

## U-Pb age of caldera Uxichan rocks at Sredinniy Ridge, Kamchatka – application of LA-ICP-MS to young zircon dating

Yuri A. Kostitsyn, Maria O. Anosova

*V.I. Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry (GEOKHI) RAS  
Kosygin str., 19, Moscow 119991 Russia. [kostitsyn@geokhi.ru](mailto:kostitsyn@geokhi.ru)*

Uxichan volcanic center is the largest one at Kamchatka. Its complex constitution is generally ascribed to many-stage and long-lasting formation. There are many statements in literature concerning the time and duration of the volcanic center formation but they are usually based on a complex set of geological data or are simply declarative without any explanation. Age of the volcano basement is estimated as late Miocene – Pliocene [1], i.e. about 5.3 Ma according to International Stratigraphic Scale. Some researchers include pyroclastic deposits of the basement into Uxichan volcanic sequence itself. However practically all publications referred to the age of Uxichan rocks [1-3], mention long time of its formation, from at least early Pliocene up to late Pleistocene and even Holocene. Thus, it is supposed that this volcano grew during several million years.

On the other hand the associations of chemically differing magmatic rocks with the same volcanic center could imply relative short time of its formation. We have carried out this special study to resolve the chronological problem.

Several stages of the volcanic center formation are recognized [1-4]: (1) basement, formed by mid-potassium volcanic rocks, mostly pyroclastic; (2) mid- and high-potassium basalts, andesitic basalts and andesites formed stratovolcano; (3) the most productive stage – formation of the largest shield volcano which is about 50 km in diameter and is mostly made of by shoshonites, latites and ignimbrites; (4) collapse caldera with extrusion complex of high-potassium latites, dacites, trachidacites and trachirhyodacites in its central part. Finally there are many monogenic cinder cones cutting the Uxichan shield edifice.

Such poly-stages scenario of formation, complex structure and chemical diversity of volcanic rocks suggest a long time of the volcano growth.

K-Ar system studies of some Uxichan volcanic rocks were undertaken to define its age. K-Ar age of the bottom lava flows was reported as 3.6 Ma [3] (without confidence interval). Two ignimbrites from the lower part of cross-section were dated at  $3.56 \pm 0.50$  and  $3.34 \pm 0.07$  Ma by  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  technique on plagioclase separates [5]. The last two dates do not differ from one another at the errors limits. Probably it is to be concluded that all three results date the same age, which is defined by the best figure from these cited measurements, i.e.  $3.34 \pm 0.07$  Ma.

Complex structure of the Uxichan volcano and its supposed long lasting evolution complicates the studies of the volcanic center history. Using classic approach one would have had to undertake sampling and isotopic dating of many individual volcanic strata and sub-volcanic bodies, that appears to be very time and labor consuming task. That is why we have used rather uncommon approach of zircon sampling – take a schlich sample from Ukrainskiy stream near its exit from the Uxichan caldera.

Single grains isotopic studies of zircon were made in laboratory of isotopic geochemistry and geochronology at GEOKHI RAS by laser ablation technique (LA-ICP-MS).

We have obtained rather unexpected result. For 88 individual grains of zircon separation a common concordant age was obtained at  $3.28 \pm 0.04$  Ma. The result definitely indicates that there are no cropped out rocks at the Uxichan caldera surface having another, particularly younger age. It is well probably that basaltic rocks, especially mid-K, do not contain zircon, but more acid and more alkaline rocks, such as latites, ignimbrites, brought zircon through central part of the caldera where they were extruded and effused. Particularly, collapse caldera formation followed eruption of dacites and other acid rocks containing zircon. Thus, overall interval of the volcanic center formation spans very short time that looks like a single events at  $3.28 \pm 0.04$  Ma. Anyways, at the

obtained confidence interval level of the geochronological study it is impossible to resolve times of initial and final stages in the Uxichan volcanic center formation.

