

## МИНЕРАЛЫ И ИСТОЧНИКИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В КАРЕЛИИ

*Кулешевич Л.В., Дмитриева А.В.*

*ИГ КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, Россия*

*kuleshev@krc.karelia.ru; dmitrieva-a-v@yandex.ru*

Редкоземельные элементы (REE) в последние годы нашли широкое применение в разных современных отраслях промышленности, растет их добыча и использование, а поиски редких и редкоземельных элементов как стратегического сырья на территории России имеют первостепенное значение. Анализ, проведенный для территории Карелии, показывает, что наиболее высокие концентрации REE связаны со щелочными породами, метасоматитами, апатитовыми и некоторыми другими типами руд [1-6].

Среди них выделяются: 1 – ультраосновные щелочные породы и титанит-apatитовые руды Элисенваарского комплекса ( $\sum\text{REE}$  0.22-1.7 %); 2 – ультраосновные щелочные породы, карбонатиты и апатитовые руды Тикшезерского комплекса ( $\sum\text{REE}$  ~0.36 %); 3 – умереннощелочные габбро-пироксениты, монзониты, титанит-apatитовые руды Сяргозерского комплекса в Центральной Карелии; 4 – апатит-магнетитовые руды (проявление Западно-Рыбозерское); 5 – субщелочные граниты, пегматиты и метасоматиты архейского (0.13-0.41 %) возраста; 6 – рифейские граниты-рапакиви и щелочные метасоматиты в их ореоле (Северное Приладожье, 0.12-0.63 %); 7 – щелочные метасоматиты и связанные с ними Pd-Cu-Se-U и Cu-Se-U-V руды (PR<sub>1</sub>, Средняя Падма, Светлое); 8 – кварцевые гравелиты с Y-U-Th-минерализацией (Черный Наволок, Тедрилампи).

Высокие содержания REE связаны с ладоголитами, тенсбергитами и Ba-Sr-P-Ti рудами Элисенваарского массива PR<sub>1</sub>-возраста (проявления Кайвомяки, Райвимяки (даются местные названия, по [5-6])). REE концентрируются в монаците, ортите, эпидоте, апатите, титаните, в меньшем количестве встречаются в более поздних карбонатах, таких как лантанит, бастнезит и Ca-Sr-Се-карбонатах, которые выделяются с хлоритом, сульфидами, Sr-баритом и целестином [4]. В породах  $\sum\text{REE}$  составляет 0.22-1.04 %; в титанитах  $\sum\text{REE}$  достигает - 1-1.7 %; в апатитовых концентратах – 0.45-1.36 %. В породах Элисенваарского комплекса содержится Ba в количестве 0.13-1.3 %, Sr 0.5-1.2 %, Zr 220-940 ppm, Hf 2-14 ppm, Ga 190-346 ppm, Y 36-170 ppm, Nb 10-28, реже до 128 ppm, Th 10-77 ppm (ISP-MS анализ). Апатит содержит 1.2-1.7 % Sr, изоморфно входящим в него, и микровключения стронциобарита и целестина. Апатит сечется и обрастает ортитом и монацитом. В светлых ядрах зональных апатитов и титанитов установлено до 1.3-1.63 % Се. Апатитовые и апатит-титанитовые руды наиболее обогащены REE. Ресурсы REE при средней концентрации в ладоголитах 0.25 % составляют 15 млн. т. [4, 6].

В карбонатитах Тикшеозерского массива (1.8 млрд. л.) в Северной Карелии концентраторами REE являются фосфаты и карбонаты (монацит, ксенотим, бастнезит, паризит), апатит, титанит и более редкие Sr-Се-минералы. Минералы REE и повышенные концентрации лантаноидов тяготеют к апатитовым рудам, во вкрапленной минерализации в карбонатитах  $\sum\text{REE}$  600-1260 ppm. Карбонатиты содержат Sr 0.24-0.44 %, Ba 200-626 ppm, Nb от 14, до 411-930 ppm, Ta 1-14 ppm, Y 14-48 ppm, Zr 8-143 ppm, Th 3-30 ppm.

