

До- и пост-кальдерная эволюция вулканов Тао-Русыр и Пик Креницына (о. Онекотан, Курильские острова)

Давыдова В.О.^{1,2}, Басанина А.Е.¹, Нуждаев А.А.², Большаков И.Е.^{1,2}, Кузнецов Р.А.², Ермолинский А.Б.¹, Житова Е.С.², Япаскурт В.О.¹

Pre- and post-caldera evolution of the Tao-Rusyr and Krenitsyn Peak volcanoes (Onkotan Island, Kuriles)

Davydova V.O., Basanina A.E., Nuzhdaev A.A., Bolshakov I.E., Kuznetsov R.A., Ermolinsky A.B., Zhitova E.S., Yapasurt V.O.

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва;

e-mail: vestadav@gmail.com

² Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский

В сообщении представлены первые данные детального петролого-геохимического изучения вулканов Пик Креницына и Тао-Русыр (остров Онекотан, Курилы).

Введение

Курило-Камчатская островная дуга входит в число мировых лидеров по количеству кальдер. Хотя многие из них относительно хорошо изучены (включая кальдеры Паужетка, Курильское озеро, Карымшина и Узон на Камчатке [1-3, 8, 9], или кальдеры Менделеева, Заварицкого и Головнина на Курильских островах [5, 6, 10]), другие остаются малоизученными из-за суровых погодных условий и ограниченной транспортной доступности. Для некоторых кальдер современные научные данные отсутствуют вовсе, а единственная доступная информация получена из геологических исследований, проведенных в 1950-70-х годах. Одним из таких примеров являются кальдера вулкана Тао-Русыр и пост-кальдерный купол вулкана Пик Креницына, расположенные на острове Онекотан в северной части Курильской дуги [4].

Образцы и методы

Образцы эруптивных продуктов вулканов Тао-Русыр и Пик Креницына были отобраны в ходе полевых работ сотрудников лаборатории вулканохимии Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, проведенных в июле 2024 г. в рамках экспедиции Русского Географического Общества «Восточный Бастион. Курильская Гряда – 2024» на остров Онекотан.

Изучение состава минералов и вулканических стекол, а также получение фотографий в отраженном свете проводилось в лаборатории локальных методов исследования вещества Геологического факультета МГУ (г. Москва) при помощи сканирующего электронного микроскопа Jeol JSM-IT500. Определение валового химического состава пород выполнено в ЦКП ИГЕМ РАН (г. Москва) методом рентгеноспектрального флуоресцентного анализа (XRF) на вакуумном спектрометре последовательного действия с дисперсией по длине волны Axios mAX (PANalytical, Нидерланды).

Характеристика пород

Породы пост-кальдерного вулкана Пик Креницына относятся к известково-щелочному ряду и представлены двупироксеновыми андезитами и дацитами (59-67.6 мас. % SiO₂), тогда как докальдерные породы вулкана Тао-Русыр относятся к толеитовой серии и характеризуются как более мафическими составами (андезиты и андезибазальты, 53-62 мас. % SiO₂), так и большим разнообразием вкрапленников – помимо чисто двупироксеновых разновидностей, встречаются также оливин-содержащие.

На дискриминационных диаграммах составы пород вулкана Пик Креницына формируют четкий линейный тренд от 59 до 67.6 мас. % SiO₂. Наиболее кремнекислую часть тренда формируют составы пород древних лавовых и пирокластических потоков,

вскрывающихся в береговых обрывах, составы продуктов извержения 1952 г. и древних лавовых куполов смещены в менее кремнекислую часть тренда.

Для разреза кальдеры вулкана Тао-Русыр характерна ритмичность: залегающие на уровне уреза воды относительно более кислые (андезитовые) породы скачкообразно сменяются более основными (андезибазальтами) в средней части, где отмечается эволюция состава с повышением кислотности пород по ходу разреза – вплоть до нового скачка в сторону более основных пород в верхней части разреза.

Составы пород вулкана Пик Креницына заметно отличаются от составов пород вулкана Тао-Русыр. Рассматриваемые породы относятся к двум различным сериям (TAS etc) – известково-щелочной (Пик Креницына) и толеитовой (Тао-Русыр). На диаграммах Харкера также видно, что точки составов пород данных эруптивных центров формируют два различных тренда. При этом наиболее древние и, соответственно, наиболее кремнекислые породы вулкана Пик Креницына богаче SiO₂, чем породы кальдерообразующего извержения вулкана Тао-Русыр [7] и породы до-кальдерной стадии развития вулкана Тао-Русыр.

