

**Уникальная зона пикробазальтового и высоко-Mg базальтового моногенного вулканизма в Срединном хребте Камчатки**

**А.О. Волынец<sup>1</sup>, Н.В. Горбач<sup>1</sup>, М.Л. Толстых<sup>2</sup>, М.М. Певзнер<sup>3</sup>, Г.Н. Овсянников<sup>4</sup>, А.Д. Бабанский<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: a.volynets@gmail.com*

<sup>2</sup> *Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва*

<sup>3</sup> *Геологический институт РАН, Москва*

<sup>4</sup> *Геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

<sup>5</sup> *Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва*

Представлены первые результаты анализа вещественного состава плиоцен-четвертичных вулканических пород массивов гор Окси и Большой Тигиль. Установлено, что субпараллельные линейные разрывные нарушения трассируются цепочками моногенных эруптивных центров, поставлявших принципиально разное вещество. Выявлены линейные зоны пикробазальтов, а также высоко-К и высоко-Mg базальтов.

В рамках изучения миоцен-четвертичного вулканизма Срединного хребта (СХ) Камчатки, летом 2019 г. нами были опробованы лавы в массивах гор (I) Большой Тигиль и (II) Окси (рис. 1). Эти массивы расположены в южной части СХ в пределах крупной региональной зоны разрывных нарушений [2], секущей СХ в северо-восточном направлении. Общие сведения о морфологии построек и составе изверженных продуктов содержатся в объяснительной записке к Государственной геологической карте [2]. Линии разломов отчетливо фиксируются на позднеплиоценовых породах, которые, по данным [2], имеют возраст более 3 млн лет. Детальных петролого-геохимических работ и изотопного датирования четвертичных лав в районах исследований ранее не проводилось, за исключением единичных дат образования нижних структурных этажей массива Чашаконджа [2]. Цель наших исследований состояла в изучении состава пород, сформировавшихся как до, так и после (возможно, в процессе) заложения разломной зоны. Данная публикация представляет первые результаты анализа химического состава вулканитов как плиоценового, так и четвертичного возраста.

(I) массив г. Большой Тигиль. Гора Большой Тигиль (1437.4 м) – крупный шлаковый конус – расположена на водоразделе рек Большой Тигиль и Половинная в 12 км к юго-юго-западу от вершины г. Чашаконджа (рис. 1). Наиболее кислые разности (дациты и риолиты) принадлежат лавовым потокам вулкана Чашаконджа и здесь рассматриваться не будут. Нами были опробованы три линейные цепочки шлаковых и шлако-лавовых конусов, маркирующих разломные зоны. Все изученные породы относятся к умеренно- и высоко-калиевой известково-щелочной серии и представлены рядом от пикробазальтов до андезитов с преобладанием пород базальтового и андезибазальтового состава. Большая часть изученных пород по содержанию главных петрогенных оксидов отвечает ранее изученным породам СХ [1, 6]. Однако есть исключения.

Наиболее основные и магнезиальные разности (здесь и далее содержание главных петрогенных оксидов в мас. %: SiO<sub>2</sub> 44.5-52, MgO 8-15.9) сосредоточены в лавах центральной цепочки конусов, к которой принадлежит и г. Большой Тигиль. Для них характерны в основном невысокие содержания K<sub>2</sub>O (0.47-1.21), TiO<sub>2</sub> (0.8-1.14), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (10.9-15.9), FeO<sub>tot</sub> (8.3-10.9), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (<0.2), и повышенные – CaO (9-12.37), Na<sub>2</sub>O (2.5-3.5). По своему химическому составу эти породы занимают промежуточное положение между эталонными составами магнезиальных трахибазальтов, абсарокитов

и основных пикробазальтов [3], выходя за рамки каждого из этих полей по тем или иным показателям. Ранее на Камчатке породы высоко-Mg состава были описаны среди продуктов извержений ряда четвертичных вулканов Центральной Камчатской Депрессии (ЦКД) [5 и ссылки в этой работе], среди моногенных конусов в районе вулкана Бакенинг [4], на вулкане Авача (авачиты) [7]. Однако все перечисленные вулканиты характеризуются более высокими содержаниями кремнезема (от 49 мас. % и выше), тогда как обнаруженные нами породы обладают уникальным для четвертичного вулканизма Камчатки пикробазальтовым составом с концентрациями  $\text{SiO}_2$  начиная с 44.55 мас. % (рис. 2а). Содержания хрома и никеля (до 1372 г/т Cr и 432 г/т Ni) в ряде наиболее магнезиальных пород Большого Тигиля ( $\text{MgO} > 14$ ) превышают таковые и в породах ЦКД и близки к авачитам (рис. 2г). Вместе с тем, авачиты по содержанию  $\text{SiO}_2$  отвечают базальту и существенно менее щелочные, чем описываемые нами вулканиты. В Срединном хребте высоко-Mg породы ранее были обнаружены нами в единичных случаях, и никогда они не встречались в таких компактных и явно выраженных линейных цепочках [1, 6]. Пикробазальты Большого Тигиля отличаются от всех вышеупомянутых вулканитов как по содержанию главных петрогенных оксидов, так и по концентрациям микроэлементов.

