

В. И. КИЦУЛ, П. А. КОНЫЛОВ

НАХОДКА ГРАНАТСОДЕРЖАЩИХ УЛЬТРАОСНОВНЫХ ПОРОД НА АЛДАНСКОМ ЩИТЕ И УСЛОВИЯ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 28 II 1972)

Гранатсодержащие ультраосновные породы на Алданском щите обнаружены нами в бассейне среднего течения р. Джелтулы — правого притока р. Тимптон, в 6 км ниже ключа Орогдакит (центральная часть щита). Эти породы образуют линзовидное тело, мощностью около 10 м, среди пестрой по составу пачки переслаивания гранатсодержащих двупироксеновых и двупироксен-амфиболовых основных кристаллических сланцев и гнейсов, гиперстен-биотитовых плагиогнейсов, гранат-биотитовых, гранат-силлиманитовых и гранат-кордиеритовых гнейсов, форстеритовых и диопсидовых мраморов, относящихся к кюриканской свите тимптонской серии архея Алданского щита.

В составе ультраосновных пород участвуют гранат, оливин, ромбический пироксен, моноклинный пироксен, амфибол, шпинель, магнетит и ильменит. Количественные отношения между минералами не одинаковы в разных частях выхода ультраосновных пород, так что петрографически могут быть выделены дуниты, перидотиты, пироксениты. Наибольший интерес представляют гранатсодержащие разности ультраосновных пород, необычные для гранулитовых комплексов как Алданского щита, так и других регионов.

Нами детально изучена наиболее многоминеральная гранатсодержащая ультраосновная порода в обр. № 3002/1 из коллекции П. А. Кобылова. Эта порода в штуфе имеет темный цвет с зеленоватым оттенком и среднезернистое, почти массивное сложение. Под микроскопом устанавливается гранобластовая структура, характеризующаяся извилистым очертанием зерен с проникновением их друг в друга, включением одних минералов в другие, что свидетельствует об одновременной их кристаллизации (рис. 1). Минеральный состав породы: гранат, оливин, ромбический пироксен, моноклинный пироксен, амфибол, шпинель, магнетит и ильменит. Химический состав приведен в табл. 1.

Гранат образует изометричные сплошные зерна размером 0,1–4 мм, имеет в штуфе темно-красный цвет, $N = 1,763$, $a_0 = 11,567$ Å, $d = 3,835$, $F^* = 55,5\%$, компонентный состав (%): пироп 37,2, альмандин 41,6, грюссляр 16,1, андрадит 2,9, спессартин 2,2.

Оливин присутствует в виде мелких, 0,05–2 мм, округлых зерен, имеющих в штуфе янтарно-желтый цвет с зеленоватым оттенком, в шлифе бесцветный, разбит грубыми трещинками, заполненными серпентинитом и пылевидным рудным минералом. $N_g = 1,749$, $N_p = 1,708$, $2V = 76^\circ$, по данным спектрального количественного анализа (проведен Л. С. Сукневой) содержит (вес. %): Fe_2O_3 33,8, MgO 23,0; $F = 43$.

Ромбический пироксен представлен короткопризматическими зернами 0,1–3 мм, в штуфе светло-коричневый с красноватым оттенком, заметно

* Отношение Fe к $Mg + Fe$.

плеохроирует: N_g — бледно-зеленый, N_p — бледно-розовый $N_g = 1,705$, $N_p = 1,694$, $2V = -70^\circ$, $F = 31,6\%$.

Моноклинный пироксен встречается в виде короткопризматических зерен 0,05—2 мм, в штуфе бледно-зеленый, в шлифе почти бесцветный. По данным количественного спектрального анализа содержит (вес. %): Fe_2O_3 10,2, MgO 14,5; $F = 26,3$. $N_g = 1,712$, $N_p = 1,683$, $2V = 56^\circ$.

Амфибол образует удлиненопризматические зерна, достигающие в длину 5—10 мм, в штуфе темно-зеленый, в шлифе оливковый. $N_g = 1,677$, $N_p = 1,653$, $2V = -86^\circ$, $cN_g = 21^\circ$, $F = 29,4\%$.

Шпинель содержится в породе как породообразующий минерал в виде неправильной формы мелких зерен, в штуфе черная, в шлифе темно-зеле-

