

УДК 551.21

## НАЧАЛО ВУЛКАНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В ПРЕДЕЛАХ СРЕДИННО-МЕТАМОРФИЧЕСКОГО МАССИВА (СРЕДИННЫЙ ХРЕБЕТ, КАМЧАТКА)

© 2017 г. М. М. Певзнер<sup>1,\*</sup>, А. О. Волынец<sup>2</sup>, В. А. Лебедев<sup>3</sup>, А. Д. Бабанский<sup>3</sup>,  
Д. В. Коваленко<sup>3</sup>, член-корреспондент РАН Ю. А. Костицын<sup>4</sup>, М. Л. Толстых<sup>4</sup>, Ю. В. Кушева<sup>1</sup>

Поступило 23.11.2016 г.

Впервые определён возраст начала вулканической активности в пределах Срединно-метаморфического массива Камчатки (7–6 млн л.н.). Предположительно это событие было обусловлено коллизией Камчатки с Кроноцкой дугой, начавшейся ~ 7 млн л.н. с причленения Шипунского п-ва. Впервые установлено, что в позднем миоцене в пределах Срединного хребта Камчатки происходило извержение не менее двух разновидностей пород: типично-островодужных в центральной и северной частях хребта, а также пород гибридного типа на самой его южной оконечности.

DOI: 10.7868/S0869565217230153

Срединный хребет (СХ) Камчатки – крупнейшее вулcano-тектоническое сооружение полуострова – состоит из двух главных частей: Срединно-метаморфического массива (СММ) и вулканической зоны (рис. 1, врезка). СММ (200 × 50 км) расположен в южной части СХ. Пик метаморфизма и последующее выведение метаморфитов на поверхность произошло в раннем эоцене (~ 52–50 млн л.н.) [8]. Вулканическая зона занимает центральную и северную части СХ. Вулканиды прослеживаются на > 600 км от СММ на юге до Камчатского перешейка на севере, а в самой широкой части зона > 100 км в поперечнике. Срединно-Камчатская вулканическая дуга заложилась в конце олигоцена – начале миоцена [1, 11]. Позднемиоцен-плиоценовые вулканиды центральной и северной частей СХ представлены породами островодужного типа, аналогичными типичным породам фронта дуги [14]. Плиоцен-четвертичные эффузивы – породы “гибридного” типа, сочетающие в себе геохимические

характеристики островодужных и внутриплитных магматических образований [14].

Вулканиды, перекрывающие СММ, расположены в его северной части (кальдера Хангар) и на его восточной периферии в верховьях рек Лунтос, Юртиная, Левая Камчатка (рис. 1).

Главная цель наших исследований – установление возраста начала вулканической активности в пределах СММ. Мы провели полевые работы в южной части кальдеры Хангар и на водоразделе рек Юртиная, Левая Камчатка (гора Юртиная), собрав представительные коллекции ранних вулканидов (рис. 1). Результаты изотопного К-Аг датирования этих пород в табл. 1.

Хангар расположен в северной части СММ. Это сложностроенная кальдера (12 × 16 км), внутри которой одноимённый стратовулкан, проявляющий активность до настоящего времени [2], а также многочисленные средне- и позднечетвертичные моногенные вулканические аппараты.

Эффузивы горы Юртиной (1428,6 м) прорывают и перекрывают меловые породы на восточной периферии СММ. Морфологически они выражены как крупный останец плато, сложенный серией лавовых потоков мегаплагиофировых андезибазальтов.

Наиболее ранним проявлениям вулканической активности в пределах кальдеры Хангар соответствуют сильно разрушенные лавовые потоки андезитов, перекрывающие миоценовые гипабиссальные интрузии гранодиоритов, расположенные в южных частях кальдеры. Ранние