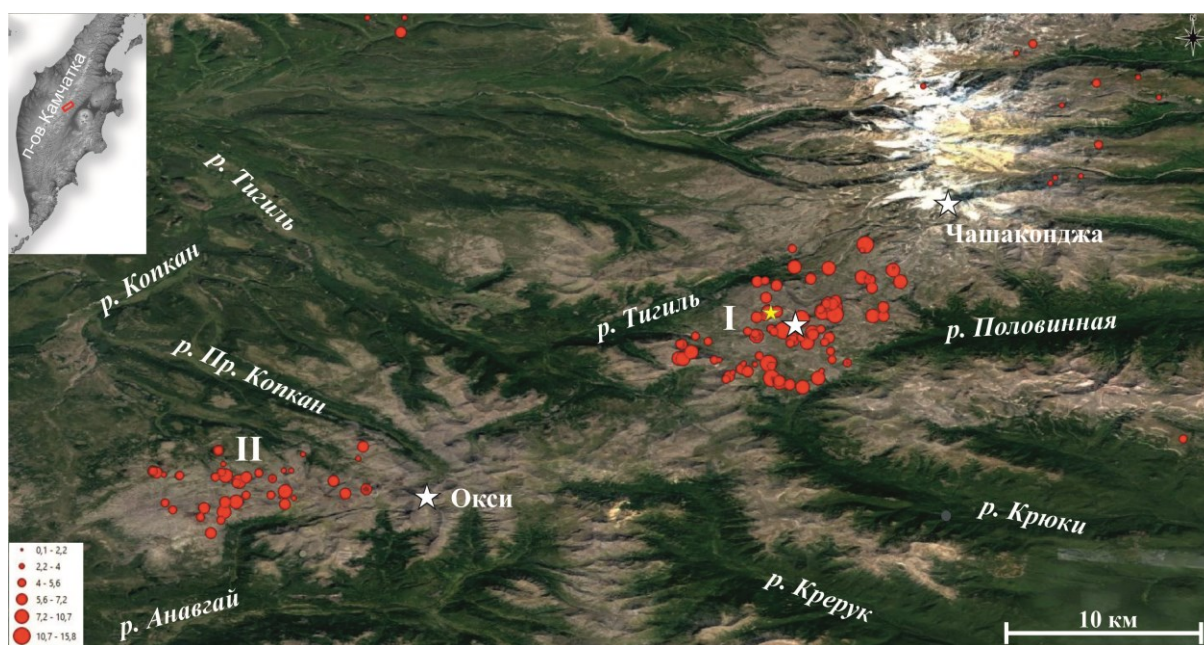


Рис. 1. Схема полевого опробования плиоцен-четвертичных вулканических пород в массивах гор Большой Тигиль (I) и Окси (II). Звездочки в массиве I – расположение конуса Большой Тигиль (белая) и Бастион (желтая). Врезки: в левом верхнем углу – положение района на карте Камчатки; в левом нижнем углу – соотношение размера символов точек опробования с содержанием MgO в образце.

Среди остальных базальтов массива Большого Тигиля с умеренно-высоким содержанием MgO (6-8) выделяются две группы, различающиеся по содержанию  $\text{TiO}_2$  и  $\text{K}_2\text{O}$  (рис. 2б, в). В то время как большинство пород относится к умеренно-K серии и характеризуется концентрациями титана до 1.2 мас. %, серия лавовых потоков высоко-калиевых базальтов демонстрирует содержания титана до 1.53 мас. %. Эти породы слагают крупный лавовый вулкан, который мы назвали Бастион (безымянная вершина 1370 м в 2 км к северо-западу от вершины г. Большой Тигиль). Примечательно, что эруптивные центры, изливавшие высоко-Mg (Большой Тигиль) и высоко-Ti (Бастион) лавы, расположены недалеко друг от друга, однако, они приурочены к различным разломным зонам и маркируют две параллельные цепочки вулканов. Морфологически лавы Бастиона выглядят наиболее молодыми во всем изученном массиве.

