

еще теоретически возможен процесс рекристаллизации $T_2 = 0,4T_{\text{п}}$. Результаты расчетов и экспериментов также оказались близкими. Некоторые расхождения расчетов и наблюдений при определении ширины зоны рекристаллизации можно объяснить тем, что для прохождения рекристаллизационных процессов требуется определенное время. График зависимости температуры шва от времени, приведенный в работе [1], позволяет определить также скорость падения температуры в шве. Так, в интервале температур 700—350°С средняя скорость падения температуры в шве

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = 3,5 \cdot 10^6 \text{ град/сек.}$$

Очевидно, что при более высоких температурах в том же режиме соударения пластин эта скорость еще выше и намного превосходит скорости охлаждения во всех обычных процессах термообработки металлов. Это дает возможность ожидать в некоторых случаях появления в зоне шва структур металлов, которые не встречались ранее.

Поступила в редакцию
13/1 1971

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Д. Захаренко. ФГВ, 1971, 7, 2.
2. S. K. Godunov, A. A. Deribas a. o. J. of Computational Physics. 1970, 5, 3.
3. С. К. Годунов, А. А. Дерibas и др. ФГВ, 1971, 7, 1.
4. И. П. Краснокутская и др. Физика и химия обработки материалов. 1969, 6.
5. А. А. Бочвар. Металловедение. Металлургиздат, 1948.

УДК 621.787

ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ В СТРУКТУРЕ СЛЮД ПРИ ВЗРЫВНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

*Л. Д. Аникина, Д. К. Архипенко, Н. С. Вартанова,
Т. Н. Григорьева, В. И. Мали
(Новосибирск)*

Высокие давления и температуры, достигаемые в процессе прохождения сильных ударных волн по веществу, приводят к существенным изменениям его структуры. В качестве объекта исследования была выбрана слюда различного химического состава, кристаллохимические формулы которой приведены в табл. 1. Цилиндрические стальные или медные ампулы с наружным диаметром 10 мм, внутренним 5 мм и высотой полости 50 мм заполнялись предварительно растертой в порошок слюдой. Ампулы помещали вдоль оси цилиндрического заряда гексогена диаметром 150 мм. Процесс взрывного воздействия по такой методике подробно рассмотрен в работе [1].

При исследовании образцов слюды через оптический микроскоп выяснилось, что после взрыва получается неоднородное вещество как в поперечном, так и в продольном сечении ампулы. Исследованию подвер-

растает. Исчезают рефлексы 112, 113, 200, 220, 150, 203. Отмечается сдвиг в межплоскостных расстояниях в сторону уменьшения. Особенно это заметно по рефлексу 060, который ответствен в биотитах за железистость образца. Изменение I_{060} и d_{060} свидетельствует о возможном выходе каких-то катионов из решетки, преимущественно из октаэдрического слоя.

На порошкограммах образцов № 1 и № 4, взорванных в медных ампулах, наблюдаются аналогичные изменения в интенсивности и в значениях межплоскостных расстояний, что и в образцах, взорванных в стальных ампулах. На порошкограмме образца, взорванного в медной ампуле (табл. 3), кроме сильно измененной картины слюды, наблюдается наличие новых фаз: минерала шпинелевидной структуры, похожего на магнетит, и кварца. Наличие новых фаз говорит о частичном разрушении структуры слюды или ее частичной перекристаллизации.

Образец № 1, тщательно отобранный от видимых включений металлических шариков, был подвергнут частичному квантометрическому анализу (табл. 4).

(Все железо пересчитано на Fe_2O_3). Из сравнения данных, приведенных в таблице, видно, что имеется дефицит содержания Fe_2O_3 в 5,15%.