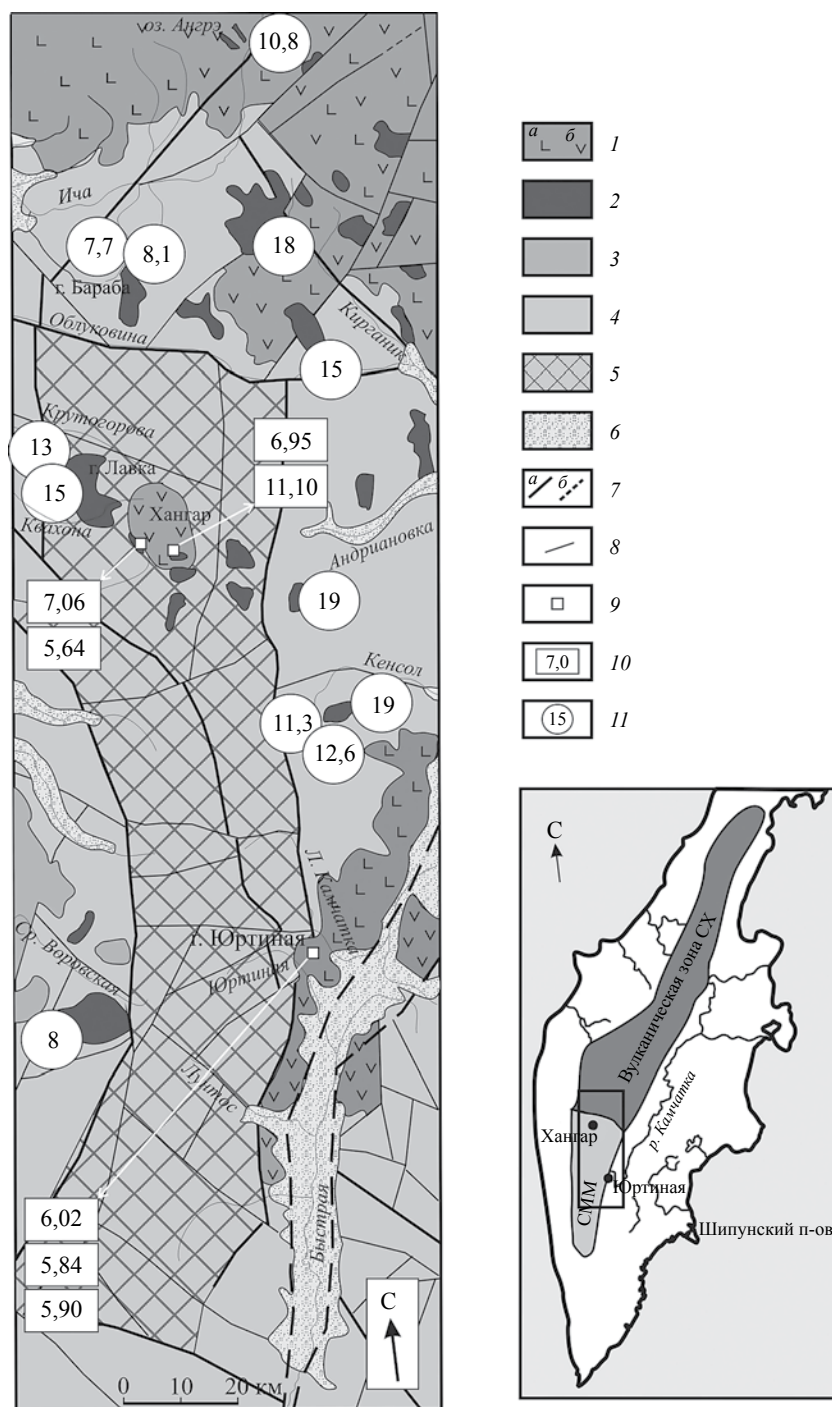
<sup>1</sup>Геологический институт Российской Академии наук, Москва

<sup>2</sup>Институт вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения Российской Академии наук Петропавловск-Камчатский

<sup>3</sup>Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской Академии наук, Москва

<sup>4</sup>Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской Академии наук, Москва

\*E-mail: m\_pevzner@mail.ru



**Рис. 1.** Геологическая схема фрагмента южной части СХ Камчатки, составленная по [5, 8]. Врезка – положение СММ и Вулканической зоны СХ. 1 – миоцен-четвертичные вулканы: *a* – основного, *б* – кислого состава; 2 – миоценовые интрузии; 3 – палеогеновые породы; 4, 5 – меловые породы: 4 – неметаморфизованные, 5 – метаморфизованные; 6 – четвертичные отложения речных долин; 7, 8 – разрывные нарушения: 7 – главные структурообразующие (*a* – выходящие на дневную поверхность, *б* – скрытые под вышележащими образованиями), 8 – второстепенные; 9 – объекты исследования; 10, 11 – округлённый изотопный К–Аг-возраст: 10 – лав и интрузий, авторские данные (табл. 1), 11 – интрузий [3, 4, 6].

