ДОКЛАДЫ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК. НАУКИ О ЗЕМЛЕ, 2020, том 490, № 1, с. 3–6

ГЕОЛОГИЯ

УДК 551.21

РАННЕЧЕТВЕРТИЧНЫЙ ВОЗРАСТ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ЭТАПА ВУЛКАНИЧЕСКОЙ АКТИВИЗАЦИИ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ СРЕДИННОГО ХРЕБТА КАМЧАТКИ (ДАННЫЕ K–Ar-МЕТОДА)

© 2020 г. М. М. Певзнер[1,*], В. А. Лебедев[2], Ю. В. Кущева[1], А. О. Волынец[3], М. Л. Толстых[4], А. Д. Бабанский[2]

Представлено академиком РАН И.В. Чернышевым 04.07.2019 г.
Поступило 10.07.2019 г.
После доработки 25.12.2019 г.
Принято к публикации 26.12.2019 г.

Впервые получена серия изотопных K–Ar-датировок, позволившая оценить возраст крупнейших вулканов Анаунского Дола (3.2, 2.2 и 1.9 млн лет) и эруптивных центров посткальдерной стадии массива Уксичан (1.2 и 0.8 млн лет), расположенных в Срединном хребте Камчатки. Значительные временные промежутки, разделяющие отдельные этапы проявления вулканизма, позволяют предполагать либо неоднократную активизацию разломной зоны, к которой приурочены датированные эруптивные центры, либо наличие здесь нескольких разломных зон.

Ключевые слова: Анаунский Дол, Уксичан, Срединный хребет, Камчатка, вулканизм, разломная зона, K–Ar-датирование

DOI: 10.31857/S2686739720010089

ВВЕДЕНИЕ

Срединный хребет (СХ) – один из наименее изученных вулканических районов Камчатки. Большинство исследователей склоняются к тому, что в позднем миоцене вулканизм СХ был обусловлен субдукцией Тихоокеанской плиты, при этом глубоководный жёлоб располагался на 200 км западнее его современного положения. В позднем миоцене–плиоцене в результате аккреции Кроноцкой дуги субдукция под СХ была заблокирована и у восточных берегов Камчатки образовалась новая зона погружения Тихоокеанской плиты, с которой связана современная вулканическая активность в Восточном вулканическом поясе и Центральной Камчатской депрессии (например, [11]). Причины проявления плиоцен-четвертичной активности в СХ до сих пор остаются дискуссионными. Для решения этой проблемы крайне важно установить не только составы изверженных пород, но и иметь четкие представления о возрасте проявления вулканической активности в различных сегментах СХ.

Наиболее сложное строение характерно для центральной части СХ, в пределах которой расположены крупные вулканические массивы Уксичан и Анаунский Дол. Согласно данным геологической карты, посткальдерные эруптивные центры массива Уксичан и вулканы Анаунского Дола приурочены к единой разломной зоне СВ-простирания и были образованы большей частью в позднеплейстоцен-голоценовое время [3]. Соответственно этим же возрастом датируются и разломы, к которым приурочены вулканы, либо разломы, деформирующие лавовые образования [5].

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для установления возраста вулканических проявлений Анаунского Дола и посткальдерного этапа развития массива Уксичан мы провели петролого-геохимическое изучение и изотопное K–Ar-датирование лав нескольких наиболее крупных эруптивных центров указанных районов.

Анаунский Дол расположен в центральной части Срединного хребта Камчатки на водоразделе рек

[1] *Геологический институт Российской Академии наук, Москва, Россия*
[2] *Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской Академии наук, Москва, Россия*
[3] *Институт вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения Российской Академии наук, Петропавловск-Камчатский, Россия*
[4] *Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской Академии наук, Москва, Россия*
**E-mail: m_pevzner@mail.ru*

