

## СОСТАВ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ СРЕДИННОГО ХРЕБТА КАМЧАТКИ (РЕЗУЛЬТАТЫ РЕНТГЕНОФЛЮОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА)

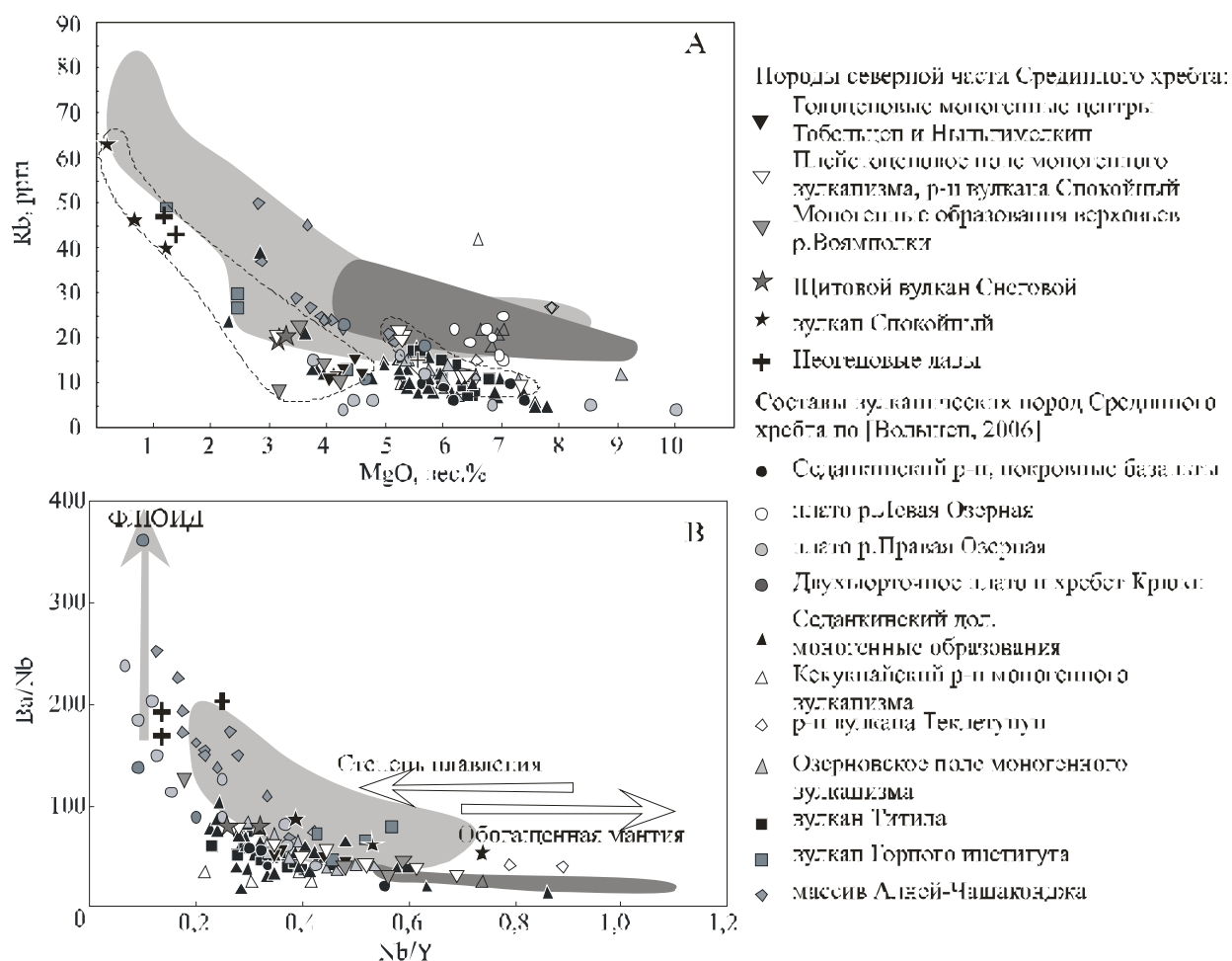
А.О. Волынец<sup>1</sup>, М.М. Певзнер<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Геологический институт РАН, Москва, e-mail: m\_pevzner@mail.ru

