

Б.М.Меликсетян, З.О. Чибухчян

ТИПОМОРФИЗМ МУСКОВИТОВ КАК КРИТЕРИЙ РТ-УСЛОВИЙ МЕТАМОРФИЗМА И ГРАНИТООБРАЗОВАНИЯ

Мусковит был рассмотрен нами для оценки РТ-условий метаморфизма и гранитообразования в силу его распространенности почти во всех разновидностях кислых пород Апаран-Анкаванского выступа Цахкуняцкого кристаллического массива. Наибольшие его количества встречаются в слюдястых сланцах и гнейсах, а из магматических пород в мусковитовых плаггиогранитах. Менее распространен он в сланцах из Северной Армении.

Химические составы и кристаллохимические формулы исследованных мусковитов приведены в табл. I. Имеющая место значительная нехватка катионов в группе "X", которая должна быть близка к единице в кристаллохимической формуле, с одной стороны, и избыток гидроксильной группы — с другой, свидетельствуют об их принадлежности к гидромусковиту (вероятно, в позиции "X" калий замещается оксонием H_3O^+). Другой особенностью мусковитов является повышенное содержание кремния в тетраэдрической позиции, сопровождаемое замещением октаэдрического алюминия магнием и железом, т.е. замещениями, характерными для фенгита.

Из табл. I видно, что количество парагонитовой составляющей, находящейся в мусковитах из пород Апаран-Анкаванского массива, распределяется по типам пород в следующих пределах (в % отношении): гнейсы — 11,4–12,3, лейкократовые граниты — 12,1, мусковитовые плаггиограниты — 17,9–19,2, сланцы — 21,0–29,5; повышенные содержания парагонитовой составляющей отмечаются и в мусковитах из различных сланцев Северной Армении — 20,7–49,0. Из приведенных данных выявляется четкая количественная сопряженность содержаний парагонита в парах "гнейсо-лейкократовый гранит" и "сланцистый сланец — плаггиогранит".

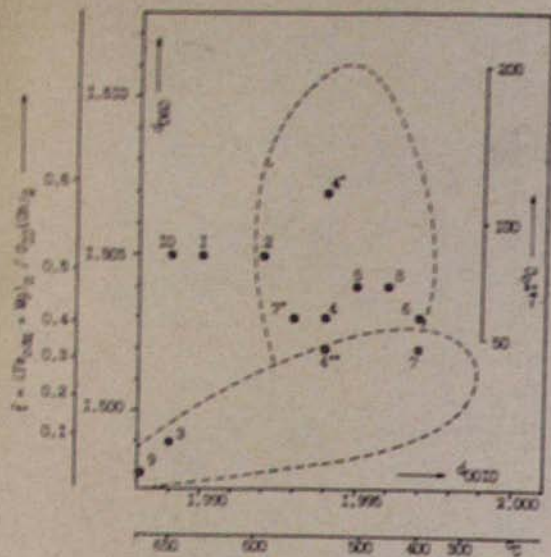


Рис. 1. Зависимость халькисистости мусковитов от содержания в них натрия, калия и температуры образования по данным измерения d_{060} и d_{0010} (по Н.В.Котлову и др., 1969)

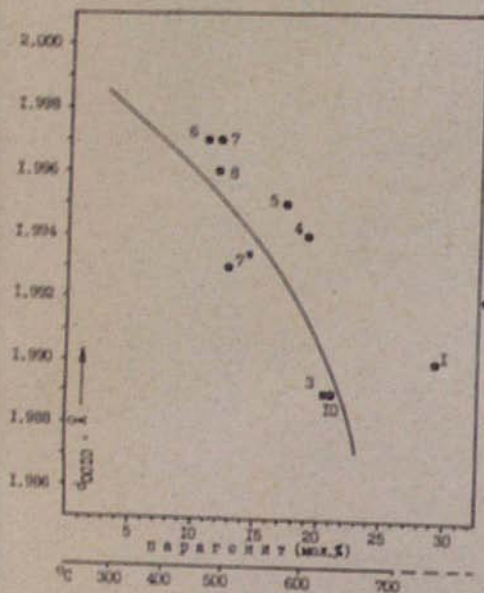


Рис. 2. Зависимость d_{0010} малохалькисистых мусковитов от содержания в них парегонитовой составляющей и T° (по Иодеру, 1965)

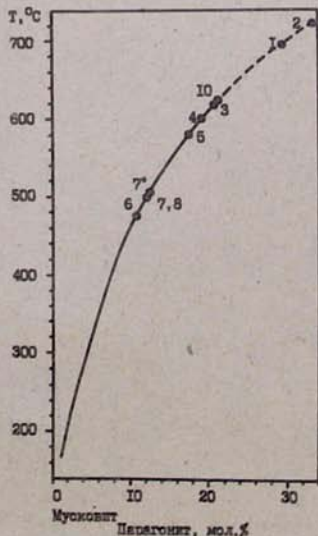


Рис. 3. Содержание парагонитовой составляющей в мусковитах из метаморфических пород различной ступени метаморфизма (Ламберт, 1959).