В 1.5-2 км к юго-востоку от высоко-Mg группы конусов Большого Тигиля прослеживается еще одна субпараллельная цепочка шлаковых и шлако-лавовых конусов. Их породы представлены основными андезибазальтами с умеренным содержанием магния и калия:  $\text{SiO}_2$  50.1-53.3,  $\text{MgO}$  6.3-8.6,  $\text{K}_2\text{O}$  0.9-1.2.

Плиоценовые породы массива представлены базальтами с умеренным содержанием магния и калия ( $\text{SiO}_2$  51-52,  $\text{MgO}$  7.6-9.5,  $\text{K}_2\text{O}$  0.9-1.2). Всего один объект демонстрирует уникальные характеристики:  $\text{SiO}_2$  49.9,  $\text{MgO}$  10.22,  $\text{K}_2\text{O}$  1.19. Это фрагмент лавового конуса, расположенного на левом берегу р. Тигиль. Пока – до получения изотопных дат – мы предположительно относим его к плиоценовому этапу.

(II) массив г. Окси. Гора Окси (1623.6 м) расположена в истоках рек Крерук, Анавгай и Копкан (рис. 1). Это плиоценовый стратовулкан [2]. Западное подножие массива на расстоянии до 10-15 км от главной вершины перекрыто лавами многочисленных лавовых центров. Наиболее крупный из них – существенно лавовый вулкан Левый Копкан (1554.0 м). Разломная зона сечет как породы вулкана Окси, так и лавы Лев. Копкана. В массиве г. Окси наиболее магнезиальные разности содержат только до 8.59 мас. %  $\text{MgO}$ . Однако среди опробованных здесь пород с  $\text{MgO} > 6$  присутствуют высоко-K базальты с концентрациями калия до 1.89, близкие по составу лавам Бастиона (рис. 2в).

