

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МИНЕРАЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

РОССИЙСКОЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

**VI ВСЕРОССИЙСКАЯ ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
«ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МИНЕРАЛОГИЯ,
ПЕТРОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ»**

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ И ТЕЗИСОВ



ЭМ

**29–30 октября 2015 г.
ЧЕРНОГОЛОВКА**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МИНЕРАЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО**

**VI ВСЕРОССИЙСКАЯ
ШКОЛА МОЛОДЫХ
УЧЕНЫХ
«ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ
МИНЕРАЛОГИЯ,
ПЕТРОЛОГИЯ И
ГЕОХИМИЯ»**

Сборник материалов и тезисов

29-30 октября 2015

Черноголовка

УДК 550.4.02

**VI ВСЕРОССИЙСКАЯ ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
«ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МИНЕРАЛОГИЯ, ПЕТРОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ»:**
Сборник материалов и тезисов. Черноголовка: ИПХФ РАН. 2015. 102 с.

В сборнике представлены материалы лекций и тезисы докладов VI Всероссийской школы молодых ученых «Экспериментальная минералогия, петрология и геохимия» (г.Черноголовка, 29-30 октября 2015г.). Школа организована на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт экспериментальной минералогии Российской академии наук. В сборнике обсуждаются общие и частные проблемы экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии. Уделяется внимание условиям зарождения и эволюции магм, минеральным равновесиям в силикатных и рудных системах, исследованиям гидротермальных и флюидных систем, синтезу макро- и нанокристаллов, технической петрологии и материаловедению.

Все материалы представлены в авторском варианте

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА РАЗЛОЖЕНИЯ ЭВДИАЛИТА В ЩАВЕЛЕВОЙ КИСЛОТЕ

Т.Н. Смирнова¹, И.В. Пеков^{1,2}, Д.А. Варламов³, Т.Н. Ковальская³, А.Ю. Бычков¹,

Я.В. Бычкова⁴

¹Геологический факультет МГУ, Москва,

²Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

³Институт экспериментальной минералогии РАН, Черноголовка

⁴Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН,
Москва

Tanay.ld@mail.ru

Один из главных аспектов возможного практического использования эвдиалита сегодня – извлечение Zr, Hf, *HREE*, U. Эту задачу многократно, но не вполне успешно пытались решать с помощью технологий полного разложения эвдиалита сильными неорганическими кислотами. Однако при таком подходе кремний переходит в раствор (в виде поликремниевых кислот) с образованием фильтруемых гелей, что сильнейшим образом затрудняет процессы выделения и очистки ценных компонентов.

В настоящей работе изучены процессы и продукты разложения в низкоконцентрированной щавелевой кислоте $H_2C_2O_4$ (и для сравнения – в HCl) при $t < 100^\circ C$ типичного эвдиалита из: (1) рисчоррит-пегматитов апатитового месторождения Олений ручей (обр. ОЛЕ-9) в Хибинском массиве; (2) науяит-пегматитов горы Аллуайв (УМБ-2) в Ловозерском массиве (оба - Кольский п-в). Ловозерский эвдиалит обогащен *REE* и Zr относительно хибинского и обладает, согласно нашим данным, более дефектной структурой.

Опыты с 1 и 3% $H_2C_2O_4$ для хибинского эвдиалита дали одинаковые результаты: минерал изменяется только с поверхности в опаловидную фазу, на которую нарастают кристаллики, где электронно-зондовым методом обнаружены только Zr и Ca. ИК-спектры однозначно показали, что это оксалаты. В опытах с 7%-й $H_2C_2O_4$ хибинский эвдиалит полностью разлагается с образованием гелеобразной опаловой фазы. С ней тесно ассоциируют кристаллические оксалаты Ca и Zr, но уже с примесью *REE*.

Ловозерский эвдиалит полностью разлагается не только 5 и 7%-й, но и 3%-й $H_2C_2O_4$. На поверхности образующейся опаловой фазы обнаружены, помимо Ca-Zr оксалатов, также кристаллы (до 40 мкм) оксалатов *REE* (рис. 1), причем одни имеют существенно иттриевый катионный состав и обогащены *HREE*, другие же селективны в отношении *LREE*.

Таким образом, в системе с $H_2C_2O_4$ происходит отделение мобилизованных из эвдиалита *REE* от других катионов в твердой кристаллической фазе – оксалатах, нерастворимых в воде и щавелевой кислоте, а извлечения *REE* в раствор, в отличие от HCl, почти не происходит. Это представляется очень важным для дальнейшего их выделения, поскольку открывается возможность относительно легкого перевода *REE* в истинный (а не коллоидный!) раствор с помощью реагентов-комплексобразователей, не разлагающих опал – высушенный гель кремнезема. Важно и то, что здесь используется низкоконцентрированный раствор щавелевой кислоты – реагента, который, в отличие от агрессивных минеральных кислот, может транспортироваться и храниться в экологически безопасном твердом виде.

Извлечение Zr (и Hf) в раствор в опытах с $H_2C_2O_4$ понижено по сравнению с HCl, но всё равно значительно.