**Таблица 1.** Результаты К–Аг-датирования лав и интрузий в северной и восточной частях СММ на Камчатке

Номер образца	Описание породы	Возраст, млн лет $\pm$ 2 $\sigma$
гора Юртиная		
OZK-11-07	Px-андезит, бронирующий горизонт	6,02 $\pm$ 0,18
OZK-11-05	Px–Pl-андезибазальт, средняя часть разреза	5,84 $\pm$ 0,17
OZK-11-01	Столбчатый мегаплагиофировый андезибазальт, видимое основание разреза	5,90 $\pm$ 0,19
Кальдера Хангар		
XHG-12-05	Bi–Nb–Px–Fs-андезит. Лава, перекрывающая гранодиориты обр. XHG-12-04	7,06 $\pm$ 0,25
XHG-12-04	Px–Nb–Vt-гранодиорит. Интрузия	5,64 $\pm$ 0,21
XHG-12-13	Bi–Nb–Px–Fs-андезит. Дайка мощностью 1,5 м, прорывающая гранодиориты обр. XHG-12-12	6,95 $\pm$ 0,19
XHG-12-12	Px–Nb–Vt-гранодиорит. Интрузия	11,1 $\pm$ 0,4

Примечание. Определение содержания радиогенного Аг проводили в лаборатории изотопной геохимии и геохронологии ИГЕМ РАН на масс-спектрометре МИ-1201 ИГ методом изотопного разбавления с применением в качестве трасера  $^{38}\text{Ag}$ ; определение К – методом пламенной спектрофотометрии [7]. При расчёте возраста использовали константы:  $\lambda_e = 0,581 \times 10^{-10}$  год $^{-1}$ ;  $\lambda_\beta = 4,962 \times 10^{-10}$  год $^{-1}$ ;  $^{40}\text{K} = 0,01167$  (ат. %) [12]. Для анализов использованы валовые пробы пород.