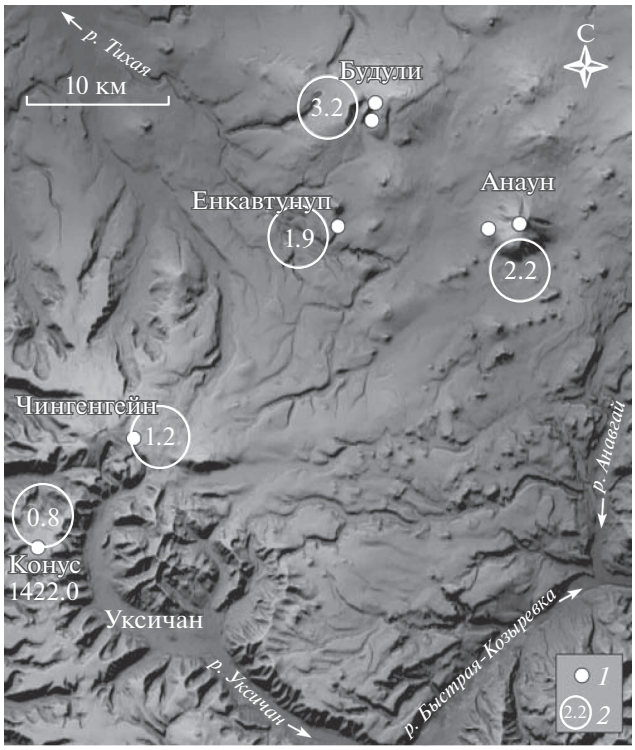

Рис. 1. Расположение датированных объектов Анаунского Дола и массива Уксичан. *1* – точки опробования, *2* – округленный K–Ar-возраст в млн лет.

Анавгай, Тихая и Тигиль и представляет собой вулканическое нагорье площадью около 1400 км^2, на котором располагается большое количество шлаковых и шлако-лавовых конусов, часто формирующих цепочки СВ-простирания, а также несколько существенно лавовых вулканов щитового типа (рис. 1). Преобладающие породы – базальты и андезибазальты. Главная вершина Дола – вулкан Анаун (1828.5 м н.у.м.). Во всех публикациях отмечалась хорошая морфологическая сохранность как постройки самого Анауна, так и окружающих его вулканических конусов, что позволяло авторам предполагать не только позднеплейстоценовый, но даже голоценовый возраст некоторых вулканов [1, 3 и др.]. Однако, по тефрохронологическим данным, голоценовая вулканическая активность в пределах Дола не зафиксирована [7]. До настоящего времени по этому району не было получено ни одной изотопной даты.

Наши результаты изотопного K–Ar-датирования вулканов Анаунского Дола приведены в табл. 1. Установлено, что самые крупные эруптивные центры – вулканы Будули и Анаун – сформировались в позднеплиоценовое и раннечетвертичное (гелазий) время соответственно. Очевидно, что в пределах Дола активизация вулканизма происходила минимум в два этапа (3.2 и 2.2–1.9 млн лет), разделенных периодом покоя продолжительностью около миллиона лет. Это позволяет нам предполагать несколько разновозрастных эпизодов заложения тектонических разломов, с которыми связаны проявления вулканизма в этом районе.

Массив Уксичан расположен в истоках одноименной реки на водоразделе рек Быстрой-Хайрюзовой, Быстрой-Козыревки и Тихой (рис. 1). Это один из крупнейших вулканических массивов СХ, связанные с ним покровы лав и пирокластики превышают 40 км в поперечнике, а суммарная площадь отложений составляет около 1300 км^2. Центр массива осложнен крупной сложно построенной кальдерой диаметром до 18 км, внутри которой располагается экструзия 8 × 10 км. На посткальдерной стадии в пределах массива были сформированы несколько щитовых вулканов и ареальных моногенных центров, приуроченных к разломной зоне северо-восточного простирания.

Подстилающие массив породы относятся к низкокалиевой петрохимической серии, чем заметно отличаются от высококалиевых вулканитов самого Уксичана [8]. По данным геологической карты [2], подстилающие породы образовались в позднем миоцене, о чем свидетельствует серия изотопных K–Ar-датировок в интервале от 11 до 6 млн лет; на этом же листе карты для отложений массива Уксичан на ЮЮЗ-периферии их распространения приводится дата 5 млн лет, полученная U–Pb-методом. На основании приведенных данных можно предполагать, что начало активности массива Уксичан приходится на ранний плиоцен (около 5 млн лет назад).

