

**ВЕБСТЕРИТОВАЯ МОДЕЛЬ ВЕРХНЕЙ МАНТИИ
И ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ВЕЩЕСТВА ЗЕМЛИ**

Кутолин В.А., Широких В.А.

Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, lab02@iiggm.nsc.ru

В настоящее время для состава верхней мантии Земли наиболее популярной является пиrolитовая модель А.Е. Рингвуда, хотя некоторые геофизики отвергают её [5].

В последние годы выяснилось, что пиrolитовая модель не удовлетворяет петрологическим данным о составе больших изверженных провинций, так как в их составе преобладают базальты, а не пикриты и коматииты [1], а частичное плавление пиrolитового субстрата приводит к появлению расплавов пикритового или коматиитового составов. Совершенно очевидно, что популярность пиrolита объясняется близостью его состава к составу лерцолитовых нодулей в базальтах и кимберлитах, которые преобладают среди мантийных ксенолитов. Однако В.А. Кутолин и Л.В. Агафонов [2] экспериментально изучили кинетику растворения оливина, пироксена и пироба в расплаве базальта и доказали, что доминирование лерцолитов среди мантийных ксенолитов в базальтах объясняется не преобладанием этих пород в верхней мантии, а лучшей сохранностью лерцолитов по сравнению с вебстеритами, пироксенитами и эклогитами во время транспортировки на поверхность мантийных ксенолитов базальтовой магмой, так как оливин растворяется в базальтовом расплаве в 1,5-21 раз медленнее, чем пироксены и пироб. Эти экспериментальные данные были подтверждены в работах [7, 8], хотя при давлении в 30 кбар оливин менее устойчив, чем пироксены (табл. 1).

А.А. Арзи [6] показал, что прочность частично расплавленной породы очень сильно убывает, когда количество расплава в ней превышает 26 %. В связи с этим ксенолиты тех вебстеритов и эклогитов, которые содержат более 26 % пироксенов, граната или шпинели имеют меньше шансов сохраниться во время транспортировки их на поверхность базальтовой магмой, чем ксенолиты лерцолитов, гарцбургитов и дунитов. Поэтому опробование верхней мантии базальтами искажает реальные данные о её составе, понижая долю фертильных ксенолитов и увеличивая долю реститов. Валовой состав верхней мантии, подсчитанный нами с учетом такого искажения её опробования, отвечает оливиновому вебстериту, а не пиrolиту [2]. Близкие результаты были получены Д.Л. Андерсоном и Дж.Д. Бассом [5], которые показали, что пиrolитовая модель не согласуется с многими геофизическими данными и предположили, что переходная зона верхней мантии состоит из пикритовых эклогитов («пиклогитов»). Вебстеритовая и «пиклогитовая» модели верхней мантии близки по своему химическому составу (табл. 2).

Вебстеритовая модель верхней мантии хорошо объясняет преимущественно базальтовый состав больших изверженных провинций и высокую скорость генерации базальтовых расплавов, характерную для таких провинций [1], так как эта скорость обуславливается быстрым плавлением вебстеритов, пироксенитов и эклогитов мантийного субстрата. Как показал А.В. Соболев с соавторами [9], количество базальтов, возникающих за счет частичного плавления мантийных пироксенитов, колеблется в различных провинциях от 10 до 100 %.

В процессе магмообразования вебстеритовая верхняя мантия будет терять свои легкоплавкие компоненты, такие как пироксены, шпинель или гранат, так как они выплавляются в пер-

Таблица 1

Относительная устойчивость оливина, пироксенов и пироба к растворению в базальтовых расплавах

Р	1 бар				5 кбар		12 кбар		12,5 кбар	14 кбар	20 кбар	30 кбар	
	1150	1200	1250	1300	1250	1300	1300	1350	1350	1325	1400	1450	1500
T, °C	1150	1200	1250	1300	1250	1300	1300	1350	1350	1325	1400	1450	1500
Ol/Orx	10,9	5,4	3,7	1,5	72,2	2,6	0,9	1,9	1,7	4,0	5,7	0,8	0,4
Ol/Сrx	20,9	12,3	7,4	4,7	53,1	5,7	0,3	1,3	3,1	5,6	7,7	0,2	0,8
Ol/Py	7,1	8,5	10,0	11,8	Пироб растворяется быстрее оливина						?	?	
Источник	[2]				[7]				[8]		[7]		

Таблица 2

Химические составы верхней мантии по вебстеритовой и «пиклогитовой» моделям

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
КА	47,6	0,25	5,35	2,20	5,80	0,15	31,70	6,40	0,40	0,15
РІС	47,0	н.о.	8,60	10,80		н.о.	24,0	8,0	н.о.	н.о.

Примечание. КА – вебстеритовая модель верхней мантии [2]; РІС – «пиклогитовая» модель верхней мантии [5].

вую очередь при частичном плавлении. При этом вебстеритовая мантия будет преобразовываться сначала в лерцолитовый, затем в гарцбургитовый и, наконец, в дунитовый субстрат. Этот переход первичной вебстеритовой мантии в дунитовый рестит является основным процессом эволюции вещества верхней мантии Земли во время её геологического развития. По такой схеме максимальное количество лерцолитов, гарцбургитов и дунитов должно присутствовать в верхней мантии древних платформ, что хорошо согласуется с имеющимися данными. Однако в результате мантийной конвекции такая деплетированная мантия древних платформ может замещаться более фертильным материалом. Так, например, по данным Н.П. Похиленко и Н.В. Соболева [4], в составе мезозойской мантии Сибирской платформы значительно повысилась доля гранатовых пироксенитов по сравнению с их содержанием в мантии среднепалеозойского возраста. Кроме того, описанная простая схема может быть сильно усложнена за счет просачивания через мантийный субстрат флюидов или расплавов, связанных с деятельностью глубинных плюмов, а также поступлением в мантию материала коры за счет процессов субдукции, как это показано в статье Е.Е. Лазько, Е.В. Шаркова и О.А. Богатикова [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Кирдяшкин А.А. Глубинная геодинамика. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2001. 409 с.
2. Кутолин В.А., Агафонов Л.В. О составе верхней мантии в связи с относительной устойчивостью ультраосновных нодулей // Геология и геофизика. 1978. № 5. С. 3-13.
3. Лазько Е.Е., Шарков Е.В., Богатиков О.А. Мантийные субстраты, их геохимическая типизация и роль в образовании подкорковых магм // Геохимия. 1993. № 2. С. 165-187.
4. Похиленко Н.П., Соболев Н.В. Сибирский суперплюм и эволюция литосферной мантии Сибирской платформы в фанерозойский период // Петрогенезис, эволюция и дифференциация Земли. Труды X-ого Всероссийского петрографического совещания. Апатиты: 2005.
5. Anderson D.L., Bass J.D. Transition region of the Earth's upper mantle // Nature. 1986. V. 320. P. 321-328.
6. Arzi A.A. Critical phenomena in the rheology of partially melted rocks // Tectonophysics. 1978. V. 44. P. 173-184.
7. Brearley M., Scarfe C.M. Dissolution rates of upper mantle minerals in an alkali basalt melt at high pressure: an experimental study and implication for ultramafic xenoliths survival // J. Petrol. 1986. V. 27. P. 1157-1182.
8. Scarfe C.M., Takahashi E., Yoder H.S. Rates of dissolution of upper mantle minerals in an alkali-olivine basalt melt at high pressures // Year Book Carnegie Inst. Wash. 1980. V. 79. P. 290-296.
9. Sobolev A.V. et al. The amount of recycled crust in sources of mantle-derived melts // Science. 2007. V. 316. P. 412-417.