

Б. А. ШЛАЙФШТЕЙН

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ДВУШИРОКСЕНОВЫХ СЛАНЦЕВ ЛАПЛАНДИИ И ПРОБЛЕМА ИХ ГЕНЕЗИСА

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 20 I 1972)

Существуют две точки зрения на генезис широко развитых в пределах гранулитового комплекса русской Лапландии пироксено-плагноклазовых пород. А. А. Полканов⁽³⁾ рассматривал их как интрузивные диориты, комагматичные с гипербазитами и плагио-гранитами. П. Эскола⁽³⁾ пришел к выводу, что данные породы являются метаморфогенными, образовавшимися в условиях гранулитовой фации регионального метаморфизма.

Исследования, проведенные коллективом геологов Северо-Западного территориального геологического управления в 1966—1969 гг. в западной части гранулитового комплекса (район р. Лотты, озер Вуэнни-яур — алгаш-яур), показали отсутствие каких-либо данных об интрузивных взаимоотношениях «пироксеновых диоритов» с вмещающими породами. Полученные в результате этих работ данные по химическому составу минералов, образующих равновесные ассоциации (см. табл. 1), позволяют оценить температуру образования этих пород и, следовательно, их генезис.

При определении температур использовались диаграммы фазового соответствия Л. Л. Перчука⁽²⁾ для пар минералов биотит — гиперстен и биотит — клинопироксен. Коэффициенты распределения Mg и Fe²⁺ в сосуществующих минералах и вычисленные температуры образования пород приведены в табл. 2. Полученные для пироксен-плагноклазовых пород температуры (от 690 до 775°) хорошо сопоставляются с определенными сходным методом по паре гранат-биотит температурами метаморфизма первично седиментогенных гранато-биотитовых гнейсов района р. Лотты (см. табл. 3).

Определяя температуры метаморфизма гранато-биотитовых гнейсов, наряду с геотермометром Л. Л. Перчука⁽²⁾ мы использовали геотермометр В. А. Глебовицкого и др.⁽⁴⁾. Соответствующие оценки температур даны в табл. 3. Из-за различного способа градуирования термометров, значения температур, определенных вторым методом, оказались более высокими.

При использовании диаграмм Л. Л. Перчука⁽²⁾ оценки температуры метаморфизма, произведенные по различным парам минералов, хорошо сопоставляются друг с другом. Например, температура образования гиперстен-гранат-биотитового гнейса, определенная нами по парам гранат — биотит, гиперстен — биотит и гранат — гиперстен, во всех трех случаях оказалась равной 690°. Если при этом существует систематическая погрешность, можно предположить, что температуры образования пироксен-плагноклазовых пород, так же как и температуры образования гранат-биотитовых гнейсов, варьируют в пределах 750—900°. Но даже эти температуры являются нормальными для гранулитовой фации метаморфизма и явно заниженными для кристаллизации пород из расплава диоритового состава.

Коэффициенты распределения Mg и Fe²⁺ в сосуществующих гиперстене и клинопироксене (пробы №№ 38 и 535, табл. 2), нанесенные на диаграмму Кретца, приведенную в статье Р. А. Хауи⁽⁴⁾, также показывают метаморфогенное происхождение пироксен-плагноклазовых пород.

Таблица 1

Химический состав пироксенс-плагноклазовых кристаллических сланцев и их минералов (%)

