

УДК 550.93

К проблеме выбора геохронометра для К-Аг датирования неогеновых вулканитов (на примере лав Срединного хребта Камчатки)

В.А. Лебедев¹, М.М. Певзнер², А.О. Волынец³

¹ Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва, Россия. leb@igem.ru

² Геологический институт РАН, Москва, Россия.

m_pevzner@mail.ru

³ Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия. a.volynets@gmail.com

Ключевые слова: изотопная геохронология, К-Аг датирование, плиоценовые лавы, геохронометр, Камчатка

Одной из важных проблем при изотопном датировании различных геологических образований является обоснованный выбор оптимального материала для анализов (геохронометра), использование которого обеспечит получение надежных и достоверных данных о возрасте изучаемых объектов. В зависимости от типа (вулканиты, интрузивные образования, метасоматиты и рудные жилы и т.д.) и химического состава пород, а также времени их формирования при использовании одного и того же изотопного метода критерии выбора такого геохронометра могут кардинально различаться.

Как известно, К-Аг метод изотопного датирования (включая его традиционный вариант с изотопным разбавлением и вариант $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ – ступенчатый нагрев) является наиболее универсальным инструментом при датировании различных геологических формаций. Диапазон его применения охватывает период времени от первых тысяч – десятков тысяч до миллиардов лет (например, Чернышев и др., 2006). Однако основной гарантией получения надежных значений возраста при К-Аг датировании является, в первую очередь, именно выбор геохронометра, отвечающий конкретной поставленной задаче исследований.

Наиболее сложной проблемой при К-Аг датировании является определение возраста молодых (неоген-четвертичных) магматических пород, вследствие малых количеств накопленного в них *in situ* радиогенного ^{40}Ar . Последнее обстоятельство требует применения специальной высокочувствительной масс-спектрометрической аппаратуры, обладающей высоким разрешением, и разработки особых

методик измерения концентрации аргона. Кроме того, имеется и ряд геохимических факторов, создающих определенные ограничения при датировании молодых, в первую очередь четвертичных пород. Одним из них является возможное присутствие во вкрапленниках лав избыточного ^{40}Ar (захваченного или унаследованного). Для позднплейстоценовых вулканитов его количества в различных фенокристаллах (биотит, плагиоклаз и др.) могут оказаться сопоставимыми или даже превышать количество образованного *in situ* радиогенного ^{40}Ar , что приводит к получению удревненных (иногда в разы) датировок по сравнению с реальным возрастом пород (Чернышев и др., 2002; 2006; Лебедев и др., 2007, и др.). Присутствие избыточного аргона во вкрапленниках лав было ранее обнаружено нами и при датировании миоценовых вулканических образований (например, для вулкана Банска Штявница в Словакии, Chernyshev et al., 2013). Методические исследования, проведенные в последние десятилетия (Matsumoto, Kobayashi, 1995; Чернышев и др., 2006; и др.), показали, что при К-Аг датировании молодых, в первую очередь четвертичных вулканитов в качестве геохронометра необходимо использовать микролитовую основную массу (матрицу) лав, затвердевавшую после излияния магмы на поверхность и не содержащую избыточного ^{40}Ar .

Однако на практике многие исследователи по-прежнему используют для К-Аг датирования молодых вулканитов валовые пробы, не прибегая к минеральной сепарации для удаления из них вкрапленников. В этой связи нами предпринята попытка сопоставить значения К-Аг возраста, полученные с использованием валовых проб и микролитовой основной массы для неогеновых вулканитов. В качестве объекта исследований было выбрано два образца порфирировых мио-плиоценовых лав кальдеры Хангар и горы Юртиная, расположенных в пределах Срединного хребта Камчатки. Андезит вулкана Хангар (обр. ХНГ-12-05) содержит вкрапленники биотита, амфибола, пироксена и полевых шпатов, базальтовый андезит горы Юртиная (обр. ОЗК-11-01) – мегакристы плагиоклаза (Певзнер и др., 2017). Полученные результаты для валовых проб и основной массы этих пород представлены в таблице.

