

Минералого-химические характеристики гидротермально-измененных пород Третьяковских источников (остров Кунашир, Курильские острова, Россия)

Топчиева О.М., Назарова М.А.

Mineralogical and chemical characteristics of hydrothermally altered rocks of the Tretyakov springs (Kunashir Island, Kuril Islands, Russia)

Topchieva O.M., Nazarova M.A.

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

e-mail: topchieva2011@mail.ru

В работе приводятся новые данные о минералогическом и химическом составе гидротермально-измененных пород ручья Третьякова. Авторами уже проводились исследования редкоземельных минералов, выявленных в данном районе в 2017 г. Цель работы – выявить минеральную ассоциацию монацита и ксенотима.

Район работ

Район источников сложен эффузивно-туфогенными породами четвертичного возраста, которые подстилаются неогеновыми туфогенными песчаниками и конгломератами, относящимися к рыбаковской свите (N₁₋₂) [3]. Исследуемая территория характеризуется современной гидротермальной деятельностью, которая изучалась следующими авторами: [1, 2, 4-8].

Отбор проб производился в 2020 г. в районе вулкана Менделеева с бортов руч. Третьякова, которые представлены вмещающими рыхлыми гидротермально переработанными породами (рисунок).

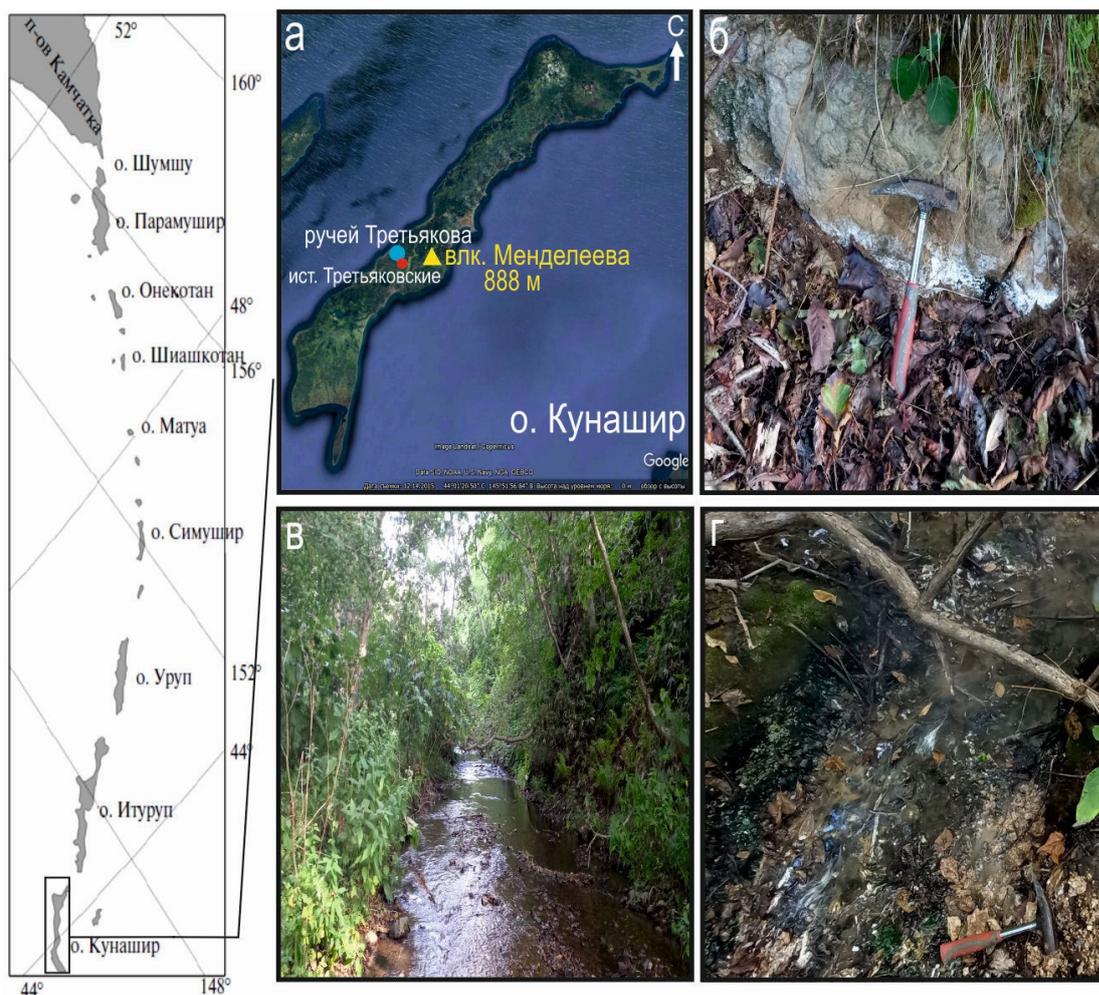


Рисунок. Место расположения Третьяковских источников (а); борт ручья Третьякова (б); ручей Третьякова (в); гидротермальный котел Третьяковских источников (г).

Результаты исследований

Рентгенофлуоресцентный анализ проб проведен на приборе PIONEERS4, аналитики Н.Ю. Курносова, В.М. Рагулина, Н.И. Чеброва. По результатам анализов, вмещающие породы подверглись значительной гидротермальной переработке, отмечается повышенное содержание SiO_2 – до 87.52 вес. % (таблица).