Компонент	Проба № 38				Проба № 535				Проба № 3278			Проба № 3292			Проба № 4332		
	П	Би	Гип	Ди	П	Би	Гип	Ди	П	Би	Гип	П	Би	Гип	П	Би	Гип
SiO ₂	57,95	37,24	50,24	50,06	58,30	36,30	50,52	49,36	59,60	36,70	50,60	59,20	37,00	51,28	57,60	35,36	51,30
TiO ₂	1,28	4,44	0,15	0,40	1,55	2,83	0,18	0,39	1,45	3,50	0,24	1,97	4,14	0,75	1,50	2,24	0,32
Al ₂ O ₃	17,45	15,50	2,02	3,17	17,18	18,40	2,29	3,36	16,66	17,15	2,90	16,76	15,02	2,81	18,15	19,12	2,83
Fe ₂ O ₃	0,91	2,98	2,83	2,24	1,46	2,79	1,13	2,29	1,16	2,69	2,52	1,10	2,74	2,77	1,27	3,15	3,58
FeO	5,02	13,41	23,46	8,76	5,26	13,37	24,37	9,29	5,26	14,03	22,20	5,38	13,73	21,26	4,78	14,84	19,07
MnO	0,10	0,08	0,41	0,19	0,10	0,06	0,40	0,22	0,10	0,09	0,03	0,10	0,07	0,03	0,11	0,17	0,39
MgO	4,55	13,00	20,73	13,04	4,08	12,80	19,95	12,70	3,87	13,31	20,84	3,82	13,56	18,95	4,12	11,09	20,45
CaO	6,61	0,06	0,97	21,17	6,39	0,14	0,83	21,04	5,29	0,28	0,78	0,45	—	1,42	7,10	—	1,16
Na ₂ O	2,92	0,14	—	0,48	3,14	0,18	—	0,50	2,59	0,12	0,04	3,50	0,12	0,12	3,82	0,14	0,10
K ₂ O	1,60	9,32	—	—	1,55	8,70	—	—	2,08	8,46	0,13	0,31	9,20	0,06	0,25	9,14	0,08
Cr ₂ O ₃	—	0,099	0,10	0,12	—	0,11	0,06	—	—	0,08	0,03	—	0,052	0,03	—	0,15	0,04
P ₂ O ₅	0,45	0,06	0,04	0,03	0,37	0,07	0,07	—	0,77	0,07	0,14	0,45	0,03	0,36	0,48	0,02	0,35
Н.п.п.	0,69	2,88	—	0,66	0,61	3,23	—	1,13	0,73	3,22	—	0,59	3,17	—	0,52	3,89	0,83
H ₂ O	0,16	0,16	0,44	0,26	0,30	0,42	—	—	0,20	0,24	0,12	0,10	0,44	0,08	0,10	0,18	0,04
S _{вал}	Сл.	0,15	0,05	0,04	Сл.	—	0,02	—	0,05	—	—	0,04	0,22	Сл.	Сл.	0,08	—
Сумма	99,53	99,32	100,39	100,58	99,99	99,40	100,22	100,28	99,56	99,94	100,57	99,63	99,27	99,92	99,70	99,49	100,54

Примечание. Здесь и в табл. 2 и 3: П — порода, Би — биотит, Гип — гиперстен, Ди — диопсид. Химические анализы пород выполнены в химической лаборатории Архангельской комплексной экспедиции СЗГТУ (аналитики Л. В. Амплиева, В. В. Курзаева, О. А. Пловинская); химические анализы минералов — в Центральной химической лаборатории СЗГТУ (аналитики А. Я. Иванова, М. И. Керженевич, В. Ф. Филонова).

Таблица 3

Химический состав гранат-биотитовых гнейсов и их минералов и температура метаморфизма, определенная по коэффициентам распределения Mg и Fe в паре гранат — биотит *

