

УДК 549.642

ПЕТРОГРАФИЯ

Е. В. ФРАНЦЕССОН, Б. Г. ЛУТЦ

О НАХОДКЕ ГРАФИТСОДЕРЖАЩЕГО ПИРОПОВОГО ПЕРИДОТИТА В КИМБЕРЛИТОВОЙ ТРУБКЕ МИР

(Представлено академиком В. С. Соболевым 29 IV 1969)

Неуклонно растущий интерес к составу и строению верхней мантии Земли привел к необходимости детального изучения включений пироповых перидотитов и эклогитов из кимберлитовых трубок, которые в настоящее время большинством исследователей считаются материалом, вынесенным из самых глубоких частей Земли.

В последние годы детально изучены разнообразные включения из кимберлитовых трубок, в том числе впервые описаны алмазсодержащие и рубинсодержащие эклогиты, гроспидиты и пирон-шпинелевые перидотиты⁽⁵⁻⁸⁾. В сочетании с достижениями экспериментальной петрологии, это позволило создать систематические представления о вещественном составе глубинных зон земной коры и верхней мантии.

Существенным пробелом при детальном изучении включений глубинных пород из кимберлитовых трубок остается полное отсутствие сведений как в отечественной, так и в зарубежной литературе об особенностях состава редко встречающихся включений графитсодержащих пироповых перидотитов.

В кимберлитовых трубках Восточной Сибири в настоящее время известны две находки графитсодержащих пироповых перидотитов. Это находка Н. Н. Сарсадских ксенолита графитсодержащего пиропового перидотита в дайке Алданской⁽²⁾ (детальные сведения об этом образце неизвестны). Второе включение обнаружено нами в кимберлитовой брекчии трубки Мир, в керне скважины с глубины 1050 м.

Включение представляет собой округлый сглаженный ксенолит, диаметром около 5 см. Сложено полнокристаллической неравномернозернистой породой, в минеральный состав которой входит (%): ромбический пироксен 63, моноклинный пироксен 10, гранат 17, оливин 2, серпентин и хлорит 8. Внутри образца, на свежем сколе, обнаружено обособление графита размером около $4 \times 4,5$ мм.

Химический состав породы, минералов, их оптические константы и кристаллохимические формулы приведены в табл. 1.

Ромбический пироксен представлен бесцветными прозрачными кристалликами, в которых местами наблюдаются тончайшие пластинчатые включения бурого минерала. По составу пироксен относится к энстатиту с 11% ферросилитового компонента. Содержание глинозема умеренное 1,11%, что вообще характерно для энстатитов из пироповых перидотитов.

Моноклинный пироксен имеет изумрудно-зеленый цвет. По составу относится к диопсиду с небольшой примесью геденбергитового и жадеитового компонентов. Железистость моноклинного пироксена очень близка железистости ромбического пироксена (11,6 и 11,7%), что может свидетельствовать о высокой температуре их кристаллизации.

Гранат обладает малиновой окраской. Его компонентный состав (%): пироп 68,2, альмандин 23,2, гроссуляр 2,7, андрадит 5,5, спессартин 0,4.

Оливин обнаруживается в виде редких прозрачных светло-зеленоватых зерен. Судя по оптическим константам, он относится к форстериту, содержащему около 10% фаялитового компонента. Некоторые зерна оливина и пироксенов, особенно по периферии образца, замещаются серпентином и хлоритом.

Таблица 1

Графитсодержащий пироповый перидотит из кимберлитовой трубки Мир (БМ-1050)*

	Порода	Гранат	Диопсид	Энстатит
SiO ₂	51,04	42,50	54,70	54,88
TiO ₂	0,36	0,20	0,58	0,14
Al ₂ O ₃	7,50	21,90	8,14	1,11
Fe ₂ O ₃	1,53	4,33	1,37	2,15
FeO	6,78	9,53	2,07	6,18
MnO	0,11	0,13	0,02	0,07
MgO	26,88	18,60	14,38	34,30
CaO	3,87	3,20	15,98	1,14
Na ₂ O	0,86		3,37	
K ₂ O	0,08		Сл.	
P ₂ O ₅	Нет	Нет	Нет	
H ₂ O ⁺	0,06	»		
П. п. п.	0,98	»		
Cr ₂ O ₃	0,11	0,17		0,01
Сумма	100,16	100,56	100,61	99,98
N _g		1,748	1,699	1,681
N _p			1,674	1,672
f, %		28,7	11,6	11,7
Si		3,02	1,91	1,92
Al			0,09	0,04
Al		1,84	0,25	
Fe ³⁺		0,16		0,04
Fe ²⁺		0,67	0,10	0,09
Mn		0,01		
Mg		1,97	0,75	0,89
Ca		0,24	0,60	0,02
Na			0,23	
O		12,00	6,00	3,00

* Минеральный состав: энстатит, гранат, диопсид, оливин ($N_g = 1,694$, $N_p = 1,660$), графит. Аналитик А. О. Авилова.

Графит обнаруживается внутри образца в виде розеткообразного обособления. О. И. Кропотовой ⁽²⁾ определен изотопный состав этого углерода, который оказался равным $-\delta C^{13} = -0,65$ относительно чикагского стандарта, или, в абсолютном выражении 89,53. Аналогичный графит из второго известного включения дайки Алданской имеет цифры — 89,69. Изотопный состав графита обоих включений идентичен изотопному составу алмазов (89,49—89,78), что свидетельствует об общности их происхождения.

