

**Рутил и трипугиит в эксгальциях активных фумарол вулкана Толбачик
(Камчатка)****Научный руководитель – Пеков Игорь Викторович****Сандалов Федор Дмитриевич***Студент (бакалавр)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Геологический факультет, Кафедра минералогии, Москва, Россия

E-mail: fyodor.sandalov@yandex.ru

В активных фумаролах Арсенатной [2] и Ядовитой на Втором шлаковом конусе Северного прорыва Большого трещинного Толбачинского извержения 1975-76 гг. (вулкан Толбачик, Камчатка) [1] установлен рутил TiO_2 , образовавшийся вулканогенно-эксгальционным путем, вероятно, в результате прямого осаждения из горячего газа ($t > 300-400^\circ C$). Он оказался широко распространен в некоторых минеральных ассоциациях возгонов, где представлен как вростками в гематите и калиевом полевом шпате, так и кристаллами свободного роста в полостях. Встречаются агрегаты коленчатых двойников рутила размером до 0.05 мм, одиночные кристаллы длиннопризматического и игольчатого облика. Параметры тетрагональной элементарной ячейки рутила из фумаролы Арсенатной, рассчитанные из порошковой рентгенограммы: $a = 4.608(1)$, $c = 2.981(1)$ Å, $V = 63.3(2)$ Å³. Химический состав минерала изучен с помощью электронно-зондового микроанализатора в Лаборатории локальных методов исследования вещества на кафедре петрологии МГУ имени М.В. Ломоносова. Фумарольный рутил Толбачика содержит различные примеси (мас.%): MgO до 0.1, ZnO до 0.4, CuO до 1.9, Al₂O₃ до 1.9, Cr₂O₃ до 2.1, Fe₂O₃ до 26.9, SnO₂ до 11.8, Sb₂O₅ до 52.5. Для эксгальционного рутила установлены следующие схемы изоморфизма: $3Ti^{4+} \rightarrow 2M^{5+} + M^{2+}$, $Ti^{4+} \rightarrow Sn^{4+}$, $2Ti^{4+} \rightarrow M^{5+} + M^{3+}$, где $M^{5+} = Sb$, $M^{3+} = Fe, Al, Cr$, а $M^{2+} = Mg, Zn, Cu$. Примеси железа и сурьмы являются наиболее существенными. В образцах из фумаролы Ядовитой установлен протяженный изоморфный ряд между рутилом и изоструктурным ему трипугиитом $Fe^{3+}Sb^{5+}O_4$. Количество Sb₂O₅ в минералах этого ряда из Ядовитой достигает 52.5 мас.%, что соответствует 0.357 атома на формулу (а.ф.) Sb (формула рассчитана на один атом металла), а количество Fe₂O₃ - 26.9 мас.% = 0.371 а.ф. Fe. Эмпирическая формула самого богатого Sb и Fe образца титанистого трипугиита, обнаруженного нами, такова: $(Fe_{0.741}Sb_{0.714}Ti_{0.460}Sn_{0.064}Al_{0.017}Cr_{0.004})_{\Sigma_{\text{металлы}}=2.000}O_{3.976}$. Гетеровалентная (трипугиитовая) схема изоморфизма с участием сурьмы и железа в толбачинском рутиле проявлена шире и встречается даже чаще, чем изовалентный изоморфизм между титаном и оловом. *Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 18-05-00051.*

Источники и литература

- 1) Большое трещинное Толбачинское извержение, Камчатка, 1975-1976 / Под ред. С.А. Федотова. М.: Наука, 1984. 633 с.
- 2) Pekov I.V., Zubkova N.V., Yapaskurt V.O., Belakovskiy D.I., Lykova I.S., Viggasina M.F., Sidorov E.G., Pushcharovsky D.Yu. New arsenate minerals from the Arsenatnaya fumarole, Tolbachik volcano, Kamchatka, Russia. I. Yurmarinite, Na₇(Fe³⁺,Mg,Cu)₄(AsO₄)₆. Mineralogical Magazine, 2014, 78(4), p. 905-917.