

**Оценка плотности потока ртути на площади термальных полей Кошелевского вулканического массива (Южная Камчатка)**

*Нуждаев А.А.*

**Estimation of specific output mercury in the area of thermal fields of the Koshelevsky volcanic complex (Southern Kamchatka)**

*Nuzhdaev A.A.*

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

*e-mail: envi@kscnet.ru*

В работе приводятся оценки накопления ртути в приповерхностных горизонтах крупных термальных полей Кошелевского вулканического массива, расчет объемов выноса и плотности потока ртути с площади рассматриваемых термальных полей.

**Объект исследования**

Кошелевский вулканический массив расположен на юге Камчатки. На его площади расположены два крупных термальных поля: Верхне-Кошелевское и Нижне-Кошелевское (рисунок) [1, 6].

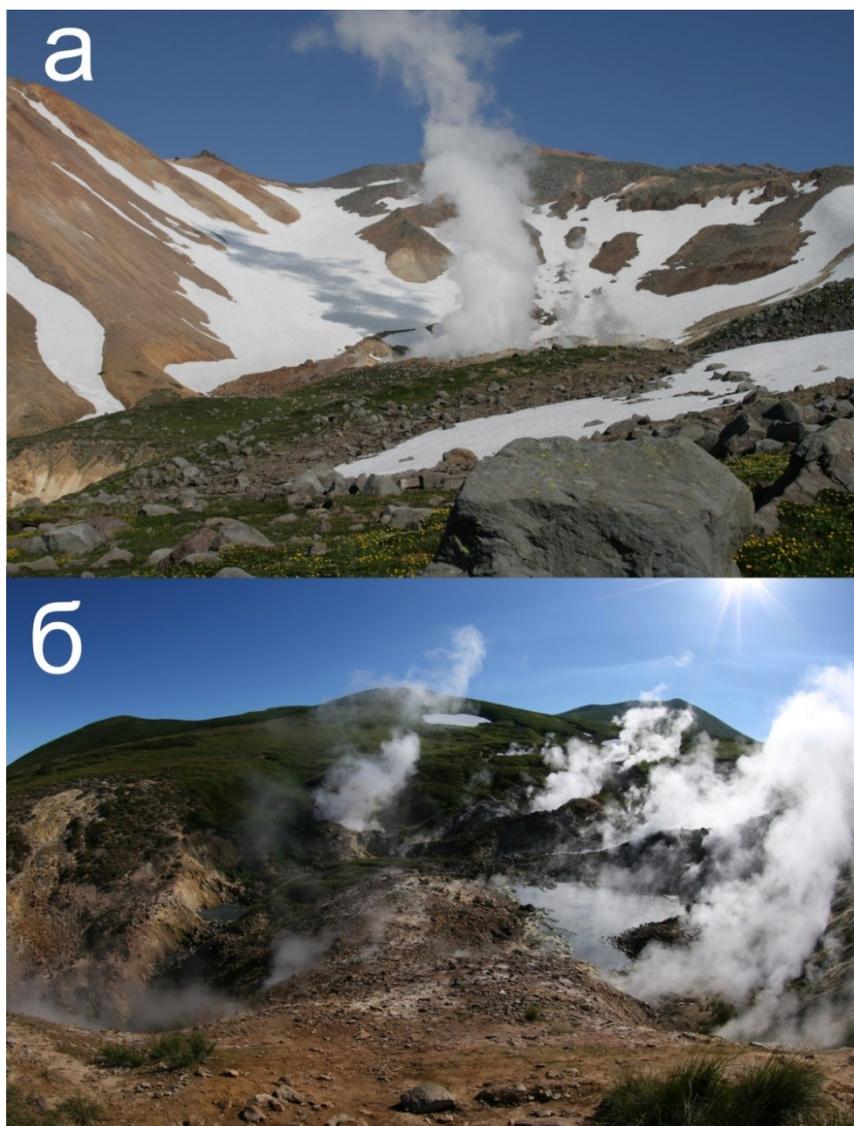


Рисунок. Термальные поля Кошелевского вулканического массива. а – Верхне-Кошелевское; б – Нижне-Кошелевское. Фото автора.

Изучение поведения ртути на крупных термальных полях Кошелевского вулканического массива ведется в течение многих лет, и в результате получен обширный фактический материал, указывающий на то, что для исследуемых территорий характерны высокие концентрации Hg, здесь происходит современное поступление и накопление этого элемента [4, 5]. Однако вопрос о количестве накопленной и объемах вынесенной ртути остается открытым.

Глинистая толща, широко развитая на поверхности термальных полей Кошелевского вулкана, является средой наиболее интенсивного накопления ртути [2, 3], в связи с чем была сделана попытка рассчитать объемы глинистой толщи и количество накопленной ртути в пределах термальных полей.

### **Оценка площади термальных полей**

На рассматриваемых термальных полях в разные годы (2008 г. на Верхне-Кошелевском и в 2018 г. на Нижне-Кошелевском) была выполнена площадная температурная съемка. Измерения проводились на глубине 50-70 см (+/-10 см) по единой методике. Площадь, рассчитанная по границе 20 °С изотермы, составляет ~51 000 м<sup>2</sup> для Нижне-Кошелевского и ~60 000 м<sup>2</sup> для Верхне-Кошелевского термального поля.