Однако в современной литературе считается, что формирование массива Уксичан с последующим образованием кальдеры происходило в позднем плиоцене (3.6–3.3 млн лет назад). Эти оценки возраста базируются на K–Ar-дате 3.6 млн лет [8], двух $^{40}Ar/^{39}Ar$ (3.56 ± 0.50 и 3.34 ± 0.07 млн лет) [10] и одной дате, полученной U–Pb-методом (3.28 ± 0.04 млн лет) [6]. Возраст посткальдерных эруптивных центров оценивается поздним плейстоценом–голоценом [3, 4, 8]; их изотопное датирование ранее не проводилось. Тефрохронологические исследования свидетельствуют об отсутствии голоценовой вулканической активности в пределах массива [7].

По нашим данным (табл. 1), посткальдерные эруптивные центры массива Уксичан образовались в раннечетвертичное время (калабрий) около 1 (1.2 и 0.8) млн лет назад, т.е. спустя два с лишним миллиона лет после кальдерообразующего извержения [10] и последующего формирования внутрикальдерной экструзии [6], которые фиксируются около 3.3 млн лет назад. По-видимому, возрасты близкого к щитовому типу вулкана Чингенгейн (UK-08-55) и моногенного шлаково-

Таблица 1. Результаты изотопного K–Ar-датирования вулканов Анаунского Дола и посткальдерной стадии массива Уксичан

№ лаб.	№ авт.	Объект	Координаты с.ш., в.д.	Калий, % ± σ	$^{40}Ar_{рад}$ (нг/г) ± σ	$^{40}Ar_{возд}$ (%) в образце	Возраст, млн лет ± 2σ
			Анаунский Дол				
16308	АН-1009	г. Евкантунуп, подножие; высоко-K высоко-Mg базальт	56°18′8.20″ 158°36′41.70″	2.14 ± 0.03	0.2873 ± 0.0016	61.8	1.93 ± 0.06
107*	АН-1011	г. Анаун, вершина, андезибазальт	56°18′24.30″ 158°50′37.20″	0.96 ± 0.02	0.146 ± 0.002	73.0	2.19 ± 0.20
16480	АН-1014	г. Анаун, подножие, андезибазальт	56°18′17.40″ 158°49′19.40″	0.840 ± 0.015	0.1297 ± 0.0012	73.6	2.20 ± 0.15
16481	АН-1017	г. Будули, верх, андезибазальт	56°23′9.10″ 158°40′30.00″	1.43 ± 0.02	0.317 ± 0.002	42.1	3.19 ± 0.10
16309	АН-1019	г. Будули, середина склона, андезибазальт	56°22′35.20″ 158°40′40.20″	1.19 ± 0.02	0.2611 ± 0.0015	49.6	3.16 ± 0.11
			Массив Уксичан				
16511	UK-09-16	конус h-1422.0 м, подножие, базальт	56° 3′21.57″ 158°15′52.97″	1.06 ± 0.02	0.062 ± 0.003	87.0	0.84 ± 0.10
16510	UK-08-55	г. Чингенгейн, подножие, андезибазальт	56° 8′43.80″ 158°21′21.48″	1.17 ± 0.02	0.096 ± 0.003	92.1	1.18 ± 0.10

Примечание. * – датирование выполнено в ГИН РАН по валовой пробе, остальных образцов – в ИГЕМ РАН по основной массе лав (определение концентрации радиогенного ^{40}Ar проведено на низкофоновом высокочувствительном масс-спектрометре МИ-1201 ИГ методом изотопного разбавления с применением в качестве трассера моноизотопа ^{38}Ar; определение калия – методом пламенной фотометрии на спектрометре ФПА-01 [9]).

го конуса h-1422.0 м (UK-09-16) могут отвечать очередному этапу (этапам) заложения разломов в центральном сегменте СХ.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

По результатам тефрохронологических исследований [7] и изотопного K–Ar-датирования (табл. 1) установлено, что в центральной части СХ Камчатки вулканизма голоценового и даже позднеи среднеплейстоценового возраста не было. Впервые доказано, что самый последний этап вулканической активности обсуждаемого района относится к концу раннечетвертичного времени.