Графит описываемого образца содержит глубинный углерод — углерод, сингенетичный с пиропом и пироксенами. При этом кристаллическая форма углерода представлена не алмазом, а графитом. Находка графита свидетельствует об определенной ступени кристаллизации данного образца, за пределами поля устойчивости алмаза. Присутствие графита во включении пиропового перидотита может быть рассмотрено в комплексе вопросов, касающихся, с одной стороны, парагенетического анализа и $T-P$ -

условий кристаллизации, а с другой — происхождения углерода в кимберлитах и генезиса алмаза.

С точки зрения фациальной принадлежности исследованный образец выходит за рамки алмазной субфации, за пределы поля устойчивости алмаза, но остается достаточно глубинным образованием, так как содержит пироповый гранат, т. е. несомненно относится к пироповой субфации. По условиям образования образец занимает промежуточное положение между алмазсодержащими эклогитами и пограничными пироп-шпинелевыми перидотитами. Последние ограничивают поле пироповой субфации, согласно реакционной ступени шпинель + энстатит + диопсид + пироп + оливин + хромдиопсид (⁹, ¹⁰). Поэтому интересно сравнить состав минералов изученного образца с такими же минералами алмазоносных эклогитов и пироп-шпинелевых перидотитов.

При сравнении составов пород обнаруживается значительная разница с алмазоносными эклогитами по химическому и минеральному составу. Если алмазоносные эклогиты сложены только гранатом и моноклинным пироксеном, то в графитсодержащем образце преобладает ромбический пироксен, поэтому в химическом анализе фиксируется гораздо меньше алюминия и кальция и несколько больше кремнезема. Гораздо ниже и содержание щелочей. В то же время образец и по химическому составу, и по количественному соотношению главных минералов довольно близок к пироп-шпинелевому пироксениту (обр. № СЛ—63), описанному нами из трубки Слюдянка (³).

При сравнении моноклиновых пироксенов очень важно обратить внимание на соотношение алюминия в 4-ной и 6-ной координациях, так как теоретические и экспериментальные исследования (⁶, ⁹) показывают, что с увеличением давления должно увеличиваться содержание 6-ного алюминия. Моноклиновые пироксены алмазоносных эклогитов содержат весь алюминий в 6-ной координации, т. е. 100 %, графитсодержащий образец имеет уже 65,5 % 6-ного алюминия, а наименее глубинный пироксен из пироп-шпинелевого пироксенита только 60 %. По соотношению алюминия в 6-ной и 4-ной координациях изученный образец стоит между алмазоносным и пироп-шпинелевым образцами, приближаясь к последнему.

По соотношению жадеитового компонента к диопсид-геденбергитовому образец также занимает промежуточное положение (0,46 и 0,40 в алмазсодержащих эклогитах, 0,27 в графитсодержащем и 0,18 в пироп-шпинелевом образце). Такое же промежуточное положение занимает пироксен и по общей железнитости.

Состав граната по железнитости также оказывается промежуточным (0,57 и 0,39 в алмазсодержащих, 0,287 в графитсодержащем и 0,15 в пироп-шпинелевых образцах). По количеству кальциевого компонента образец близок пироп-шпинелевому образцу.

Ромбический пироксен графитсодержащего образца содержит меньше глинозема, чем пироксен пироп-шпинелевого пироксенита, что может свидетельствовать о более глубинных условиях формирования или меньшей температуре кристаллизации.

Таким образом, сравнение составов минералов позволяет сделать определенный вывод, что по условиям образования изученный образец с графитом занимает промежуточное положение между алмазсодержащими эклогитами и пироп-шпинелевыми перидотитами, весьма приближаясь к последним. Следовательно, условия образования довольно близки к границе шпинель-пиропового перехода, но находятся, несомненно, еще в области пироповой субфации.

Поскольку экспериментальными работами сейчас достаточно точно зафиксированы в $T - P$ -координатах переходы: 1) алмаз — графит и 2) Шп + Энст = +Ди — Пироп + Ол + ХрДи — можно оценить условия кристаллизации изученного образца. Путем приближенной интерполяции, сог-

ласно сравниваемым составам пироксенов и гранатов, можно сказать, что в температурном интервале 1000—1300° равновесное давление для графитсодержащего пиропового перидотита оценивается в 15—25 кбар, что может соответствовать глубине порядка 50—70 км.

Всесоюзный научно-исследовательский институт
ядерной геофизики и геохимии
Москва

Поступило
12 VIII 1968

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. П. Бобриевич, Г. И. Смирнов, В. С. Соболев, ДАН, 126, № 3 (1959). ² А. П. Виноградов, О. И. Кропотова, В. И. Устинов, Геохимия, № 6 (1965). ³ Б. Г. Лутц, Геол. рудн. месторожд., № 5 (1965). ⁴ В. С. Соболев, ДАН, 160, № 1 (1965). ⁵ В. С. Соболев, Н. В. Соболев, ДАН, 158, № 1 (1964). ⁶ Н. В. Соболев, ДАН, 157, № 6 (1964). ⁷ Н. В. Соболев, И. К. Кузнецова, ДАН, 167, № 6 (1966). ⁸ Н. В. Соболев и др., Геол. и геофиз., № 11 (1966).