#### Reference

1. Ogorodov N.V., Kozhemiaka N.N., Vazhevskaya A.A. et al. Volcanos and Quaternary volcanism of Kamchatka Sredinny Ridge. 1972. Moscow. Nauka. 192 pp.
2. Antipin V.S., Volynets O.N., Perepelov A.B. et al. Geological relationships and geochemical evolution of calc-alkaline and sub-alkaline volcanism of Uxichan caldera (Kamchatka). // Geochemistry of magmatic rocks at modern and older active zones. 1987, Novosibirsk. Nauka. p. 73-90.
3. Perepelov A.B., Chaschin A.A. Martynov Yu.A. Central-Kamchatka zone (pliocene –holocene) // Geodynamics, magmatism and metallogeny of the Russia East. 2006. Vladivostok. Dalnauka. p. 382-398.
4. Vasilevskiy M.M., Stephanov yu.M., Wide B.I. et al. Metallogeny of the Kamchatka upper structure level and ore specialization problems. // Prognostic assessment of ore-bearing volcanic suites. 1977. Moscow. Nedra. p. 14-59.
5. Bindeman I.N., Leonov V.L., Izbekov P.E., et al., *Large-volume silicic volcanism in Kamchatka: Ar-Ar and U-Pb ages, isotopic, and geochemical characteristics of major pre-Holocene caldera-forming eruptions.* // Journal of Volcanology and Geothermal Research, 2010. 189(1-2): 57-80.

## U-Pb возраст пород кальдеры Уксичан в Среднем хребте Камчатки – применение LA-ICP-MS к датированию молодых цирконов

Ю.А.Костицын, М.О.Аносова

*Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН  
119991, г. Москва, ул. Косыгина, 19; [kostitsyn@geokhi.ru](mailto:kostitsyn@geokhi.ru)*

Вулканический центр Уксичан – крупнейший на Камчатке – интересен, прежде всего, сложностью своего строения, которая воспринималась всегда как признак многоэтапности, длительности формирования. По поводу истории развития этого вулкана в литературе можно встретить разные оценки, основанные, как правило, на комплексе геологических данных, или просто приведённые без какого-либо обоснования. Возраст фундамента оценивается позднемиоцен-плиоценовым [1], что по современной международной стратиграфической шкале отвечает ~5.3 млн. лет. Некоторые исследователи эффузивно-пирокластические отложения фундамента также относят к образованиям собственно вулкана Уксичан. Но практически во всех работах, где так или иначе упоминается возраст пород этого вулканического центра [1-3], отмечается большая длительность его формирования, от, по крайней мере, раннего плиоцена до позднего плейстоцена и даже голоцена. То есть предполагается, что длительность формирования вулкана Уксичан составляет несколько миллионов лет.

В то же время, приуроченность магматических пород разного состава к единому вулканическому центру позволяет предположить сближенность во времени их образования. Для разрешения этого противоречия мы поставили специальные геохронологические исследования.

В строении вулканического центра выделяется несколько этажей или стадий формирования [1-4]: (1) фундамент, сложенный умереннокалиевыми вулканогенными породами, преимущественно пирокластическими; (2) умеренно- и высококалиевые базальты, андезибазальты и андезиты стратовулкана; (3) самая продуктивная стадия – формирование крупнейшего щитового вулкана, занимающего площадь диаметром около 50 км и сложенного преимущественно шошонитами, латитами и игнимбритами; (4) кальдера обрушения, в центральной части которой образовался экструзивный комплекс высококалиевых латитов, дацитов, трахидацитов и трахириодацитов. Кроме того, щитовую постройку Уксичана прорывает множество наложенных более мелких моногенных конусов. Такая многостадийность и сложность строения вулканического центра, а также контрастность химического состава вулканитов, подталкивали к мысли о длительности его формирования.