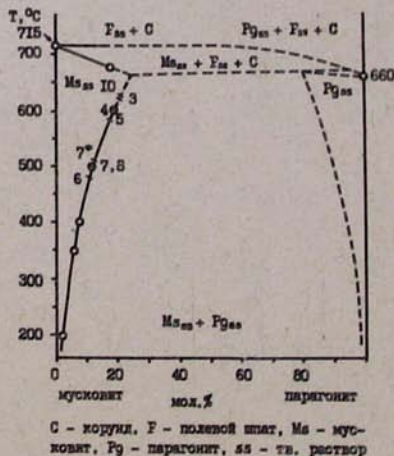


Рис. 4. Фазовая диаграмма суб-солидусной области системы мусковит-парагонит (по Эйгарту и Йодеру, 1955)

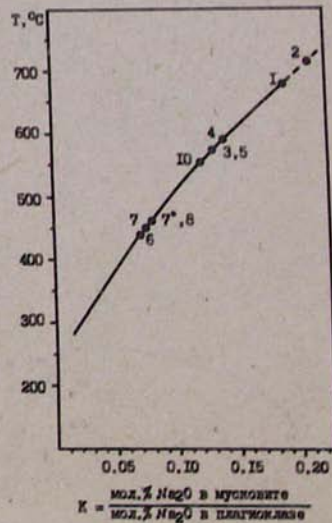


Рис. 5. Содержание Na_2O в сосуществующих мусковитах и плагиоклазах в зависимости от температуры образования (по Йодеру, 1965).

Химические составы и кристаллохимические формулы минералов

Таблица I

	1	2	3	4	5	6	7	7 ^х	8	9	10
SiO ₂	49,66	53,58	46,70	44,50	47,00	49,88	46,80	-	45,20	46,35	49,88
TiO ₂	0,52	н/одн	1,62	0,04	0,17	0,35	н/одн	-	0,37	0,38	2,60
Al ₂ O ₃	32,53	24,67	30,54	38,20	34,01	31,24	36,87	-	38,03	35,60	25,64
Fe ₂ O ₃	3,20	2,56	н/одн	2,20	3,43	4,21	1,56	-	0,98	0,82	4,46
FeO	0,69	0,64	5,74	н/одн	0,71	-	0,71	-	0,35	0,31	2,84
MnO	0,09	н/одн	0,05	0,82	0,01	0,04	н/одн	-	0,01	0,12	н/одн
MgO	0,09	1,15	1,82	0,60	2,20	3,18	1,17	-	1,21	1,64	2,88
CaO	0,05	1,12	2,60	0,96	1,20	1,26	1,20	-	0,84	1,43	3,82
Na ₂ O	1,80	2,20	1,00	1,20	0,90	0,60	0,60	0,63	0,60	3,86	0,86
K ₂ O	6,60	6,60	5,80	7,60	6,80	7,70	7,00	6,80	7,10	6,10	5,90
P ₂ O ₅	-	-	-	0,08	0,05	0,04	0,04	-	н/одн	5,36	4,16
H ₂ O ⁺	4,84	6,43	4,76	4,06	-	-	-	-	0,64	0,10	1,82
H ₂ O ⁻	0,02	0,43	0,12	0,06	-	0,04	-	-	-	-	0,14
П.п.п.	-	-	-	-	4,36	2,37	4,50	-	-	-	-
Сумма	100,09	99,38	100,75	100,11	100,84	100,91	100,45	-	100,69	100,85	100,04
Si	3,25	3,70	3,08	2,88	3,01	3,15	3,00	-	2,91	3,03	3,25
Al	2,51	2,01	2,37	2,92	2,56	2,33	2,78	-	2,89	2,73	1,97
Ti ³⁺	0,02	-	0,08	-	0,01	0,02	-	-	0,02	0,02	0,13
Fe ³⁺	0,16	0,13	-	0,11	0,17	0,20	0,07	-	0,05	0,04	0,22
Fe ²⁺	0,04	0,04	0,29	-	0,04	-	0,04	-	0,02	0,02	0,15
Mn	0,005	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-
Mg	0,01	0,12	0,18	0,06	0,21	0,30	0,11	-	0,11	0,16	0,28
Ca	0,005	0,08	0,18	0,07	0,08	0,08	0,08	-	0,06	0,10	0,27
Na	0,23	0,29	0,13	0,15	0,12	0,08	0,08	-	0,08	0,49	0,11
K	0,55	0,58	0,49	0,63	0,55	0,62	0,57	-	0,58	0,51	0,42
O	9,99	10,57	9,67	9,71	9,60	9,73	9,66	-	9,58	10,07	9,75
OH	2,01	1,43	2,33	2,29	2,40	2,27	2,34	-	2,42	1,93	2,25
Мусковит	70,5	66,7	79,0	80,8	82,1	88,6	87,7	-	87,9	51,0	79,3
Парагонит	29,5	33,3	21,0	19,2	17,9	11,4	12,3	-	12,1	49,0	20,7

