

## ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Калачевой Елены Геннадьевны «УЛЬТРАКИСЛЫЕ СУЛЬФАТНО-ХЛОРИДНЫЕ ВОДЫ ВУЛКАНО-ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ СИСТЕМ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ» на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 – Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Работа актуальна в связи с необходимостью полноценного освоения Курильских островов и понимания гидрогеологических условий формирования гидротермальных систем на островах с активной вулканической деятельностью. К числу достижений автора, характеризующихся научной новизной, можно отнести следующие:

1. Осуществлено гидрохимическое опробование разгрузок 22-х основных групп ультракислых ( $\text{pH} < 3$ ) сульфатно-хлоридных термальных ASC источников Курильской вулканической дуги протяженностью 1200 км.

2. Предложена концептуальная модель формирования химического состава ASC разгрузок за счет смешения магматических газов ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{HCl}$ ) с метеорной водой, с долей магматической составляющей до 15-20%

3. Анализ изотопного состава воды ( $^2\text{H}$   $^{18}\text{O}$ ) показал эффективность использования диаграммы Крейга для количественного определения магматической и метеорной составляющих ASC разгрузок.

4. Сопоставление концентраций элементов (в том числе редкоземельных) в ASC разгрузках с концентрациями в основных типах вулканических горных пород (андезиты) показало существенное обогащение ASC растворов ( $\text{Li}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Cs}$ ), что указывает на возможную парагенетическую связь формирования редкоземельных месторождений с участками циркуляции ASC флюидов.

### Замечания:

1. В а/р отсутствуют гидрогеологические разрезы и карты, поясняющие условия циркуляции геофлюидов в рассматриваемых гидротермальных системах, что ограничивает область исследования только разгрузками ASC вод.

2. Не раскрыта методика и достоверность оценок расходов воды в водотоках, которые затем используются для расчета массовых расходов выноса хлоридов, сульфатов и других растворенных компонентов.

3. Непонятно, в чем заключается смысл методики прогноза извержения вулкана Эбеко по гидрохимическим и гидроизотопным ( $^2\text{H}$   $^{18}\text{O}$ ) данным, если этот вулкан находится практически в режиме ежедневных дискретных фреатомагматических и вулканических извержений с мая 2023 г. Если Эбеко работает в режиме вулкано-гейзера, то рекомендуется применить хлоридно-трассерный метод, описанный в работе A.V. Kiryukhin, A.Y. Polyakov, N.B. Zhuravlev, N. Tsuchiya, T.V. Rychkova, O.O. Usacheva, I.K. Dubrovskaya, 2022. Dynamics of natural discharge of the hydrothermal system and geyser eruption regime in the Valley of Geysers, Kamchatka. Applied Geochemistry. 136, 105166.



4.В таблице 3.1 химического состава ASC вод нет данных по  $\text{SiO}_2$ . Силикатный и катионные геотермометры не применялись для оценок температуры в рассматриваемых гидротермальных системах, что ограничило возможный диапазон оцениваемых параметров.

5. Не обнаружил в а/р данных по массовым расходам ASC разгрузок, представленных в табл. 3.1. Насколько значима доля ASC разгрузки в суммарной разгрузке рассматриваемых гидротермальных систем?

Несмотря на замечания, диссертация «УЛЬТРАКИСЛЫЕ СУЛЬФАТНО-ХЛОРИДНЫЕ ВОДЫ ВУЛКАНО-ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ СИСТЕМ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ», представленная на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 – Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых, соответствует п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г №842 (ред. от 26.09.2022), а ее автор Калачева Елена Геннадьевна заслуживает присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 – Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Кирюхин Алексей Владимирович  
Доктор-геол.-мин. наук,  
Профессор, главный научный сотрудник лаборатории  
тепломассопереноса



Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН  
683006 Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа 9  
E-mail: AVKiryukhin2@mail.ru Тел.: 896221718113

Я, Кирюхин Алексей Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку

17.04.2025 г.



Кирюхина А.В.

заверяю.

В.И. Мамонтов Е.В.