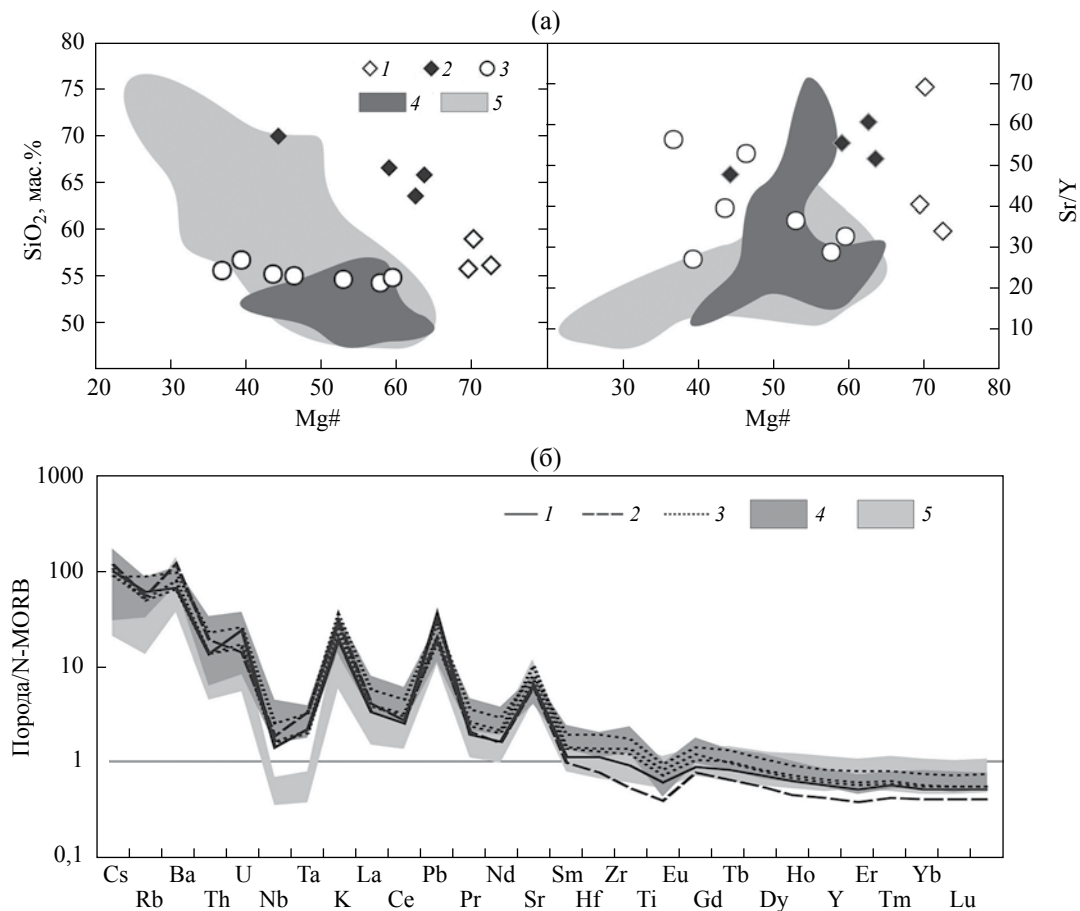
вулканыты Хангара значительно отличаются от более поздних пород массива и всех ранее изученных пород СХ повышенной магнезиальностью, низкими концентрациями  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  и высоким Sr/Y (рис. 2а). Вариации содержаний главных петрогенных элементов в породах горы Юртиной остаются в пределах полей составов пород гибридного типа севера СХ и массива Хангар (рис. 2а). В изученных породах наблюдаются повышенные концентрации Nb, Ta, также характерные для пород СХ гибридного типа (рис. 2б). Платоэффузивы горы Юртиной геохимически аналогичны гибридным породам Ичинского массива с долей обогащённого компонента до 10%, выделенных как породы IAB-типа в [10]. Породы начала вулканической активности массива Хангар при аналогичных концентрациях Nb, Ta отличаются более низкими концентрациями TP3Э, Zr, Hf, Ti, однако также могут быть отнесены к гибридной группе (рис. 2б).

В кальдере Хангар для двух пар образцов лава/интрузия были выполнены определения К–Аг-возраста (табл. 1). Все изученные породы оказались миоценовыми (11–6 млн лет). При этом для одной из интрузий получена более молодая датировка (5,6  $\pm$  0,2 млн лет), чем для перекрывающей её лавы (7,1  $\pm$  0,3 млн лет), что, скорее всего, обусловлено нарушением замкнутости К–Аг-системы в результате вторичных изменений,

наблюдаемых в обр. XHG-12-04. Дата, полученная по второй интрузии (11,1  $\pm$  0,4 млн лет), не противоречит геологической ситуации и может характеризовать реальный возраст её образования.

По лавам горы Юртиной получена серия К–Аг-дат, на основании которых возраст эффузивов определен как позднемиоценовый (~ 6 млн лет, табл. 1). Обширные площади (> 500 км $^2$ ), залитые как изученными нами лавами, так и потоками расположенных рядом (между р. Лунтос, Кенсол) вулканических центров (преимущественно безымянные высоты), свидетельствуют о масштабном эпизоде вулканической активизации.

Близость значений возраста ранних проявлений вулканизма в кальдере Хангар (~7 млн лет) и в районе горы Юртиной (~6 млн лет) позволяет предполагать единовременность события, приведшего к началу вулканической активности в СММ в конце миоцена. Этот возрастной рубеж представляется вполне логичным, если обратить внимание на ранее опубликованные даты, характеризующие время завершения активного интрузивного процесса в СММ. Наиболее молодые интрузии образовались ~8 млн л.н (рис. 1). Таким образом, очевидно, что в позднем миоцене, примерно на рубеже тортона и мессиния, в пределах СММ Камчатки принципиально изменился режим магматической активности. Предполагаем, что это событие могло быть вызвано крупными региональными или



