

УДК 550.4

РТ-ПАРАМЕТРЫ ОБРАЗОВАНИЯ ПОРОД ИЗ КСЕНОЛИТОВ В КИМБЕРЛИТАХ СРЕДНЕГО ТИМАНА

© 2002 г. В. А. Первов, В. А. Кононова, И. П. Илупин, С. К. Симаков

Представлено академиком И.Д. Рябчиковым 29.03.2002 г.

Поступило 10.04.2002 г.

Вопрос о происхождении ультрамафитов, слагающих трубки взрыва на среднем Тимане, и содержащихся в них мантийных ксенолитов имеет большое значение для оценки перспектив региона на обнаружение алмазоносных кимберлитовых трубок. В связи с начавшимся новым этапом в изучении ультраосновного магматизма на Среднем Тимане было проведено дополнительное изучение пород из трубок Умбинская и Водораздельная, представленных мелилитсодержащими разновидностями кимберлитов, которые, как оказалось, имеют много общих черт с кимберлитами Кепинского поля Архангельской провинции. В частности, установлено сходство состава слюд, содержаний большинства редких элементов и изотопного состава пород [1]. Минералогия мантийных модулей в этих породах изучена слабо из-за незначительной их распространенности и высокой степени изменения [2, 4].

В настоящем сообщении обсуждаются новые данные по составу минералов в ксенолитах глубинных пород, встречающихся в трубке Умбинская (табл. 1), которые и позволили оценить РТ-параметры их формирования. В отличие от данных, характеризующих состав минералов тяжелой фракции, выделенных из пород тиманских трубок [5, 6], полученные нами составы отвечают парагенезисам пород. Напомним, что трубка Умбинская имеет 120–150 м в диаметре и сложена преимущественно автолитовыми брекчиями кимберлитов. Ксенолиты глубинных пород имеют размеры до первых сантиметров (обычно меньше 1 см). Карбонатизированный гранатовый перидотит (табл. 1, парагенезис V) представляет собой порфирированную породу со средним размером зерен 1–3 мм и

порфирированными выделениями измененного оливина размером 5–6 мм. Оливин нацело серпентинизирован и карбонатизирован, ортопироксен также не сохранился, в то время как зерна граната и клинопироксена остались неизменными. Амфиболитизированный перидотит (парагенезис VI) помимо серпентинизированного и карбонатизированного оливина (65%) содержит магнезиокапторит, эгиринсодержащий клинопироксен, флогопит и ильменит. Даже в пределах шлифа наблюдается крайне неравномерное распределение минералов в породе. Эти данные, наряду с относительно железистым составом минералов ($mg\# = Mg/(Mg + Fe) = 0.85$ для амфибола и слюды

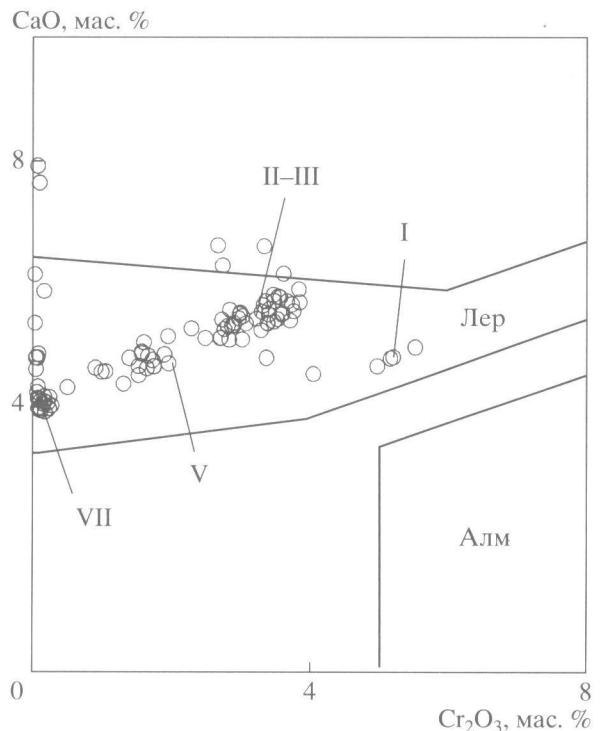


Рис. 1. Составы гранатов в ксенолитах из тиманских кимберлитов. Римские цифры – выделенные парагенезисы (см. табл. 1). Поля составов граната из лерцолитов (Лер) и включений в алмазе (Алм) по данным Н.В. Соболева.

Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии
Российской Академии наук, Москва

Центральный научно-исследовательский
геологоразведочный институт цветных
и благородных металлов, Москва

Санкт-Петербургский
государственный университет

Таблица 1. Характеристика состава ксенолитов в породах трубки Умбинская

Парагенезис	Порода, фрагменты минералов	Характеристика пород и минералов
I	Фрагменты лилового пироба	$mg\# = 0.87-0.88$ и Cr_2O_3 4.95–5.50% (содержит 4.6–5.2% кноррингитового компонента)
II	Фрагменты розового граната	$mg\# = 0.78-0.82$ и Cr_2O_3 1.55–3.50%
III	Гранат + Cr-шпинель	Гранат с $mg\# = 0.81-0.82$ и Cr_2O_3 2.70–3.54%, шпинель с $Cr/(Al + Cr) = 0.62-0.63$, Cr_2O_3 46–48%
IV	Амфибол + Cr-шпинель	Эденитовая роговая обманка с $mg\# = 0.92-0.94$, шпинель с $Cr/(Al + Cr) = 0.69-0.77$, Cr_2O_3 49–52%
V	Карбонатизированный гранатсодержащий перидотит	Гранат (3%) с $mg\# = 0.81$ и Cr_2O_3 1.9%, диопсид (10%) с $mg\# = 0.90-0.91$, Cr_2O_3 1.09–1.14%, Na_2O 1.58–1.63% и $Al^{VI}/Al^{IV} = 2.0-2.2$, псевдоморфозы (87%) по оливину (?) и ортопироксену (?)
VI	Амфиболизированный перидотит	Магнезиокатафорит (25%) с $mg\# = 0.85$, диопсид-салит (5%) с $mg\# = 0.80-0.82$ и около 10% эгиринового компонента, флогопит (2%) с $mg\# = 0.84-0.85$, пикроильменит (3%) с MgO 5.7–7.7%, Cr_2O_3 1%, карбонат+серпентин с $mg\# = 0.86$ по оливину (65%)
VII	Слюдяной эклогит (более магнезиальный)	Оливин (изменен) (6%), гранат (12%) с $mg\# = 0.61-0.62$ и Cr_2O_3 0.20–0.22%, омфациит (76%) с $mg\# = 0.82$, Al_2O_3 5.8–6.0%, Na_2O 3.0–3.4% и $Al^{VI}/Al^{IV} = 5.2-5.5$, флогопит (6%) с $mg\# = 0.81$, рутил
VIII	Слюдяной эклогит (менее магнезиальный)	Гранат (32–33%) с $mg\# = 0.53-0.58$ и Cr_2O_3 0.06–0.14%, омфациит (27–66%) с $mg\# = 0.76-0.78$, Al_2O_3 5.3–5.9%, Na_2O 3.3–3.8% и $Al^{VI}/Al^{IV} = 3.6-7.3$, флогопит (2–40%) с $mg\# = 0.68-0.77$, рутил
IX	Клинопироксен	Омфациит с $mg\# = 0.69-0.71$, Al_2O_3 7.2–7.4%, Na_2O 4.0–4.7%, $Al^{VI}/Al^{IV} = 4.3-5.4$

Таблица 2. Составы сосуществующих граната и клинопироксена, а также ксенокристаллов наиболее хромистого лилового граната и высокоглиноземистого клинопироксена, мас. %