Таким образом, ранняя стадия развития вулкана Пик Креницына связана с излиянием лав, заметно отличающихся по своим петрохимическим характеристикам от всех более ранних пород данного долгоживущего вулканического центра. Петрологическое моделирование эволюции составов наиболее основных магм вулкана Тао-Русыр при помощи программного комплекса MELTS позволяет получить весь спектр составов петрогенных элементов пород вулкана Тао-Русыр при условиях декомпрессионной кристаллизации при давлении 1-3 кбар и регулярной подпитке более основными магмами (автосмещении), а пород вулкана Пик Креницына – за счет долгой эволюции в малоглубинном очаге (порядка 1 кбар) и дальнейшей его подпитки основными магмами, соответствующими по составу основным разновидностям пород вулкана Тао-Русыр. Однако, вариации содержаний микроэлементов (например, Rb/Sr, Zr) в породах не соответствуют трендам фракционной кристаллизации и позволяют предполагать активное влияние дополнительных процессов – ассимиляции корового вещества или подпитки магмами мантийного происхождения. В дальнейшем мы планируем дополнительные изотопные исследования для поиска однозначного ответа на данный вопрос.

Авторы выражают благодарность Русскому географическому обществу и А.П. Калембергу за организацию экспедиции на о. Онекотан.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН «Геохимия продуктов современной вулканической и поствулканической деятельности» (FWME-2024-0013 под руководством А.А. Нуждаева), утвержденного Минобрнауки России (тема № 124080600037-9).

Список литературы

1. *Базанова Л.И., Мелекесцев И.В., Пономарева В.В. и др.* Вулканические катастрофы позднего плейстоцена–голоцена на Камчатке и Курильских островах. Часть 1. Типы и классы катастрофических извержений – главных компонентов вулканического катастрофизма // Вулканология и сейсмология. 2016. № 3. С. 3-21. <https://doi.org/10.7868/S0203030616030020>
2. *Давыдова В.О., Биндеман И.Е., Щеклеина М.Д. и др.* Паужетская кальдера (Южная Камчатка): изучение временной эволюции и происхождения объемного кислого магматизма // Петрология. 2022. Т. 30. № 5. С. 480-497. <https://doi.org/10.31857/S0869590322050028>
3. *Bindeman I., Leonov V., Izbekov P. 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. V. 189. P. 57-80. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2009.10.009>
4. *Davydova V.O., Nuzhdaev A.A., Bolshakov I.E. et al.* Petrology of the 1952 eruption and ancient

- lava and pyroclastic flows of Krenitsyn Peak Volcano, Onkotan Island, Kuril Arc, Russia // *Geosciences*. 2025. V. 15. Art. 358. <https://doi.org/10.3390/geosciences15090358>
5. *Hutchison W., Sugden P., Burke A. et al.* The 1831 CE mystery eruption identified as Zavaritskii Caldera, Simushir Island (Kurils) // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2025. V. 122. Art. e2416699122. <https://doi.org/10.1073/pnas.2416699122>
 6. *Kalacheva E., Taran Y., Voloshina E. et al.* Hydrothermal system and acid lakes of Golovnin Caldera, Kunashir, Kuril Islands: Geochemistry, solute fluxes and heat output // *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 2017. V. 346. P. 10-20. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2017.06.001>
 7. *Ponomareva V.* Report on the 2008-2009 work within the frames of the Kurile biocomplexity project. 2009. <https://doi.org/10.6067/XCV89Z95RP>
 8. *Ponomareva V., Bubenshchikova N., Portnyagin M. et al.* Large-magnitude Pauzhetka caldera-forming eruption in Kamchatka: Astrochronologic age, composition and tephra dispersal // *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 2018. V. 366. P. 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2018.10.006>
 9. *Ponomareva V., Kyle P., Melekestsev I. et al.* The 7600 (14C) year bp Kurile Lake caldera-forming eruption, Kamchatka, Russia: Stratigraphy and field relationships // *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 2004. V. 136. P. 199-222. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2004.05.013>
 10. *Smirnov S., Kotov A., Bergal-Kuvikas O. et al.* Late pleistocene-holocene caldera-forming explosive volcanism of the Great Kuril arc // *Russian Geology and Geophysics*. 2025. <https://doi.org/10.2113/RGG20254817>