Из таблицы видно, что К-Аг датировки, полученные по валовым пробам и основной массе изученных вулканитов, в данном случае совпадают в пределах погрешности. Соответственно, можно сделать вывод о том, что вкрапленники в средних-основных лавах кальдеры Хангар и горы Юртиная не содержат

Таблица – Результаты К-Аг датирования пар валовая проба – основная масса из неогеновых вулканитов Срединного хребта Камчатки.

Образец	Материал	K,%±σ	⁴⁰ Ar _{вал.} нг/г ±σ	⁴⁰ Ar _{возд.} (%), в обр	Возраст, млн лет ±2σ
ХНГ-12-05	валовая проба	1,22±0,02	0,599±0,004	57,3	7,06±0,25
	основная масса	1,38±0,02	0,671±0,003	57,6	7,00±0,20
ОЗК-11-01	валовая проба	1,31±0,02	0,537±0,002	13,9	5,90±0,19
	основная масса	1,98±0,02	0,806±0,003	30,1	5,86±0,13

столь значительных количеств избыточного ⁴⁰Ar, которые могли бы привести к искажению изотопного возраста.

Несмотря на фактически полное совпадение значений изотопных возрастов, полученных для матрицы и валовых проб двух изученных образцов пород Срединного хребта Камчатки, тем не менее, мы по-прежнему настоятельно рекомендуем использовать для датирования неогеновых вулканитов исключительно микролитовую основную массу. В качестве обоснования можно привести следующие аргументы.

- (1) Выборка из двух проб, естественно, не может считаться представительной. Соответственно, нельзя исключать возможность получения удревленных датировок по валовым пробам неогеновых пород других вулканов или лавовых потоков, т.к. примеры подобного искажения изотопных возрастов известны из литературы.
- (2) Основная масса пород в отличие от валовых проб является в существенной степени гомогенным геохимическим материалом. Учитывая тот факт, что при К-Аг датировании определение концентраций калия и аргона производится в разных навесках изучаемой пробы, это обстоятельство является весьма важным.
- (3) Содержание калия в основной массе лав обычно заметно выше по сравнению с валовыми пробами, содержащими обедненные этим элементом фенокристы (плагиоклаз, амфибол, пироксен, оливин). Соответственно, К-Аг датирование проб основной массы с более высоким по отношению к породе содержанием калия и, как следствие, радиогенного ⁴⁰Ar, образованного *in situ*, дает возможность получить более точные и надежные результаты.

Благодарности

Работа выполнена в соответствии с Госзаданиями по темам ГИН РАН № 0135-2018-0037 (пробоподготовка), ИВиС ДВО РАН № 0282-2016-0004 (минералогические исследования, К-Аг датирование), а также при финансовой поддержке гранта РФФИ № 17-05-00112 (анализ данных).

Список литературы

- Лебедев, В.А., Чернышев, И.В. (2007). Изотопная К-Аг систематика молодых вулканических пород: количественная оценка содержания избыточного (захваченного) ⁴⁰Ar в минералах вкрапленников. XVIII Симпозиум по геохимии изотопов им. акад. А.П.Виноградова. Тез. докл. конференции. Москва. ГЕОХИ РАН. С. 155–156.
- Певзнер, М.М., Вольнец, А.О., Лебедев, В.А. и др. (2017) Начало вулканической активности в пределах Срединно-метаморфического массива (Срединный хребет, Камчатка). Доклады Академии наук. Т. 475. № 5. С. 546–550.
- Чернышев, И.В., Лебедев, В.А., Бубнов, С.Н., и др. (2002) Изотопная геохронология извержений четвертичных вулканов Кавказа. Геохимия. № 11. С. 1151–1166.
- Чернышев, И.В., Лебедев, В.А., Аракелянц, М.М. (2006) К-Аг геохронология четвертичных вулканитов: методология и интерпретация результатов. Петрология. Том 14. № 1. С. 69–89.
- Chernyshev, I.V., Konečný, V., Lexa, J., et al (2013). K-Ar and Rb-Sr geochronology and evolution of the Štiavica Stratovolcano (Central Slovakia). *Geologica Carpathica*. 64 (4). P. 327–351.
- Matsumoto, A., Kobayashi, T. (1995). K-Ar age determination of late Quaternary volcanic rocks using the “mass fractionation correction procedure”: application to the Younger Ontake Volcano, central Japan. *Chemical Geology*. 125. P. 123–135.