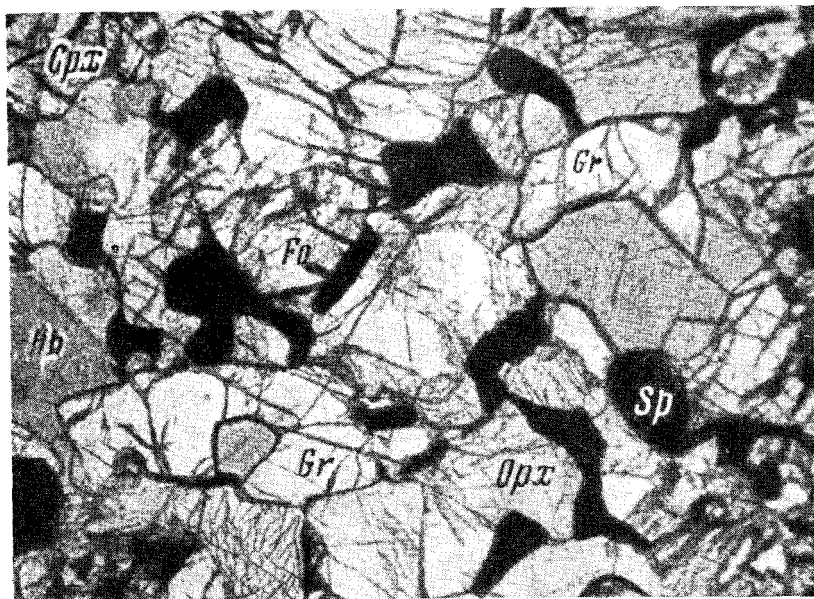


Рис. 1. Гранатсодержащая ультраосновная порода, обр. № 3002/1. Cr — гранат, Fo — оливин, Opx — ромбический пироксен, Crx — моноклинный пироксен, Hb — амфибол, Sp — шпинель, 25 × Ник. +

ная. Спектральным количественным анализом определены (вес. %): Fe_2O_3 9,3, MgO 39,0, $\text{Al}_2\text{O}_3 > 25$.

Магнетит и ильменит встречаются как акцессорные минералы.

Кроме нашей находки, гранат ($N = 1,761$) в парагенезисе с форстеритом, гиперстеном и шпинелью на Алданском щите был встречен только в одном случае (4). Обычно же в гранулитовом комплексе Алданского щита (2), как и других регионов (3-6), гранат в ультраосновных породах отсутствует, и последние по своим минеральным ассоциациям относятся к энстатит-шпинелевой фации глубинности (7, 8).

По экспериментальным данным (9), переход шпинелевых лерцолитов в гранатовые лерцолиты при температурах гранулитовой фации (700—900°) осуществляется в чисто магниевой системе $\text{MgO}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ при $P \geq 18$ кбар, а в той же системе, но с отношением Fe/Mg 0,10 при $P \geq 16$ кбар. Отношение Fe/Mg в безгранатовых ультраосновных породах типа шпинелевых лерцолитов гранулитовой фации находится в пределах 0,10—0,30, и переход их в гранатовые лерцолиты — в свете экспериментальных данных (9) — потребовал бы давлений более 12 кбар. Такие давления, однако, вряд ли достигаются в условиях гранулитовой фации метаморфизма. В изученной же нами гранатсодержащей ультра-

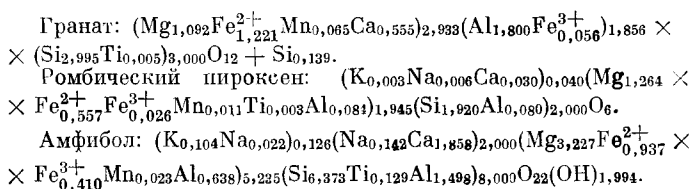
основной породе отношение Fe/Mg равно 0,40, и, следовательно, она могла образоваться при более низких давлениях, чем более магнезиальные ультраосновные породы. Верхний предел давления не должен быть существенно меньше 8 кбар, поскольку во вмещающих, богатых кальцием основных кристаллических сланцах устойчив гранат, появление которого при температурах гранулитовой фации в бедных щелочами кварцосодержащих толеитах с отношением в них Fe^{2+}/Mg 0,39, по экспериментальным данным имеет место при давлениях не менее 8 кбар⁽¹⁰⁾. Нижний предел давления, около 10 кбар, определяется по устойчивости парагенезисов кордиерита с гранатом и отсутствию ассоциации гиперстена с силлиманитом во вмещающих высокоглиноземистых породах⁽¹¹⁾. Таким образом,

Т а б л и ц а 1

Результаты химических анализов породы, граната, ромбического пироксена и амфибола из обр. № 3002/1 (вес. %) *

Компонент	Порода	Гранат	Ромбич. пироксен	Амфибол
SiO ₂	42,58	40,92	51,72	44,12
TiO ₂	0,74	0,09	0,13	1,19
Al ₂ O ₃	10,80	19,91	3,76	12,54
Fe ₂ O ₃	4,13	0,97	0,91	3,77
FeO	13,43	19,04	17,96	7,76
MnO	0,37	1,00	0,36	0,19
MgO	17,50	9,56	22,84	14,99
CaO	7,18	6,76	0,76	12,00
Na ₂ O	0,21	0,12	0,07	0,59
K ₂ O	0,37	0,28	0,12	0,56
H ₂ O ⁻	Не опр.		Не обнаружен	
H ₂ O ⁺	1,64	0,67	0,95	2,07
P ₂ O ₅	0,08	0,24	0,23	0,45
П.п.п.	0,70			
F				0,03
F ₂ = O				0,01
Сумма	99,73	99,67	99,81	100,27

К р и с т а л л о х и м и ч е с к и е ф о р м у л ы



* Аналитик З. Ф. Паринава.

