



УДК 550.461:556.113

Е. Г. Калачёва

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683 006;
e-mail: keg@kscnet.ru

Условия формирования Верхне-Юрьевских термальных вод (о. Парамушир)

Сравнение химического состава поверхностных водоёмов в прикратерной части вулкана Эбеко и подземных вод, разгружающихся на северо-западном склоне вулкана в долине р. Юрьевой показало линейную связь между этими водопроявлениями. Верхне-Юрьевские термальные источники являются дериватами кислых рассолов, образующихся в ограниченном водоносном горизонте «подземном озере» за счёт растворения части высокоминерализованного глубинного флюида в грунтовых водах непосредственно под кратерной частью постройки вулкана. Специфические климатические условия в привершинной части вулкана обеспечивают постоянное питание горизонта за счёт большого количества атмосферных осадков, а структурные, стратиграфические и топографические особенности вулкана Эбеко определяют ограниченный сток из «озера» в северо-западном направлении.

Вулкан Эбеко, расположенный в северной части хребта Вернадского на острове Парамушир, имеет сложное строение типа Сомма-Везувий [1]. Постройка вулкана сложена лавами и пирокластическим материалом андезитового состава. Фундаментом ему служат морские мелководные осадки, также содержащие значительное количество пирокластики. Извержения вулкана носят фреатический характер [3]. В межпараксизмальные периоды характеризуется высокой газогидротермальной деятельностью, сосредоточенной в Южном и Северном кратерах и в верхней части его восточного склона.

На северо-западном склоне в бассейне реки Юрьевой находится крупный очаг разгрузки высокотемпературных (42–85,5°С), высокоминерализованных (до 14 г/л), ультракислых (рН < 2) термальных вод

хлоридно-сульфатного алюминиево-водородного состава (рис. 1). Верхне-Юрьевские источники, разгружающиеся на протяжении 600–700 м приурочены к разрушенной доледниковой постройке влк. Влодавца. Всего насчитывается около 30 основных выходов (на сентябрь 2009 г.ода) с общей разгрузкой 170 л/с. Дебиты отдельных источников колеблются от 0,5 до 10 л/с. Изучением химического состава этих термопроявлений и их геохимической роли в выносе растворенного вещества занимались многие исследователи. При этом вопросу о происхождении гидротерм уделялось значительно меньше внимания. Традиционно, по классификации В. В. Иванова, эти источники относятся к фумарольным термам глубинного формирования. Однако проведенное комплексное геохимическое исследование источников и сравнительный анализ с данными, полученными при исследовании гидротермальной системы вулкана Поас (Коста-Рика) [6] показало другой возможный путь их формирования.

Во время активизации вулкана Эбеко в 2005 г. на внешнем северо-восточном склоне Активной воронки сформировалось Июльской фумарольное поле [2]. Дренирующий данный участок ручей, питающийся талыми водами снежника, расположенного на юго-западной границе термоаномалии приобрёл специфический химический состав, подобный составу Верхне-Юрьевских термальных источников. Сходство сравниваемых водопроявлений заключается не только в принадлежности одному гидрохимическому типу вод, но и в полной идентичности количественных характеристик микрокомпонентного состава (табл. 1). Соотношение редких щелочных элементов (рис. 2) и профиль распределения редкоземельных элементов (рис. 3) также подобны.

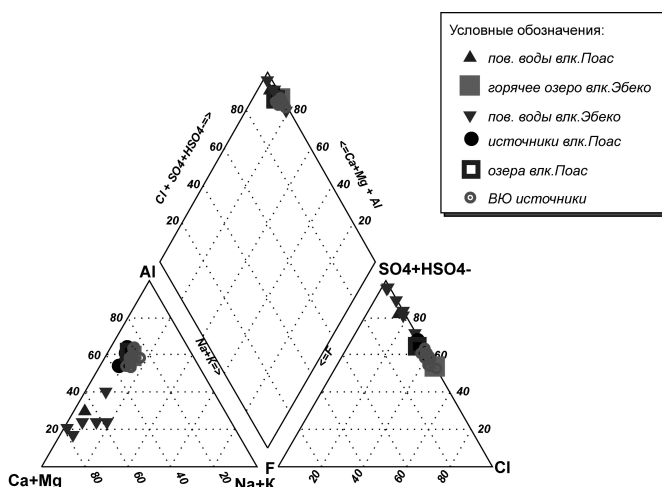


Рис. 1. Сводная диаграмма химического состава термальных вод влк. Эбеко и влк. Поас.