Также отметим, что на растворимость эвдиалита ощутимо влияет степень совершенства структуры (каркаса): хибинский минерал заметно более устойчив к кислотному разложению, чем ловозерский.

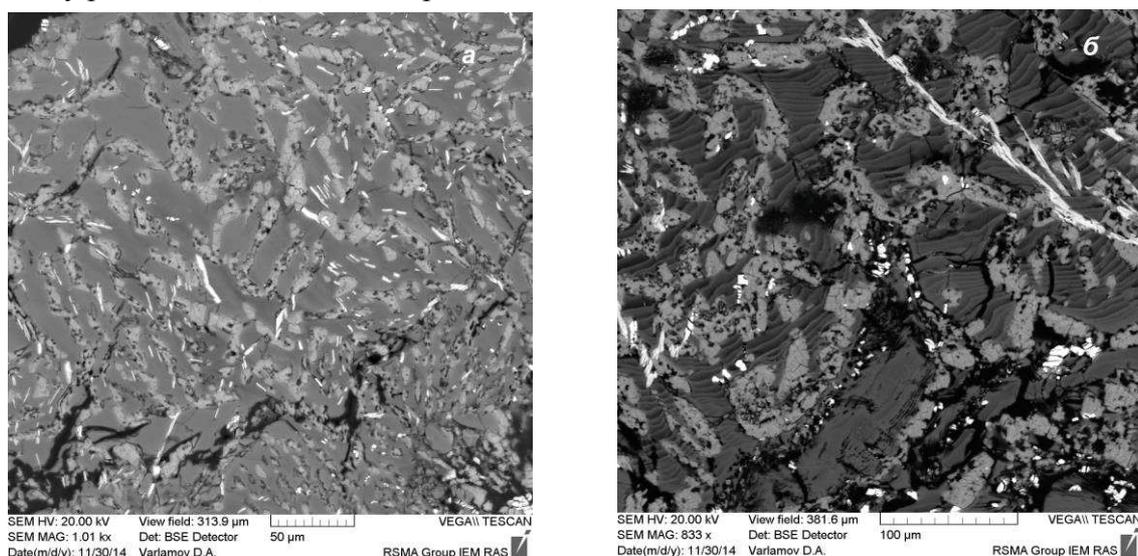


Рис. 1. Поверхность опаловидного продукта полного разложения эвдиалита 7%-й (а) и 5%-й (б) $H_2C_2O_4$ (РЭМ-фото в отраженных электронах) Белые участки отвечают RE-оксалатам, светло-серые – Ca-Zr-оксалатам.

Таблица. Содержания редких элементов (ppm) в тысячекратно разбавленных растворах после экспериментов с кислотами разных концентраций для эвдиалита из Хибинского (ОЛЕ-9) и Ловозерского (УМБ-2) массивов (данные ICP MS; нпо – ниже предела обнаружения; прочерк – не определялось).

	HCl						$H_2C_2O_4$						
	ОЛЕ-9			УМБ-2			ОЛЕ-9				УМБ-2		
	10%	7%	2%	10%	7%	2%	7%	5%	3%	1%	7%	5%	3%
Zr	2486	1671	135	1600	1528	390	306	260	477	122	1100	1739	1311
Hf	36	20	1.2	28	26	5	-	bdl	-	1.8	22	35	28
Ti	93	91	-	79	72	41	-	-	-	-	-	85	57
Ta	bdl	0.1	bdl	bdl	0.3	0.6	-	-	-	0.7	4	5	0.7
Th	0.8	0.8	0.3	0.8	1.1	0.4	bdl	bdl	bdl	bdl	0.2	0.6	0.3
U	1.5	1.6	0.5	0.5	0.7	0.3	0.4	0.3	0.5	0.3	0.2	0.6	0.5
Sr	176	182	56	210	157	94	5	4	4	3	5	5.5	5.5
Ba	44	45	13	2	1.8	2	10	7	6	4	0.8	0.6	0.1
Y	43	44	12	107	86	53	0.4	0.2	bdl	bdl	0.9	1.1	0.9
La	25	26	7	49	5	24	0.7	0.3	bdl	bdl	1	1.8	0.1
Ce	32	31	14	101	87	50	1	0.4	bdl	0.1	0.9	1.2	0.2
Pr	5.5	5.5	1.5	13	18	6	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl	0.1	bdl
Nd	22	23	6	58	79	28	0.3	0.15	bdl	bdl	bdl	0.1	bdl
Sm	5	5	1.5	17	24	9	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl
Eu	2	2	0.5	6	8	2.9	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl
Gd	6.5	6.5	1.5	18	27	8.5	0.1	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl
Tb	1.2	1.2	0.3	3.8	5	2	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl
Dy	8	8	2	24	32	12	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl	0.1
Ho	1.8	1.8	0.5	4.6	6.5	2	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl
Er	5.5	6	1.5	14	20	7	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl	0.1	0.1
Tm	0.8	0.9	0.2	2	2.8	1	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl
Yb	5	5	1.5	12	17	6	bdl	bdl	bdl	bdl	0.2	0.4	0.3
Lu	12	8	0.2	1.7	17	0.8	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl	8.5	7

This work was supported by RFBR, grant no. 13-05-12021_ofi_m.