

## **Тезисы докладов X Национальной кристаллохимической конференции**

В сборнике представлены тезисы пленарных лекций, устных и стендовых докладов X Национальной кристаллохимической конференции (Приэльбрусье 5 – 9 июля 2021 г).

Доклады посвящены современному состоянию исследований в области кристаллохимии - фундаментальным вопросам строения и реакционной способности, взаимосвязи «структура-свойство», созданию новых многофункциональных материалов с заранее заданными свойствами, структурным аспектам твердофазных реакций, вопросам динамической кристаллохимии и химической связи, представлены работы по общим вопросам кристаллохимии, методам рентгеноструктурного анализа и возможностям дифракционных методов исследования наноматериалов.

Сборник издан в авторской редакции

Технический редактор – к.х.н. И.А. Шилова

Организаторы конференции:

Институт проблем химической физики, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Конференция проводится при поддержке Российской академии наук, Научного совета РАН по химической физике, Научного совета РАН по материалам и наноматериалам

ISBN 978-5-6044508-3-3

ISBN 978-5-6044508-3-3



9 785604 450833

## СИНТЕЗ И КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ТУРМАЛИНОВ, ОБОГАЩЕННЫХ ЛАНТАНОИДАМИ (La, Nd, Eu, Yb)

Верещагин О.С.<sup>1,@</sup>, Бритвин С.Н.<sup>1</sup>, Вундер Б.<sup>2</sup>, Франк-Каменецкая  
О.В.<sup>1</sup>, Вильке Ф.Д.Х.<sup>2</sup>, Власенко Н.С.<sup>3</sup>, Шиловских В.В.<sup>3</sup>, Бочаров  
В.Н.<sup>3</sup>, Данилов Д.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ИНЗ СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Немецкий исследовательский центр геонаук, Потсдам, Германия

<sup>3</sup>Научный парк СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия

@o.vereshchagin@spbu.ru

Турмалины являются самыми распространенными боратосиликатами [1]. Широкое поле стабильности турмалина (~6.5 ГПа / 1000 °С) и наличие пиро- и пьезоэлектрических свойств [2-3] обуславливают возможность его использования в технике. Общая формула минералов надгруппы турмалина  $XY_3Z_6(T_6O_{18})(BO_3)_3V_3W$ , где:  $X$  – Ca, Na, Pb, □ (вакансия);  $Y$  – Li, Mg, Fe, Al;  $Z$  – Mg, Fe, Al;  $T$  – Si, Al, B;  $V$  – OH, O;  $W$  – OH, F, O [1]. Сложные изоморфные замещения в  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ,  $T$ ,  $V$  и  $W$  кристаллографических позициях, делают надгруппу турмалина одной из наиболее крупных (>40 минеральных видов). Синтез аналогов турмалина позволяет получить новые природоподобные материалы с заданным свойствами, а также уточнить предельные концентрации катионов и их локализацию в структуре. К настоящему времени в литературе отсутствуют данные о возможности синтеза обогащенных лантаноидами турмалинов. Природные турмалины содержат лантаноиды в незначительном количестве (<10 ppm), что не позволяет установить их валентное состояние и локализовать в структуре.

$Ln$ -турмалины ( $Ln = La^{3+}, Nd^{3+}, Eu^{3+}, Yb^{3+}$ ) синтезированы гидротермальным методом в золотых ампулах при давлении 0.2 и 4 ГПа и температуре 700 °С. Получены удлиненные призматические кристаллы турмалина размером до 300 мкм. Содержание  $Ln$  в турмалинах значительно варьирует: от 0.05 до 0.97 атома на формульную единицу. Установлено, что максимальные содержания лантаноидов уменьшается вдоль ряда  $Yb < La \leq Nd < Eu$ . Содержание  $Ln$  в турмалинах, полученных при низком давлении, в 2-3 раза выше, чем в опытах при высоком давлении. Спектры фото- и катодолюминесценции указывают, что и Eu и Nd входят в структуру турмалина в трехвалентной форме. Данные рентгеноструктурного анализа монокристаллов

указывают, что  $\text{Eu}^{3+}$  и  $\text{Nd}^{3+}$  занимают 9-координированную X-позицию в структуре турмалина. Европейский турмалин имеет фиолетовую, а неодимовый – синюю окраску в холодной катодолуминесценции.

Работа выполнена с использованием оборудования РЦ СПбГУ «Геомодель», «Нанотехнологии» и «Рентгендифракционные методы исследования». Исследования поддержаны грантом Президента Российской Федерации для молодых кандидатов наук (МК-1832.2021.1.5).

[1] Henry DJ, Novák M, Hawthorne FC, et al, 2011, Nomenclature of the tourmaline-supergroup minerals. *Am Mineral* 96: 895–913.

[2] Curie J, Curie P, 1882, Phenomenelectriques des cristauxhemiedres a faces inclinees. *J Phys Theor Appl* 1:245–251

[3] Hawkins KD, Mackinnon IDR, Schneeberger H, 1995, Influence of chemistry on the pyroelectric effect in tourmaline. *Am Mineral* 80:491–501.