

Вулканические массивы Большой Чекчебоной и Большая Кетепана: первые геохимические данные о составе пород

А.О. Волынец¹, М.М. Певзнер², М.Л. Толстых³, А.Д. Бабанский⁴

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

² *Геологический институт РАН, Москва*

³ *Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва*

⁴ *Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва*

Получены первые результаты изучения химического состава продуктов извержений вулканических массивов Большой Чекчебоной и Большая Кетепана, расположенных в южной части Срединного хребта Камчатки.

Вулканы Большой Чекчебоной и Большая Кетепана расположены в южной части Срединного хребта Камчатки, они приурочены к северному окончанию его «центральной» и «западной» ветвей, соответственно (рис. 1). Ввиду своей удаленности, эти вулканы остаются на настоящий момент крайне мало изученными. Общие сведения о морфологии построек и составе изверженных продуктов содержатся в работе [6] и объяснительной записке к Государственной геологической карте [2, 3]. Петролого-геохимические работы в районе вулкана Большая Кетепана ранее проводились О.Н. Волынцом и А.Б. Перепеловым (1982 г.), однако геохимические данные доступны только в разрозненном виде. Вулкан Большой Чекчебоной ранее не изучался. В результате полевых работ, проведенных нашим коллективом в 2017-18 гг., собраны представительные коллекции вулканических пород, слагающих юго-восточный (Б. Чекчебоной) и южный и юго-западный (Б. Кетепана) сектора вулканов. В настоящем сообщении мы представляем первые результаты петролого-геохимического изучения состава пород.

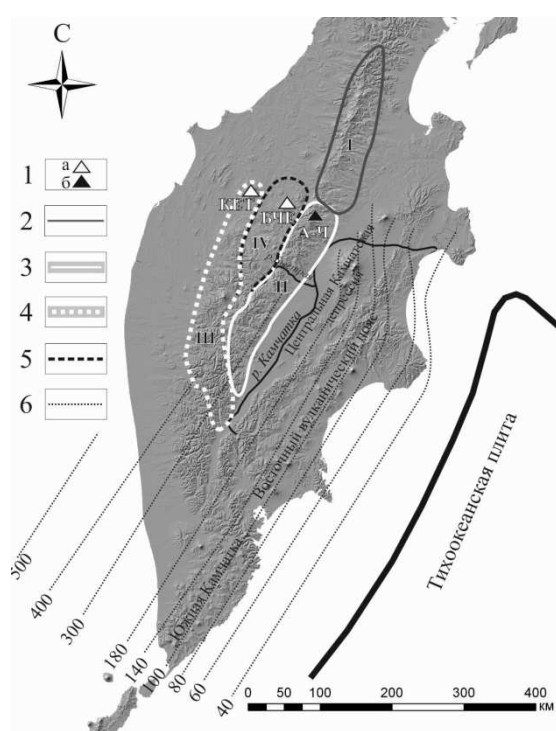


Рис. 1. Карта-схема Срединного хребта Камчатки с местоположением объектов исследования. Условные обозначения: 1 – вулканические массивы (а – объекты настоящего исследования, б – ранее изученные и упоминаемые в тексте): КЕТ – Большая Кетепана; БЧЕ – Большой Чекчебоной; А-Ч – Алней-Чашаконджа; 2 – 5: условное деление Срединного хребта [1]: 2 – северная часть (I); 3 – 5 – южная часть: 3 – «восточная» ветвь (II); 4 – «западная» ветвь (III); 5 – «центральная» ветвь (IV); 6 – глубины (в км) до кровли погружающейся Тихоокеанской плиты по [9].

Вулкан Большой Чекчебоной (56.811681° с.ш., 159.110256° в.д., 1391 м, рис. 1) расположен на правом берегу р. Тигиль и представляет собой сильно разрушенный стратовулкан. Основание постройки подстилается лавовыми потоками вулкана Переваловый, расположенного в верховьях реки Переваловой (правый приток р. Тигиль), восточнее Б. Чекчебоной. Нами были опробованы лавовые потоки привершинной части Б. Чекчебоной, экструзивные купола и лавы шлакового конуса поздней стадии

эволюции этого центра, а также подстилающие потоки основания постройки, в основном представленные лавами западного сектора вулкана Переваловый.

