

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Российская академия наук
Отделение наук о Земле

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Ленина
и Ордена Октябрьской революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского
(ГЕОХИ РАН)

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт экспериментальной минералогии
(ИЭМ РАН)

Российский фонд фундаментальных исследований

ТРУДЫ

**ВСЕРОССИЙСКОГО
ЕЖЕГОДНОГО СЕМИНАРА
ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МИНЕРАЛОГИИ,
ПЕТРОЛОГИИ И ГЕОХИМИИ
(ВЕСЭМПГ-2016)**

Москва, 19–20 апреля 2016 г.

FEDERAL AGENCY FOR SCIENTIFIC ORGANIZATIONS

Russian Academy of Sciences
Branch of Earth Sciences

Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry
of the Russian Academy of Sciences (GEOKHI RAS)

Institute of Experimental Mineralogy (IEM RAS)

Russian Foundation for Basic Research

**PROCEEDINGS
OF RUSSIAN ANNUAL SEMINAR
ON EXPERIMENTAL MINERALOGY, PETROLOGY AND
GEOCHEMISTRY
(RASEMPG - 2016)**

Moscow, 19–20 April 2016



УДК 550.4:550.4.02:550.426:550.3:552.6:523.3:502.1
ББК 26.30 26.31
Т782

Ответственный редактор
проф. дгмн А.А.Кадик

**Заместитель
ответственного редактора**
дхн Е.Г.Осадчий

Ответственный секретарь
Е.Л.Тихомирова

Редакционная коллегия

академик Л.Н.Когарко
чл.-корр. дхн О.Л.Кусков
чл.-корр. дгмн Ю.Б.Шаповалов
проф., дгмн А.А.Арискин
проф. дгмн А.В. Бобров
дгмн А.Р. Котельников
проф. дхн Ю.А.Литвин

дгмн О.А.Луканин
дгмн Ю.Н.Пальянов
дхн Б.Н.Рыженко
дгмн.О.Г.Сафонов
кгмн О.И.Яковлев
Т.И.Цехоня

Труды Всероссийского ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии. Москва, 19–20 апреля 2016 года. /Отв. редактор А.А.Кадик, - М: ГЕОХИ РАН, 2016, 217 с. ISBN 978-5-905049-14-9.

Представлены краткие статьи по материалам докладов Всероссийского ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2016 года с описанием результатов оригинальных научных исследований, новых методов и идей, ориентированных на практическое решение широкого спектра проблем современной экспериментальной геохимии.

Editor-in-Chief

prof. Dr of Geol.-Min. Sci. A.A.Kadik

**Deputy
Editor-in-Chief**

Dr of Chem.Sci. Eu.G.Osadchii

**Executive
Secretary**

E.L.Tikhomirova

Editorial Board

Academician, Dr of Geol.-Min.Sci. L.N. Kogarko
Corr.memb, Dr of Chem.Sci. O.L. Kuskov
Corr.memb, Dr of Geol.-Min.Sci. Yu.B.Shapovalov
Prof., Dr of Geol.-Min.Sci. A.A.Ariskin
Prof. Dr of Geol.-Min. Sci. A.V. Bobrov
Prof., Dr of Geol.-Min.Sci. A.R.Kotel'nikov
Prof., Dr of Chem.Sci. Yu.A.Litvin

Dr of Geol.-Min.Sci. O.A.Lukanin
Dr of Geol.-Min.Sci. Yu.N.Pal'yanov
Dr of Chem.Sci. B.N.Ryzhenko
Dr of Geol.-Min.Sci. O.G.Safonov
Cand.of Geol.-Min.Sci. O.I.Yakovlev
T.I.Tsekhonya

Proceedings of Russian Annual Seminar on Experimental Mineralogy, Petrology and Geochemistry. Moscow, 2016 April 19–20. / Ed. A.A.Kadik, M.: GEOKHI RAS, 2016, 217 p. ISBN 978-5-905049-14-9.

The results of original research, new methods and idea focused on practiacible decides of wide specra of problems of modern experimental geochemistry are presented in short papers on materials of Russian Annual Seminar on Experimental Mineralogy, Petrology, and Geochemistry 2016.

ISBN 978-5-905049-14-9

© Институт геохимии и аналитической химии
им. В.И.Вернадского РАН (ГЕОХИ РАН), 2016

УДК 549.612

СИНТЕЗ Ga-СОДЕРЖАЩИХ ТУРМАЛИНА И АЛЬБИТА В БОР-ЩЕЛОЧНЫХ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ РАСТВОРАХ.

Сеткова Т.В.¹, Балицкий В.С.¹, Шаповалов Ю.Б.¹, Верещагин О.С.²

¹ИЭМ РАН, Черноголовка, ²СПбГУ, Санкт-Петербург (setkova@iem.ac.ru)

SYNTHESIS OF Ga-RICH TOURMALINE AND ALBITE IN BORIC-ALKALINE HYDROTHERMAL SOLUTIONS.

