

И.А. Русик

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА МИНЕРАЛОВ ПЕРИДОТИТОВ МАССИВА НУРАЛИ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

В перidotитовой серии Нуралинского массива ранее [1, 2, 4, 5] было выявлено закономерное изменение составов пород с постепенными переходами от плагиоклазовых лерцолитов к шпинелевым и, далее, к гарцбургитам и дунитам. Приводились также составы минералов из разных зон перidotитовой серии. Нами на основе двух поперечных пересечений в центральной части массива была предпринята попытка проследить изменение составов оливинов, пироксенов и хромшпинелидов (см. таблицу), проанализированных с помощью микросонда (JXA-5, зав. группой В.А.Вилисов), в непрерывных разрезах.

Оливин в породах массива наблюдается как в виде изометричных зерен, так и в неправильных деформированных выделениях. Размер зерен колеблется от 0,2-0,5 до 1-2 мм. Составы оливинов меняются по разрезу незначительно. При снижении содержания MnO от оливинов лерцолитов (0,15 мас.%) к гарцбургитам (0,08 мас.%) и некотором увеличении его количества в оливинах дунитов (0,11 мас.%), а также уменьшении содержания суммарного железа от лерцолитов (до 8,62 мас.%) к дунитам (7,12 мас.%) содержания SiO₂, MgO, CaO, NiO в оливинах остаются практически постоянными во всех частях разреза.

В клино- и ортопироксенах вариации состава по разрезу более существенны, чем в оливинах. От лерцолитов к дунитам в клинопироксенах наблюдается постепенное снижение содержаний Al₂O₃, FeO', MnO, TiO₂ при одновременном возрастании количеств MgO, CaO. На рис. 1, демонстрирующем соотношение сосуществующих клино- и ортопироксенов, можно видеть, что в пироксенах лер-

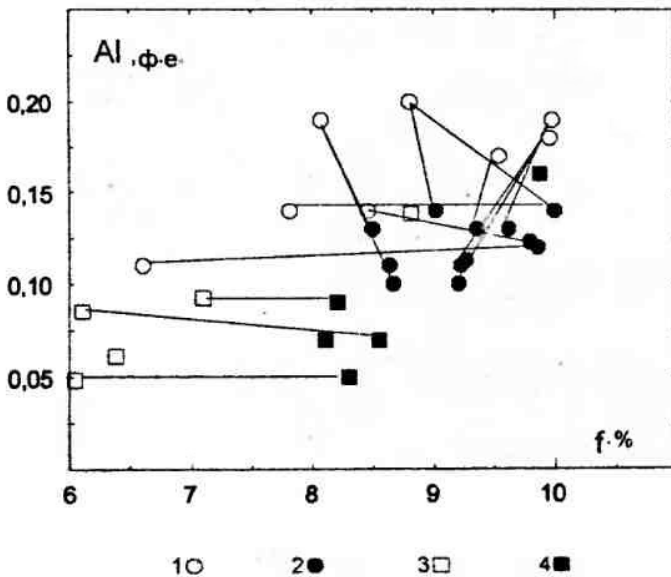


Рис.1 Соотношение алюминия и общей железистости ($f = \text{Fe} / (\text{Fe} + \text{Mg})$, ат.%) в пироксенах.

Клинопироксены: 1 - из лерцолитов, 2 - гарцбургитов и дунита, ортопироксены: 3 - из лерцолитов, 4 - гарцбургитов и дунита. Линиями соединены сосуществующие минералы

