

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии  
Российской академии наук  
(ИГЕМ РАН)

# **Новое в познании процессов рудообразования**

Девятая Российская молодёжная научно-практическая школа с  
международным участием

*25 – 29 ноября 2019 г.*

Москва-2019

УДК 553+552+548/549+550.4+550.3+502/504+550.93

ББК 26.3

Н 74

Новое в познании процессов рудообразования: Девятая Российская молодёжная научно-практическая Школа с международным участием, Москва, 25-29 ноября 2019 г. Сборник материалов - Электрон. дан. (1 файл: 45 Мб) - М.: ИГЕМ РАН, 2019.

В сборнике представлены материалы Девятой Российской молодежной научно-практической Школы с международным участием «Новое в познании процессов рудообразования». Пленарные лекции и доклады посвящены изучению различных вопросов геологии, минералогии и геохимии рудных месторождений, а также вопросам геоэкологии. Задача Девятой Школы – знакомство студентов, аспирантов и молодых специалистов с новейшими достижениями в изучении процессов рудообразования.

Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (РФФИ), проект № 19-05-20149

Редакторы: В.А. Петров, Е.Е. Амплиева, С.А. Устинов, Е.В. Ковальчук, С.В. Ковригина

ISBN 978-5-88918-055-5

© Коллектив авторов, 2019  
© ИГЕМ РАН, 2019  
© СМУиС ИГЕМ РАН, 2019

## Ga<sup>3+</sup> - содержащие системы, образованные в гидротермальных условиях - силикаты и алюмосиликаты

Калинин Г.М.<sup>1</sup>, Ковальская Т.Н.<sup>1</sup>, Варламов Д.А.<sup>1</sup>, Котельников А.Р.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ИЭМ РАН, г. Черногловка, [garik@iem.ac.ru](mailto:garik@iem.ac.ru)

В природе достаточно редко встречаются собственные минералы галлия, ввиду того, что галлий относится к рассеянным элементам. Эпидоты и алланиты с высоким содержанием галлия (до 18 вес. %) были обнаружены на Приполярном Урале в рудопроявлении Тыкатлова, что положило начало экспериментальным исследованиям по синтезу галлийсодержащих силикатов и алюмосиликатов при различных Р-Т параметрах и одинаковой продолжительностью опыта в 10 суток.

В ранее опубликованных работах (Ковальская и др. 2016, 2017, Варламов и др. 2014) проводился синтез фаз в системе эпидот – эпидот-Ga и при помощи микронзондового анализа определён их состав (табл.1).

Таблица 1. Составы синтезированных галлиевых эпидотов.

	0.25 ф.е. Ga	0.5 ф.е. Ga	0.75 ф.е. Ga	1 ф.е. Ga	Super-Ga
SiO <sub>2</sub>	37.66	38.41	39.17	36.93	37.12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24.67	23.84	21.58	20.89	-
CaO	21.15	20.72	21.37	22.98	21.18
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.26	7.38	4.85	0.12	-
Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.86	8.66	12.28	19.00	41.23
Сумма	99.60	99.00	99.25	99.92	99.53

Исследования по синтезу, проводимые в течение нескольких лет показали, что галлий имеет возможность входить в кристаллические решетки различных силикатов и алюмосиликатов. В продуктах практически всех опытов были получены гетерогенные фазы галлиевого анортита и галлиевого граната, преимущественно синтезирован твердый раствор эпидот – Ga эпидот, для которого были определены параметры кристаллической ячейки (табл.2).

Таблица 2. Параметры элементарной ячейки для синтезированных галлиевых эпидотов.

	без Ga - Ep	0.5 ф.е. Ga	0.5 ф.е. Ga	0.75 ф.е. Ga	1 ф.е. Ga	Super-Ga
β (°)	115.4000	115.5443	115.5107	115.5689	116.1178	115.5421
a (Å)	8.8902	8.8947	8.8986	8.8942	8.9042	8.9043
b (Å)	5.6366	5.6648	5.6578	5.6636	5.571	5.6563
c (Å)	10.1600	10.2004	10.1948	10.1978	10.2406	10.2166
V(Å <sup>3</sup> )	459.79	463.729	463.4264	463.389	456.113	464.2783

Проведенные серии экспериментов показали, что Ga<sup>3+</sup> может замещать как железо, так и алюминий в эпидотоподобных и шпатовых структурах. В продуктах практически всех опытов, помимо эпидота, содержащего галлий в различных количествах, диагностировался галлиевый анортит. В ходе опытов по синтезу полевых шпатов - Ga- альбит, Ga – анортит и Ga – калиевый полевой шпат, которые проходили при T=600°C и P= 2 кбар в течение 10 суток на установке высокого газового давления, были получены мелкокристаллические агрегаты, однородные по составу и отвечающие полевым шпатам: CaGa<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, NaGaSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub> и KGaSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub> (табл.3).

Таблица 3. Средние химические составы Ga-полевых шпатов.

	Ca-Ga	Na-Ga	K-Ga
Na <sub>2</sub> O	0	12.5	0
SiO <sub>2</sub>	34.32	56.88	55.78
K <sub>2</sub> O	0.02	0.06	14.78
CaO	17.95	0.18	0.03
Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	47.19	30.4	29.77
Сумма	99.49	100.02	100

Варламов Д.А., Ковальская Т.Н., Котельников А.Р., Калинин Г.М. Синтез различных силикатных фаз в системе Ga-Ca-Fe-Al-Si-O-H<sub>2</sub>O // Всероссийский ежегодный семинар по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии (ВЕСЭМПГ-2014) 15-16 апреля 2014. Москва. ГЕОХИ РАН. 2014 с.14–15.

Ковальская Т.Н., Варламов Д.А., Котельников А.Р., Калинин Г.М. Проблема синтеза галлийсодержащих эпидотов в системе Ga-Ca-Fe-Al-Si-O-H<sub>2</sub>O // Труды Всероссийского ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2016 года (ВЕСЭМПГ-2016) с. 186-187.

Ковальская Т.Н., Варламов Д.А., Котельников А.Р., Калинин Г.М. Синтез и изучение твердых растворов галлийсодержащих минералов в гидротермальных условиях // IX Международный симпозиум Минеральное разнообразие: исследование и сохранение Тезисы докладов.2017 с.57–57.