

ТРУДЫ

**ВСЕРОССИЙСКОГО
ЕЖЕГОДНОГО СЕМИНАРА
ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
МИНЕРАЛОГИИ, ПЕТРОЛОГИИ
И ГЕОХИМИИ**

(ВЕСЭМПГ -2017)



Москва, 18–19 апреля 2017 г.

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
Российское минералогическое общество**

**ТРУДЫ
ВСЕРОССИЙСКОГО
ЕЖЕГОДНОГО СЕМИНАРА
ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МИНЕРАЛОГИИ,
ПЕТРОЛОГИИ И ГЕОХИМИИ
(ВЕСЭМПГ-2017)**

Москва, 18–19 апреля 2017 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

Russian mineralogical society

**PROCEEDINGS
OF RUSSIAN ANNUAL SEMINAR
ON EXPERIMENTAL MINERALOGY,
PETROLOGY AND GEOCHEMISTRY
(RASEMPG - 2017)**

Moscow, 18–19 April 2017



Москва

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

Ответственный редактор
дгмн О.А. Луканин

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
кхн Е.В. Жаркова

дгмн А.Р. Котельников
проф. дхн Ю.А. Литвин
дгмн Ю.Н. Пальянов
дхн Б.Н. Рыженко
дгмн.О.Г. Сафонов
кгмн О.И. Яковлев

Труды Всероссийского ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии. Москва, 18–19 апреля 2017 года. /Отв. редактор О.А. Луканин, - М: ГЕОХИ РАН, 2017, 346 с. ISBN 978-5-905049-16-3.

Представлены краткие статьи по материалам докладов Всероссийского ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2017 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. O.A.Lukanin

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
Cand.of Chem.Sci E.V. Zharkova

Prof., Dr of Geol.-Min.Sci. A.R. Kotel'nikov
Prof., Dr of Chem.Sci. Yu.A. Litvin
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

Proceedings of Russian Annual Seminar on Experimental Mineralogy, Petrology and Geochemistry. Moscow, 2017 April 18–19. / Ed. O.A. Lukanin, M.: GEOKHI RAS, 2017, 346 p. ISBN 978-5-905049-16-3.

The results of original research, new methods and idea focused on practiciable 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 2017.

ISBN 978-5-905049-16-3

© Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского РАН (ГЕОХИ РАН), 2017

УДК 54-165

СИНТЕЗ ГАЛЛИЕВЫХ АНАЛОГОВ ПОЛЕВЫХ ШПАТОВ В СИСТЕМЕ $K_2O - Na_2O - CaO - Ga_2O_3 - SiO_2$. Ковальская Т.Н., Варламов Д.А., Калинин Г.М., Котельников А.Р.*Институт экспериментальной минералогии РАН, Черноголовка, Московская область. (tatiana76@iem.ac.ru)***THE SYNTHESIS OF FIELDSPARS GALLIUM ANALOGS IN THE $K_2O-Na_2O-CaO- Ga_2O_3 - SiO_2$ SYSTEM. Kovalskaya T.N., Varlamov D.A., Kalinin G.M., Kotelnikov A.R.***Institute of Experimental Mineralogy RAS, Chernogolovka Moscow district (tatiana76@iem.ac.ru)*

Abstract. Gallium is rare element and it's own gallium minerals, as well as high contents of this element in other phases, are extremely rare. A wide range of Ga epidote compounds was obtained. This paper is devoted to the synthesis of the extreme members of a ternary solid solution anortite-Ga, albite –Ga and K-Fsp-Ga. As the result of synthesis the crystals of gallium feildspars were obtained.

Keywords: gallium, feldspars, synthesis, hydrothermal conditions, experimental study, solid solutions

Поскольку галлий является рассеянным элементом, собственные минералы галлия редки, а силикаты практически неизвестны. Экспериментальные исследования по синтезу галлий-содержащих силикатов и алюмосиликатов при различных P-T параметрах стали проводиться в связи с обнаружением на Приполярном Урале в рудопроявлении Тыкатлова эпидотов и алланитов с высоким содержанием галлия (до 18 вес. %) (Varlamov et al., 2010). В 2011 – 2016 годах были синтезированы галлиевые эпидоты различного состава (твердый раствор эпидот-эпидот галлиевый в широком диапазоне составов) и «супергаллиевый» эпидот, в котором весь Al^{3+} и Fe^{3+} были полностью замещены на Ga^{3+} . Тем самым доказано, что галлий может входить в структуры силикатов и алюмосиликатов (Kovalskaya et al., 2014, 2015, 2016). Для всех составов были определены параметры элементарных ячеек. В серии опытов по синтезу эпидотов при $T=600^\circ C$ и $P=4$ кбар среди побочных продуктов диагностирован анортит –Ga. Поэтому было принято решение изучить тройную систему твердых растворов альбит-Ga – анортит-Ga – КПШ-Ga. Впервые галлиевые полевые шпаты были получены Пентингаусом (Pentinghaus, 1980). Однако параметры синтеза отличались от примененных в данной работе.

