

ФОРМИРОВАНИЕ ЭВДИАЛИТОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ЛОВОЗЕРСКОМ
ЩЕЛОЧНОМ МАССИВЕ

**Михайлова Ю.А. (ylya_korchak@mail.ru), Иванюк Г.Ю., Калашников А.О.,
Яковенчук В.Н., Пахомовский Я.А., Базай А.В.**

Кольское отделение. КНЦ РАН

GENESIS OF EUDIALYTE IN THE LOVOZERO ALKALINE MASSIF

**Mikhailova Yu.A., Ivanyuk G.Yu., Kalashnikov A.O., Yakovenchuk V.N.,
Pakhomovsky Ya.A., Bazai A.V.**

Kola branch. KSC RAS

Ловозёрский щелочной массив сложен регулярно чередующимися субгоризонтальными слоями трахитоидных нефелиновых сиенитов фойяит-малиньит-шонкинитового ряда («луявритов») и мельтейгит-уртитов. Верхний слой, по причине его значительной мощности (100-800 м) и высокого содержания (до 90 об. %) эвдиалита, выделен в отдельный, эвдиалитовый, комплекс, а совокупность нижележащих слоев составляет дифференцированный комплекс (Буссен, Сахаров, 1972). Важной геохимической особенностью щелочных пород массива является низкое содержание в них кальция (Герасимовский, 1966). Единственными высококальциевыми породами в Ловозёрском массиве являются оливиновые базальты и базальтовые туфы ловозерской свиты, слагающие многочисленные ксенолиты среди щелочных пород, на контакте которых нередко появляется богатое эвдиалитовое, апатитовое и/или титанитовое оруденение.

В составе эвдиалитового комплекса преобладают трахитоидные эвдиалитовые малиньиты, в которых субпараллельные хорошо образованные кристаллы микролина, обтекаются тонкоигольчатым агрегатом щелочных пироксенов (главным образом, эгирина) и амфиболов (в основном, (ферро)экерманнита), а также пластинчатыми кристаллами мурманита-селивановаита. Изометричные (мета)кристаллы нефелина и (мангано)-эвдиалита заполняют интерстиции между зернами тёмноцветных минералов (рис. 1а), причём селивановаит характерен только для пород с высоким содержанием (мангано)эвдиалита.

На локальных участках малиньиты переходят в высококальциевые фойяиты, а при одновременном увеличении доли нефелина – в высококальциевые фоидолиты. Обе эти породы содержат пойкилитовые кристаллы (ан)ортоклаза с включениями нефелина и/или содалита, полизональные серегации с диопсидом в ядрах, рихтеритом в промежуточной зоне и эгирином во внешней. Но главной их особенностью является широкое развитие паракелдышита, $\text{Na}_2\text{ZrSi}_2\text{O}_7$ в ассоциации с ильменитом, фторапатитом и титанитом. Паракелдышит, как и эвдиалит в малиньитах, приурочен

исключительно к скоплениям темноцветных минералов. Эвдиалит здесь является вторичным минералом, активно замещающим паракелдышит и, реже, титанит.

Мы предполагаем, что высококальциевые лейкократовые щелочные породы внутри толщи малиньитов являются глубоко переработанными ксенолитами пород ловозерской свиты, послужившими источником кальция для образования эвдиалита. Изначально, из низкокальциевого, но насыщенного цирконием щелочного расплава-раствора, формирующего эвдиалитовый комплекс, кристаллизовался паракелдышит. Приуроченность последнего исключительно к скоплениям темноцветных минералов объясняется резким возрастанием щелочности расплавов-растворов в ходе кристаллизации щелочных пироксенов и амфиболов, вследствие чего (комплексные) ионы редкоземельных и высокочarged катионов теряют устойчивость и локализуются в составе подходящих нерастворимых соединений (Williams-Jones et al., 2012; Mikhailova et al., 2016).