Анализ всех имеющихся возрастных датировок свидетельствует о том, что в массиве Уксичан вулканизм проявлялся 3.6–3.3 и около 1 (1.2–0.8) млн л.н., а в пределах Анаунского Дола 3.2 и около 2 (2.2–1.9) млн л.н. Значительная разница во времени между проявлениями отдельных этапов вулканизма позволяет предполагать либо неоднократную активизацию разломной зоны, к которой приурочены датированные эруптивные центры, либо наличие здесь нескольких разломных зон. Для лучшего понимания закономерностей вулканической активности и этапов разломообразования СХ Камчатки необходимо продолжать изотопно-геохронологические исследования.

Возможно, возрастные датировки из [6, 8, 10] характеризуют лишь позднеплиоценовую стадию развития массива Уксичан. Не исключено, что существует и раннеплиоценовая (5–3.6 млн лет назад) история, которую еще предстоит изучить.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в соответствии с государственными заданиями по темам ГИН РАН № 0135–2019–0059, ИВиС ДВО РАН № 0282-2019-0004, ГЕОХИ РАН № 0137–2018–0005, ИГЕМ РАН № 0136–2018–0028 и при финансовой поддержке проектов РФФИ № 17–05–00112 и 18–05–00224.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вулканы и четвертичный вулканизм Срединного хребта Камчатки. Москва: Наука. 1972. 192 с.
2. Государственная геологическая карта РФ. Масштаб 1 : 200000. Лист N-57-III. СПб.: ВСЕГЕИ. 2008.
3. Государственная геологическая карта РФ. Масштаб 1 : 200000. Лист O-57-XXXIII. СПб.: ВСЕГЕИ. 1976.

4. *Давыдова М.Ю., Мартынов Ю.А., Перепелов А.Б.* // Петрология. 2019. Т. 27. № 3. С. 282–307.

5. *Зеленин Е.А.* Активная разломная тектоника областей современного вулканизма Камчатки // автореф. дис. канд. геол.-минер. наук. М.: ГИН РАН. 2018. 26 с.

6. *Костицын Ю.А., Аносова М.О.* // Геохимия. 2013. № 2. С. 171–179.

7. *Певзнер М.М.* Голоценовый вулканизм Срединного хребта Камчатки. М.: ГЕОС. 2015. 252 с.

8. *Перепелов А.Б.* Геохимия позднекайнозойских высококалиевых вулканических серий островодужной системы Камчатки // автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. Иркутск, 1989. 24 с.

9. *Чернышев И.В., Лебедев В.А., Аракелянц М.М.* // Петрология. 2006. Т. 14. № 1. С. 69–89.

10. *Bindeman I.N., Leonov V.L., Izbekov P.E., et al.* // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2010. V. 189. P. 57–80.

11. *Lander A.V., Shapiro M.N.* // Geophysical Monograph Series. 2007. V. 172. P. 57–64.

EARLY QUATERNARY AGE OF THE FINAL STAGE OF VOLCANISM IN THE CENTRAL PART OF THE SREDINNY RANGE OF KAMCHATKA (K-Ar DATA)

M. M. Pevzner[a], V. A. Lebedev[b], Yu. V. Kushcheva[a], A. O. Volynets[c], M. L. Tolstykh[d], and A. D. Babansky[b]

[a] *Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

[b] *Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

[c] *Institute of Volcanology and Seismology Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russian Federation*

[d] *Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

Presented by Academician of the RAS I.V. Chernyshev July 4, 2019

A first set of K-Ar isotopic ages obtained, which allowed to estimate the age of the largest volcanoes of the Anaunsky Dol (3.2, 2.2 and 1.9 Ma) and eruptive centers of the post-caldera stage of Uksichan massif (1.2 and 0.8 Ma), located in the Sredinny Range of Kamchatka. Significant time intervals separating the individual phases of volcanism suggest either repeated activation of the fault zone to which the dated eruptive centers are confined, or the presence of several fault zones here.

Keywords: Anaunsky Dol, Uksichan, Sredinny Range, Kamchatka, volcanism, fault zone, K–Ar dating