**Рис. 2.** Распределение макро (а) и микроэлементов (б) в миоценовых породах кальдеры Хангар и горы Юртиной на фоне ранее изученных вулканитов СХ. (а). 1, 2 – породы в кальдере Хангар: 1 – лавы, 2 – интрузии; 3 – породы горы Юртиной; 4, 5 – породы северной части СХ [14]: 4 – типично-островодужные неогеновые породы, 5 – четвертичные породы гибридного типа и породы массива Хангар (неопубликованные данные авторов).  $\text{Mg\#} = \text{MgO}/(\text{MgO} + \text{FeO}_{\text{tot}})$ . (б). 1 – обр. ХНГ-12-02, лава; 2 – обр. ХНГ-12-04, интрузия; 3 – породы горы Юртиной; 4 – породы вул. Ичинский IAB-типа [10]; 5 – неогеновые платоэффузивы северной части СХ [14]. Концентрации микроэлементов в породах нормированы на N-MORB [13].

глобальными эндогенными причинами. Возможно, перестройка была обусловлена коллизией Камчатки с Кроноцкой дугой, начавшейся ~ 7 млн л.н. с приращения Шипунского п-ова [11]. Обращает на себя внимание и тот факт, что в Японии 8–6 млн л.н. начался этап активизации вулканизма [9].

В результате проведённых нами работ впервые установлен возраст начала вулканической активности в пределах СММ Камчатки (7–6 млн л.н.). Предположительно это событие было обусловлено, если не глобальными, то, как минимум, крупными региональными причинами. Впервые установлено, что в позднем миоцене в пределах СХ Камчатки происходило извержение не менее двух разновидностей пород: типично-островодужных в центральной, северной частях хребта и пород гибридного типа на самой его южной оконечности.

Работа выполнена в соответствии с Госзаданиями по теме ГИН РАН № 0135–2014–0068 и темам ИВиС ДВО РАН № 0282–2014–0001 и 0282–2016–0004, а также при финансовой поддержке Программы Президиума РАН № 15 и проектам РФФИ № 13–05–00760а и 17–05–00112.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдейко Г.П., Попруженко С.В., Палуева А.А. // Геотектоника. 2002. № 4. С. 64–80.
2. Базанова Л.И., Певзнер М.М. // ДАН. 2001. Т. 377. № 6. С. 800–802.
3. Государственная геологическая карта РФ 1 : 200000. 2-е изд. Сер. Хангарская. Лист N-57-VIII. СПб: ВСЕГЕИ. 2010.

4. Государственная геологическая карта РФ 1 : 200000. 2-е изд. Сер. Хангарская. Лист N-57-XIV. СПб.: ВСЕГЕИ, 2010.
5. Государственная геологическая карта РФ 1 : 1000000 (третье поколение). Сер. Корякско-Камчатская. Лист N-57. СПб.: ВСЕГЕИ, 2006.
6. Колосков А.В., Коваленко Д.В. // Вестн. КРАУНЦ. Науки о Земле. 2009. № 1. В. 13. С. 231–236.
7. Лебедев В.А., Чернышев И.В., Чугаев А.В. и др. // Геохимия. 2010. № 1. С. 45–73.
8. Соловьев А.В. Изучение тектонических процессов в областях конвергенции литосферных плит: методы трекового и структурного анализа // Тр. ГИН. 2008. В. 577. 319 с.
9. *Cambray H., Cadet J.-P.* // C.R. Acad. Sci. Paris. 1996. V. 322. P. 237–244.
10. *Churikova T., Dorendorf F., Wörner G.* // J. Petrol. 2001. V. 42. № 8. P. 1567–1593.
11. *Lander A.V., Shapiro M.N.* Volcanism and Tectonics of the Kamchatka Peninsula and Adjacent Arcs // Geophys. Monogr. Ser. 2007. V. 172. P. 57–64.
12. *Staiger R.H., Jager H.* // Earth and Planet. Sci. Lett. 1977. V. 36. № 3. P. 359–362.
13. *Sun S.S., McDonough W.F.* Magmatism in the Ocean Basins // Geol. Soc. London Spec. Publ. 1989. P. 313–345.
14. *Volynets A., Churikova T., Wörner G., et al.* // Contribs Mineral. and Petrol. 2010. № 159. P. 659–687.