Для определения возраста вулканитов Уксичана предпринимались изотопные исследования их K-Ar системы. Так, K-Ar возраст лав из нижних горизонтов разреза [3] составляет 3.6 млн. лет (погрешность, к сожалению, не указана), а возраст двух образцов игнимбритов, также из нижней части вулканической толщи, определённый  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  методом по плагиоклазу, составил  $3.56 \pm 0.50$  и  $3.34 \pm 0.07$  млн.лет [5]. Последние две даты не различаются в пределах погрешностей. Отличается ли от них первая из трёх дат, сказать трудно, т.к. её доверительный интервал не указан, поэтому скорее всего следует принять, что все три даты указывают на один и тот же возраст, который определяется лучшим из цитированных трёх определений, т.е.  $3.34 \pm 0.07$  млн.лет.

Сложное строение вулканического центра и предполагаемое длительное его развитие делает задачу изучения истории его формирования довольно непростой. При классическом подходе пришлось бы опробовать и датировать множество отдельных вулканических и субвулканических тел, что было бы слишком трудоёмко. Поэтому мы применили иной, нестандартный подход: циркон для анализа был отобран шлиховым опробованием в ручье

Украинский вблизи его выхода из кальдеры. Это сделано для того, чтобы получить представительную пробу, содержащую циркон из всех породы кальдеры Уксичан. Изотопные исследования индивидуальных зёрен циркона проводились в лаборатории изотопной геохимии и геохронологии ГЕОХИ РАН методом лазерной абляции. Результат исследования оказался для нас неожиданным. По 88 индивидуальным зёрнам циркона получено единое значение возраста  $3.28 \pm 0.04$  млн.лет. Этот факт определённо указывает на то, что в пределах кальдеры не обнажаются породы, содержащие цирконы другого, в частности, более молодого возраста. Весьма вероятно, что базальты, особенно умеренно-калиевые их разности не содержат циркона, однако на всех этапах становления кальдеры присутствовали породы среднего и более кислого состава, латиты, игнимбриты. В частности, образование кальдеры обрушения на заключительном этапе формирования вулканического центра Уксичан сопровождалось образованием дацитов, в которых циркон присутствует. Следовательно, весь период формирования вулканического центра, за исключением, быть может, поздних моногенных шлаковых конусов, в настоящий момент выглядит как единое событие возрастом  $3.28 \pm 0.04$  млн.лет. Во всяком случае, на имеющемся уровне точности геохронологических исследований различить время начала и завершения формирования вулканического центра Уксичан не удаётся.

#### Список литературы

1. Огородов Н.В., Кожемяка Н.Н., Важеевская А.А. и др. *Вулканы и четвертичный вулканизм Срединного хребта Камчатки*. 1972, Москва: Наука. 192 С.
2. Антипин В.С., Вольнец О.Н., Перепелов А.Б. и др. *Геологические соотношения и геохимическая эволюция известково-щелочного и субщелочного вулканизма кальдеры Уксичан (Камчатка)*, // *Геохимия магматических пород современных и древних активных зон*. 1987, Наука: Новосибирск. с. 73-90.
3. Перепелов А.Б., Чащин А.А., Мартынов Ю.А. *Срединно-камчатская зона (плиоцен-голоцен)*, // *Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России*, Ханчук А.И., Editor. 2006, Дальнаука: Владивосток. с. 382-398.
4. Василевский М.М., Стефанов Ю.М., Широкий Б.И. и др. *Металлогения верхнего структурного этажа Камчатки и проблемы рудной специализации этапов тектоно-магматического развития складчатых областей*, // *Прогнозная оценка рудоносности вулканогенных формаций*. 1977, Недра: Москва. с. 14-59.
5. Bindeman I.N., Leonov V.L., Izbekov P.E., et al., *Large-volume silicic volcanism in Kamchatka: Ar-Ar and U-Pb ages, isotopic, and geochemical characteristics of major pre-Holocene caldera-forming eruptions*. // *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 2010. 189(1-2): 57-80.