

если предназначенные для анализа методом ICP-MS навески проб предварительно будут подвергнуты выщелачиванию в разбавленном растворе соляной кислоты.

Литература

Леснов Ф. П. Петрология полигенных мафит-ультрамафитовых массивов Восточно-Сахалинской офиолитовой ассоциации. Новосибирск: ГЕО, 2015. 240 с.

М. А. П. Пинхейро^{1,2}, Ф. П. Леснов²

¹ – *Бразильская геологическая служба, г. Белу Оризонте, Бразилия
marcopiacentini@gmail.com*

² – *Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск*

Геохимия оливинов из пород ультрамафитового массива Розета (кратон Сан Франциско, юго-восточная Бразилия)

Ультрамафитовый массив Розета находится вблизи гг. Арантина и Либердаде (штат Минас Жераис, юго-восточная Бразилия) и структурно приурочен к кратону Сан Франциско [Paciullo et al., 2003]. Он залегает среди протерозойских метаморфических пород и обнажается на площади около 4 км², значительная часть которой покрыта корой выветривания. Массив сложен лерцолитами, клинопироксенсодержащими и безклинопироксеновыми шпинелевыми гарцбургитами, серпентинитами, реже – оливиновыми вебстеритами, а также жилообразными оливин-ортопироксеновыми метасоматитами с зеленой шпинелью, условно названными «гарцбургитами». Около 60 анализов зерен оливина из шести образцов массива было проанализировано рентгеноспектральным методом на микроанализаторе JEOL JXA-8100 (Аналитический центр ИГМ СО РАН, г. Новосибирск, аналитик В. Н. Королук). Время измерения на пике каждой аналитической К α -линии составило 10 с, а также по 5 с в позиции фона с двух сторон от этой линии. Использовались стандартные образцы оливина (СН-1), пиропового граната (О-145), титанового стекла (GL-6) и марганцевого граната (Mn-Grt).

Содержания главных и второстепенных элементов в оливинах сильно варьируют. Средние содержания MgO в них уменьшаются в ряду от шпинелевых гарцбургитов к клинопироксенсодержащим шпинелевым гарцбургитам, лерцолитам, оливиновым вебстеритам и «гарцбургитам», содержащим зеленую шпинель (табл.). В той же последовательности увеличиваются средние содержания FeO. Содержания форстеритового компонента (Fo, % мол.) в оливинах уменьшаются в ряду от шпинелевых гарцбургитов к клинопироксенсодержащим шпинелевым гарцбургитам, лерцолитам, оливиновым вебстеритам и «гарцбургитам» с зеленой шпинелью. Интервалы вариаций значений параметра Fo в оливинах из отдельных разновидностей пород не перекрываются (рис. 1а).

Оливины из разных пород отличаются по содержаниям NiO и MnO (рис. 1а, б). Оливины из лерцолитов характеризуются аномально высокими содержаниями NiO (0.71–0.87 мас. %) по сравнению с таковыми из остальных пород. В крайне незначительных количествах (0.01–0.02 мас. %) NiO обнаружен в оливинах из «гарцбургитов»

Т а б л и ц а

Средние химические составы оливинов из представительных образцов пород ультрамафитового массива Розета, мас. %

	1			2			3			4			5			6		
	Ср.	Макс.	Мин.	Ср.	Макс.	Мин.	Ср.	Макс.	Мин.	Ср.	Макс.	Мин.	Ср.	Макс.	Мин.	Ср.	Макс.	Мин.
SiO ₂	40.75	41.19	40.37	40.50	40.79	40.20	41.00	41.10	40.80	40.30	40.49	40.03	40.38	40.56	40.26	40.20	40.37	39.96
TiO ₂	0.01	0.019	0.001	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.004	0.01	0.01	0.003	0.01	0.01	0.001	0.03	0.09	0.002
Al ₂ O ₃	0.01	0.029	0.001	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.004	0.01	0.001	0.001	0.001	0.001	0.01	0.01	0.001
Cr ₂ O ₃	0.01	0.020	0.001	0.17	0.02	0.15	0.02	0.03	0.004	0.01	0.01	0.002	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
FeO	9.88	10.28	9.49	8.73	8.90	8.57	8.10	8.29	7.84	11.50	11.64	11.36	10.72	10.80	10.61	14.88	15.26	14.61
MnO	0.14	0.17	0.10	0.10	0.12	0.08	0.08	0.10	0.06	0.21	0.24	0.20	0.24	0.26	0.23	0.22	0.26	0.19
MgO	48.70	49.04	47.91	49.72	50.17	48.98	50.33	50.71	49.89	47.41	47.94	46.95	47.74	47.88	47.61	45.11	45.39	44.70
CaO	0.01	0.03	0.001	0.01	0.01	0.002	0.01	0.01	0.002	0.01	0.01	0.002	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.003
NiO	0.77	0.87	0.71	0.47	0.53	0.43	0.42	0.45	0.39	0.45	0.46	0.43	Н.д.	Н.д.	Н.д.	0.02	0.02	0.01
Сумма	100.28	101.65	98.59	99.72	100.56	98.42	99.97	100.73	99.00	99.90	100.81	98.98	99.10	99.55	98.72	100.49	101.43	99.48
Fo	89.78	90.09	89.43	91.03	91.26	90.75	91.72	91.97	91.51	88.02	88.27	87.79	88.81	88.95	88.73	84.39	84.65	83.93