Компонент	Эклогит VIII		Эклогит VII		Гранатовый перидотит V		I	IX
	Grt	Cpx	Grt	Cpx	Grt	Cpx	Grt	Cpx
SiO ₂	39.10	52.65	40.14	54.39	41.82	53.28	41.77	53.21
TiO ₂	0.12	0.39	0.05	0.33	0.22	0.40	0.34	0.55
Al ₂ O ₃	21.93	5.39	23.41	6.02	21.98	2.99	19.86	7.40
Cr ₂ O ₃	0.09	0.10	0.20	0.21	1.87	1.09	5.50	0.08
FeO	19.77	6.53	16.56	5.01	8.52	2.99	5.74	7.53
MnO	0.51	0.12	0.50	0.07	0.26	0.03	0.29	0.07
MgO	13.22	12.26	15.27	13.08	19.86	16.01	21.57	10.33
CaO	4.12	16.75	4.20	17.97	4.96	20.08	5.07	16.65
Na ₂ O	0.02	3.37	0.07	3.08	0.03	1.63	0.00	4.05
K ₂ O	0	0	0.01	0	0	0	0	0.02
<i>P</i> , кбар	34.8–40.2		35.0–37.3		34.4–34.8			
<i>T</i> , °C	1003–1064		996–1027		1117–1120			

Примечание. Составы минералов определены на микрозонде "Самеса SX-50" (ИГЕМ РАН), аналитик А.И. Ципин. Римские цифры соответствуют номерам парагенезисов в табл. 1.

и 0.80–0.82 для клинопироксена), свидетельствует о метасоматической переработке этого перидотита. Наиболее крупные и наименее измененные нодулы представлены эклогитами (размер зерен до 1–2 мм). Более магнезиальная разновидность

эклогита (табл. 1, парагенезис VII) состоит из клинопироксена, граната, флогопита с примесью рудного минерала (ильменит и рутил) и содержит псевдоморфозы по оливину (6%). Несколько более железистые эклогиты (табл. 1, парагенезис

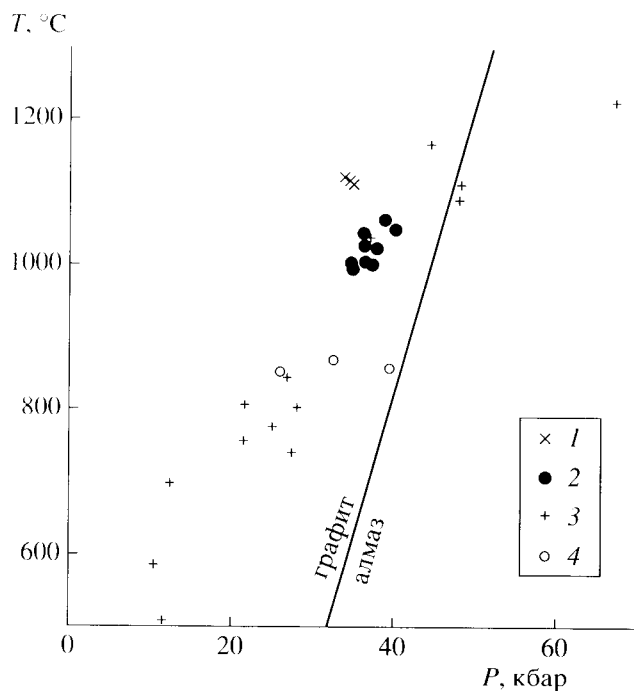


Рис. 2. Сравнение условий образования перидотитов и эклогитов (по составу сосуществующих граната и клинопироксена [8]) в трубках взрыва Тиманской (данные этой статьи) и Архангельской [3] провинций. Тиманская провинция: 1 – карбонатизированный гранатовый перидотит (табл. 1, парагенезис V), 2 – эклогиты (парагенезисы VII и VIII). Архангельская провинция [3]: 3 – перидотиты, 4 – эклогиты. Сплошная линия – равновесие графит–алмаз по [7].