Породы вулкана Б. Чекчебонай относятся к умеренно-калиевой известково-щелочной серии и представлены рядом от базальтов до риолитов (последние встречаются в виде экструзий в южном секторе вулкана) (рис. 2). В целом, породы вулкана и ранее изученные породы расположенного восточнее массива Алней-Чашаконджа образуют на диаграммах Харкера единые тренды. Лавы западного сектора вулкана Переваловый представлены андезибазальтами до андезитов, относятся к толеитовой серии и отличаются от пород Б. Чекчебонай и Алнея по содержанию главных петрогенных оксидов, имея более высокие концентрации TiO_2 , FeO_{tot} , MnO , Na_2O , P_2O_5 и пониженные – Al_2O_3 , MgO . Следует также отметить, что в этих породах существенно сильнее выражены процессы вторичных изменений по сравнению с породами более поздних стадий развития массива.

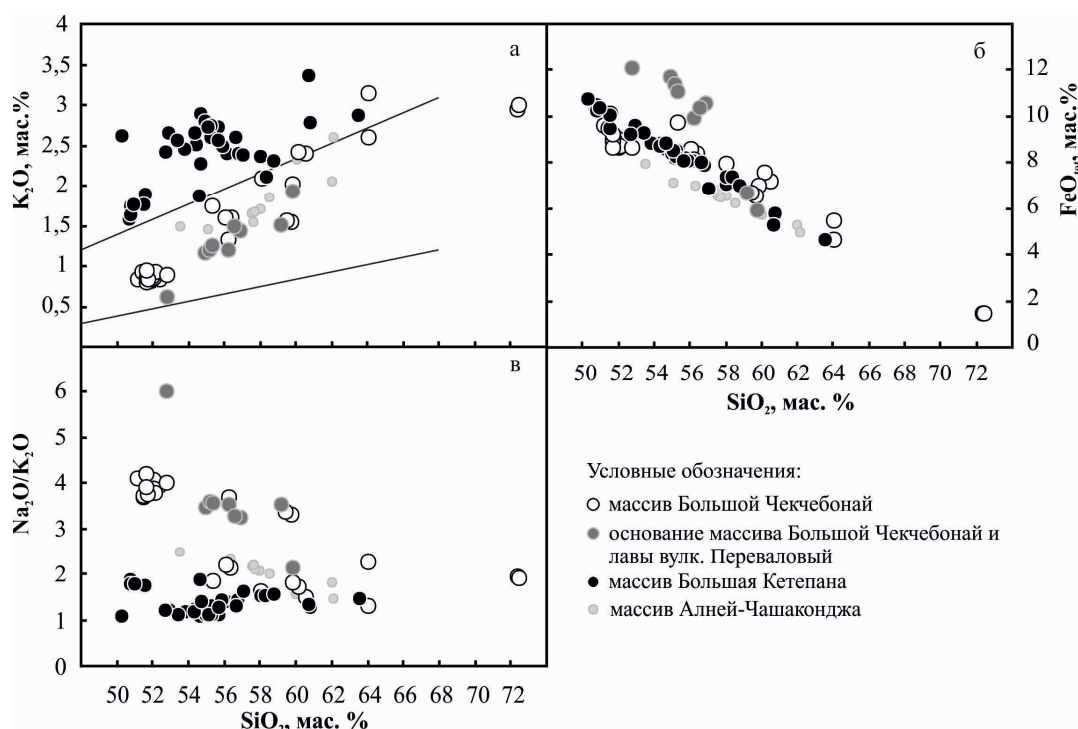


Рис. 2. Диаграммы Харкера для изученных пород массивов Большой Чекчебонай и Большая Кетепана в сравнении с ранее изученными породами массива Алней-Чашаконджа [12]. Дискриминационные линии на диаграмме (а) по [10].

Серия представительных образцов массива Б. Чекчебонай была проанализирована на содержание микроэлементов методом ICP-MS в Институте проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов РАН (ИПТМ РАН), аналитик В.К. Карандашев. Все изученные породы имеют островодужные спектры распределения микроэлементов с повышенными отношениями LILE/HFSE (рис. 3). По содержанию микроэлементов проанализированные образцы можно разделить на несколько групп. Лавы вулкана Переваловый образуют компактную группу с повышенными концентрациями LILE и всех REE, причем наиболее ярко выражено обогащение тяжелыми редкими землями ($Yb_{образец}/Yb_{N-MORB} \sim 1.5$). Вторая столь же компактная группа представлена базальтами поздней стадии эволюции массива Большой Чекчебонай (лавы и бомбы шлаковых конусов в привершинной и южной частях вулкана). Эти породы характеризуются сильно обедненными концентрациями всех REE и HFSE ($Yb_{образец}/Yb_{N-MORB} \sim 0.5$). Лавы привершинной части постройки вулкана Большой Чекчебонай, представленные андезибазальтами и андезитами, несут явные следы фракционирования, выраженные в повышении концентраций несовместимых