На данный момент синтезированы конечные члены твердых растворов – альбит-Ga, анортит-Ga и КПШ-Ga. Синтез галлиевых полевых шпатов проходил в два этапа. Первый заключался в синтезе стехиометричных стекол заданного состава при атмосферном давлении и $T=1200^\circ C$ в платиновых ампулах в высокотемпературной печи КО-14 в течение 3 часов с последующей быстрой закалкой. В качестве исходных материалов использовались Na_2CO_3 , K_2CO_3 , $CaCO_3$, Ga_2O_3 и SiO_2 двух модификаций – измельченный природный кварц и аморфный SiO_2 , полученный из тетраортоэтилсиликата. Во втором случае полученные стекла более гомогенны, в случае с использованием кварца в стеклах встречаются мелкие кусочки кварца. В результате первого этапа получены гомогенные стекла соответствующего состава, пригодные для дальнейшей раскристаллизации.

Второй этап синтеза галлиевых полевых шпатов заключался в раскристаллизации полученных ранее стехиометричных стекол при $T=600^\circ C$ и $P=2$ кбар, длительность экспериментов составляла 10 суток. Синтез проводился в платиновых ампулах на высокотемпературной газовой установке. В качестве минерализатора использовались 1M растворы для синтеза Ga-альбита – NaCl, Ga – анортита – CaCl₂, Ga-КПШ – KCl. Растворы брались в соотношении к твердой навеске 1:10.

Таблица 1. Составы синтетических галлиевых полевых шпатов и пересчет на кристаллохимическую формулу.

Вес. %	Ga анортит	Ga альбит	GaКПШ	Ф.е.	Ga анортит	Ga альбит	GaКПШ
SiO_2	34.32	57.68	55.78	Si^{4+}	2.05	2.93	2.98
Ga_2O_3	47.19	31.9	29.77	Ga^{3+}	1.85	1.04	1.01
CaO	17.95	0.0	0.0	Ca^{2+}	1.14	0	0
K_2O	0.02	0.00	14.78	K^+	0	0	1.01
Na_2O	0	10.41	0	Na^+	0	1.03	0
Сумма	99.49	99.99	100				