### **Оценка объемов глинистой толщи**

В ходе многолетних полевых работ на термальных полях Кошелевского вулканического массива были получены данные с 25 различных выработок, пройденных в глинистой толще (21 на площади Нижне-Кошелевского поля и 4 на Верхне-Кошелевском). По имеющимся данным, мощность глинистой толщи на данных полях составляет в среднем от 1.5 до 3 м. Учитывая невыдержанность глинистой толщи по мощности на площади поля, для дальнейших расчетов была принята условная средняя мощность глинистой толщи 2 м. Таким образом, зная площадь поля и мощность глинистой толщи, можно сделать «грубую» оценку ее объемов на рассматриваемых термальных полях: она составляет 102 000 м<sup>3</sup> для Нижне-Кошелевского и 120 000 м<sup>3</sup> для Верхне-Кошелевского.

### **Концентрации ртути в глинистой толще**

В результате опробования разрезов глинистой толщи на термальных полях Кошелевской гидротермальной системы был проанализирован 161 образец с Нижне-Кошелевского и 40 с Верхне-Кошелевского термального поля. Концентрация ртути в глинистой толще колеблется в широких пределах от 0.1 до 78 мг/кг для Нижне-Кошелевского, и от 0.48 до 3.5 мг/кг для Верхне-Кошелевского термального поля. Средние значения концентрации для Нижне- и Верхне-Кошелевского термальных полей составляют 5.59 мг/кг и 1.55 мг/кг, соответственно.

**Оценка количества накопленной ртути.** Для дальнейших расчетов использовалась средняя плотность глин 1.6 г/см<sup>3</sup> [7]. Согласно приведенной выше оценке объемов и плотности, была подсчитана масса глинистой толщи; также была оценена масса содержащейся в ней ртути: Нижне-Кошелевском поле она может составлять около 750 кг, а на Верхне-Кошелевском – порядка 300 кг.

**Оценка современного выноса ртути с площади поля.** Зная объемы выносимого с поля пара [1], его влагонасыщение и концентрации ртути в конденсатах пара, можно рассчитать ее вынос с площади поля. Произведенный расчет показывает, что с Нижне-Кошелевского поля парогазовыми струями выносятся порядка 5.5 кг Hg в год, а с Верхне-Кошелевского – порядка 4.6 кг в год.

**Вынос ртути, плотность потока.** Приведенные выше расчеты показывают, что в процессе гидротермальной активности гидротермальными растворами с термальных полей в виде пара в атмосферу выносятся большое количество ртути. Для

количественной оценки объемов выброса ртути с термальных полей Кошелевской гидротермальной системы, было рассчитано значение потока выноса ртути парогазовыми струями на единицу площади поля. Зная площадь поля, объемы выносимого с поля пара, концентрацию ртути в конденсатах пара, а также количество конденсата, получаемого с единицы объема пара, получаем, что для термальных полей Кошелевской системы эти значения составляют  $2.9 \cdot 10^{-4}$  г/(сут·м<sup>2</sup>) для Нижне-Кошелевского и  $2.1 \cdot 10^{-4}$  г/(сут·м<sup>2</sup>) для Верхне-Кошелевского термального поля.

### **Заключение**

Таким образом, в результате проведенной работы впервые были посчитаны объемы накопления ртути в глинистой толще на поверхности термальных полей Кошелевского вулканического массива, оценены объемы ее выноса парогазовыми струями, рассчитаны значения плотности потока Hg для Нижне- и Верхне-Кошелевского термальных полей.

### **Список литературы**

1. *Вакин Е.А., Декусар З.Б., Сережников А.И., Спиченкова М.В.* Гидротермы Кошелевского вулканического массива. В кн.: Гидротермальные системы и термальные поля Камчатки / Отв. ред. В.М. Сугробов. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 58-84.
2. *Нуждаев А.А., Кузнецов Р.А., Чернов М.С.* Оценка объемов глинистой толщи и содержаний в ней ртути в пределах Восточно-Паужетского термального поля // Вулканизм и связанные с ним процессы. Материалы XXIV ежегодной научной конференции, посвященной дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский, 2021. С. 139-141.
3. *Нуждаев А.А.* Поведение ртути на современных термальных полях Южной Камчатки // Материалы XII Международной школы по наукам о Земле имени профессора Л.Л. Перчука (ISES-2020). Петропавловск-Камчатский, 2020. С. 37-37.
4. *Рычагов С.Н., Нуждаев А.А., Степанов И.И.* Поведение ртути в зоне гипергенеза геотермальных месторождений (Южная Камчатка) // Геохимия. 2009. №. 5. С. 533-542.
5. *Рычагов С.Н., Нуждаев А.А., Степанов И.И.* Ртуть как индикатор современной рудообразующей газо-гидротермальной системы // Геохимия. 2014. №. 2. С. 145-157. DOI: 10.7868/S001675251312008X
6. *Сережников А.И.* Современная гидротермальная деятельность в районе Кошелевского вулкана и ее соотношение с вулканическими процессами // Геодинамика вулканизма и гидротермального процесса. Петропавловск-Камчатский. 1974. С. 124-125.
7. *Frolova J.V.* Alteration of volcanic rocks on the geothermal fields of Kuril-Kamchatka arc. In: Volcanic Rocks and Soils. Taylor & Francis Group, CRC Press/Balkema London, UK. London, UK, 2016. P. 109-113. DOI: 10.1201/b18897-11