	сн.	1,43	—	—	—	—	"	—	—	—	—	—
24	сл.	1,32	ср. р.	1,32	"	1,34	сн.	1,34	сн.	1,36	—	—	—	—	"	—	—	—	—	—
25	ср.	1,31	—	—	—	—	ср.	1,30	сн.	1,32	—	—	—	—	"	—	—	—	—	—
26	ср.	1,26	—	—	—	—	сн.	1,28	ср.	1,30	—	—	—	—	"	—	—	—	—	—
27	сл.	1,22	—	—	—	—	сн.	1,28	о. сл.	1,27	—	—	—	—	"	—	—	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—	сн.	1,26	—	—	—	—	"	—	—	—	—	—
29	—	—	—	—	—	—	—	—	сн.	1,26	—	—	—	—	"	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	—	"	1,22	—	—	—	—	"	—	—	—	—	—

держания в их решетке Mg и Fe²⁺ - Можно сформулировать следующую зависимость: чем больше содержание Mg и меньше содержание Fe²⁺ в решетке слюды, тем отражающая способность определенных плоскостей больше и, наоборот, чем больше содержание Fe²⁺ и меньше содержание Mg, тем меньше отражающая способность тех же самых плоскостей. Эта зависимость выражается в интенсивности второй и третьей линий интерференции на рентгенограмме слюд и является следствием различной способности магния и железа рассеивать рентгеновские лучи.

Поступило
29 XII 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. Д. Седлецкий, Рентгенографические таблицы для определения коллоидных минералов почв, 1941. ² А. К. Болдырев, В. И. Михеев, Г. А. Ковалев и др., Зап. Лен. горн. ин-та, 11, в. 2; 13, в. 1 (1938). ³ G. Nagelschmidt, Zs. f. Krist., 97, 6 (1937). ⁴ А. Г. Бетехтин, Минералогия, М., 1950. ⁵ Д. П. Григорьев, Зап. Вс. мин. об-ва, 64, № 1 (1935). ⁶ Д. П. Сердюченко, ДАН, 59, № 3 (1948). ⁷ Е. Ф. Алексеева, А. К. Болдырев, Зап. Вс. мин. об-ва, 64, № 1 (1935).