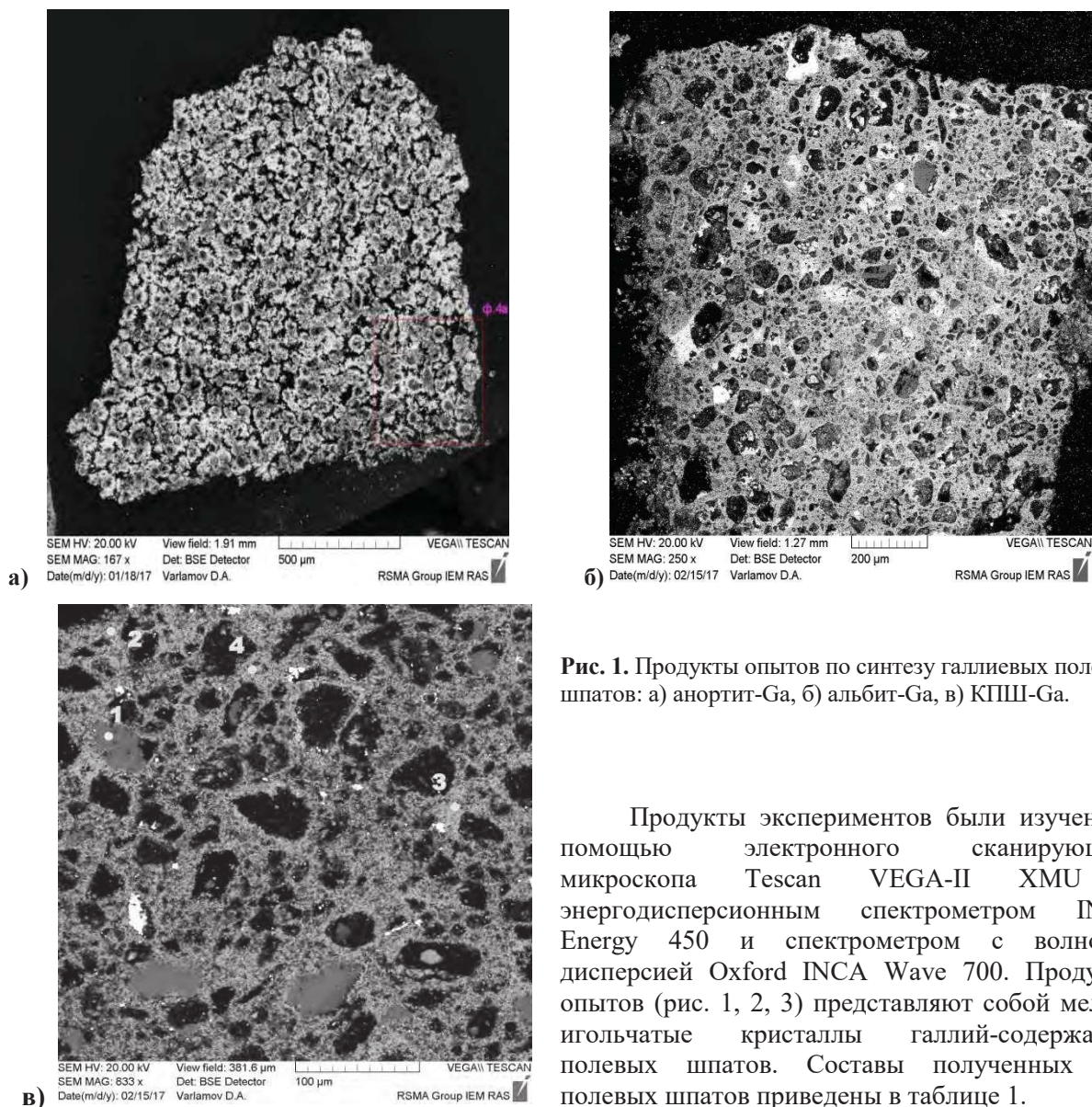


Рис. 1. Продукты опытов по синтезу галлиевых полевых шпатов: а) анортит-Ga, б) альбит-Ga, в) КПШ-Ga.

Продукты экспериментов были изучены с помощью электронного сканирующего микроскопа Tescan VEGA-II XMU с энергодисперсионным спектрометром INCA Energy 450 и спектрометром с волновой дисперсией Oxford INCA Wave 700. Продукты опытов (рис. 1, 2, 3) представляют собой мелкие игольчатые кристаллы галлий-содержащих полевых шпатов. Составы полученных Ga-полевых шпатов приведены в таблице 1.

Выводы: в гидротермальных условиях синтезированы галлий-содержащие аналоги полевых шпатов – альбита, анортита и КПШ, в которых Ga^{3+} занимает позицию Al^{3+} . При дальнейших исследованиях этим же методом будут синтезированы промежуточные члены твердых растворов Ga-альбит – Ga-анортит и Ga-альбит – Ga-КПШ, определены параметры элементарных ячеек для полевых шпатов каждого состава.

Литература

- H.Pentingham. Polymorphie in den fieldspatbildenden systemen: alkali- und erdalkali, bor-, aluminium-, gallium-, eisen-silikate und germfnate. Munster, 1980, 209p.
- Varlamov D., Soboleva A. & Mayorova T. Galloepidote – New End-Member In Epidote Group // IMA-2010, 20th General Meeting of the Int.Miner.Assoc., 21–27 August, 2010, Budapest, Hungary, p.489
- Ковальская Т.Н., Варламов Д.А., Котельников А.Р., Калинин Г.М. Синтез галлиевых аналогов природных минералов в системе Ca-Ga-Al-Fe-Si-O// Экспериментальная геохимия. 2014, т.2, №4, с. 380-383.
- Ковальская Т.Н, Варламов Д.А., Котельников А.Р., Калинин Г.М. Возможность вхождения галлия в структуру силикатов и алюмосиликатов. VIII Международный симпозиум "Минеральное разнообразие, исследование и сохранение", София, Болгария, 2015. Тезисы докладов. с. 48.
- Ковальская Т.Н., Варламов Д.А., Котельников А.Р., Калинин Г.М. ПРОБЛЕМА СИНТЕЗА ГАЛЛИЙСОДЕРЖАЩИХ ЭПИДОТОВ В СИСТЕМЕ Ga-Ca-Fe-Al-Si-O-H₂O.// Труды Всероссийского ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2016 года (ВЕСЭМПГ-2016) с. 186-187.