

Особенности минералогии и гидрогеохимии термальных источников вулкана Баранского (о. Итуруп)

Цепенков Я.А.

Features of mineralogy and hydrogeochemistry of thermal springs of the Baransky volcano (Iturup Island)

Tsepenkov Ya.A.

Институт геологии и минералогии имени В.С. Соболева, г. Новосибирск;

e-mail: y.tsepenkov@g.nsu.ru

В работе рассматриваются особенности минералогии и гидрогеохимии термальных источников вулкана Баранского (о. Итуруп). Исследованы химический состав термальных вод и особенности процессов минералообразования в ультракислых вулканических растворах. Определены ключевые минеральные фазы и условия их формирования в окислительной среде.

Методы исследования

Полевые исследования на влк. Баранского проводились осенью 2021 г. в солнечную погоду без осадков. Пробы новообразованных минералов отбирались С.С. Волынкиным (ИНГГ СО РАН) в герметичные стерильные полиэтиленовые пакеты и пластиковые приемники. В 2024 г. минералогическое изучение новообразований проводилось методом отраженного света с использованием бинокля (Ломо МСП-2). После чего были приготовлены препараты на липком скотче. Дальнейшее изучение взаимоотношений минералов и определение химического состава выполнялись методом электронного сканирующего микроскопа MIRA 3 LMU (Tescan Ltd) с системой микроанализа INCA Energy 450+ XMax 80 (Oxford Instruments Ltd.). Инструментальные исследования были выполнены в ЦКП Многоэлементных и изотопных исследований ИГМ СО РАН.

Гидрогеохимия

Вулкан Баранского находится на самом крупном острове Курильской гряды – Итуруп. Это действующий вулкан, расположенный в центральной части острова, в северной части хребта Грозного [2]. Последнее извержение эксплозивно-эффузивного характера было зафиксировано в 1951 г., а в настоящее время вулкан характеризуется сольфатарной низкотемпературной (около 100 °С) деятельностью в виде парогазовых выходов на юго-западном кратере и на вершине вулканического конуса [5]. На склонах и у подножия вулкана Баранского находятся несколько термальных полей и групп источников. Основная активность термальных вод наблюдается на двух участках: в Старозаводском сольфатарном поле и в долине ручья Кипящий [4]. Одним из наиболее специфических типов термальных вод, которые разгружаются на склонах активных вулканов, являются ультракислые вулканические воды с pH менее 3, SO₄-Cl состава [1]. Преимущественно они встречаются вблизи эруптивных центров, где происходит выброс магматических газов на поверхность (кратеры, экструзивные купола и другие образования). Основным процесс формирования ASC-вод заключается в конденсации вулканических паров в близповерхностных условиях и/или растворении «кислых» магматических газов (SO₄, Cl, HF) в аэрированных подземных водах, что приводит к образованию кислотных смесей [3].

На рис. 1 представлен химический состав конденсатов и растворов из кипящего котла, взятого из истока р. Кипящая, красного водопада на ручье по пути на влк. Баранского, а также конденсаты из фумарол поля Старозаводского. Как можно увидеть по диаграммам, большинство вод – Na, Ca, K-типа. Ионы Fe и Mg также составляют значительные доли состава вод, что приводит к формированию характерных образований в виде рудных минералов. На диаграмме РК-1 можно отметить большое содержание ионов SO₄, NO₃ и Cl, а также содержание ионов Zn, Mn, P, As и Sr. Конденсат пробы ФП-К/1, аналогично, обогащен ионами SO₄ и Cl и

содержит ионы P, As и Fe. Конденсаты из фумарол характеризуются наличием марганца, железа и мышьяка. По полученным данным также были отмечены следующие характеристики:

1. Показатели кислотности варьировали от 1 до 3, что соответствует составу ультракислых вод.

2. Окислительно-восстановительный потенциал варьирует от 270 до 60 милливольт, что соответствует окислительной обстановке, при взаимодействии с атмосферным воздухом.

3. Температура от первых градусов Цельсия – из холодных источников, до 100 °С – из фумарол.