Таблица 1. Микроэлементный состав вод ручья Июльского и ВЮ источников, мкг/л

	ручей с Июльского поля влк. Эбеко	ВЮ-источники	
		ист. ручья Горячего	т. и. у уреза р. Юрьевой
Co	9,93	9,72	8,43
Ni	37,38	40,92	33,46
Cu	7,88	12,76	3,10
Mn	9673,92	9110,93	8200,84
Sr	2069,22	1985,81	2290,76
Zn	1367,00	1469,38	1402,93
Sc	130,09	130,55	131,51
Ti	71,46	74,24	108,26
Cr	257,87	251,39	234,94
Ba	117,25	120,84	110,16
Ga	143,58	143,70	166,91
Ge	38,59	38,64	39,06
As	783,44	810,37	662,81
Pb	370,16	389,25	333,22
Be	3,19	3,26	2,76
Zr	7,22	8,19	4,49
Nb	0,02	0,03	0,10
Mo	0,27	0,45	0,75
Ag	0,24	0,23	0,27
Cd	8,65	6,43	9,08
Sn	16,84	16,35	0,72
Sb	0,29	0,35	0,19
Au	0,27	0,16	0,21
W	0,12	0,26	0,02

После того, как питающий ручей снежник растаял, иссяк и ручей.

В межпараксизмальные периоды в кратерах вулкана Эбеко неоднократно образовывались озера, питающиеся также за счёт атмосферных осадков. Период существования их всегда ограничивался спокойным состоянием вулкана. Наиболее изученным из них является оз. Горячее, сформировавшееся во взрывной воронке извержения 1935 г. года в западной половине Среднего кратера и просуществовавшее чуть более 30 лет. Это было ультракислое (рН 1,5–1,7) термальное озеро площадью 18 500 м² и глубиной около 20 м с температурой воды в различных частях от 30 до 62° С [1, 5]. По его берегам и на дне разгружались многочисленные сольфатары. Средний химический состав озёрной воды был также близок к составу вод Верхне-Юрьевских источников (рис. 1). В результате извержения вулкана Эбеко в августе 1965 г. в течении одной недели озеро ушло [4]. До сих пор остаётся открытым вопрос, куда исчезло около 180 000 м³ воды, поскольку следов течения по склонам вулкана не было обнаружено. Возможно, и оз. Горячее и другие озера, существовавшие в кратерах вулкана, уходят под землю, где

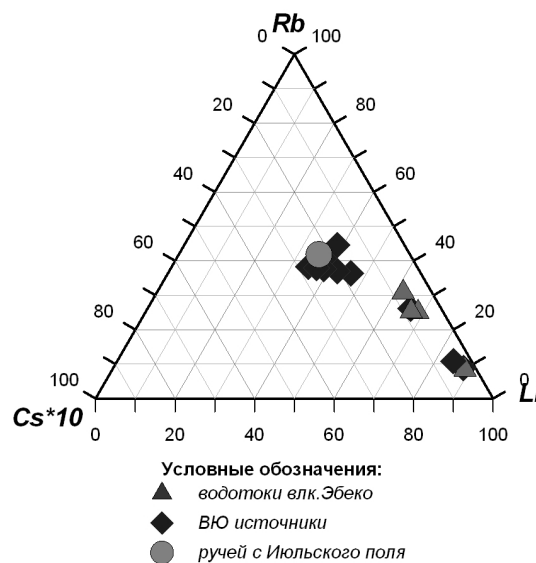


Рис. 2. Распределение редких щелочных элементов в термальных водах влк. Эбеко.

существуют благоприятные условия для водонакопления. Вероятнее всего, это «подвешенный» водоносный горизонт, расположенный в привершинной части вулкана, где за счёт частичного растворения высокоминерализованного глубинного флюида, содержащего значительную долю магматических газов, в аэрированных подземных водах происходит формирование ультракислых рассолов. Существование подобного подземного «озера» косвенно подтверждается геофизическими исследованиями, в результате которых на Северо-Восточном фумарольном поле была подсечена на глубине до 40 м область высокоминерализованных вод. Специфические климатические условия в привершинной части вулкана обеспечивают постоянное питание горизонта за счёт большого количества атмосферных осадков, а структурные, стратиграфические и топографические особенности вулкана Эбеко определяют ограниченный сток из «озера» в северо-западном направлении, разгружающийся на поверхности в виде Верхне-Юрьевских источников. Серия проницаемых крупнообломочных переслаивающихся лав формируют гидравлический канал между подземным «озером» и термальными источниками, разгружающимися в долине р. Юрьевой. Подобная картина наблюдается в районе действующего влк. Поас (Коста-Рика), где выявлено [6], что кратерное озеро гидравлически связано с кислыми хлоридно-сульфатными водами в северо-западной части вулкана. По химическому составу термальные воды влк. Поас схожи с изучаемыми гидротермами (рис. 1). Данные, полученные на основе изучения изотопов трития в термальных водах влк. Поас свидетельствуют о том, что поток ультракислых вод достигает области разгрузки всего за несколько лет.

