



**ШЕСТАЯ  
МЕЖДУНАРОДНАЯ  
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«ВУЛКАНИЗМ,  
БИОСФЕРА  
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ  
ПРОБЛЕМЫ»**

**СБОРНИК  
МАТЕРИАЛОВ**

**Майкоп – Туапсе  
2011**

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД ВУЛКАНА КАМЕНЬ

ЧУРИКОВА Т.Г.<sup>1,3</sup>, ГОРДЕЙЧИК Б.Н.<sup>2</sup>, ВЁРНЕР Г.<sup>3</sup>, ИВАНОВ Б.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский,  
e-mail: tchurikova@mail.ru

<sup>2</sup>Институт экспериментальной минералогии РАН, Черноголовка,  
e-mail: gordei@mail.ru

<sup>3</sup>Центр геологических наук Гёттингенского университета, Гёттинген, Германия,  
e-mail: gwoerne@gwdg.ru

Потухший в конце плейстоцена вулкан Камень находится в центре Ключевской группы вулканов (КГВ), в окружении активных вулканов Ключевского, Безымянного и Плоских Сопок (Ушковский и Крестовский), которая в свою очередь, расположена на подстилающем базальтовом плато. В отличие от своих вулканически активных соседей, этот вулкан до сих пор остается мало изученным, а геохимические данные для его пород вообще отсутствуют. В настоящей работе приводятся первые геохимические данные для этого исполина Камчатки, который лишь на 250 метров уступает своему соседу и высочайшему вулкану Евразийского континента – Ключевскому.

Согласно петрохимическим и минералогическим данным вулканы Камень и Безымянный формируют единые тренды на всех диаграммах, что указывает на их генетическое родство. Лавы вулканов Камень, Ключевской и Плоские Сопки формируют разнонаправленные тренды и различаются по составам породообразующих минералов, т.е. не обнаруживают прямой генетической связи [Churikova et al., 2010].

Все породы вулкана Камень, как и лавы соседних вулканов имеют типичные островодужные признаки со значительным, но различным обогащением по LILE и LREE и низкими HFSE. В водном флюиде концентрации HFSE и HREE малы [Bрепан et al., 1995], и их концентрации в породах определяются мантийным источником. Аппроксимирующие линии, проведенные через HFSE и HREE для пород платобазальтов, вулканов Камень и Ключевской, показывают, что содержания микроэлементов в этой последовательности закономерно понижаются с уменьшением возраста пород.

Породы платобазальтов, центр излияния которых находился под вулканом Ушковский, образовались около 270 тыс. л.н. [Calkins, 2004]. В то время мантийный клин, не обедненный выплавками вещества, представлял собой верхнюю мантию типа NMORB, поскольку отношения HREE в породах плато и в NMORB близки к единице. Высококалорийная серия пород вулкана Плоские Сопки наследовала этот очаг мантийного источника. Вследствие объемных вышлавков платобазальтов вещество верхней мантии под КГВ обеднялось.

Вулкан Камень, закончивший свою активность в позднем плейстоцене [Мелекесцев, Брайцева, 1984], сформировался на уже частично обедненном субстрате и имеет обедненную ветвь HREE. Отношения Nb, Ta и HREE в наиболее примитивных базальтах вулкана Камень к со-

держаниям этих элементов в NMORB составляет 0,7. Важно отметить, что наиболее основные породы вулкана Безымянный с содержанием  $MgO > 5\%$  имеют аналогичную степень обеднения и фактически идентичны лавам вулкана Камень, что свидетельствует о едином очаге этих вулканов.

Породы голоценовых и исторических извержений вулканов Ключевской и Плоский Ближний были сформированы из еще более обедненного вещества мантии, о чем свидетельствуют наиболее низкие отношения Nb, Ta и HREE к содержаниям этих элементов в NMORB, опускающиеся до 0,52-0,55. К этой же категории относятся и породы моногенных конусов, расположенные на западном склоне вулкана Камень.

Таким образом, можно проследить, как единый мантийный источник, представляющий собой вещество верхней мантии с одинаковой степенью плавления (10-12% [Churikova et al., 2001]), систематически обедняясь с течением времени, создает магматические очаги с различной степенью обогащения.