интервал 8—10 кбар представляется наиболее вероятным для образования обнаруженной нами гранатсодержащей ультраосновной породы в случае ее изофациальности с вмещающими породами. Такое заключение не противоречит экспериментальным данным⁽⁹⁾, если учитывать смещение равновесия шпинелевый лерцолит \rightleftharpoons гранатовый лерцолит в сторону меньших давлений по мере увеличения в них отношения Fe/Mg до 0,40 (см. рис. 2).

Находка на Алданском щите гранатсодержащей ультраосновной породы типа гранатового лерцолита имеет важное петрологическое значение, так как свидетельствует о том, что в условиях гранулитовой фации мета-

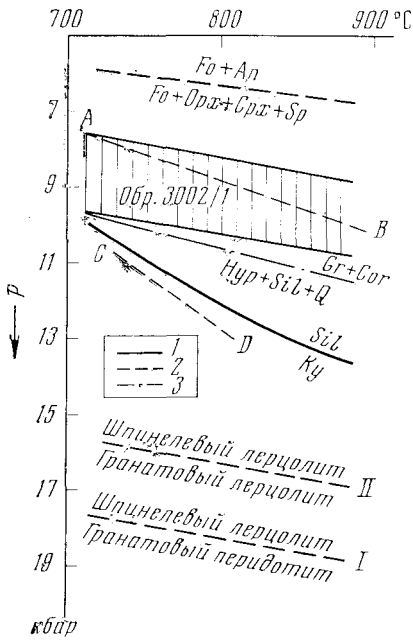


Рис. 2. Наиболее вероятная область образования гранатосодержащей ультраосновной породы типа грачатого перцолита с отношением Fe/Mg 0,40 (заштриховала). I и II — равновесие шпинелевый перцолит \rightleftharpoons гранатовый перцолит соответственно для системы Mg—CaO—Al₂O₃—SiO₂ и той же системы с отношением Fe/Mg 0,10 по данным (9); AB и CD — границы появления грачата (AB) и исчезновения плагиоклаза в бедных щелочами кварцевых толстых с отношением в них Fe²⁺/Mg 0,39 по данным (10); Fo + An \rightleftharpoons Fo + Opx + Crx + Spr по данным (13); Sil \rightleftharpoons Ky по данным (12); Cr + Cor \rightleftharpoons Hyp + Sil + Q по данным (11). 1 — экспериментальные линии, 2 — экстраполированные экспериментальные линии, 3 — расчетные линии. Cor — корднерит, Sil — силлиманит, Ky — кианит, Hyp — гиперстен, Q — кварц, остальные обозначения минералов те же, что на рис. 1

морфизма в ультраосновных породах может достигаться не только энстатит-шпинелевая, но и гранат-оливиновая фации глубинности и что переход шпинелевый перцолит — гранатовый перцолит может осуществляться в широком диапазоне давлений, подобно тому как это устанавливается для эклогитового парагенезиса гранат + моноклинный пироксен.

Институт геологии
Якутского филиала Сибирского отделения
Академии наук СССР
Якутск

Поступило
24 II 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. А. Маракушев, Проблемы минеральных фаций метаморфических и метасоматических горных пород, М., 1965. ² Д. С. Коржинский, Тр. Центр. н.-и. геол.-разв. инст., в. 86 (1936). ³ М. И. Рабкин, Тр. Н.-и. инст. геол. Арктики, 87 (1959). ⁴ Л. Г. Ткачук, Гайворон-Завальский комплекс чарнокито-поритовых пород, Киев, 1940. ⁵ P. Eskola, Am. J. Sci., Bowen vol., 1 (1952). ⁶ H. S. Washington, Am. J. Sci., 11, № 244 (1916). ⁷ В. И. Кицун, В кн. Метаморфические пояса СССР, Л., 1971. ⁸ Б. Г. Лутц, Геол. рудн. месторожд., № 5 (1965). ⁹ M. J. O'Hara, S. W. Richardson, G. Wilson, Contr. Mineral. and Petrol., 32, № 4 (1971). ¹⁰ Д. Х. Грин, А. Э. Рингвуд, В кн. Петрология верхней мантии, М., 1968. ¹¹ А. А. Маракушев, Термодинамика метаморфической гидратации минералов, М., 1968. ¹² E. Althaus, Neues Jahrb. Mineral. Abhandl., 111, № 2 (1969). ¹³ И. Куспроц, Г. С. Йодер мл., В кн. Петрология верхней мантии, М., 1968.