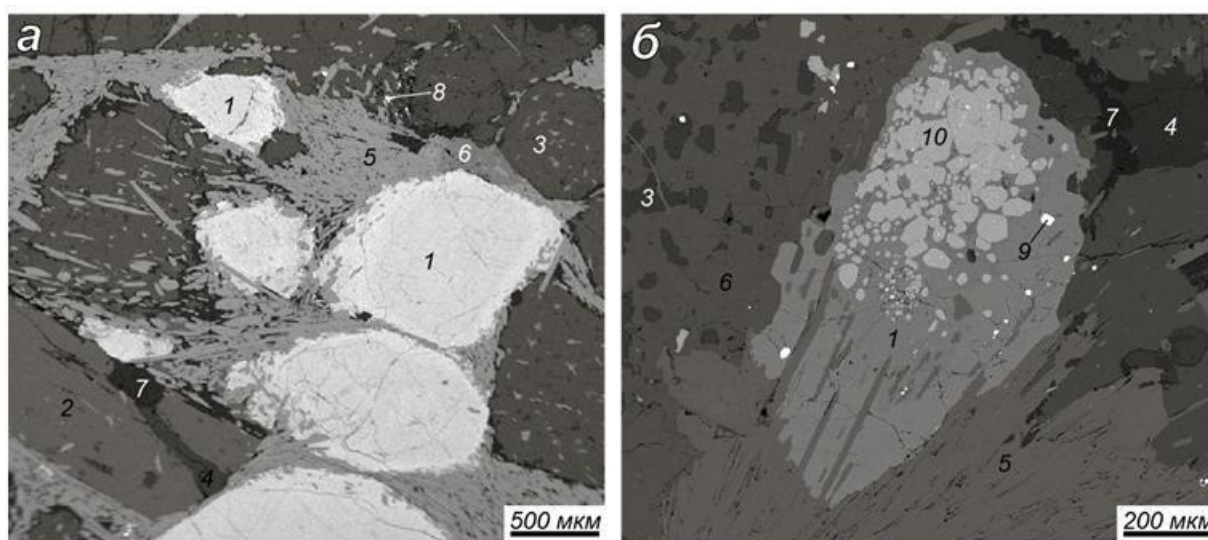
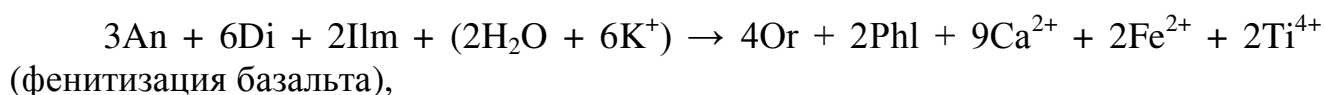


Рис. 1. Морфология выделений (мангано)эвдиалита (а) и его образование путем замещения паракелдышита (б). 1 – (мангано)эвдиалит; 2 – микроклин; 3 – нефелин; 4 – альбит; 5 – эгирин-(авгит); 6 – экерманит; 7 – натролит; 8 – рабдофан-(Ce); 9 – лопарит-(Ce); 10 – паракелдышит. Изображения участков полированных шлифов в обратно-рассеянных электронах.

При взаимодействии щелочного расплава с базальтоидами ловозерской свиты происходил интенсивный прогрев последних (появление анортоклаза и низкокальциевого нефелина), привнос щелочей (эгириновые каймы вокруг реликтов диопсида) и высокочarged элементов (кристаллизация паракелдышита, титанита, ломоносовита–мурманита, лопарита и др.), а также мобилизация и вынос кальция в межзерновой флюид. Насыщение последнего кальцием привело к смене/замещению первичных титано- и цирконосиликатов соответствующими кальциевыми минералами (рис. 1б):



$26\text{Pkd} + (12\text{H}_2\text{O} + 12\text{Ca}^{2+} + 6\text{Fe}^{2+}) = 2\text{Eud} + 17\text{O}_2 + 20\text{Zr}^{4+} + 24\text{Na}^+$
(образование эвдиалита),

$4\text{Mur} + (14\text{H}_2\text{O} + 2\text{Ca}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}) = 2\text{Sel} + 3\text{H}_2 + 4\text{Na}^+$ (образование селивановаита),

где An – анортит; Di – диопсид; Eud – эвдиалит, $\text{Na}_{14}\text{Ca}_6\text{Fe}_3\text{Zr}_3\text{Si}_{26}\text{O}_{72}(\text{OH})_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; Ilm – ильменит; Mur – мурманит, $\text{Na}_4\text{Ti}_4\text{Si}_4\text{O}_{18} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; Pkd – паракелдышит, $\text{Na}_2\text{ZrSi}_2\text{O}_7$; Or – ортоклаз; Phl – флогопит; Sel – селивановаит, $\text{Na}_2\text{CaFeTi}_4\text{Si}_4\text{O}_{17}(\text{OH})_5 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Работа выполнена в рамках проектов 0231-2015-0003 ГИ КНЦ РАН и программы Президиума РАН № 4.

Буссен И.В., Сахаров А.С. Петрология Ловозерского щелочного массива. Ленинград: Наука, 1972. 296 с.

Герасимовский В.И., Волков В.П., Козарко Л.Н., Поляков А.И., Сапрыкина Т.В., Балашов Ю.А. Геохимия Ловозёрского щелочного массива. Москва: Наука, 1966. 395 с.

Mikhailova J.A., Pakhomovsky Ya.A., Ivanyuk G.Yu., Bazai A.V., Yakovenchuk V.N., Elizarova I.R., Kalashnikov A.O. REE mineralogy and geochemistry of the Western Keivy peralkaline granite massif, Kola Peninsula, Russia // *Ore Geology Reviews*. 2016.

Williams-Jones A.E., Migdisov A.A., Samson I.M. Hydrothermal mobilisation of the Rare Earth Elements – a tale of “Ceria” and “Yttria” // *Elements*, 2012. Vol. 8. P. 355–360.