элементов, ярком минимуме по титану, большем отношении La/Sm, появлении небольшого минимума по Eu на графиках распределения редкоземельных элементов. Два из серии проанализированных образцов не попадают ни в одну из групп. Первый (образец СНЕ-1713bis) представляет собой андезибазальт основания вулкана Большой Чекчебонай; для него характерны очень низкие концентрации Nb и Ta, пониженные, в сравнении с остальными изученными породами, содержания Cs, Rb, Th, U, Pb, легких REE, тогда как концентрации тяжелых REE близки к N-MORB. Второй образец (СНЕ-1723) – это лава, отобранная из крупноглыбового лавового потока под вершиной вулкана; эта порода имеет достаточно высоко-Mg базальтовый состав и отличается наименьшими содержаниями HFSE и REE при высоких концентрациях LILE. Все изученные породы имеют спектры распределения несовместимых элементов, резко отличающиеся от таковых ранее изученного массива Алней-Чашаконджа (рис. 3), для которых характерны более высокие концентрации LILE.

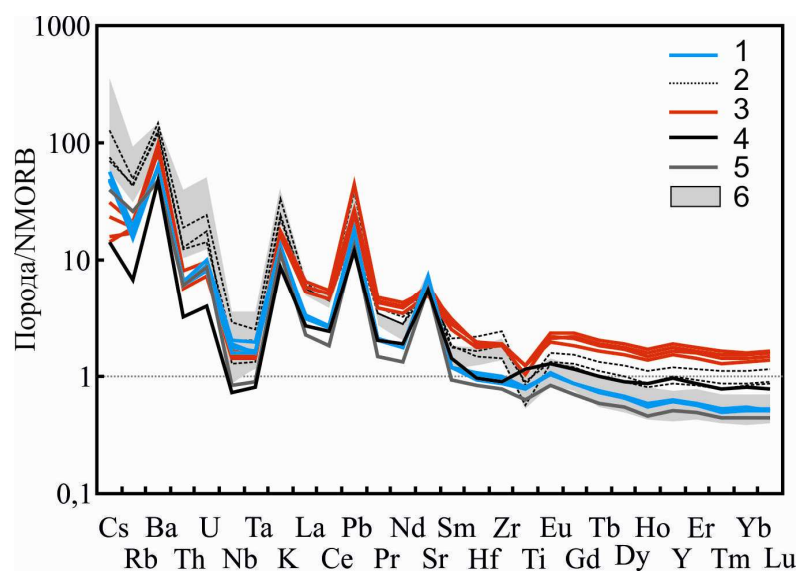


Рис. 3. Распределение несовместимых микроэлементов в изученных породах массива Большой Чекчебонай в сравнении с ранее изученными породами массива Алней-Чашаконджа [12]. Состав N-MORB по [11]. Условные обозначения: 1 – базальты поздней стадии эволюции массива Б. Чекчебонай; 2 – андезибазальты и андезиты привершинной части постройки вулкана Б. Чекчебонай; 3 – андезибазальты вулкана Переваловый; 4 – образец СНЕ-1723; 5 – образец СНЕ-1713bis; 6 – составы пород массива Алней-Чашаконджа по [12].

Вулканический массив Большая Кетепана ($57,042431^\circ$ с.ш., $158,378415^\circ$ в.д., 1501,9 м) расположен на междуречье среднего течения рек Тихая и Тигиль (рис. 1). Основание массива представлено сильно разрушенными лавовыми покровами, на них расположены стратовулканы гор Б. Кетепана и Хлебная, а также моногенные конуса. В процессе полевых работ нами были опробованы породы разновозрастных комплексов в южном и юго-западном секторах массива. На настоящий момент получены данные только рентген-флуоресцентного анализа. Породы массива относятся к известково-щелочной серии и представлены базальтами, андезитами, высоко-К базальтами, андезибазальтами и андезитами до дацитов с преобладанием основных разностей субщелочного ряда (рис. 2). В постройках стратовулканов Б. Кетепана и Хлебная представлены лавы от высоко-К андезибазальт- до андезитового состава; такие же характеристики присущи породам даек, в изобилии секущих постройки вулканов. Наиболее основные лавы встречены среди пород комплекса моногенных конусов южной части массива и в породах основания массива. Во всех изученных породах ярко выражена калиевая специфика: отношение $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ в них существенно меньше (рис. 2, в), чем во всех ранее изученных породах Срединного хребта [1, 5, 7-8, 12], за