П р и м е ч а н и е. 1 – лерцолиты, обр. РР-007Ам (n 19); 2 – клинопироксенсодержащие шпинелевые гарцбургиты, обр. РР-005А (n 8); 3 – шпинелевые гарцбургиты, обр. РР-003А (n = 10); 4 – оливиновые вебстериты, РР-006-2 (n = 10); 5 – оливиновые вебстериты, РР-008 (n = 3); 6 – «гарцбургиты» с зеленой шпинелью, обр. РР-007В2 (n = 9); n – количество анализов; н.д. – нет данных. Fo = 100 × Mg/(Mg+Fe), молекулярные количества.

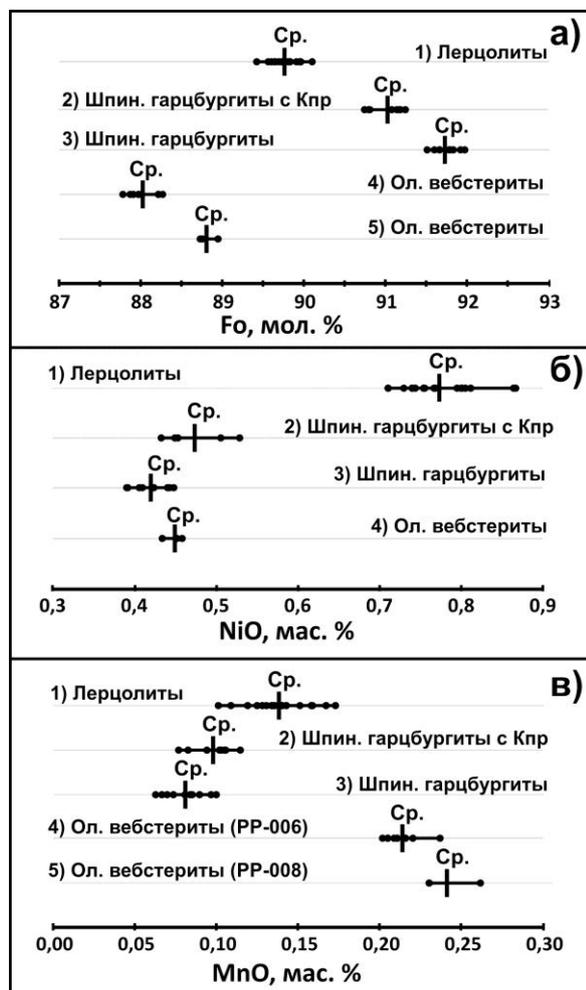


Рис. 1. Вариации параметра Fo (а) и содержаний NiO (б) и MnO (в) в оливинах из пород ультрамафитового массива Розета (по данным таблицы).

Здесь и на рис. 2: 1 – лерцолиты (обр. PP-007Am); 2 – клинопироксенсодержащие шпинелевые гарцбургиты (обр. PP-005A); 3 – шпинелевые гарцбургиты (обр. PP-003A); 4 – оливиновые вебстериты (обр. PP-006-2). 5 – оливиновые вебстериты (обр. PP-008). Ср. – средние значения.

с зеленой шпинелью. На диаграмме Fo–NiO фигуративные точки составов оливина образуют четыре обособленных поля, соответствующие четырем петрографическим разновидностям ультрамафитов (рис. 2а). Поле точек 1 (лерцолиты) занимает обособленное положение в области высоких содержаний NiO и умеренных значений параметра Fo. Поля 2 (клинопироксенсодержащие гарцбургиты) и 3 (безклинопироксеновые гарцбургиты) находятся в области повышенных значений параметра Fo и относительно низких содержаний NiO. Судя по рас-

положению точек в пределах полей 1 и 2, между значениями Fo и содержаниями никеля существует прямая зависимость, в то время как положение точек в поле 3 указывает на обратную зависимость между названными характеристиками.