Типичные составы минералов из разных зон перидотитовой серии

Компо- нент	Плагноклазовый перидотит										Лерцолит						Гарбюртит						Дунит											
	Ol		CpxL		OpxL		SpL		SpL		*Ol		Cpx		Opx		Sp		Ol		Cpx		Opx		Sp		Ol		Cpx		Opx		Sp	
SiO ₂	42,59	52,05	52,05	55,48	н.о.	н.о.	н.о.	41,85	52,59	55,16	н.о.	41,97	52,59	55,25	н.о.	40,25	н.о.	н.о.	41,97	52,59	55,25	н.о.	40,25	н.о.	н.о.	41,97	52,59	55,41	52,48	55,41	н.о.	н.о.	н.о.	
TiO ₂	н.о.	0,10	0,27	0,06	0,04	0,05	н.о.	н.о.	0,08	0,04	0,00	н.о.	0,04	0,04	0,08	н.о.	0,08	н.о.	н.о.	0,04	0,04	0,04	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	0,02	0,02	0,06	0,06	0,23	0,23	0,23	
Al ₂ O ₃	н.о.	3,21	4,16	3,42	3,09	39,96	31,41	н.о.	2,52	2,87	34,58	н.о.	1,83	2,19	20,67	н.о.	20,67	н.о.	н.о.	1,83	2,19	2,19	н.о.	н.о.	н.о.	1,27	1,27	3,95	3,95	10,82	10,82	10,82		
Cr ₂ O ₃	н.о.	0,87	1,22	0,57	0,59	25,67	35,28	н.о.	0,89	0,70	31,14	н.о.	0,81	0,74	44,63	н.о.	44,63	н.о.	н.о.	0,81	0,74	0,74	н.о.	н.о.	н.о.	0,70	0,70	0,47	0,47	55,31	55,31	55,31		
FeO	7,86	2,44	3,07	6,50	5,50	14,86	18,83	8,62	2,04	6,54	18,72	8,04	2,06	5,52	21,16	7,12	21,16	н.о.	8,04	2,06	5,52	7,12	7,12	н.о.	н.о.	2,00	2,00	6,34	6,34	20,28	20,28	20,28		
MnO	0,13	0,13	0,16	0,19	0,21	0,31	0,41	0,15	0,15	0,21	0,35	0,11	0,13	0,16	0,52	0,11	0,52	н.о.	0,11	0,13	0,16	0,11	0,11	н.о.	н.о.	0,10	0,10	0,19	0,19	0,62	0,62	0,62		
MgO	49,76	16,10	15,54	32,84	33,26	17,17	13,45	49,44	16,25	33,62	13,74	49,03	17,17	34,66	12,87	50,09	12,87	12,87	49,03	17,17	34,66	12,87	50,09	12,87	н.о.	н.о.	17,31	17,31	32,36	32,36	11,94	11,94	11,94	
CaO	0,01	23,47	22,36	0,94	1,11	н.о.	н.о.	0,03	24,47	0,82	н.о.	0,03	25,21	1,18	н.о.	0,06	н.о.	н.о.	0,03	25,21	1,18	н.о.	0,06	н.о.	н.о.	25,45	25,45	1,28	1,28	н.о.	н.о.	н.о.		
Ni ₂ O	н.о.	0,35	0,53	0,01	0,02	н.о.	н.о.	н.о.	0,13	0,02	н.о.	н.о.	0,18	0,06	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	0,18	0,06	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	0,33	0,33	0,01	0,01	н.о.	н.о.	н.о.		
NiO	0,47	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	0,50	н.о.	н.о.	н.о.	0,41	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	0,41	н.о.	н.о.	н.о.	0,44	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.		
Сумма	100,83	98,73	99,37	99,56	99,29	98,02	99,43	100,59	99,12	99,98	98,53	99,58	100,03	99,81	99,92	98,06	99,92	99,92	99,58	100,03	99,81	98,06	99,92	99,92	99,92	99,66	99,66	100,08	100,08	99,21	99,21	99,21		