исключением пород массива Уксичан стадии страто- и щитового вулкана [4]. Породы массива Большая Кетепана в целом соответствуют по составу другим изученным вулканическим массивам «западной» ветви южной части Срединного хребта, однако отличаются более высокими концентрациями калия и марганца.

Выводы. Впервые геохимически изучены породы вулканических центров Большой Чекчебонай и Переваловой; получены современные данные рентгенфлюоресцентного анализа по составу пород массива Большая Кетепана. Получены первые данные об эволюции вулканизма в бассейне р. Тигиль. Установлено принципиальное сходство большинства изученных пород с ранее изученными вулканиками Срединного хребта Камчатки по содержанию главных петрогенных оксидов; при этом, спектры распределения несовместимых микроэлементов в лавах массива Б. Чекчебонай отличаются от таковых в лавах близрасположенного массива Алней-Чашаконджа, а лавы вулкана Переваловой отличаются от всех ранее изученных пород Срединного хребта и по содержанию главных петрогенных оксидов.

Работа выполнена в соответствии с Госзаданиями по темам ИВиС ДВО РАН № 0282-2016-0004 (анализ данных) и ГИН РАН № 0135-2019-0059 (геохронологические исследования), а также при поддержке гранта РФФИ № 17-05-00112 (полевые работы). Авторы благодарят Г.Н. Овсянникова, А.С. Красильникова, К.В. Тарасова, А.А. Зеленцова за помощь в проведении полевых работ.

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. DOI: 10.15372/GiG20181204
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Издание первое. Лист О-57-XXVIII. СПб: ВСЕГЕИ, 1976.
3. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Издание первое. Лист О-57-XXVII. СПб: ВСЕГЕИ, 1976.
4. *Давыдова М.Ю.* Происхождение и эволюция магм вулканического центра Уксичан (Срединный хребет Камчатки). Диссертация на соискание степени канд. геол.-мин. наук., Владивосток, 2014. 195 с.
5. *Колосков А.В., Флеров Г.Б., Перепелов А.Б., и др.* Этапы эволюции и петрология Кекукнайского вулканического массива как отражение магматизма тыловой зоны Курило-Камчатской островодужной системы. Часть 1. Геологическое положение и геохимический состав вулканических пород // Вулканология и сейсмология. 2011. №5. С. 17–41.
6. *Огородов Н.В., Кожемяка Н.Н., Важевская А.А., и др.* Вулканы и четвертичный вулканизм Срединного хребта. Москва: Наука, 1972. 192 с.
7. *Флеров Г.Б., Перепелов А.Б., Пузанков М.Ю., и др.* Пространственно-временные соотношения вулканических ассоциаций разной щелочности Белоголовского массива (Срединный хребет Камчатки). Часть I. Геология, минералогия и петрология вулканических пород // Вулканология и сейсмология. 2014. № 3. С. 3–23.
8. *Churikova T., Dorendorf F., Wörner G.* Sources and fluids in the mantle wedge below Kamchatka, evidence from across-arc geochemical variation // J. Petrol. 2001. Vol. 42. № 8. P. 1567–1593.
9. *Gorbatov, A., Kostoglodov, V., Suárez, G., et al.* Seismicity and structure of the Kamchatka subduction zone // J. Geophys. Res. B Solid Earth. 1997. Vol. 102. P. 17883–17898.
10. *Le Maitre R.W.* A classification of the igneous rocks and glossary of terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences on the systematics of igneous rocks // Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1989. 193 p.
11. *Sun S.S., McDonough W.F.* Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implications for mantle composition and processes // Saunders, A.D., Norry, M.J. (eds), Magmatism in the ocean basins. Geological Society of London Special Publications, 1989. P. 313–345
12. *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 // Contrib. Mineral. Petrol. 2010. № 159. P. 659–687. DOI: 10.1007/s00410-009-0447-9