Компонент	Проба № К-436			Проба № 2888/6			Проба № 2888/13			Проба № 2891/8			Проба № 6373/2			Проба № 6418/3			Проба № 7099		
	П	Гр	Би	П	Гр	Би	П	Гр	Би	П	Гр	Би	П	Гр	Би	П	Гр	Би	П	Гр	Бд
SiO ₂	70,60	37,72	35,60	76,30	37,72	35,76	71,58	37,68	35,80	77,40	40,00	34,94	68,00	39,80	37,20	80,82	39,80	35,55	66,40	38,36	34,76
TiO ₂	0,51	0,06	3,40	0,59	0,05	4,28	0,57	0,03	4,48	0,40	0,01	2,75	0,82	0,04	6,00	0,38	0,38	4,75	0,45	0,03	3,86
Al ₂ O ₃	14,00	21,31	17,83	10,71	22,68	17,56	13,20	21,30	17,87	10,26	20,75	18,75	13,60	21,40	15,00	9,06	21,00	18,40	14,10	20,70	17,26
Fe ₂ O ₃	0,76	5,07	2,60	0,15	0,26	3,14	0,31	—	3,41	0,20	12,72	4,14	2,88	11,97	3,26	0,19	11,74	3,75	3,87	2,46	4,08
FeO	4,00	26,27	14,79	4,55	29,90	14,70	5,22	31,30	13,32	4,51	19,11	15,48	3,88	16,16	13,25	3,04	17,81	15,45	6,69	28,70	15,61
MnO	0,06	0,69	0,04	0,05	0,67	0,04	0,07	0,53	0,05	0,10	1,50	0,06	0,12	0,63	0,02	0,07	1,54	0,10	0,21	0,85	0,06
MgO	2,42	8,27	12,50	2,07	7,35	10,38	2,19	7,58	11,41	1,79	4,53	10,38	3,63	7,55	12,58	1,19	6,43	9,70	2,32	7,63	11,34
CaO	1,54	0,92	0,14	1,27	1,14	—	1,05	1,36	0,06	1,16	1,24	—	1,54	2,32	0,17	1,22	1,53	0,35	2,38	1,42	0,50
Na ₂ O	2,50	0,04	0,30	2,04	—	0,12	2,14	—	0,15	2,14	0,04	0,16	1,52	0,04	0,08	1,64	0,04	0,09	2,20	0,20	0,06
K ₂ O	2,80	0,04	9,08	1,60	—	9,70	3,06	—	8,92	1,44	0,04	8,82	3,40	0,04	9,90	2,10	0,04	9,70	0,34	—	8,30
Cr ₂ O ₃	0,016	0,02	0,07	0,018	—	0,07	0,023	—	0,075	0,016	0,02	0,05	0,02	0,036	0,09	0,013	0,015	0,07	Сл.	0,01	0,02
P ₂ O ₅	Сл.	0,14	0,05	1,04	—	0,02	0,06	—	0,05	0,01	0,01	Сл.	—	0,01	0,02	0,04	0,02	0,02	»	0,07	0,07
П. и. п.	1,07	—	3,10	1,06	—	3,40	0,89	—	3,63	0,87	—	3,87	1,03	—	2,09	0,63	—	2,80	0,62	—	3,64
H ₂ O	0,11	—	0,46	0,08	—	0,30	0,10	—	0,28	0,03	—	0,16	0,12	0,10	0,08	—	0,10	0,10	0,01	—	0,02
S _{вал}	0,03	—	—	0,09	—	0,06	0,06	—	0,06	0,03	0,01	0,05	0,01	0,01	0,04	0,05	0,01	0,03	0,02	—	—
Сумма	100,27	100,55	99,96	100,53	99,77	99,37	100,46	99,78	99,50	100,36	99,94	99,47	100,44	100,08	99,66	100,39	100,00	100,33	100,58	100,43	99,58
N			1,653		1,780— 1,782	1,658		1,785	1,654 1,658		1,790— 1,797	1,647 1,653		1,781 1,783	1,653 1,658		1,785	1,655 1,663			1,662 1,664 1,673
K _{Гр-Би} Mg		0,36			0,34			0,29		0,4			0,5		0,52		0,35				
T, °C		720 (740)			685 (770)			670 (700)		715 (800)			760 (900)		760 (975)		700 (780)				

* В скобках приведены значения, найденные по геотермометру В. А. Глебовичко и др. (4). Химические анализы произведены в Центральной химической лаборатории СЗГУ (аналитики Л. Л. Баранова, А. Я. Иванова, В. В. Смурова и В. Ф. Филонова). Исключение составляют пробы гранатов из обр. №№ 2888/6 и 2888/13, которые анализировались в химической лаборатории Института геологии и геохронологии докембрия АН СССР (аналитик В. Д. Бугрова).

Таблица 2

Коэффициенты распределения Mg и Fe^{2+} в темноцветных минералах пироксен-плагиоклазовых пород («диоритов») и температуры их образования (в скобках, °C)

Коэфф. распредел.	№ 38	№ 535	№ 3278	№ 3292	№ 4332
$K_{\text{Mg}}^{\text{Би-Гип}}$	1,09 (720)	1,24 (690—700)	1,00 (725)	1,09 (710)	0,71 (775)
$K_{\text{Mg}}^{\text{Би-Ди}}$	0,66 (740)	0,80 (690—700)			
$K_{\text{Mg}}^{\text{Гип-Ди}}$	0,61	0,64			

$$K_{\text{Mg}}^{\text{Би-Гип}} = \frac{m_{\text{Би}}(1 - m_{\text{Гип}})}{m_{\text{Гип}}(1 - m_{\text{Би}})}, \text{ где } m = \frac{\text{MgO}}{\text{MgO} + \text{MnO} + \text{FeO}} \text{ (молек. колич.)}.$$

Таким образом, при отсутствии прямых геологических наблюдений (однозначно трактуемые контактные взаимоотношения, надежные реликты первичных структур и текстур и т. д.) данные о температуре образования пород могут оказать существенную помощь при решении вопроса о генезисе наблюдаемых минеральных ассоциаций.

Поступило
14 I 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. А. Глебовицкий, А. Л. Косой, Ю. В. Ногайцев, ДАН, 204, № 4 (1972). ² Л. Л. Перчук, Равновесия породообразующих минералов, «Наука», 1970. ³ А. А. Полканов, Геолого-петрографический очерк северо-западной части Кольского полуострова, 1935. ⁴ Р. А. Хауи, Пироксены метаморфических пород, В сборн. Природа метаморфизма, М., 1967. ⁵ P. Eskola, Am. J. Sci., Bowen vol., Part I (1952).