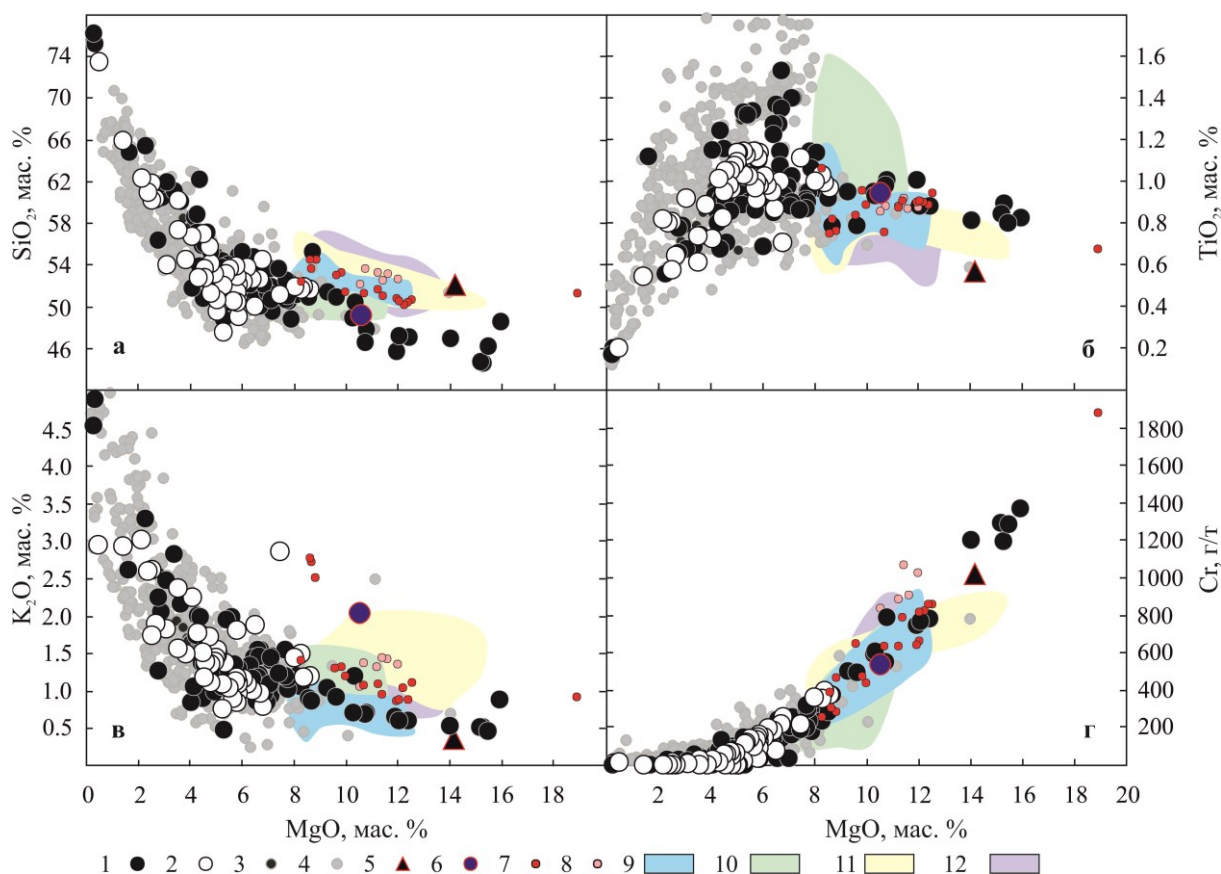


Рис. 2. Содержания  $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Cr}$  в изученных породах в массивах гор Окси и Большой Тигиль. Условные обозначения, породы: 1 – массива г. Б. Тигиль; 2 – массива г. Окси; 3 – ранее изученные породы массива Алней-Чашаконджа [6]; 4 – все ранее изученные вулканы СХ [1, 6]; 5 – авачит [7]; 6 – конус Чинк массива Теклетунуп [7]; 7 – вулк. Харчинский; 8 – вулк. Заречный; 9 – вулк. Ключевской; 10 – вулк. Толбачинский и Ушковский; 11 – вулк. Шивелуч; 12 – Шишейский комплекс. Составы высоко-Mg пород ЦКД по [5].

**Выводы.** Впервые проведено детальное опробование вулканитов, расположенных в разных частях крупной региональной зоны разрывных нарушений,

секущей Срединный хребет в северо-восточном направлении. В массиве Большого Тигиля установлено, что субпараллельные линейные разрывные нарушения трассируются цепочками эруптивных центров, поставивших принципиально разное вещество. Можно предполагать, что цепочки конусов формировались вследствие заложения нескольких разновозрастных разрывных нарушений, представляющих собой магмоподводящие структуры. Обнаруженные нами пикробазальты, по-видимому, отвечают наиболее мощному событию, когда закладывались максимально глубокие разрывы, что привело к подъему глубинного недифференцированного расплава. В массиве Окси столь однозначной картины не наблюдается. Дальнейшие работы по изучению вещества и изотопного возраста лав, излившихся в результате предполагаемых крупных палеосейсмических событий, могут внести существенный вклад в понимание процессов, приводящих к формированию примитивных базитов.

Работа выполнена в соответствии с Госзаданиями по темам ИВиС ДВО РАН № 0282-2019-0004 и ГИН РАН № 0135-2019-0059, а также при финансовой поддержке грантов РФФИ № 17-05-00112 (полевые работы), № 18-05-00224 (геохимические исследования), № 20-05-00085 (анализ данных). Авторы благодарят за помощь при проведении полевых работ Т.Д. Каримова, А.С. Кириленко, Л.А. Балибалову.

### Список литературы

1. *Волынец А.О., Певзнер М.М., Толстых М.Л., и др.* Вулканизм южной части Срединного Хребта Камчатки в неоген-четвертичное время // Геология и геофизика. 2018. Т. 59. № 12. С. 1979-1996. <http://dx.doi.org/10.15372/GiG20181204>.
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Издание второе. Лист О-57-XXXIV (Козыревск). СПб: ВСЕГЕИ, 2013.
3. Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования / Отв. ред. Шарпенко Л.П. СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 200 с.
4. *Dorendorf F., Churikova T., Koloskov A. et al.* Late Pleistocene to Holocene activity at Bakening volcano and surrounding monogenetic centers (Kamchatka): volcanic geology and geochemical evolution // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2000. V. 104. P. 131-151.
5. *Portnyagin M., Bindeman I., Hoernle K., Hauff F.* Geochemistry of primitive lavas of the Central Kamchatka Depression: magma generation at the edge of the Pacific Plate. In: Eichelberger J., Gordeev E., Izbekov P., Kasahara M., Lees J. (Eds.) Volcanism and Subduction: The Kamchatka Region. 2007. P. 199-239.
6. *Volynets A., Churikova T., Wörner G. et al.* 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. 2010. № 159. P. 659-687. <https://doi.org/10.1007/s00410-009-0447-9>.
7. *Volynets O.N.* Geochemical types, petrology and genesis of late Cenozoic volcanic rocks from the Kurile-Kamchatka island-arc system // International Geological Review. 1994. V. 36. P. 373-405.