При изучении расплавных включений в оливинах вкрест простирания Камчатской дуги [Churikova et al., 2007] было показано, что состав субдукционного флюида последовательно меняется с увеличением глубины погружения океанической плиты. На фронте дуги доминирует фронтальный флюид, в наивысшей степени обогащенный по B, Cl и халькофильным элементам, а также по LILE, F, S и LREE. Породы КГВ были доминированы центральным флюидом, обогащенным по S и U, с наивысшими S/K<sub>2</sub>O и U/Th отношениями. В дополнение этот флюид был необычно обогащен изотопами <sup>87</sup>Sr и <sup>18</sup>O. В Срединном хребте наблюдается задуговой флюид, сильно обогащенный как F, Li и Be, так и LILE и LREE. Положение КГВ таково, что в пределах этой группы вулканов в той или иной степени все три флюида участвуют в формировании пород – заканчивает свою работу фронтальный флюид, доминирует центральный флюид, и начинает влиять задуговой флюид. Так, Cl/S отношение в расплавах вулкана Камня в 2-3 раза выше, чем в расплавах Ключевского вулкана. В расплавах Ключевского вулкана наблюдается корреляция F/Yb и B/Yb отношений, но отсутствует корреляция с Li/Yb, что свидетельствует о влиянии фронтального и центрального флюидов. В расплавах же вулкана Камень наблюдается корреляция между всеми тремя отношениями, предполагая влияние всех трех флюидов. В то время, как породы Ключевского вулкана систематически обогащены по U/Nb, Cs/Yb и Ce/Nb отношениям, породы вулкана Камень обнаруживают более высокие Li/Yb значения. Все эти данные свидетельствуют о различном составе флюидной добавки в расплавы вулканов Камень и Ключевской.

Распределение редких и летучих элементов в породах и расплавных включениях КГВ показывает, что состав флюидной компоненты может быть различен даже на соседних вулканах. КГВ является местом, где несколько флюидов пересекаются и накладываются, образуя гетерогенность метасоматизированной флюидом мантии.

Таким образом, наблюдаемое геохимическое разнообразие пород в пределах КГВ обусловлено как постепенным обеднением мантийного источника типа NMORB ввиду больших мантийных выплавов в этом регионе, так и добавкой к мантийному источнику различных по составу флюидов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 08-05-00600.

#### Литература

1. Мелекесцев И.В., Брайцева О.А. // Вулк. Сейсм., 1984, № 4. с. 14-23;
2. Brennan et al. // Geochim. Cosmochim. Acta, 1995, V 59, p. 3331-3350;
3. Calkins J.A. // JKASP IV, 2004, p. 53-54;
4. Churikova T. et al. // Contr. Miner. Petr., 2007, V 154, N 2, p. 217-239;
5. Churikova T. et al. // EGU2010-12866-2;
6. Churikova T. et al. // J. Petr., 2001, V 42, N 8, p. 1567-1593;
7. Sun S., McDonough W.F. // Spec. Publ. Vol. Geol. Soc. Lond., 1989, N 42, p. 313-345.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ГЛУБИННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВДОЛЬ ПРИЭЛЬБРУССКОГО ПРОФИЛЯ (ВУЛКАН ЭЛЬБРУС – КАВКАЗСКИЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ)

<sup>1</sup>ШЕМПЕЛЕВ А.Г., <sup>1</sup>ПРУЦКИЙ Н.И., <sup>1</sup>КОМПАНИЕЦ М.А., <sup>2</sup>  
МОРОЗОВА А.Г., <sup>3</sup>КУХМАЗОВ С.У., <sup>4</sup>ПЬЯНКОВ В.Я.

<sup>1</sup> ФГУП «Кавказгеолсъёмка», г. Ессентуки,  
e-mail: shemp@geolog.kmv.ru;

<sup>2</sup> ООО «Северо-Запад», г. Москва;

<sup>3</sup> ГУП «Сей-Эко-Геон», г. Ессентуки;

<sup>4</sup> ФГУП «НИПИокеангеофизика», г. Геленджик

Приэльбрусский профиль, протяжённостью около двухсот километров, проходящий через вулкан Эльбрус и район Кавказских Минеральных Вод (КМВ), отработан ФГУП «Кавказгеолсъёмка» совместно с ГУП «Сей-Эко-Геон» и ООО «Северо-Запад» методами обменных волн землетрясений (МОВЗ) и магнитотеллурических зондирований (МТЗ). Переинтерпретация гравимагнитных материалов вдоль профиля выполнялась сотрудниками ФГУП «НИПИокеангеофизика». Результаты этих исследований демонстрировались на 32-м Международном Геологическом Конгрессе во Флоренции, а также по ним сделано несколько публикаций.

Приэльбрусский профиль пересекает максимально приподнятую центральную часть орогенного сооружения Большого Кавказа. На дневной поверхности широко развиты образования докембрия, верхнего палеозоя и мезокайнозоя с вулканической постройкой Эльбруса и неогеновыми лакколитами Кавказских Минеральных Вод. Вулкан Эльбрус характеризуется самыми минимальными на Большом Кавказе значениями гравитационного поля, которое осложнено серией локальных аномалий. Магнитное поле в районе вулкана резко дифференцировано. Различная электропроводимость выделяемых структурных комплексов