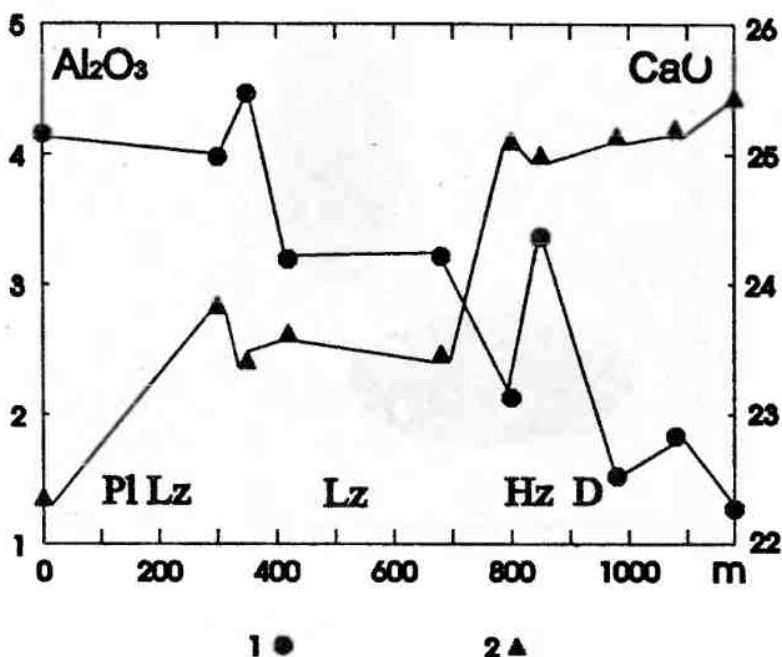


Рис.2 Изменение содержания Al_2O_3 (1) и CaO (2) в клинопироксенах по разрезу

политов общая железистость и суммарное содержание алюминия больше, чем в пироксенах других пород. При этом отмечены две группы сосуществующих пироксенов. Первая, объединяющая пироксены лерцолитов и гарцбургитов, характеризуется повышенной железистостью ромбических пироксенов, при аналогичном содержании алюминия. Другая группа, включающая только пироксены лерцолитов, отличается более высокими содержаниями глинозема в клинопироксенах и практически одинаковой железистостью орто- и клинопироксенов. Такое распределение, по-видимому, связано с существованием разных генераций клинопироксенов. Другая характерная особенность их состава - рост окиси кальция в клинопироксенах по направлению от плагиоклазовых лерцолитов к дунитам (рис. 2) при одновременном сокращении его содержания в породах. Возможная причина этого - перераспределение кальция и алюминия из клинопироксенов в плагиоклаз при декомпрессии, что подтверждается зональным характером зерен пироксена с уменьшением содержания кальция и глинозема от центра к краю. В дунитах и гарцбургитах содержание кремнезема и глинозема, недостаточное для формирования самостоятельной фазы плагиоклаза, обуславливает концентрации "избыточного" кальция в клинопироксене.

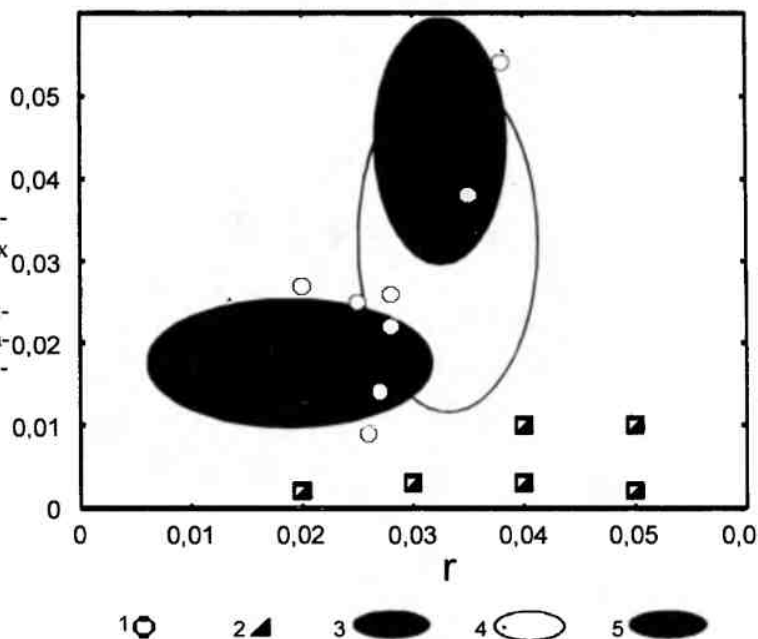
Изучение минальных составов клинопироксенов [3] показывает наличие в них "избыточного" кремнезема и, как следствие, появление Ca -молекулы Эскола, характеризующей повышенные давления.

Сравнение клинопироксенов из лерцолитов массива Нурали с опубликованными составами клинопироксенов из массивов альпийской и пиренейской орогенных зон [7, 8] и из тихоокеанских лерцолитов по содержанию щелочных компонентов и хрома (рис. 3) обнаруживает отличие клинопироксенов нуралинских лерцолитов от клинопироксенов из лерцолитов тихоокеанских разломов Элтанин и Кларин, для которых высокое содержание хрома и низкое - натрия является результатом выплавления большого количества базитовых магм [7].