Содержания MnO в оливинах увеличиваются в ряду от шпинелевых гарцбургитов к клинопироксенсодержащим шпинелевым гарцбургитам, лерцолитам, «гарцбургитам» с зеленой шпинелью и оливиновым вебстеритам. На диаграмме Fo–MnO фигуративные точки распределены в пределах серии обособленных полей, соответствующих разновидностям пород, причем эти поля расположены вдоль единого тренда, указывающего на обратную зависимость между значениями Fo и содержаниями MnO. Содержание CaO в подавляющем большинстве проанализированных оливинов не превышает предел обнаружения (0.007 мас. %), в отдельных зернах содержание элемента составило 0.01–0.05 мас. %. Присутствие TiO₂ установлено в единичных зернах оливина в количестве до 0.09 мас. %. Содержание Cr₂O₃ также обнаружено только в отдельных зернах оливина из лерцолитов, гарцбургитов и оливиновых вебстеритов в количестве до 0.03 мас. %.

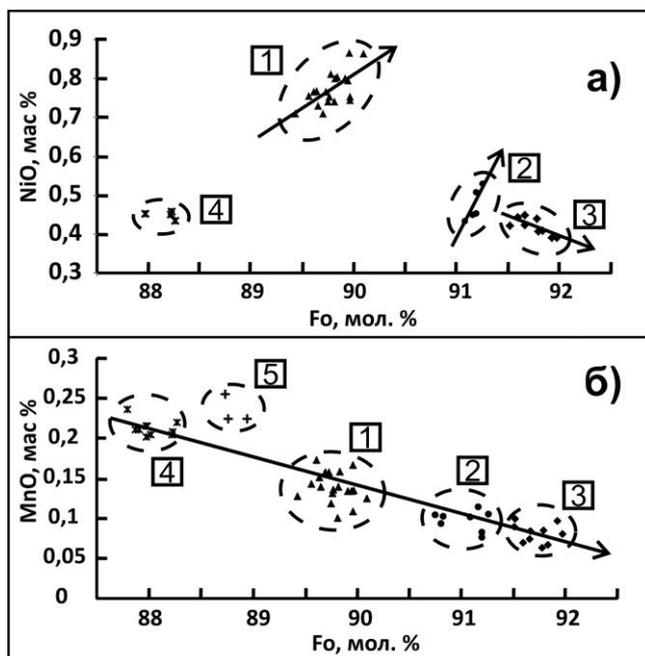


Рис. 2. Ковариации параметра Fo и содержаний NiO (а) и MnO (б) в оливинах из пород ультрамафитового массива Розета (по данным таблицы).

Линиями обозначены предполагаемые тренды ковариаций параметра Fo и содержаний NiO и MnO.

Таким образом, установлено, что оливины из пород ультрамафитового массива Розета неоднородны по содержаниям главных и второстепенных оксидов. Значения параметра Fo в оливинах снижаются от шпинелевых гарцбургитов к их клинопироксенсодержащим разновидностям, лерцолитам и оливиновым вебстеритам.

Наиболее примечательными фактами являются аномально высокие содержания NiO в оливинах из лерцолитов и аномально низкие его содержания в гарцбургитоподобных ультрамафитах, содержащих зеленую шпинель. Предполагается, что ультрамафитовый массив Розета является тектонически внедренным блоком верхнемантийных реститов (протрузией) и имеет полигенную природу. Входящие в его состав лерцолиты, вероятнее всего, являются фрагментом минимально деплетированного протолита. Клинопироксенсодержащие и безклинопироксеновые шпинелевые гарцбургиты можно рассматривать в качестве реститов, образованных при разных степенях частичного плавления протолита. Оливиновые вебстериты можно отнести к гибридным образованиям, которые сформировались при контактово-реакционном воздействии более поздних мафитовых расплавов на породы ультрамафитовой протрузии [Леснов, 2015].

Литература

Леснов Ф. П. Петрология полигенных мафит-ультрамафитовых массивов Восточно-Сахалинской офиолитовой ассоциации. Новосибирск: ГЕО, 2015. 240 с.

Paciullo F. V. P., Ribeiro A., Trouw R. A. J. Geologia da Folha Andrelândia 1: 100.000 // In: A.C. Pedrosa Soares, C.M. Noce, R.A.J. Trouw, M. Heilbron, M. (Org.). Geologia e recursos minerais do sudeste mineiro, Projeto Sul de Minas-Etapa I (COMIG, UFMG, UFRJ, UERJ), Relatório Final. 1 ed. Belo Horizonte: Companhia Mineradora de Minas Gerais. COMIG, 2003. Vol. 1. P. 84-119.