

ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ МАНТИЙНОЙ ЛИТОСФЕРЫ ДРЕВНИХ КРАТОНОВ

Соловьева¹ Л.В., Костровицкий² С.И., Калашникова² Т.В.

¹*Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Solv777@crust.irk.ru*

²*Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Kalashnikova@igc.irk.ru*

Проблема происхождения и эволюции мантийной литосферы древних кратонов представляет собой исключительный интерес как в связи с развитием Земли, как планеты, так и с проблемой алмазообразования. В настоящее время доминируют две гипотезы, рассматривающие первичный генезис вещества субконтинентальной литосферы. Главным объектом исследований являются глубинные ксенолиты в кимберлитах разного возраста, развитые на древних кратонах.

Гипотеза реститового генезиса первичного вещества мантийной литосферы доминирует со времен ранних работ А. Рингвуда и Ф. Бойда с соавторами (60–70-е годы) и рассматривает ультраосновное вещество мантийной литосферы, как рестит от объемного плавления верхней мантии при образовании ультраосновных магм коматиитового типа. У. Гриффин и С. Рейли [Griffin, O'Reilly, 2007] предполагают, что плавление происходило на глубине ~ 100-150 км, и механизм подъема легкого рестита был гравитационным.

Однако гипотеза реститового происхождения сталкивается с двумя главными трудностями:

1. Обогащением литосферной мантии кратонов ортопироксеном, что не соответствует экспериментальным данным по плавлению ультраосновного вещества (отсутствие океанического магматического тренда) [Boyd, 1989; Herzberg, 2004].

2. Присутствием в древней литосфере кратонов базитового вещества (эклогитов).

Первое противоречие в этих моделях разрешается введением процесса древнего метасоматизма литосферного протолита силикатными расплавами или флюидами, ответственными за привнос кремнезема и литофильных элементов [Griffin, O'Reilly, 2007, Keleman et al. 1998]. Присутствие эклогитов в мантийной литосфере кратонов рассматривается как результат кристаллизации и дифференциации базитовых расплавов на структурных границах, в частности, под подошвой литосферной плиты. Аномалии в распределении изотопов С и О в мантийных эклогитах приписываются влиянию окислительно-восстановительных процессов [Griffin, O'Reilly, 2007].

Модель поддвигания, подталкивания субдуцируемых океанических плит под древнюю континентальную кору (subduction stacking model) наиболее логично обоснована Г. Гельмштедтом и Дж. Герни [Helmstedt, Gurney, 1995]. Эта модель хорошо согласуется с присутствием в субконтинентальной мантии эклогитов, как высокобарных петрохимических эквивалентов океанической коры, а также с геохимическими свидетельствами их контакта с морской водой [Jacob, 2004]. Кроме того, в модели предусмотрено раннее существование древней коры, что хорошо объясняет возникновение в верхней мантии вещества источника MORB. Вместе с тем, она сталкивается с отсутствием магматического тренда в веществе мантийной литосферы кратонов и геохимических свидетельств реакции ультраосновного вещества с морской водой.

В настоящем исследовании мы предлагаем альтернативную гипотезу происхождения протолита литосферной мантии древних кратонов, как легкой флотационной корки высокомагнезиальных оливин-ортопироксеновых кумулатов в первичном (первичных) магматическом океане на поверхности планеты. Существование древнего магматического океана рассматривается в целом ряде исследований [Nisbet, Walker, 1982; Anderson, 1982; Ohtani et al., 1989]. Гипотеза флотационного происхождения наиболее адекватно объясняет обогащение литосферной мантии кратонов ортопироксеном и отсутствие магматического реститового тренда. Прямая корреляция между величиной Al_2O_3/CaO в валовом составе и магнезиальностью оливина в ксенолитах периодитов из кимберлитов объясняется