Итак, рентгеновские исследования показывают, что во всех образцах слюд наблюдаются существенные изменения. Часть структуры разрушается полностью, о чем свидетельствует присутствие сильной вуали. Кристаллизуются новые фазы: минерал гипинелевидной структуры и кварц,

Таблица 2

Порошкограммы биотитов, взорванных в стальных ампулах

hkl	Образец № 1						Образец № 4			
	исходный		край		середина		исходный		середина	
	$d(\text{Å})$	I	$d(\text{Å})$	I	$d(\text{Å})$	I	$d(\text{Å})$	I	$d(\text{Å})$	I
001	10,2	10	10,1	10	10,0	10	10,1	10	10,2	10
020	4,60	1	4,62	1	4,56	Оч.	4,56	2	4,60	0,5
11 $\bar{2}$	3,64	1	3,65	1	—	Сл.	3,61	2	3,67	Оч. сл
003	3,37	10	3,35	6	3,35	5	3,36	10	3,37	5
112	3,11	1	3,15	1	—	—	3,11	3	—	—
11 $\bar{3}$	2,91	1	2,93	1	—	—	2,89	3	—	—
130	2,63	9	2,64	8	2,64	6	2,61	7	2,64	7
200, 13 $\bar{1}$	2,54	—	—	—	—	—	—	—	2,52	3
004	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20 $\bar{2}$, 13 $\bar{1}$	2,50	1	2,50	1	2,53	3	2,48	2	—	—
201, 13 $\bar{2}$	2,43	8	2,45	4	2,44	4	2,43	7	2,44	0,5
22 $\bar{1}$	2,31	1	2,30	0,5	2,29	0,5	2,29	1	2,30	0,5
220, 20 $\bar{3}$	2,25	1	—	—	—	—	2,25	1	—	—
202, 13 $\bar{3}$	2,17	5	2,18	3	Сл.	—	2,16	7	2,18	1
005	1,99	5	2,000	3	2,010	0,5	1,994	7	2,000	0,5
203, 13 $\bar{4}$	0,912	2	1,919	3	—	—	1,900	0,5	—	—
150, 24 $\bar{1}$	1,745	1	—	—	—	—	1,737	0,5	—	—
204, 13 $\bar{5}$	1,670	6	1,682	2	1,679	0,5	1,668	8	—	—
060	1,565	9	1,550	5	1,549	4	1,556	7	1,545	6
33 $\bar{1}$	1,526	1	1,533	1	1,492	3	—	—	—	—
Политипия	1M		1M		1Md		1M		1Md	
$a \text{ Å}$	9,414		9,300		9,294		9,336		9,270	

Таблица 3

Порошкограммы биотита № 1, взорванного в медных ампулах

hkl	Образец № 1						Биотит	Кварц	Шпинелевидный минерал	
	исходный		край		середица				d(Å)	I
	d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I				
001	10,2	10	10,06	1	10,1	1	+			
020	4,60	1	—		4,86	1	+			
11 $\bar{2}$	3,64	1	3,68	0,5	—					
003	3,37	10	3,36	9	3,34	2	+	+		
112	3,11	1	3,16	1	3,15	0,5	+			
11 $\bar{3}$	2,91	1	2,93	1	2,98	5	+		2,99	
130	2,63	9	2,64	10	2,65	1	+			
200, 13 $\bar{1}$	2,54	4	2,53	1	2,54	10	+		2,54 10	
004										
202, 13 $\bar{1}$	2,50	1	2,50	1	—					
201, 13 $\bar{2}$	2,43	8	2,45	5	2,45	1	+	+	2,42 3	
22 $\bar{1}$	2,31	1	2,30	1						
220, 20 $\bar{3}$	2,25	1	—		—					
202, 13 $\bar{3}$	2,17	5	2,19	3	2,15	0,5	+			
					2,16	7			2,09 7	
005	1,999	5	2,020	3	2,002	0,5	+			
203, 13 $\bar{4}$	1,912	2	1,922	0,5	1,922	0,5	+			
					1,814	1		+		
150, 24 $\bar{1}$	1,745	1	—		1,718	1	+		1,710 5	
204, 13 $\bar{5}$	1,670	6	1,679	5	1,621	7	+		1,612 9	
060	1,565	9	1,554	9	1,558	1	+			
33 $\bar{1}$	1,526	1	—		1,519	Сл.				
					1,489	9			1,479 10	

Политипия 1M 1M 1Md |

Примечание. — отсутствие рефлекса, + наличие минерала.

