

ТРАНСПОРТ ФЛЮИДОВ И РАСПЛАВОВ В ВЕРХНЕЙ МАНТИИ СИБИРСКОГО КРАТОНА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЕЕ ГЕОХИМИЧЕСКУЮ ЭВОЛЮЦИЮ

Л.В. Соловьева¹, С.И. Костровицкий², Т.В. Калашникова², А.Г. Гончаров³

¹Институт Земной коры СО РАН, г. Иркутск, e-mail: Soly777@crust.irk.ru

²Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН г. Иркутск, e-mail: Kalashnikova@igc.irk.ru

³Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, г. С.-Петербург

Исследование процессов мантийного метасоматизма в веществе глубинных ксенолитов из кимберлитов среднепалеозойского возраста на Сибирском кратоне позволяет выделить два крупных этапа флюидо–магма–переноса. Они проявлены в существенной минералогической и химической модификации первичного вещества. Древний модальный процесс метасоматического преобразования проявлен в развитии равновесных метасоматитов ($\text{Phl} + \text{Di} \pm \text{Ilm} \pm \text{Ap} \pm \text{Sulf} \pm \text{Graph}$) и в обогащении пород и минералов несовместимыми редкими элементами. Этот процесс был связан с кристаллизацией графита и алмаза при соответствующих $P - T$ параметрах. По-видимому, он проявился близко-одновременно с процессами метаморфизма и кратонизации мантийной литосферы. Источником углерода мог быть углерод, высвобождавшийся из твердого раствора в первичных силикатах. Предполагается, что метасоматизирующие агенты представляли собой сверхкритические силикат-карбонатные флюиды-расплавы, происхождение которых связано с реакциями окисления углерода и водорода, растворенных в решетках силикатов. Силикат-карбонатные флюиды-расплавы экстрагировали наиболее растворимые главные и редкие элементы и производили интенсивный метасоматизм на геохимических барьерах.

Следующий интенсивный процесс переноса флюидов и расплавов в верхней мантии Сибирского кратона проявился в период среднепалеозойского кимберлитового цикла, наиболее перспективного на алмазы. Согласно [1] этот кимберлитовый цикл был прямым следствием подъема якутского термохимического плюма. Мощный привнос тепла к подошве литосферы приводил к развитию очагов астеносферных расплавов, родительских сериям низкохромистых мегакристов. Привнесенное плюмом вещество в существенной мере вытесняет предшествующее холодное вещество, частично смешиваясь с ним. Реализуется процесс магматического замещения вследствие просачивания магматических жидкостей через твердую матрицу пород с одновременной кристаллизацией минералов мегакристовой ассоциации [2, 3]. После застывания гибридной твердо-жидкой смеси вещество астеносферной линзы подвергается интенсивной деформационной перестройке под влиянием пластического растяжения при растекании. Все эти процессы на структурно-петрографическом и геохимическом уровнях можно видеть в деформированных перидотитах крупно-порфиробластового и мелко-порфиробластового типов [3]. На рисунке показано изменение характера распределения несовместимых редких элементов в зерне граната ($\sim 400 \times 400$ мкм) из деформированного мелко-порфиробластового гранатового лерцолита. В центральной части зерна граната линии распределения редких элементов имеют характер, типичный для граната из зернистых перидотитов, представляющих мантийную литосферу. По направлению к краю зерна они изменяются и приобретают вид, свойственный распределениям редких элементов при кристаллизации из расплавов или при диффузии из расплавов. Вероятно, данная порода была отделена от подошвы литосферы и испытала влияние астеносферного расплава, причем минералы не успели полностью переуравновеситься. Расчеты по формулам диффузии через твердое вещество при температурах от 1200 до 700°C показывают значения от 500 до 90 млн. лет, что в свою очередь указывает на прохождение этих процессов в пределах среднепалеозойского кимберлитового цикла.

В литосферной плите над зоной действия астеносферных расплавов в период среднепалеозойского кимберлитового цикла также происходят минеральные и геохимические преобразования. К ним, прежде всего, относится развитие реакционных метасоматитов со специфическим набором минералов (низко-Ti Phl, Cr-Di, Chr, Sulf, Graph) [4]. Температуры, рассчитанные для метасоматических минералов на 100 – 250°C выше стационарной геотермы, что указывает на горячий характер метасоматизирующих агентов. В породах литосферной мантии, не имеющих наложенных метасоматических минералов, отмечается широкий разброс содержаний несовместимых редких элементов, связанный с различной степенью проработки восстановленными флюидами, поступающими из астеносферных расплавов [5]. Восстановленный характер флюидов подтверждается изменением окраски оливина с оранжево-желтой на бледно-зеленую и бесцветную, а также расчетами fO_2 по измерению количества Fe^{3+} в гранатах. Алмаз и графит образуются за счет реакций восстановленных флюидов на окислительных барьерах.