Срединный хребет Камчатки, по мнению большинства исследователей, представляет собой тыловую зону современной островодужной системы Камчатки [Авдейко и др., 2002; Churikova et al., 2001, и многие другие]. Сейсмофокальная зона Беньофа на юге хребта (под вулканом Хангар) расположена на глубине 350 км; далее на север по геофизическим данным она не прослеживается [Gorbatov et al., 1997]. Современный вулканизм на Камчатке, развитие которого связывается с погружением Тихоокеанской плиты, сосредоточен главным образом в Восточном вулканическом поясе и в Центральной Камчатской Депрессии и заканчивается на широте вулкана Шивелуч; вулканические продукты этих зон обладают типично-островодужными геохимическими признаками [Volynets, 1994; Churikova et al., 2001, и многие другие]. Однако недавние геохронологические исследования показали наличие голоценовой вулканической активности в Срединном хребте вплоть до 180 км к северо-северо-западу от Шивелуча: вулкан Спокойный (N 58° 08', E 160° 49') был активен в раннем и среднем голоцене, последнее извержение произошло ~5400 <sup>14</sup>C лет В.Р.; лавовое поле и шлаковые конуса Ныльгимелкин (N 57° 58', E 160° 39') сформировались во время трещинного извержения ~5500 <sup>14</sup>C лет В.Р.; моногенный конус Икс (N 58° 10', E 160° 48') образовался ~4000 <sup>14</sup>C лет В.Р.; и, наконец, самым северным из изученных голоценовых центров Срединного хребта (и вообще, Камчатки) является конус Тобельцен (N 58° 15', E 160° 44') с возрастом ~3500 <sup>14</sup>C лет В.Р. [Певзнер, 2006]. В настоящей работе мы представляем первые данные о содержании макроэлементов и ряда микроэлементов в вулканических породах северной части Срединного хребта: плейстоценовых извержений вулкана Спокойный и окружающего его поля моногенных образований, плейстоценового щитового вулкана Снеговой, голоценовых моногенных центров Ныльгимелкин и Тобельцен, а также подстилающих молодые образования породах плато неогенового возраста [Певзнер и др., доклад на этом симпозиуме].

Все изученные породы относятся к известково-щелочной умеренно- и высоко-калиевой серии и отвечают по составу ранее изученным вулканическим породам других частей Срединного хребта [Volynets et al., сдано в печать; Волынец, 2006; Churikova et al., 2001]. По содержанию SiO<sub>2</sub> породы варьируют от базальтов до дацитов, преобладают андезито-базальты. Наиболее кислые разности (дациты) встречаются среди продуктов плейстоценовых извержений вулкана Спокойного и неогеновых лав, обнажающихся в верховьях реки Черпоквеем. Базальты слагают толщу плато, вскрывающуюся в верховьях реки Воямполки. На диаграммах K<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub>, MgO-CaO, Rb-MgO изученные породы группируются в два тренда. Голоценовые андезито-базальты Тобельцена и Ныльгимелкина, плейстоценовые андезиты вулкана Снеговой, моногенные лавы верховьев Воямполки и андезитовый моногенный лавовый поток, излившийся вблизи вулкана Спокойный, образуют первый тренд. Эти породы принадлежат к умеренно-калиевой серии, имеют сравнительно низкое содержание магния (3,17-4,59 вес.% в андезито-базальтах и 3,15-3,51 вес.% в андезитах). Продукты моногенных извержений окружения вулкана Спокойный образуют второй тренд. Для этих пород характерно более высокое содержание калия (фигуративные точки на диаграмме K<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub> лежат на границе умеренно-калиевых и высоко-калиевых пород), магния (3,51 вес.% (андезит) – 7,32 вес.% (базальт)), несколько выше также содержание CaO. Дациты вулкана Спокойный имеют еще более щелочной состав; на классификационной диаграмме Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O – SiO<sub>2</sub> эти породы лежат на границе поля дацитов и трахидацитов. Единственный образец плато-базальтов неогенового возраста, опробованный и проанализированный для данного района, по содержанию макроэлементов имеет состав, схожий с плато-базальтами Правой илевой Озерной, а по содержанию микроэлементов он ближе к породам плато реки Правая Озерная [Volynets et al., сдано в печать, Волынец, 2006]. В целом, все проанализированные образцы сходны с ранее изученными породами Срединного хребта по содержаниям V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Sr, Ba, Nb и Y [Volynets et al., сдано в печать; Волынец, 2006].



**Рис. 1.** А) MgO (вес.%) vs. Rb (ppm) в вулканических породах Срединного хребта. Пунктирным контуром показаны два тренда, наблюдаемые в породах северной части хребта. В) Отношения Ba/Nb vs. Nb/Y в вулканических породах Срединного хребта. Данные по базальтам плато р.Левая Озерная не показаны на диаграмме, т.к. они имеют значительно более высокое отношение Ba/Nb (Ba/Nb>1000 при Nb/Y 0,04-0,11). Светло-серым полем показаны составы пород островодужного типа южной части хребта (вулкан Ичинский, Ахтанг, моногенные конуса в районе Эссо), темно-серым полем - породы внутриплитного типа Ичинской зоны моногенного вулканизма по [Churikova et al., 2001]. Дискуссию см. в тексте.