Полученные данные могут быть использованы для построения модели гидрогеологической струк-

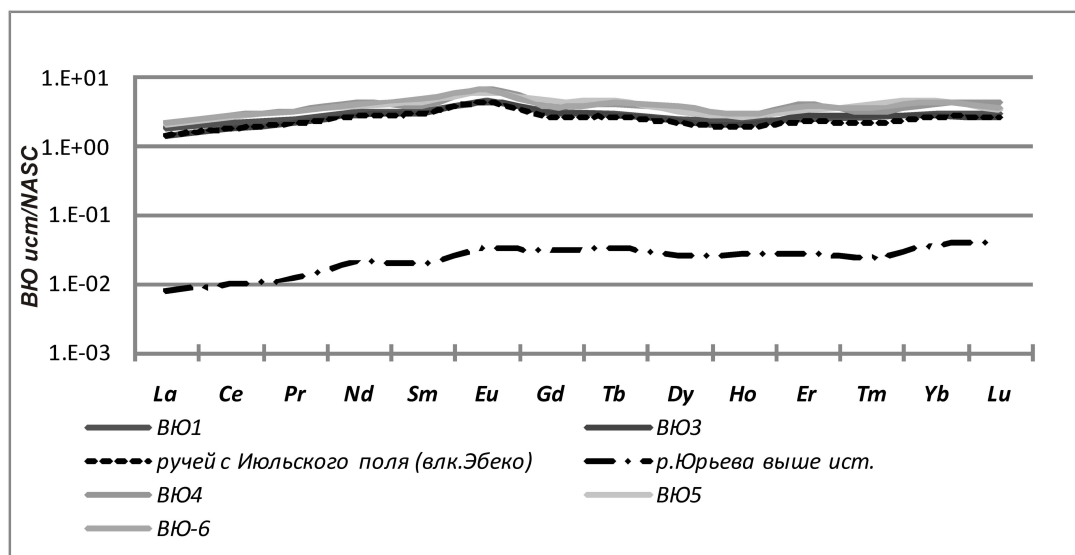


Рис. 3. Нормированный профиль содержаний редкоземельных элементов в термальных водах влк. Эбеко

туры вулкана Эбеко. Источником теплового питания [4] фумарол и гидротерм в районе вулкана Эбеко служит мощный комплекс даек и силлов, приуроченный к зоне растяжения приводораздельной части хребта Вернадского расположенный на глубине 1,5–2 км. Поступающее тепло обеспечивает конвекцию в привершинной гидротермальной системе, взаимодействие восходящего высокоминерализованного флюида с инфильтрационными метеорными водами зоны аэрации приводит к образованию подземного «озера» ультра кислых хлоридно-сульфатных рассолов, сток из которого происходит вниз по северо-западному склону вдоль проницаемого контакта между лавовыми потоками и выходит на поверхность в виде Верхне-Юрьевских источников.

Работа выполнена при поддержке гранта ДВО РАН (09-III-A-08-423).

Список литературы

1. Горшков Г. С. Действующие вулканы Курильской островной дуги // Тр.лаборатории вулканологии. Выпуск 13. 1958. С. 5–71.
2. Котенко Т. А., Котенко Л. В., Шапарь В. Н. Активизация вулкана Эбеко в 2005–2006 гг. (остров Парамушир, Северные Курильские острова) // Вулканология и сейсмология. 2007. № 5. С. 3–14.
3. Мелекесцев И. В., Двигало В. Н., Кирьянов В. Ю., и др. Вулкан Эбеко (Курильские ос-ва): история эруптивной активности и будущая вулканическая опасность. Ч2 // Вулканология и сейсмология. 1993. № 4. С. 24–41.
4. Новейший и современный вулканизм на территории России (под редакцией Лавёрова Н. П.). М: Наука. 2005. 604 с.
5. Храмова Г. Г. Кратерно-озёрные отложения: динамика формирования. Владивосток. 1987. 136 с.
6. Gary L. Rowe Jr, Susan L. Brantleya, Jose F. Fernandez, Andrea Borgia The chemical and hydrologic structure of Poas Volcano, Costa Rica // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 1995 № 64 С. 233–267.