Таблица. Химический состав гидротермальных пород Третьяковских источников (в вес. %)

№	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	nnn	Σ
1	87.5	0.1	2.1	0.6	0.7	0.0	0.3	0.0	0.7	0.4	0.0	5.6	98.1
2	47.9	0.9	12.5	6.6	0.5	0.1	0.7	2.7	1.3	2.8	0.1	5.9	82.0
3	63.4	0.7	14.7	3.0	2.7	0.2	3.2	3.0	2.6	1.3	0.1	4.9	99.7
4	72.1	0.4	14.1	0.7	0.8	0.0	0.3	0.1	2.7	2.3	0.0	3.6	97.2
5	74.4	0.5	15.1	1.4	0.3	0.0	0.3	0.1	2.4	1.8	0.0	4.2	100.6
6	76.4	0.4	8.7	0.8	2.0	0.1	0.3	2.0	3.7	0.4	0.1	3.1	98.0
7	78.3	0.3	7.2	1.5	1.7	0.0	0.1	0.1	1.9	3.1	0.1	3.8	98.0

Рентгендифрактометрические исследования поликристаллических порошковых проб проводились на приборе XRD-7000 (Shimadzu), аналитик М.А. Назарова. Также образцы исследовались с помощью электронно-зондового микроанализа с использованием сканирующего электронного микроскопа TESCANVEGA 3 (U=20 кВ), аналитик С.В. Москалева.

Гидротермальные породы Третьяковских источников представлены двадцатью четырьмя минералами:

Интерметаллиды

Fe/Cr/Ni

Окислы

Опал $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Кварц SiO_2

Рутил TiO_2

Ильменит FeTiO_3

Титаномагнетит Fe_2TiO_4

Диаспор AlO_2

Сульфиды

Пирит FeS_2

Хлориды

Галит NaCl

Сульфаты

Барит BaSO_4

Алунит $\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$

Гипс $\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Ярозит $\text{KFe}^{3+}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$

Фосфаты

Иттриевый ксенотим $\text{Y}(\text{PO}_4)$

Цериевый монацит $\text{Ce}(\text{PO}_4)$

Силикаты

Монтмориллонит

$(\text{Na}, \text{Ca})_{0.33}(\text{Al}, \text{Mg})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Хлорит $(\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot (\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{OH})_6$

Циркон ZrSiO_4

Хлоритоид $\text{Fe}^{2+}\text{Al}_2\text{O}(\text{SiO}_4)(\text{OH})_2$

Клинохлор $\text{Mg}_5\text{Al}(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_8$

Анортоклаз $(\text{Na}, \text{K})\text{AlSi}_3\text{O}_8$

Санидин $\text{K}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$

Мусковит $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$

Гидробиотит

$\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_6((\text{Si}, \text{Al})_8\text{O}_{20})(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Выводы

На основании вышеприведенных исследований выявлено, что данная минеральная ассоциация характерна для редкоземельных минералов. По данным [6], монацит образуется в высокотемпературных гидротермальных условиях, а ксенотим – в низкотемпературных. Эти данные свидетельствуют о том, что изучаемая территория подвергалась в течение длительного времени (N_{1-2}) различным гидротермальным процессам, которые продолжают и в настоящее время.

Коллектив авторов благодарит оператора сканирующего электронного микроскопа (TESCAN VEGA 3) С.В. Москалеву, аналитиков рентгенофлуоресцентного анализа Е.В. Карташеву, Н.Ю. Курносову, В.М. Рагулину, Н.И. Чеброву. Исследования проводились в рамках НИР ИВиС ДВО РАН № FWME-2024-0006.

Список литературы

1. *Жарков Р.В.* Термальные источники южных Курильских островов / Отв. ред. О.В. Чудаев. Владивосток: Дальнаука, 2014. 378 с.
2. *Калачева Е.Г., Таран Ю.А., Котенко Т.А. и др.* Гидротермальная система вулкана Менделеева, о. Кунашир, Курильские острова: геохимия и вынос магматических компонентов // Вулканология и сейсмология. 2017. № 5. С. 18-35.
3. *Ковтунович П.Ю., Сафронов А.Д., Удодов В.В. и др.* Государственная геологическая карта масштаба 1:200 000 / Отв. ред. В.К. Ротман. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская картографическая фабрика ВСЕГЕИ. 2002. С. 12-30.
4. *Лебедев Л.М., Зотов А.В., Никитина И.Б. и др.* Современные процессы минералообразования на вулкане Менделеева (о-в Кунашир) / Отв. ред. Ф.В. Чухров. Москва: Наука. 1980. 176 с.
5. *Мархинин Е.К., Стратула Д.С.* Гидротермы Курильских островов / Отв. ред. В.М. Сугробов. Москва: Наука, 1977. 212 с.
6. *Семенов Е.И.* Минералогия редких земель / Отв. ред. Л.С. Тарасов. Москва: АН СССР, 1963. 412 с.
7. *Топчиева О.М., Назарова М.А.* Редкоземельные минералы пород ручья Третьякова (остров Кунашир, Курильские о-ва, Россия) // Материалы XXV ежегодной научной конференции, посвященной Дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский, 30-31 марта 2022 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2022. С. 164-166.
8. *Шиловских В.В., Хворов П.В., Топчиева О.М. и др.* Минералогия гидротермально измененных пород Третьяковских источников о. Кунашир (Курильские о-ва, Россия) // Материалы XII международной школы по наукам о Земле имени профессора Л.Л. Перчука. Петропавловск-Камчатский, 11-15 сентября 2020 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2020. С. 61.