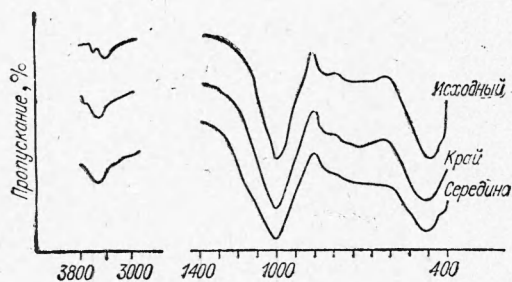
обнаружено стекло. Изменение параметров решетки слюды можно связать, во-первых, с искажением структуры, выражающимся в наложении пакетов друг на друга, возможен разворот тетраэдров, что приводит к искажению и октаэдрического слоя; во-вторых, с выходом части катионов из октаэдрических структурных позиций. Наиболее ясно это видно в случае железистых образцов. Частичный квантометрический анализ также подтверждает выход катионов железа из октаэдрических структурных позиций.

Таблица 4

Таблица химического состава (%)

Образец № 1	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂
Исходный	31,86	14,76	0,56	1,18	0,33	40,80	3,34
После взрыва	37,0	14,86	0,50	1,50	0,43	35,75	3,30

Для всех трех групп образцов были получены также спектры поглощения в ИК-области. На рисунке представлен ИК-спектр железистого образца № 1 исходного и после взрыва (край и середина ампулы).



На спектре исходного образца в области $400\text{--}1100\text{ см}^{-1}$ наблюдаются обычные полосы поглощения, характерные для сильножелезистого образца, почти сглаженные колебания в области $600\text{--}800\text{ см}^{-1}$, в области ОН-колебаний присутствуют две полосы: 3400 см^{-1} (интенсивная) и 3590 см^{-1} (меньшей интенсивности).

По трактовке Бассета [2], полоса поглощения при меньших частотах (3400 см^{-1}) характерна для триоктаэдрического заселения катионами типа R^{++} (Mg^{++} , Fe^{++}), полоса при больших частотах (3590 см^{-1}) чувствительна к ориентировке кристалла и характеризует заселение либо неоднородными по валентности катионами, либо дефектное заселение. В данном образце, по-видимому, имеется в большем количестве неоднородное заселение октаэдрических структурных позиций.

После взрыва спектр поглощения меняется: смещается полоса, характеризующая деформационное колебание Si—O-связи, которое через вторую координационную сферу связано и с изменением в составе октаэдрических структурных позиций. Следовательно, смещение этой полосы может быть обусловлено двумя причинами: либо деформационным искажением тетраэдров, либо изменением состава октаэдрических позиций в результате взрыва (миграция катионов железа). Существенно изменилась картина и в области ОН-колебаний: на общем возросшем уровне за счет гидратации образца уменьшилось высокочастотное колебание, по-видимому, за счет дальнейшего увеличения дефектно заселенных октаэдров, причем в образце, взятом из середины ампулы, эти изменения наблюдаются в большей мере, чем в образце, взятом с края. В остальных железистых образцах изменения аналогичны.

В спектрах магnezияльного образца № 6 исходного и после взрыва (край и середина ампулы) также наблюдается небольшой сдвиг деформационного колебания, но в меньшей мере, чем в железистом. В области $600\text{--}800\text{ см}^{-1}$ колебания, наоборот, активизируются, а не сглаживаются, как в случае железистого образца. Активизируются колебания и в области ОН-группы, т. е. и в флогопите увеличивается количество дефектно заселенных октаэдрических структурных позиций; в искусственном фторфлогопите наблюдаются аналогичные изменения.

Таким образом, по ИК-спектру также фиксируются существенные искажения, происходящие как в тетраэдрических, так и в октаэдрических структурных позициях.

Поступила в редакцию
28/VII 1970

ЛИТЕРАТУРА

1. С. С. Бацанов, А. А. Дерибас. Научно-технические проблемы горения и взрыва, 1965, 1.
2. W. A. Basset. Bull. Geol. Soc. Am., 1960, 71, 4, 449.