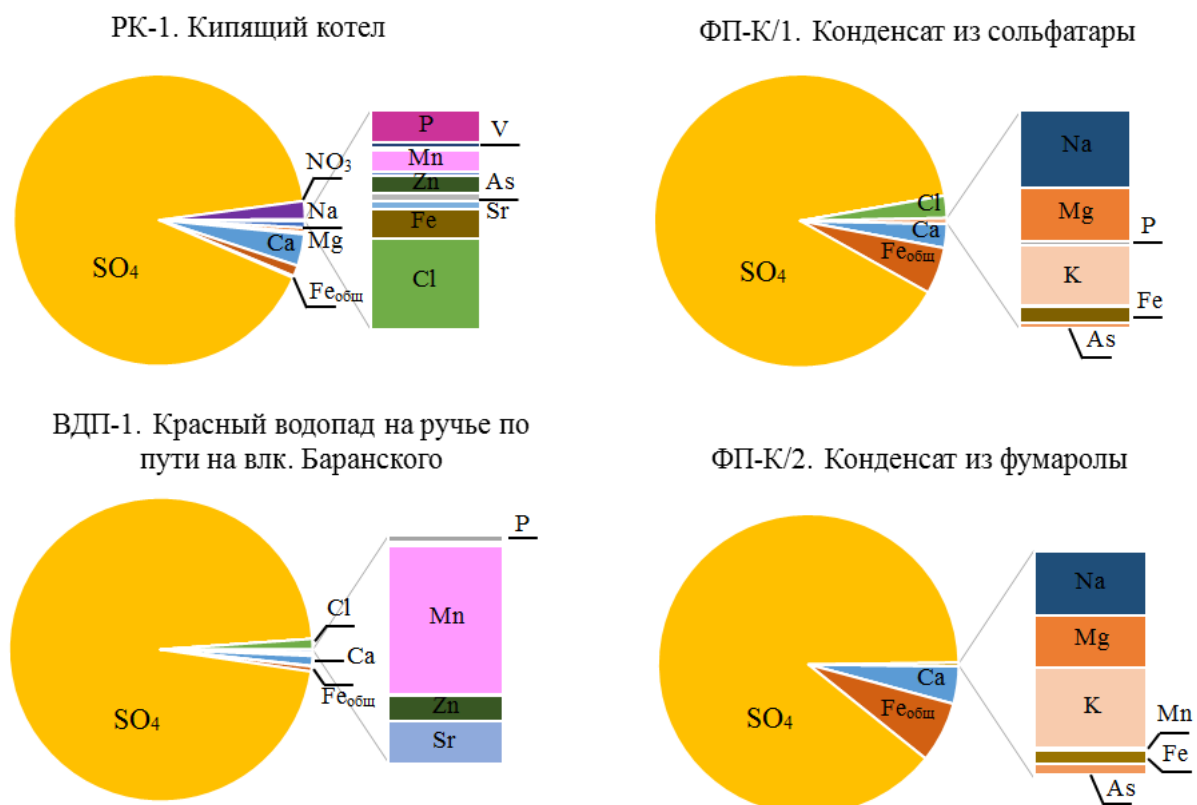


Рис 1. Диаграммы процентного содержания ионов элементов из конденсатов и растворов.

Минералогия

Исходя из данных, полученных при рентгеноспектральном анализе, можно отметить, что новообразованные минералы отобранных образцов представлены, главным образом, сульфатами, гидросульфатами и серой. На рис. 2 изображены несколько снимков минералов. Идиоморфные кристаллы барита содержат примеси Pb и Sr. В кристаллах шестоватого гипса примесей не обнаружено. Кроме того, встречены неидентифицированные фазы: водный сульфат меди с примесью цинка, цирконий-содержащие фазы с незначительными примесями гафния, иттрия, тория, неодима. По данным рентгеноструктурного анализа, в изученных образцах присутствуют: кокумбит и копиапит (гидросульфаты железа), минамит (алюмо-гидросульфат кальция и натрия) и кремерсит (водный хлорид железа, калия и аммония).

