

Выпаривание поровых растворов из глин термальных полей южной Камчатки: образование водорастворимых солей

Сергеева А.В., Житова Е.С., Нуждаев А.А.

ИВУС ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский zhitova_es@mail.ru

Образцы глин были отобраны из 23 точек на поверхности Южно-Камбального, Нижне-Кошелевского и Восточно-Паужетского термальных полей (все южная Камчатка, Россия) из несколько различных локальных обстановок: устья парогазовых струй ($T = 84\text{--}97\text{ }^\circ\text{C}$), борта грязеводных котлов ($T = 24\text{--}84\text{ }^\circ\text{C}$) и прогретые грунты ($T = 16\text{--}77\text{ }^\circ\text{C}$). После чего из них были получены водные вытяжки, которые выпаривались в сушильном шкафу при температуре от 70 до 100 $^\circ\text{C}$. Полученные соли идентифицировались методами порошковой рентгеновской дифракции и инфракрасной спектроскопии.

Среди исследованных образцов идентифицированы фазы, минеральными аналогами которых являются чермигит, $(\text{NH}_4)\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$; галотрихит, $\text{FeAl}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$; пиккерингит, $\text{MgAl}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$; билинит, $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$; буссенготит, $(\text{NH}_4)_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; масканьит, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; гипс, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; коктаит, $(\text{NH}_4)_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$; Na-квасцы, $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$; алуноген, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 17\text{H}_2\text{O}$; мелантерит, $\text{Fe}^{2+}(\text{H}_2\text{O})_6\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$; ромбоклаз, $(\text{H}_5\text{O}_2)\text{Fe}^{3+}(\text{SO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; вантгоффит, $\text{Na}_6\text{Mg}(\text{SO}_4)_4$; кокимбит, $\text{AlFe}_3(\text{SO}_4)_6(\text{H}_2\text{O})_{12} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; метавольтин, $\text{Na}_6\text{K}_2\text{FeFe}_6(\text{SO}_4)_{12}\text{O}_2 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$. Исходя из солевого состава, был выполнен расчет pH поровых растворов.

Для точек с наиболее кислыми поровыми растворами (pH до 2) характерно образование сульфатов Fe^{3+} : кокимбит, билинит, ромбоклаз. При небольшом повышении pH порового раствора (до 2.5) встречена ассоциация сульфата Fe^{3+} – ромбоклаза с сульфатами Al или Fe^{2+} : алуногеном, мелантеритом, вантгоффитом, пиккерингитом, буссенготитом.

Наибольшее число точек соответствует интервалу pH от 3.8 до 4.5. Для диапазона значений pH 4.0–4.5 характерно образование (а) чистого чермигита (pH = 4.2); (б) ассоциации чермигит, буссенготит, +/- гипс при pH 4.2–4.4, и более комплексной ассоциации (по 5 точкам) (в): квасцы, галотрихит/пиккерингит, мелантерит/масканьит, буссенготит/гипс в диапазоне pH 4.0–4.4. Растворы с pH = 4.0 дают такие ассоциации, как (г) галотрихит, пиккерингит, гипс и (д) чермигит, Na-квасцы, билинит. Ассоциация (е): галотрихит, чермигит, алуноген кристаллизуется из раствора с pH 4.1. Для точки с наиболее высоким для данной серии pH = 4.5 характерна ассоциация (ж): гипс, масканьит, Na-квасцы, галотрихит, пиккерингит. Наибольшее разнообразие сульфатов аммония зафиксировано при выпаривании порового раствора pH от 5.6 до 5.9.

По типам термопроявления наибольшее разнообразие pH поровых растворов и выпаренных солей относится к прогретым грунтам, что характерно для всех трех изученных термальных полей. Так, вариации pH порового раствора прогретых грунтов составляют 2.5–5.6 для Южно-Камбального, 3.9–4.4 для Восточно-Паужетского и 1.7–5.7 для Нижне-Кошелевского термальных полей. Наиболее высокие значения pH характерны для устьев парогазовых струй: от 4.4 до 5.9.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых кандидатов наук в рамках проекта МК-3246.2019.5.