

Министерство образования и науки Российской Федерации
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Отделение наук о Земле РАН
РОССИЙСКОЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО



ГОДИЧНОЕ СОБРАНИЕ РМО
**«Минералого-геохимические исследования для решения
проблем петро- и рудогенеза, выявления новых видов
минерального сырья и их рационального
использования»**
И
ФЕДОРОВСКАЯ СЕССИЯ 2023

Санкт-Петербург. 10-12 октября 2023 г.
МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Dealtek 14
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НАУКИ ЛЕТ



Санкт-Петербург
2023

ЧЕРМАКОВСКИЙ ТИП ИЗОМОРФИЗМА В МИНЕРАЛАХ НАДГРУППЫ ТУРМАЛИНА

Верещагин О.С.¹ (o.vereshchagin@spbu.ru), Гриценко Ю.Д.^{2,3}, Вигасина М.Ф.³,
Дедушенко С.К.⁴, Горелова Л.А.¹, Паутов Л.А.^{2,5}, Агаханов А.А.², Чернышова И.А.¹
Санкт-Петербургское отделение. ¹Санкт-Петербургский государственный университет,
²Минералогический музей имени А. Е. Ферсмана РАН, ³Московский государственный
университет, ⁴Национальный исследовательский технологический университет
МИСИС, ⁵Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии
УРО РАН

TSCHERMAK SUBSTITUTION IN TOURMALINE SUPERGROUP MINERALS

Vereshchagin O.S.¹, Gritsenko Yu.D.^{2,3}, Vigasina M.F.³, Dedushenko S.K.⁴, Gorelova
L.A.¹, Pautov L.A.^{2,5}, Agahanov A.A.², Chernyshova I.A.¹

Saint-Petersburg Branch. ¹Saint Petersburg State University, ²Fersman Mineralogical Museum
RAS, ³Moscow State University, ⁴National University of Science and Technology MISIS,
⁵South Urals Federal Research Center of Mineralogy and Geoecology UB RAS

DOI: <https://doi.org/10.30695/zrmo/2023.128>

Турмалин – самый распространенный в природе минерал бора (Grew et al., 2017) и хорошо известен изменчивостью своего химического состава (Van Hinsberg et al., 2011; Vereshchagin et al., 2021). Основу структуры турмалина составляют шестерные кольца из тетраэдров, преимущественно заселенные кремнием (Henry et al., 2011). Несмотря на то, что алюминий является практически постоянным компонентом турмалина (из 40 утвержденных Международной Минералогической Ассоциацией видов только 4 не содержат алюминий в идеальной формуле), его присутствие в тетраэдрической позиции обычно незначительно (Ertl et al., 2018).

В настоящей работе изучен турмалин из Фальтигля (Faltigl / Valtigels), Южный Тироль, Италия, который содержит до 25% тетраэдрического алюминия. Образец (№ 10997) поступил в коллекцию Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана (Москва, Россия) в 1921 г. и был идентифицирован как «меланит» (титансодержащий андрадит). В результате ревизии музейных предметов в 2020 году «меланит» оказался турмалином и повторно исследован. Турмалин изучен широким комплексом инструментальных методов: оптической и сканирующей электронной микроскопией, инфракрасной, Мёссбауэровской и Рамановской, энерго- и волноводисперсионной спектроскопией, лазерной абляцией с индуктивно связанной плазмой и рентгеновской дифракцией монокристаллов.

Турмалин формирует прожилки в богатой магнием и алюминием, и относительно бедной кремнеземом породе (магнезиальный скарн?), состоящей из шпинели, паргасита, клинохлора, флогопита и гидроксипатита. Турмалин встречается в виде прозрачных черных или темно-синих изометричных кристаллов размером до 3 мм. Все исследованные кристаллы турмалина характеризуются химической зональностью. Однако, в позиции крупного катиона (X-позиция) всегда доминирует кальций, октаэдрические позиции (Y и Z) заняты магнием и алюминием, а анионная позиция (W) практически полностью занята кислородом, т.е. изученный турмалин относится к кальциевой группе, окси-подгруппе. Изменения в составе турмалина могут быть описаны чермаковским типом изоморфизма ($[^{6}Me^{2+} + ^{4}Si^{4+} \leftrightarrow ^{6}Al^{3+} + ^{4}Al^{3+}]$, где $^{6}Me^{2+} = Mg, Fe$). Зоны с относительно высоким содержанием кремния (Si 5.5

коэффициентов в формуле (к.ф.), Al 0.5 к.ф.) имеют ярко выраженные следы растворения, а обедненные кремнием зоны (Si 4.5 к.ф., Al 1.5 к.ф.) обрастают зоны, богатые кремнием.

По РТ-расчетам (Nozaka et al. 2016) и данным о синтетических турмалинах с высоким содержанием алюминия в тетраэдре (Лебедев и др., 1988), турмалин из Фальтигля формировался при 0.15–0.20 ГПа и 600–750 °С. Можно сделать вывод, что образование обогащенных тетраэдрическим алюминием турмалинов является довольно экзотическим процессом и, по-видимому, связано с десиликацией первичных пород.

Работа выполнена с использованием оборудования ресурсных центров СПбГУ «Рентгендифракционные методы исследования» и «Геомодель» и поддержана грантом Президента Российской Федерации для ведущих научных школ (НШ-1462.2022.1.5).

Список литературы:

Лебедев А.С., Каргальцев С.В., Павличенко В.С. Синтез и свойства турмалинов серий Al-Mg-(Na) и Al-Fe-(Na) // Труды по генетической и экспериментальной минералогии. Рост и свойства кристаллов. Новосибирск.: Наука, 1988. 189 с.

Ertl A., Henry D.J., Tillmanns E. Tetrahedral substitutions in tourmaline: a review // European Journal of Mineralogy. 2018. Vol. 30. P. 465–470.

Grew E. S., Hystad G., Hazen R.M., Krivovichev S.V., Gorelova L. A. How many boron minerals occur in Earth's upper crust? // American Mineralogist. 2017. Vol. 102. 8. P. 1573–1587.

Henry D.J., Novák M., Hawthorne F.C., Ertl A., Dutrow B.L., Uher P., Pezzotta F. Nomenclature of the tourmaline-super group minerals // American Mineralogist. 2011. Vol. 96. P. 895–913.

Nozaka T., Meyer R., Wintsch R.P., Wathen, B. Hydrothermal spinel, corundum and diaspore in lower oceanic crustal troctolites from the Hess Deep Rift // Contributions to Mineralogy and Petrology. 2016. Vol. 171. P. 1–14.

Van Hinsberg V.J., Henry D.J., Marschall H.R. Tourmaline: An ideal indicator of its host environment // Canadian Mineralogist. 2011. Vol. 49. P. 1–16.

Vereshchagin O.S., Britvin S.N., Wunder B., Frank-Kamenetskay O.V., Wilke F.D.H., Vlasenko N.S., Shilovskikh V.V., Bocharov V.N., Danilov D.V. Ln³⁺ (Ln³⁺ = La, Nd, Eu, Yb) incorporation in synthetic tourmaline analogues: Towards tourmaline REE pattern explanation // Chemical Geology. 2021. Vol. 584. P. 120526.