Для характеристики и классификации источников магм обычно используются концентрации несовместимых элементов и их отношения, которые особенно чувствительны к вариациям состава источника и в меньшей степени – к процессам частичного плавления. Концентрации подвижных во флюиде элементов в изученных породах (от базальтов до андезитов) более или менее постоянны: Ba 400-700 ppm, Sr ~500 ppm, Rb 8-22 ppm. Поскольку коэффициенты распределения Ba и Nb в расплаве близки, однако эти два элемента ведут себя по-разному во флюиде, отношение Ba/Nb не зависит от процессов частичного плавления, но резко повышается при малейшем участии флюида. Таким образом, это отношение может быть использовано как индикатор присутствия флюида в источнике магм. Большинство изученных пород имеет отношение Ba/Nb 30-80, что указывает на то, что эти породы были образованы из умеренно-метаморфизованной флюидом мантии. Неогеновые лавы и плейстоценовый моногенный лавовый поток в верховьях реки Черпоквеем отличаются повышенным значением отношения Ba/Nb: 168-200 и 123, соответственно; это означает существенную степень участия флюида в генерации магм в зоне, где по современным геофизическим данным активной субдукции не происходит. Nb/Y отношение варьирует в широких пределах – от 0,14 до 0,74. Самые низкие значения характерны для неогеновых лав, как кислого, так и основного состава. Повышенное отношение Nb/Y, наблюдаемое в породах плейстоценового поля моногенного вулканизма вокруг вулкана Спокойный и в самых северных опробованных лавовых потоках в верховьях реки Воямполки, может быть связано как с меньшими степенями плавления мантии,

так и с обогащением мантийного источника высоkozарядными элементами, что также находит отражение в повышенных концентрациях ниобия – от 13 до 18 ppm. Предыдущими работами было показано, что для объяснения ряда геохимических особенностей вулканических пород Срединного хребта (например, обогащения HFSE) необходимо участие мантии OIB-типа в генерации магм [Volynets et al., сдано в печать, Волюнец, 2006, Churikova et al., 2001]. К сожалению, имеющиеся на сегодняшний день геохимические данные для пород северной части Срединного хребта не дают возможности сделать хорошо обоснованные выводы о составе и степени участия мантийного источника (-ов), погружающейся плиты, осадков и флюида. Тем не менее, сходство геохимии вулканических пород северной части с вулканическими породами хорошо изученных центров Срединного хребта (т.е. по профилю от вулкана Хангар на юге до вулкана Теклетунуп на севере) позволяет предположить сравнительно одинаковый состав источников магм и общий для всего хребта процесс, инициирующий плавление в мантии в четвертичное время. Присутствие же молодых (позднеплейстоцен-голоценовых) вулканических центров в самой северной части Срединного хребта, а также геохимические характеристики его продуктов, указывающие на вовлечение в магмогенерацию флюида и мантии OIB-типа, вновь поднимают вопрос о геодинамической ситуации в этом регионе.

Работа выполнена при финансовой поддержке проектов РФФИ 07-05-00536, 08-05-00092, ДВО РАН 09-III-B-08-465, Программы 16 Президиума РАН.

### Список литературы

**Авдейко Г.П., Попруженко С.В., Палуева А.А.** Тектоническое развитие и вулканотектоническое районирование Курило-Камчатской островодужной системы // Геотектоника, 2002. № 4. С. 64-80.

**Волюнец А.О.** Плейстоцен-голоценовый вулканизм Срединного хребта Камчатки: вещественный состав и геодинамическая модель. Автореф. канд. дисс. Москва, 2006. 23 с.

**Певзнер М.М.** Голоценовый вулканизм Северной Камчатки: пространственно-временной аспект // Доклады РАН, 2006. Т. 409. № 5. С. 648-651.

**Churikova T., Dorendorf F., Woerner G.** Sources and fluids in the mantle wedge below Kamchatka, evidence from across-arc geochemical variation // Journal of Petrology, 2001. V. 42 (8). P. 1567-1593.

**Gorbatov A., Kostoglodov V., Suarez G.** Seismicity and structure of the Kamchatka subduction Zone // Journal of Geophysical Research, 1997. V. 102 (B8). P. 17883 – 17898.

**Volynets A., Churikova T., Woerner G., Gordeychik B., Lauer P.** Mafic Late Miocene - Quaternary volcanic rocks in the Kamchatka back arc region: implications for subduction geometry and slab history at the Pacific-Aleutian junction // Contributions to Mineralogy and Petrology (in press).

**Volynets O.N.** Geochemical types, petrology, and genesis of late Cenozoic volcanic rocks from the Kurile-Kamchatka island arc system // International Geology Review, 1994. V. 36. P. 373-405.