

И. В. Чаплыгин
*Институт геологии рудных месторождений, петрографии,
минералогии и геохимии РАН, г. Москва,
ichap@rambler.ru*

Мониторинг минералообразующей системы вулкана Кудрявый (Курильские острова) и его активизация 2017 года

Вулкан Кудрявый с высокотемпературными стационарными фумаролами сохраняет свое значение как уникальный полигон для изучения процессов минерало- и рудообразования из газовой фазы, а отдельными исследователями он рассматривается как перспективный источник редких металлов. Поэтому мониторинг высокотемпературной фумарольной системы вулкана необходим не только для лучшего понимания геохимии вулканических флюидов, но и для выявления факторов, влияющих на металлоносность вулканических газов, минерализацию фумарол и для корректной оценки ресурсного потенциала вулкана.

Наблюдение за высокотемпературной фумарольной системой вулкана Кудрявый проводится с начала 1990-х гг. [Tagan et al., 1995; Fischer et al., 1998; Коржинский и др., 2002]. Практически каждый год разными исследователями опробовались газы и конденсаты, что позволило проследить изменения химического, изотопного состава и металлической нагрузки газов. Среди событий, наблюдавшихся на вулкане, первым нужно отметить фреатическое извержение 7–11 октября 1999 г. [Коржинский и др., 2002], после которого перестала существовать наиболее горячая фумарола вулкана (920–940 °С). Далее вплоть до 2017 г. последовал период относительно стабильного состояния, в последней трети которого, происходило постепенное увеличение температуры полей, связанных с андезитовым куполом (рис.). В 2017 г. на вулкане началась активизация, проявившаяся в разогреве полей и визуальном увеличении парогазовой активности. В течение следующего месяца удалось провести масштабное опробование газовой фазы (конденсатов) в семнадцати точках с температурой от 100 до 900 °С.

Данные по конденсатам (ИСП-МС) позволили установить скачок концентраций металлов в газах. Теоретически для такого обогащения может быть, как минимум, две причины: растворение и вынос более горячими газами ранее отложившейся в каналах рудной минерализации и поступление более богатой порции магматического флюида, доля которого, судя по изотопии О и Н, максимальна именно в газах полей, связанных с андезитовым куполом (Главное, Купол и Молибденовое). Несмотря на более спокойный характер, события 2017 г. гораздо сильнее отразились на элементной нагрузке газов по сравнению с фреатическим извержением 1999 г. (см. рис.). Например, максимальные концентрации Re возросли с обычных для высокотемпературных фумарол 10–20 до 100 мг/т, а содержания Мо увеличились примерно в три раза (с 300 до 1000 мг/т).

Макросостав газов практически не изменился. Доля воды в высокотемпературных (>600 °С) газах 2017 г. не уменьшилась и составила 95–97 мол. %, а концентрации магматических компонентов ($S_{\text{общ}}$, HCl, CO и H₂) по-прежнему положительно коррелируют с температурой, немного увеличившись. Длительное наблюдение за вулканом позволило выявить изменения изотопного состава He в фумарольных газах.

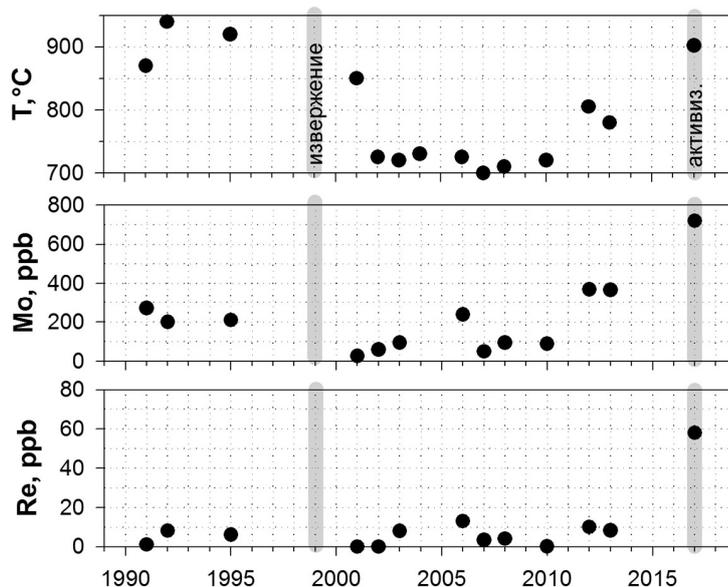


Рис. Изменение температуры фумарол и концентраций Re и Mo в конденсатах газа поля Купол в период с 1991 по 2017 гг.

Данные 1991 и 1992 гг. по [Taran et al., 1995] и 1995 г. по [Fischer et al., 1998].

В 1995 г. отношение ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$ в пробах с температурой 187–920 °С не превышало $6.8 R_A$ (R_A – отношение ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$ в атмосфере = $1.4 \cdot 10^{-6}$) [Fischer et al., 1998]. В 2012–2013 гг. для газов с температурой 780–840 °С отношение ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$ составляло $7.7\text{--}7.8 R_A$, а в большинстве проб 2017 г. с температурой 100–900 °С превысило $8 R_A$ и достигло $8.5 R_A$. Рост гелиевого отношения свидетельствует о постепенном увеличении доли мантийного флюида, обогащенного ${}^3\text{He}$, в составе фумарольных газов вулкана Кудрявый на протяжении периода наблюдений. Это может быть связано с обновлением разломов и поступлением к поверхности порции глубинных слабо дегазированных расплавов. Следует отметить, что значения ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$ для субдукционных вулканов, как правило, варьируют в пределах от 5 до 7, иногда достигая $8 R_A$. По данным дистанционного спектрального измерения эмиссия SO_2 увеличилась с 330 т/сут в 2016 г. до 500 т/сут в 2017 г. Таким образом, новые данные свидетельствуют об активизации магматической системы вулкана Кудрявый.

Литература

Коржинский М. А., Бочарников Р. Е., Ткаченко С. И., Жданов Н. Н., Штейнберг Г. С. Особенности фумарольной активности вулкана Кудрявый в период 1991–1999 гг. и фреатическое извержение 1999 г. // Петрология. 2002. Т. 10. С. 611–629.

Fischer T. P., Shuttleworth S., O'Day P. A. Determination of trace and platinum-group elements in high ionic-strength volcanic fluids by sector-field inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) // Fresenius Journal of Analytical Chemistry. 1998. Vol. 362. P. 457–464.

Taran Yu. A., Hedenquist J. W., Korzhinskiy M. A., Tkachenko S. I., Shmulovich K. I. Geochemistry of magmatic gases from Kudryavy volcano, Iturup, Kuril islands // Geochimica et Cosmochimica Acta. 1995. Vol. 59. P. 1749–1761.