VIII) состоят преимущественно из клинопироксена, граната и флогопита; содержание граната варьирует в узких пределах 30–40 об. %, в то время как содержание клинопироксена и флогопита меняется обратно пропорционально (содержание последнего варьирует от первых процентов до 40 об. %). При этом состав клинопироксена и граната меняется мало.

Итак, полученные данные указывают на наличие двух главных минеральных парагенезисов среди изученных ксенолитов: ультраосновного (по-видимому, лерцолит) и основного (Fe–Mg-эклогит). Этот вывод подтверждается также составом минералов, выделенных из проб кимберлитов.

Гранаты в парагенезисах I, II, III и V соответствуют гранатам ультраосновной лерцолитовой ассоциации (рис. 1) и варьируют по магнезиальности от 0.78 до 0.88. Содержание Cr_2O_3 в гранате растет с ростом его магнезиальности и достигает 5.5 мас. %.

Эклогиты состоят из менее магнезиальных минералов ($mg\# = 0.53–0.62$ для граната, $0.76–0.82$ для омфацита и $0.75–0.81$ для флогопита). Расчет химического состава эклогитов, совместно с опубликованными результатами химических ана-

лизов эклогитовых ксенолитов [4], указывает на то, что кимберлитами “опробованы” довольно высокомагнезиальные разновидности эклогитов (MgO 13–15%).

Сохранность парагенезиса граната с клинопироксеном в ксенолитах перидотитов и эклогитов позволяет оценить условия образования этих пород. Их расчет проведен с использованием гранат-клинопироксеновых термометра и барометра [8]. Представительные составы сосуществующих граната и клинопироксена приведены в табл. 2. Для сравнения PT-параметры для некоторых нодул в кимберлитах Архангельской провинции [3] пересчитаны по той же методике. Данные расчета суммированы на рис. 2. Полученные значения давлений для тиманских пород составляют от 34 до 40 кбар и весьма близки для перидотитов и эклогитов. Значения температур находятся в пределах 996–1027°C (эклогит VII), 1003–1064°C (эклогит VIII) и 1117–1120°C (перидотит V). Обратим внимание, что PT-параметры, рассчитанные по сосуществующим гранату и клинопироксену из глубинных ксенолитов в кимберлитах Тиманской и Архангельской провинций, сопоставимы и могут отражать сходные тренды изменения температуры с глубиной.

Таким образом, составы минералов и их парагенезисов в изученных глубинных ксенолитах соответствуют условиям неалмазоносных фаций мантийных пород и указывают на значительные (>120 км) глубины образования расплава, сформировавшего породы трубки Умбинская.

Авторы благодарны Б.С. Шутову и С.М. Саблукову за предоставленные образцы ксенолитов.

Работа поддержана РФФИ (проекты 00–15–98560 и 02–05–64257).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богатиков О.А., Кононова В.А., Первов В.В., Журавлев Д.З. // Петрология. 2001. № 3. С. 227–241.
2. Гаранин В.К., Кудрявцева Г.П., Мальков Б.А. // ДАН. 1979. Т. 249. № 3. С. 680–683.
3. Саблуков С.М., Саблукова Л.И., Шавырина М.В. // Петрология. 2000. Т. 8. № 5. С. 518–548.
4. Степаненко В.И. // Тр. Ин-та геологии Коми ф-ла АН СССР. 1983. В. 41.
5. Харьков А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И. Геолого-генетические основы шлихо-минералогического метода поисков алмазных месторождений. М.: Недра, 1995. 349 с.
6. Шутов В.С., Смирнов Ю.Д., Лукьянова Л.И., Михайловская Л.Н. // Зап. ВМО. 1983. Ч. 107. В. 4. С. 436–443.
7. Kennedy C.S., Kennedy G.C. // J. Geophys. Res. 1976. V. 81. P. 2467–2470.
8. Simakov S.K. Proc. VII Int. Kimberlite Conf. Goodwood: Nat. Book Printers, 1999. V. 2. P. 783–787.