Опись анализов: 1. Гранат-мусковитовый сланец, р-н с. Бани, 2. Кварц-слюдистый сланец, р-н с. Бани, 3. Кварц-мусковит-полевошпатовый сланец, ор. теч. р. Атам, 4. Плагиогранит мусковитовый, р-н с. Ан-каван, 5. Плагиогранит мусковитовый, р-н с. Туджур, 6-7^х. Гнейсовая толща, отрог к югу от с. Ду-сагях, 8. Лейкогранитовый гранит, р-н с. Сараланд, 9. Хлорит-амфибол-гранитовый сланец, р-н с. Ама-сия, 10. Кварц-слюдисто-глаукофановый сланец, р-н с. Пушкино.

Т а б л и ц а 2

Результаты рентгенового анализа мусковитов

№ п/п	Наименование породы и место взятия образца	d_{0010}	d_{060}
1.	Гранат-мусковитовый сланец, р-н с.Бени	1,990	1,505
2.	Кварц-слюдистый сланец, р-н с.Бени	1,992	1,505
3.	Кварц-мусковит-полевошпатовый сланец, сред. теч.р. Атам	1,989	1,499
4.	Плагиогранит мусковитовый, р-н с.Ан- каван	1,994	1,503
4 ^х .	Плагиогранит мусковитовый, р-н с.Ан- каван	1,994	1,507
4 ^{хх} .	Плагиогранит мусковитовый, р-н с. Ме- ликчи	1,994	1,502
5.	Плагиогранит мусковитовый, р-н с.Туд- жур	1,995	1,504
6.	Гнейсовая толща, отрог к югу от с. Лусатих	1,997	1,503
7.	Гнейсовая толща, отрог к югу от с.Луса- тих	1,997	1,502
7 ^х .	Гнейсовая толща, отрог к югу от с.Луса- тих	1,993	1,503
8.	Лейкократовый гранит, р-н с.Сараланди	1,996	1,504
9.	Хлорит-амфибол-гранатовый сланец, р-н с.Амасия	1,988	1,498
10.	Кварц-слюдисто-глаукофановый сланец, р-н с.Пушкино	1,989	1,505

Примечание. Рентгенограммы сняты на дифрактометре ДРОН-2; рас-
четы Э.Х.Хуршудян (лаб.ИГН АН АрмССР) по двум сним-
кам.

Результаты рентгенового анализа мусковитов по выявлению
зависимости их железистости от содержания в них a и K и тем-
пературы образования по данным измерения d_{060} и d_{0010} (Ко-
тов и др., 1969) приведены в табл. 2 и нанесены на диаграмму
(рис. 1). Как видно из диаграммы, железистость значительного
большинства мусковитов колеблется в пределах 0,3-0,6 н, види-
мо, этим объясняется некоторое расхождение результатов, полу-
ченных по диаграмме Х.С.Иодера (1965), отражающих зависимость

⁶⁰⁰¹⁰ малоизвестности мусковитов от содержания в них парагонитовой составляющей и температуры (рис. 2).

Таблица 3

Химические составы и температуры кристаллизации мусковитов

	Состав мусковита (вес.%)		Содержание парагонита в мусковите (в мол.%)	Температура кристаллизации, °C			
	K ₂ O	Na ₂ O		по Иодеру (1965)	по Эйгстедеру и Иодеру (1955)	по Ламберту (1959)	по Котону и др. (1969)
1	6,60	1,80	29,3	>700	>670	690	610
2	6,60	2,20	33,3	>700	>670	720	575
3	5,80	1,0	20,5	620	620	620	650
4	7,50	1,20	19,0	600	600	600	505
4x	-	-	-	-	-	-	405
4xx	-	-	-	-	-	-	525
5	6,80	0,90	17,3	575	580	580	485
6	7,70	0,60	10,7	450	485	480	340
7	7,00	0,60	11,9	450	500	500	400
7x	6,80	0,63	12,4	460	505	510	500
8	7,10	0,60	11,8	490	500	500	430
9	6,10	3,65	48,8	>700	>670	>700	680
10	5,00	0,86	20,9	625	630	630	650