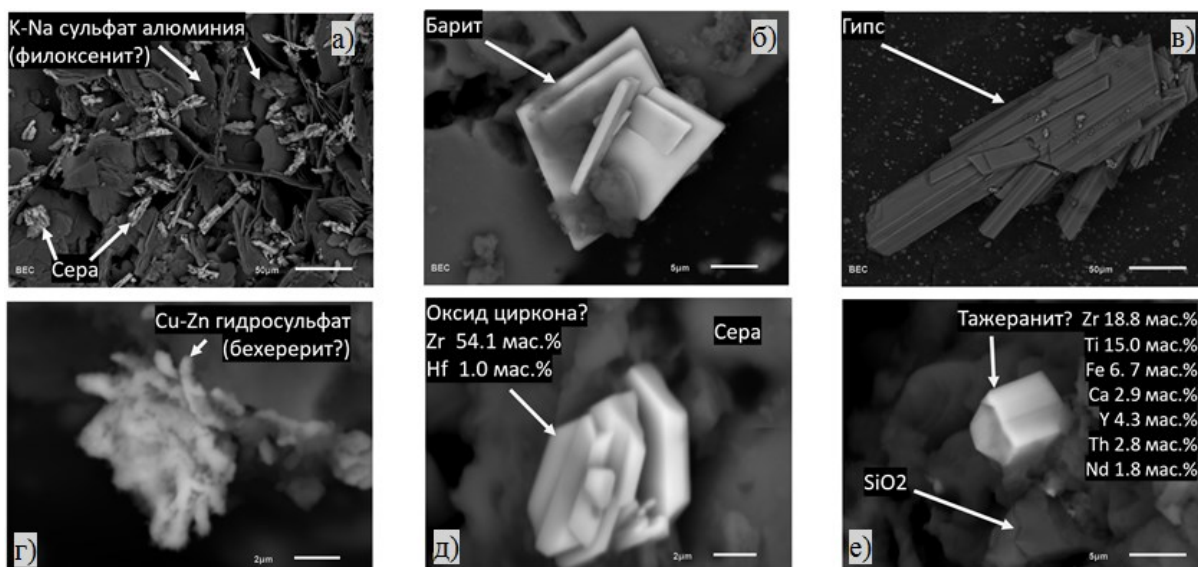


Рис 2. Минеральные фазы из конденсатов: а) К-Na сульфат алюминия; б) барит; в) гипс; г) Cu-Zn гидросульфат; д) оксид циркона с примесями Hf; е) неидентифицированная Ti-Zr фаза с примесями Th и Nd.

Выводы:

1. Термальные воды вулкана Баранского имеют ультракислый состав и относятся преимущественно к Na-Ca-K типу с повышенным содержанием Fe, Mg, As, Sr, Zn, Cu.
2. Новообразованные минералы представлены в основном сульфатами и водными сульфатами.
3. Помимо сульфатов обнаружены цирконий-содержащие минералы с примесями редкоземельных элементов.
4. Формирование описанной минерализации происходит в окислительной обстановке, при взаимодействии с атмосферным воздухом.

Список литературы

1. Бортникова С.Б., Бессонова Е.П., Гора М.П. и др. Газогидротермы активных вулканов Камчатки и Курильских островов: состав, строение, генезис / Отв. ред. О.Л. Гаськова, А.К. Манштейн. Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2013. 282 с.
2. Горшков Г.С. Вулканизм Курильской островной дуги / Вед. ред. К.Н. Рудич М.: Наука, 1967. 287 с.
3. Жарков Р.В. Термальные источники Южных Курильских островов / Отв. ред. О.В. Чудаев. Владивосток: Дальнаука, 2014. 378 с.
4. Калачева Е.Г., Таран Ю.А., Котенко Т.А. и др. Ультракислые сульфатно-хлоридные воды вулкана Баранского (о. Итуруп, Курильские о-ва). Состав и вынос магматических и породообразующих компонентов // Вулканология и сейсмология. 2022. № 5. С. 31-48. <https://doi.org/10.31857/S0203030622050054>
5. Таран Ю.А., Знаменский В.С., Юрова Л.М. Геохимическая модель гидротермальных систем вулкана Баранского (о-в Итуруп, Курильские острова) // Вулканология и сейсмология. 1995. № 4/5. С. 95-115.