

УДК 550.422:549.652:551.21

## О магматических очагах и гетерогенности мантии под Ключевской группой вулканов

С.А. Хубуная, Л.И. Гонтовая

<sup>1</sup> *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия, hubsa@kscnet.ru***Ключевые слова:** Ключевская группа вулканов, мантия, магматические очаги

На вулканах Ключевской, Плоский Толбачик и Толбачинском Долу в течение голоцена извергались умереннокалиевые магнезиальные и высокоглиноземистые базальты, андезибазальты и высокоглиноземистые субщелочные калиевые трахибазальты и трахиандезибазальты. Исходные составы магнезиальных расплавов соответствуют пикриту. Они получены на основе гомогенизации расплавных включений в оливинах и численного моделирования обратного хода фракционной кристаллизации расплава в поле оливина от состава, отвечающего закаленным расплавным включениям, до равновесия с реально установленным наиболее магнезиальным оливином данной серии (Fo 91,2). Условия образования исходных умереннокалиевых магнезиальных расплавов могут быть оценены на основании их состава и предположении их равновесия с мантийным веществом лерцолит - гарцбургитового ряда. Полученные результаты позволяют предполагать отделение расплава от мантии при давлениях 15-20 кбар. Такая оценка проведена на основе диаграммы Ol-Pl-Q-Di с изобарами давлений, определенных по экспериментальным данным в присутствии H<sub>2</sub>O (Sobolev, Danyushevsky, 1993). Здесь можно ожидать движение магнезиального расплава по системе трещин к месту фракционирования в глубинный промежуточный магматический очаг (Хубуная, Соболев, 1998). С учетом ошибки метода он находится в хорошем соответствии с глубиной 25-30 км, на котором методом сейсмической томографии уверенно фиксируется низкоскоростная аномалия V<sub>p</sub>, V<sub>s</sub> и повышенные значения V<sub>p</sub>/V<sub>s</sub> (Гонтовая и др., 2008; Koulakov, 2011 и др.). Об этом же свидетельствуют распределения частотно-магнитудных характеристик землетрясений, которые выражены параметром b<sub>value</sub>.

Большинством исследователей признается оценка глубины первоисточника магм в верхней мантии и магматического очага в нижней части земной коры под вулканом Ключевской. В тоже

время, существование малоглубинной магматической камеры под конусом вулкана не столь однозначно. Изучение детальной минералогии оливинов и клинопироксенов в отношении Ca, Al, Mn, Ti, Cr, Ni, Co и некогерентных элементов умереннокалиевых магнезиальных и высокоглиноземистых базальтов и андезибазальтов позволило прийти к следующим выводам. Образование высокоглиноземистых продуктов всех побочных прорывов связано с внедрением высокомагнезиальных магм в высокоглиноземистый очаг. Геофизические параметры свидетельствуют, что малоглубинная камера, (5-6 км ниже уровня моря) наиболее вероятно расположена между складчатым комплексом и поверхностью консолидированного фундамента (Хубуная и др., 2018).

27 ноября 2012 г, на южном склоне вулкана Плоский Толбачик, началось побочное извержение субщелочных калиевых трахиандезибазальтов (Волинец и др., 2013; Гордеев и др., 2013; Федотов и др., 2014 и др.). Проведен сравнительный анализ нормированного распределения несовместимых элементов калиевых трахиандезибазальтов, с таковыми, внутриплитных, рифтогенных и островодужных (надсубдукционных) умереннокалиевых базальтов и андезибазальтов. Этот анализ свидетельствует о наибольшей близости источника калиевых трахиандезибазальтов к источнику умереннокалиевых пород. Изучение радиогенных изотопных характеристик калиевых трахиандезибазальтов свидетельствует об отсутствии влияния земной коры на их составы. Формирование исходных расплавов субщелочных калиевых трахиандезибазальтов, наиболее вероятно, связано с плавлением глубинного (до 35 кбар) мантийного источника, метасоматизированного субдукционным компонентом, образованным при разложении флогопита (Хубуная и др., 2016). Плавление умереннокалиевого источника магнезиальных базальтов может осуществляться при давлениях 10-15 кбар (Хубуная, Соболев, 1998). Более глубокое (до 35 кбар) плавление высокомагнезиального источника калиевых трахиандезибазальтов свидетельствует о вертикальной гетерогенности мантии и разных уровнях плавления мантийных источников сравнимых пород. На вулканах Ключевской, Безьянный, Шивелуч, Харчинский извергались продукты только умереннокалиевых магм. На вулканах Ушковский, Плоский Толбачик и Толбачинском долу, к югу от названных вулканов, наряду с мантийными

дериватами умереннокалиевых магм извергались продукты мантийных субщелочных магм с калиевой спецификой. Это обстоятельство позволяет предполагать под Ключевской группой вулканов не только вертикальную, но и латеральную гетерогенность мантии.

### Список литературы

- Волынец, А.О., Мельников, Д.В., Якушев, А.И. (2013) Первые данные о составе продуктов Трещинного Толбачинского извержения им. 50-летия ИВиС (Камчатка). ДАН. Т. 452. № 3. С. 303–307.
- Гонтовая, Л. И., Попруженко, С. В., Низкоус, И. В., Апрельков, С. Е. (2008) Верхняя мантия Камчатки: глубинная модель и связь с тектоникой. Тихоокеанская геология. Т.27 № 2. С. 80-91.
- Гордеев, Е.И., Муравьев, Я.Д., Самойленко, С.Б. и др. (2013) Трещинное Толбачинское извержение в 2012–2013 гг. Первые результаты. ДАН. Т. 452. № 5. С. 562–566.
- Федотов, С.А., Славина, Л.Б., Сенюков, С.Л., Кучай, М.С. (2014) Сейсмические процессы и перемещение магм, происходившие при Большом трещинном Толбачинском извержении 1975–1976 гг. и Трещинном Толбачинском извержении 2012–2013 гг. (п-ов Камчатка). Геофизические процессы и биосфера. Т. 13. № 3. С. 5–30.
- Хубуная, С. А., Ерёмкина, Т. С., Соболев, А. В. (2016) Формационная принадлежность калиевых трахиандезитов побочного извержения 2012–2013 гг. Вулкана Плоский Толбачик по геохимическим признакам (Камчатка). Вулканология и сейсмология. № 1. С. 37-55.
- Хубуная, С.А., Соболев, А.В. (1998) Первичные расплавы известково-щелочных магнезиальных базальтов Ключевского вулкана (Камчатка). ДАН. Т. 360. № 1. С. 100–102.
- Koulakov, I., Gordeev, E. I., Dobretsov, N. L., et al. (2011) Feeding volcanoes of the Kluchevskoy group from the results of local earthquake tomography. Geophysical research letters. Т. 38. № 9.