Акцессорные хромшпинелиды Нуралинского массива также характеризуются связью степени идиоморфизма и петрохимических особенностей с положением в разрезе. Хромшпинелиды лерцолитов плагиоклазовой и шпинелевой фаций глубинности, как правило, ксеноморфны по отношению к оливинам и пироксенам. В плагиоклазовых разностях встречаются скелетные зерна хромшпинелида внутри плагиоклаза. Фиксируемый здесь рост содержания окиси хрома и соответствующее уменьшение количества Al_2O_3 в направлении от шпинелевых к плагиоклазовым лерцолитам объясняет реакция $Cr_x + Al-Sp \rightarrow Pl + Cr-Sp$ [4]. Такую же зависимость показывают анализы хромшпинелидов из лерцолитов Ронда [8]. Сопоставление их с хромшпинелидами из лерцолитов Нурали дает единый корреляционный тренд от высокоглиноземистых хромшпинелидов из лерцолитов гранатовой фации до высокохромистых хромшпинелидов из плагиоклазовых лерцолитов. В направлении от лерцолитов к дунитам в хромшпинелидах массива Нурали отмечается рост Cr_2O_3 , FeO , MnO и уменьшение содержания Al_2O_3 , MgO . В дунитах идиоморфный хромшпинелид характеризуется наиболее высокой железистостью и хромистостью. Хромшпинелиды нуралинских лерцолитов обнаруживают

Рис.3 Соотношение натрия и хрома в клинопироксенах из лерцолитов.

1 - Нурали; 2 - разломы Элтантин и Кларион, Тихий океан (Савельева Г.Н., 1987); 3 - Ронда [7]; 4 - Ланцо [7]; 5 - Финеро [7].



большое сходство с опубликованными [6] составами хромшпинелидов лерцолитовых включений в кимберлитах Якутии.

Таким образом, приведенные выше данные о направленном изменении состава минералов дают дополнительную информацию для реконструкции условий формирования массива. Наличие разных генераций пироксенов может быть свидетельством многоэтапности преобразования пород. Составы клинопироксенов отражают барические условия. Появление в них Са-молекулы Эскола позволяет оценить минимальные давления, существовавшие при образовании массива, в 12-14 кбар с последующим уменьшением при подъеме. Сходство составов минералов массива Нурали с массивами подконтинентальной мантии позволяет говорить о близости условий их формирования.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант N 98-05-64826) и ФЦП «Интеграция»

Список литературы

1. Савельева Г.Н., Денисова Е.А. Структура и петрология ультраосновного массива Нурали на Южном Урале // Геотектоника. 1983. №2. С. 42-57.
2. Рудник Г.Б. Петрогенезис ультраосновных пород Нуралинского массива на Южном Урале / Соотношение магматизма и метаморфизма в генезисе ультрабазитов. М., 1965. С. 68-100.
3. Русин И.А. О минимальном составе клинопироксенов перидотитов лерцолитосодержащих массивов Южного Урала // Магматизм, метаморфизм и глубинное строение Урала. Тез. докл. VI Уральского петрографического совещания. Екатеринбург, 1997. Ч. 2. С. 123-125.
4. Чащухин И.С., Штейнберг Д.С. Сопоставление химического состава лерцолитов массива Нурали (Южный Урал) в шпинелевой и плагиоклазовой фациях // Ежегодник-1987 Ин-та геологии и геохимии УрО РАН. Свердловск, 1988. С. 43-47.
5. Ферштатер Г.Б., Беа Ф. Геохимическая типизация уральских офиолитов // Геохимия. 1996. №3. С. 195-218.
6. Царицын Е.П. Состав аксессуарных и рудных хромшпинелидов в гипербазитах // Генезис ультрабазитов и связанного с ними оруденения. Тр. Ин-та геологии и геохимии. Вып. 127. Свердловск, 1977. С. 83-95.
7. Kornprobst J., Ohnenstetter d., Ohnenstetter M. Na and Cr contents in clinopyroxenes from peridotites: a possible discriminant between "sub-continental" and "sub-oceanic" mantle / Earth and Planet. Sci. Lett. 1981. V. 53, №2/ P. 241-254
8. Obata M. The Ronda peridotite: garnet-, spinel-, and plagioclase-lherzolite facies and the P-T trajectories of a high-temperature mantle intrusion / J. Petrology. 1980. V. 21, №3. P. 533-572