Setkova T.V.¹, Balitsky V.S.¹, Shapovalov Yu.B.¹, Vereshchagin O.S.²

¹IEM RAS, Chernogolovka²SPSU, Saint Petersburg (setkova@iem.ac.ru)

Abstract. The assemblage of Ga-rich tourmaline (crystal size up to 0.2 mm) and Ga-rich albite (crystal size up to 2 mm) crystals was synthesized in boron-alkaline hydrothermal solution at temperature of 600-650°C and pressure of 100 MPa. Newly formed tourmaline and albite are characterized by unstable gallium content from 19.90 to 24.5 wt. and from 7.95% to 17.27 wt. % Ga₂O₃, respectively.

Keywords: gallium, tourmaline, albite, minerals synthesis

Турмалин ($XY_3Z_6T_6O_{18}(BO_3)_3V_3W$, где X – Na⁺, Ca²⁺, K⁺, вакансия; Y – Fe²⁺, Fe³⁺, Mg²⁺, Li⁺, Al³⁺; Z – Al³⁺, Fe³⁺, Cr³⁺; T – Si⁴⁺, Al³⁺, B³⁺; V – OH⁻, O²⁻; W – OH⁻, O²⁻, F⁻ [Henry D.J., et al. 2011]), являющийся одним из распространенных минералов в природе, популярным драгоценным камнем и перспективным пьезоэлектриком, до сих пор не производится в искусственных условиях. Синтез кристаллов турмалина сопряжен с рядом трудностей: высокие температуры и давления, низкие скорости роста, использование высококонцентрированных химически активных растворов и др. [Setkova, et al., 2011; London, 2011]. Как известно [Souleiman, et al., 2012], полное или частичное замещение в синтетических структурных аналогах минералов алюминия и кремния галлием и германием, например, галлий гадолиниевый гранат, ортофосфат галлия, оксид германия и др., позволяет существенно понизить температуры и давления процесса синтеза, а также изменить или даже улучшить их функциональные свойства.

К наиболее ранним публикациям по получению галлиевых аналогов различных алюмосиликатных минералов относятся работы по синтезу Ga-содержащего кордиерита [Lanser, 1971], галлий-фторсодержащего амфибола [Sherriff et al., 1999], альбита и различных полевых шпатов [Goldsmith, 1950; Burns & Fleet, 1990]. Указанные работы проводились в основном для уточнения структурных характеристик данных минералов и расчета термодинамических параметров минеральных реакций. Синтез Ga-содержащего турмалина ранее не осуществлялся.

Для выяснения возможности получения Ga-содержащего турмалина нами были проведены опыты в термоградиентных гидротермальных условиях при температуре 600-650°C и давлении 100 МПа в автоклавах, изготовленных из Cr-Ni сплава (ЭИ-437Б). В качестве шихтового материала использовали смеси, приготовленные из тонкозернистых

порошков синтетического кварца и корунда с добавкой оксида галлия, близких по стехиометрии к турмалину. Эти смеси использовали как для синтеза тонкокристаллического турмалина спонтанного зарождения, так и выращивания его монокристаллов на затравку. Затравками служили кристаллы альбита, отобранные из пегматитов Малханского месторождения (Забайкалье). Из кристаллов вырезали блоки размером 3x2x2 мм в направлении, перпендикулярном оптической оси кристаллов. Автоклавы, загруженные шихтой и затравками, заливали бор-щелочным (10-20 мас.% H₃BO₃ + 4 мас.% NaOH) раствором. Давление задавали коэффициентом заполнения автоклава и оценивали по P-V-T диаграммам для близких по составу растворов, а в случае отсутствия таковых – по табличным P-V-T данным для чистой воды [Наумов и др., 1971]. Продолжительность опытов составляла 14 дней.

В результате в бор-щелочных растворах был получен Ga-содержащий турмалин как в виде кристаллов спонтанного зарождения (рис. 1а, Ga-Tur1), так и на затравку. Толщина новообразованного слоя достигает 100 мкм, а содержание галлия составляет 24.50 мас. % Ga₂O₃. Кроме того, совместно с кристаллами Ga-содержащего турмалина (размер до 0.2 мм) образуются сростки Ga-содержащего альбита размером до 2 мм (Рис. 1б, Ga-Ab2 и Ga-Tur2). Новообразованные турмалин и альбит характеризуются содержанием галлия от 19.90 до 24.5 мас.% и от 7.95 до 17.27 мас.% соответственно (таблица 1). После опытов в шихтовом материале оксид галлия отсутствует. В связи с этим, колебания в составе может быть связано с уменьшением концентрации (активности) галлия в растворе при вхождении его в турмалин и альбит. В случае полного растворения оксида галлия в шихте источником появления его в растворе могут служить ранее образованные спонтанные кристаллы Ga-содержащих турмалина и альбита в более горячей (в условиях термоградиента)