Таблица 4

Составы осуществляющих мусковитов и плагиоклазов

№ п/п	Парагонит		Плагиоклаз		K	T°
	мол.% парагонита	мол.% Na ₂ O ¹	№ Пл.	мол.% Na ₂ O		
1	29,3	2,20	10	11,4	0,19	680
2	33,3	2,50	7	11,8	0,21	715
3	20,5	1,53	10	11,4	0,13	575
4	19,0	1,43	20	10,2	0,14	590
5	17,3	1,30	22	10,0	0,13	575
6	10,7	0,80	10	11,4	0,07	440
7	11,9	0,89	7	11,9	0,075	450
7x	12,4	0,93	12	11,8	0,08	460
8	11,8	0,90	10	11,4	0,08	460
9	48,8	3,10	5	12,0	0,26	~750
10	20,9	1,57	1	12,6	0,12	555

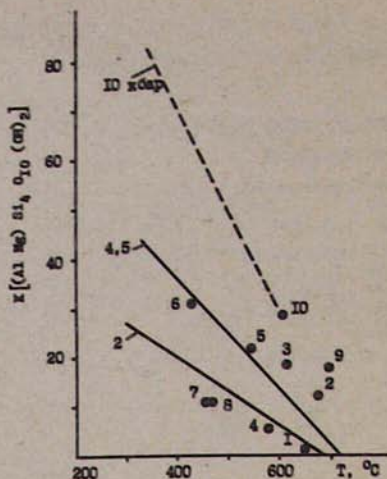


Рис. 6. Зависимость вхождения селадонитового минала от температуры при различных давлениях (по Гудотти и Сасси, 1976)

По данным химического состава мусковитов и рассчитанных содержаний парагонитового компонента определены температуры кристаллизации мусковитов по диаграммам Ламберта (Lambert, 1959) и Эйгстера и Иодера (Egster, Yoder, 1955), которые имеют близкие значения (рис. 3 и 4) и для сопоставлений с другими данными сведены в табл. 3.

В целях термометрии были использованы также равновесные плагиоклаз-мусковитовые ассоциации (Иодер, 1965), данные по которым нанесены на диаграмму (рис. 5) и приведены в табл. 4.

Из приведенных данных (табл. 3 и 4) наблюдается довольно хорошая сходимость значений температур по разным термометрам, за исключением результатов полученных по рентгеновским исследованиям, по которым, в целом, констатируются относительно низкие температуры кристаллизации анализированных мусковитов.

Для оценки барических условий формирования исследованных мусковитов была использована зависимость вхождения селадонитового минала от температуры при различных давлениях (Guidotti, Sassi, 1976), а результаты расчетов (по данным табл. 1 и 3) нанесены на диаграмму (рис. 6). Для различных слюдистых сланцев Цакхунацкого кристаллического массива при температуре 650° (среднее) давление

оцениваются в 4,5 кбар, соответственно для гнейсов - 450° и 2,5-3 кбар, для плагиогранитов - 565° и 3,5 кбар, для лейко-кратных гранитов - 470° и 1 кбар. Полученные данные позволяют рассматривать температуры формирования метаморфических пород Ашаран-Анкаванского выступа отвечающими условиям амфиболитовой фазы, а плагиогранитов - условиям амфиболитовой фазы и переходу к слабой митматизации, хорошо согласуемой с существующими представлениями о фазе метаморфизма нижней серии кристаллического фундамента (Агамалян, 1970).

Более высокие термобарические значения (610° и 700°, 10 кбар) получены для амфибол-гранитовых и кварц-слюдисто-глаукофановых сланцев.

ЛИТЕРАТУРА

- Агамалян В.А. Геология и петрология сланцевого комплекса Армянского кристаллического массива (АрмССР). Автореф. канд. диссер., МГУ, 1970.
- Иодер Х.С. Вопросы геологии и минералогии слюд. Изд. ИЛ, М., 1965.
- Котов Н.В., Милькевич Р.И., Турченко С.И. Палеотермометрия мусковитсодержащих пород по данным рентгеновского и химического изучения мусковитов. ДАН СССР, 184, № 5, 1969.
- Guidotti C.V., Sassi F.P. Muscovite as a petrogenetic Indicator Mineral in Pelitic Schists. Neues Jahrb. Miner., N.2, 127, 1976.
- Bigster H.P., Yoder H.S. The joint muscovite-paragonite. Carnegie Inst. of Washington, Yearbook 54, 1955.
- Lambert R. The mineralogy and metamorphism of the Moine Schists of the Morar and Knoydart districts of Inverness-shire. Trans. Roy. Soc. Edin., 63, 1959.