стремлением более легкого Al-ортопироксена объединиться с легким Mg-оливином при флотации. Петрографические особенности лерцолитов и гарцбургитов из глубинных ксенолитов свидетельствуют о первичном кумулятивном генезисе мегакристаллов ортопироксена экссолюционного типа. Такие геохимические факты, что наиболее обогащенные несовместимыми редкими элементами гранат и клинопироксен отсутствуют в породах с мегакристаллами ортопироксена или в породах, обогащенных этим минералом, также свидетельствуют в пользу первичного, не метасоматического, генезиса ортопироксена в породах литосферной мантии. Данные по изотопии кислорода в минералах низкотемпературных зернистых перидотитов из среднепалеозойских кимберлитов Якутии указывают на отсутствие в них субдукционной компоненты [Костровицкий и др. 2012]. В минералах из гранатовых перидотитов из трубки Удачная значения В/Ве не показывают влияния слэбового материала, они в основном соответствуют значениям в океанических базальтах, либо превышают их. Напротив, повышенные величины В/Ве в гранате и клинопироксене из перидотитов и пироксенитов из трубки Обнаженная свидетельствуют о влиянии субдукционных процессов на формирование более молодой литосферной мантии Оленекского блока [Соловьева и др., 2010]. По-видимому, на северо-восточной окраине Сибирского кратона в формировании мантийной литосферы принимали участие иные геодинамические механизмы. Для флотационной гипотезы предлагается механизм, рассмотренный в 1982 г. Де Витом [De Wit, 1982] для океанических плит. В варианте нашей гипотезы – это подтаскивание и собирание мелких флотационных плит с базитовым покрытием под более крупную плиту. Такой механизм используется в модели «стогования» океанических плит Г. Гельмштедтом и Дж. Герни [Helmstedt, Gurney, 1995]. Флотационная модель предполагает, что ранняя кора была базитовой и затем испытала мощную гранитизацию под влиянием CO₂-флюидов, поднимающихся из кристаллизующегося магматического слоя, что объясняет происхождение вещества источника MORB. Эклогиты, встречающиеся в литосфере кратонов на разных уровнях, представляют собой линзы, будины бывшего базитового слоя на поверхности оливин-ортопироксеновых пластин. В докладе будут рассмотрены процессы развития алмазов в свете эволюции вещества мантийной литосферы под влиянием разных этапов мантийного метасоматизма.

Работа поддержана грантом РФФИ № 10-05-00589.

Литература

- Костровицкий С. И., Соловьева Л. В., Горнова М. А., Алымова Н.В., Яковлев Д.А., Игнатъев А.В., Веливецкая Т.А., Суворова Л.Ф. Изотопный состав кислорода в минералах мантийных парагенезисов из кимберлитов Якутии // Доклады Академии наук. 2012. Т. 444. №1. С. 61-66.
- Соловьева Л.В., Костровицкий С.И., Ясныгина Т.А. Изотопно-геохимические свидетельства субдукционной обстановки при формировании вещества мантийной литосферы на северо-востоке Сибирского кратона // Доклады Академии наук. 2010. Т. 432. № 5. С. 676-680.
- Anderson D.L. Isotopic evolution of the mantle: a model // Earth Planet. Sci. Lett. 1982. 57. P. 13-24.
- Boyd F.R. Compositional distinction between oceanic and cratonic lithosphere. Earth Planet Sci. Lett. 1989. V. 96. 15 -26.
- De Wit M.J. Gliding tectonics during the emplacement of the mafic-ultramafic rocks of the Barberton Greenstone Belt // J. Struct. Geol. 1982. 4. P. 117-136.
- Griffin W.L., O'Reilly S.Y. Cratonic lithospheric mantle: Is anything subducted? // Episodes. 2007. V.30. P. 43-53.
- Helmstedt H.H., Gurney J.J. Geotectonic controls of primary diamond deposits: implications for area selection // J. Geochem. Explor. 1995. V. 53. P. 125-144.
- Herzberg C. Geodynamic information in peridotite petrology // J. Petrol. 2004. DOI: 10.1093/petrology/egh039.
- Jacob D.E. Nature and origin of eclogite xenoliths in kimberlites // Lithos. 2004. 77. P. 295-316.
- Keleman P.B., Hart S.R., Bernstein S. Silica enrichment in the continental upper mantle via melt/rock reaction // Earth Planet. Sci. Lett. 1998. V. 164. P. 387-406.
- Nisbet E.G., Walker D. Komatiites and the structure of the Archean mantle // Earth Planet. Sci. Lett. 1982. V. 60. P. 105-116.
- Ohtani E., Kawabe I., Moriyama J., Nagata Y. Partitioning of elements between majorite garnet and melt and implications for petrogenesis of komatiite // Contrib. Mineral. Petrol. 1989. V. 103. P. 263-269.