Необычным представителем REE-минерализации является Западно-Рыбозерское апатит-магнетитовое рудопроявление (AR<sub>2</sub>) в карбонат-тремолитовых сланцах, на которые накладывается вкрапленно-прожилковая Pd-Cu-Ni-S минерализация. Она, в свою очередь, сечется более поздними прожилками REE-карбонатов, представленными преимущественно бастнезитом, паризитом в ассоциации с монацитом, реже ксенотимом.

Умереннощелочные интрузивы Сяргозерского комплекса (AR<sub>2</sub>) в Центральной Карелии дифференцированы от габбро-пироксенитов до монзонитов и сиенитов (массивы Панозерский, Сяргозерский, Торосозеро, Шаравалампи). Они содержат повышенные концентрации REE до 1314 ppm, Zr, Ba, Sr [1]. REE концентрируются в монаците, ортите-эпидоте, апатите, титаните, Се-торите (Се до 7 %), паризите, бастнезите.

Граниты-рапакиви Салминского массива (~1.5 млрд. л.) в Северном Приладожье, метасоматиты в них и грейзены в их ореоле отличаются повышенными концентрациями REE. В порфиroidных гранитах-рапакиви 1-ой фазы  $\sum\text{REE}$  (218-432 ppm) увеличивается в участках измененных пород до 1046 ppm, содержание Ba изменяется от 65 до 1400 ppm, Sr составляет 21-100 ppm, Rb 240-314 ppm, Y 58-96 ppm, Zr 51-250 ppm, Nb 24-90. Во 2-й фазе гранитов содержание Y увеличивается до 325 ppm (до 0.1 %, по [5]). Они сопровождаются грейзенами с W-Bi-Te-As-оруденением, на проявлении Люпикко развита Y-Се-U минерализация (уранинит, монацит, ксенотим, бастнезит), а содержание Be

достигает 413-1327 ppm. В коре выветривания Салминского массива и урановом месторождении Карку в перекрывающих их толщах встречаются REE-карбонаты.

В зонах поздних складчато-разрывных деформаций в протерозойских толщах (PR<sub>1</sub>jt-l<sub>d</sub> возраста) - базальтах, карбонатных породах и на их контактах с силлами габбро-долеритов образуются щелочные и сопряженные Fe-Mg-метасоматиты с Cu-S, Cu-Se-U и Cu-Se-U-V с благородными металлами руды (Светлое, Средняя Падма и другие проявления Падминской группы). На проявлении Светлое в Pd-Cu-Se-U рудах установлены содержания  $\Sigma$ REE 457-660 ppm, Y 210-400 ppm и их минералы-концентраторы - REE-карбонаты, монацит, ксенотим, торитофосфаты. В кварцевых конгломератах и гравелитах (PR<sub>1</sub>jt<sub>1</sub>) ряда проявлений Центральной Карелии (Черный Наволок, Тедрилампи) встречаются повышенные содержания Zr, Y, Th. Эти элементы концентрируются в цирконе, торите, торитофосфатах, монаците. При не высоких концентрациях REE, стратифицированный протяженный характер залежей кварцевых гравелитов с локальными зонами деформаций может представлять интерес при поисках.

### Литература:

1. Дмитриева А.А. Геохимия рудная минерализация сяргозерского умереннощелочного комплекса (Центральная Карелия) // Ученые записки ПетрГУ. 2013. № 6. С. 45-50.
2. Кулешевич Л.В. Золоторудное месторождение Рыбозеро в Южно-Выгозерском зеленокаменном поясе (Восточная Карелия) // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск. 2013. № 16. С. 89-101.
3. Кулешевич Л.В., Дмитриева А.В. Минералы и источники редкоземельных элементов в Карелии // Ученые записки ПетрГУ. № 4. 2012. Т. С. 62-66.
4. Кулешевич Л.В., Дмитриева А.В., Хазов Р.А. Ва-Sr-P-Ti-TR-полевошпатовое сырье Элисенваарского щелочного Комплекса (Карелия): геохимия и минералогия редкоземельных элементов // Ученые записки ПетрГУ. 2014. № 4. С. 67-70.
5. Минерально-сырьевая база Республики Карелия / Под ред. Михайлова В.П., Аминова В.Н. Петрозаводск: «Карелия». 2005. Кн. 1. 278 с.
6. Хазов Р.А., Попов М.Г., Бискэ Н.С. Рифейский калиевый щелочной магматизм южной части Балтийского щита. С.-Пб.: Наука. 1993. 218 с.