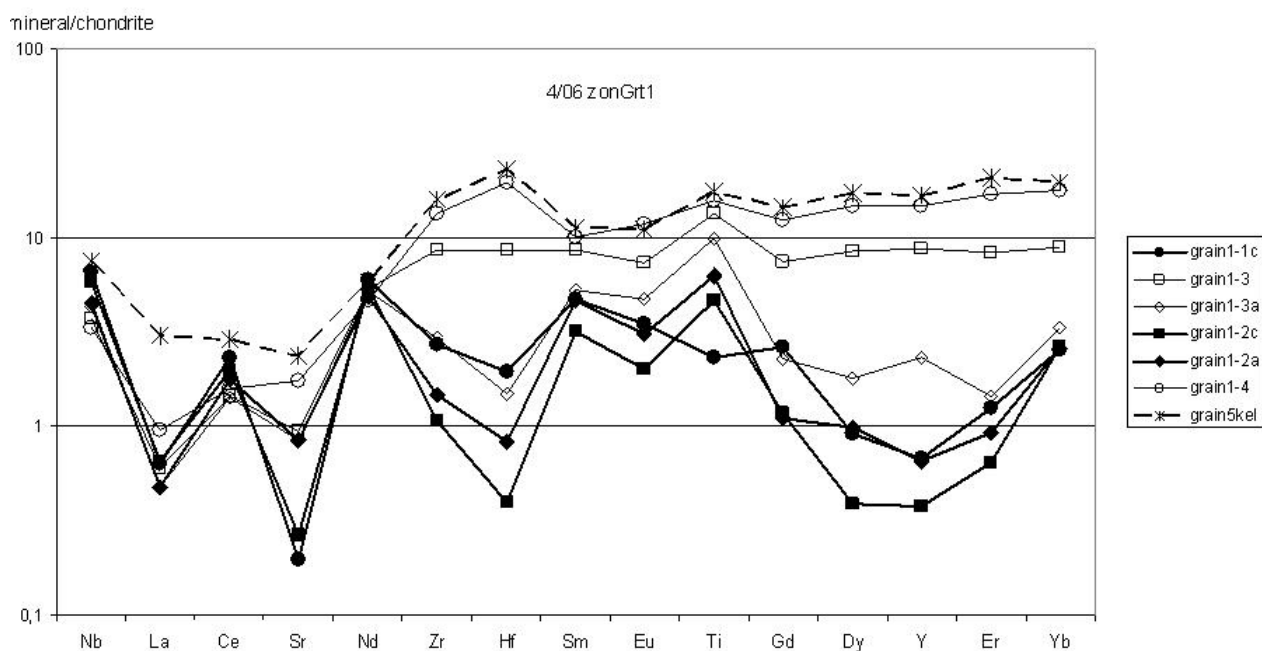


Рис.1 Концентрации несовместимых редких элементов, нормированные по хондриту [6], в зонах зерна граната из мелко-порфировластового гранатового лерцолита из кимберлитовой трубки Удачная. Точки 1с, 2с, 2а – в центре зерна, точки 3 и 3а – в 30 мкм и 50 мкм от келифита, точка 4 – на границе с келифитом, точка 5 – в келифитовой зоне.

Литература

1. Ernst R.E., Buchan K.L. Giant radiating dyke swarms: Their use in identifying pre-Mesozoic large igneous provinces and mantle plumes // Large igneous provinces: continental, oceanic and planetary volcanism. - Am. Geophys. Union. Monogr. - 100. - 1997. - P. 297 – 333.
2. Harte, B., Hunter, R.H., Kinny, P.D. (1993). Melt geometry, movement and crystallization, in relation to mantle dykes, veins and metasomatism. Philosophical Transaction of the Royal Society of London. Series A 342. 1 – 21.
3. Соловьева Л.В., Лаврентьев Ю.Г., Егоров К.Н., Костровицкий С.И., Королук В.Н., Суворова Л.Ф. Генетическая связь деформированных перидотитов и мегакристов граната из кимберлитов с астеносферными расплавами // Геология и геофизика. - 2008. - 49, № 4. - С. 281 – 301.
4. Л.В. Соловьева, Т.А. Ясныгина, В.Н. Королук, К.Н. Егоров. Геохимическая эволюция глубинных флюидов в мантийной литосфере Сибирского кратона в период среднепалеозойского кимберлитового цикла // ДАН. - 2010. - 434, № 4. - С. 527 – 533.
5. Соловьева Л.В. Проработка мантийной литосферы Сибирского кратона восстановленными флюидами в среднепалеозойском кимберлитовом цикле – геохимические следствия // Доклады Академии Наук. 2007. Т. 412, № 6. С. 804–809.
6. McDonough W.F., Sun S.-S. The composition of the Earth // Chem. Geol. - 1995. – V. 120. - P. 223-253.