

МИНЕРАЛЫ И ИСТОЧНИКИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В
КАРЕЛИИ

**Кулешевич Л.В. (kuleshev@krc.karelia.ru), Дмитриева А.В.
(DmitrievaA-V@yandex.ru), Хазов Р.А.**
Карельское отделение. ИГ КарНЦ РАН

MINERALS AND SOURCES OF RARE-EARTH ELEMENTS IN KARELIA

Kuleshevich L.V., Dmitrieva A.V., Khazov R.A.
Karelian Branch. IG KarRC, RAS

Редкоземельные элементы (РЗЭ - Y и лантаноиды La, Ce, Nd...) в последние годы нашли широкое применение в разных современных отраслях промышленности. Растет их добыча и использование (до 130 тыс. тонн в год в оксидах). В земной коре они встречаются преимущественно в щелочных магматитах и метасоматитах: промышленные концентрации этих элементов известны в нефелиновых породах и апатит-нефелиновых рудах, карбонатитах и скарнах на контакте с породами повышенной щелочности. Наиболее распространенными концентраторами являются бастнезит $(Ce, La, Pr)[CO_3]F$, паризит $Ca(Ce, La_2)_3[CO_3]_3F_2$, синхизит $Ca(Ce, La)[CO_3]_2F$, монацит $Ce[PO_4]$, ксенотим $Y[PO_4]$, ортит $(Ca, Ce)_2(Al, Fe)_3[Si_3O_{12}](O, OH)$, лопарит $NaCeTi_2O_6$, TR-минералы и многие другие, а также апатит, эпидот, сфен, циркон. Максимально-высокие концентрации РЗЭ установлены в карбонатитах и скарнах на контакте с сиенитами или гранитами, среди них наиболее крупные рудные объекты, располагаются на докембрийских щитах. Среди осадочных метаморфизованных месторождений важное место занимают Th-U-содержащие докембрийские кварцевые конгломераты, которые образуют пластовые залежи. При невысоких концентрациях минералов Ce или Y-подгруппы (браннерит, монацит, давидит, торит) в десятые-сотые доли процента, РЗЭ разрабатываются и добываются совместно с ураном и торием.

Минералы РЗЭ и их ассоциации в Карелии. Наиболее высокие концентрации РЗЭ известны в следующих типах пород и руд: 1 – ультраосновных щелочных пегматоидных породах Тикшезерского и Елетьозерского массивов (Σ РЗЭ 0.36%); 2 – ультраосновных щелочных породах и титанит-apatитовых рудах Элисенваарского комплекса (0.22-1.7%); 3 – субщелочных гранитах, пегматитах и метасоматитах AR возраста (0.13-0.41%); 4 – грейзенах в ореоле рифейских гранитов-рапакиви в Северном Приладожье (0.12-0.63%); 5 – субщелочных габбро-пироксенитах, монзонитах, титанит-apatитовых рудах в Ц. Карелии; 6 – в альбититах и связанных с ними благороднометалльных Cu-Se-U и Cu-Se-U-V рудных объектах; 7 – в Au-S, Au-S-As рудах, Au-содержащих колчеданно-полиметаллических; 8 – кварцевых конгломератах и гравелитах с U-Th-

минерализацией (Железные Ворота, Янгозеро, Черный Наволок, Th 0.1-0.2÷1.56%).

В апатитовых рудах из карбонатитов Тикшеозерского массива концентраторами РЗЭ ($\Sigma 970-1250$ ppm) являются фосфаты и карбонаты. Наиболее высокие содержания РЗЭ связаны с ладоголитами, тенсбергитами и Ва-Sr-P-Ti рудами Элисенваарского массива (Кайвомяки, Райвимяки, Хазов и др., 1993), где они концентрируются в сфене, апатите, ортите, собственных фосфатах и карбонатах. В породах Σ РЗЭ 0.22-0.4%, Zr 220-940 ppm, в титанитах Σ РЗЭ 1-1.7%, в апатитах 0.45-1.36%. В Приладожье группа грейзенизированных скарновых месторождений Питкярантского рудного поля в ореоле раннерифейских гранитов-рапакиви Салминского массива отличается высокими концентрациями РЗЭ и урана (Хазов, 1982). В коре выветривания этого массива и на U-месторождении Карку в рифейских перекрывающих толщах известны карбонаты РЗЭ и коффинит с РЗЭ (Величкин, 2004). Грейзены с W-Bi-Te-As-рудной минерализацией проявления Люпикко (Y 0.1, Yb 0.1%) содержат Ве-минералы, леллингит, Су-сульфиды, шеелит, галенит, клаусталит, Bi и Bi-Te-минералы. С ними в сростании находятся уранинит (Pb 13.5-14.54%, Th 3.04-12.16%), монацит, бастнезит. Уранинит обычно бывает окружен каймой Y-торита, бастнезит обрастает монацит.

Кроме традиционных источников, связанных со щелочными породами и карбонатитами, РЗЭ встречаются и в некоторых других типах пород и руд AR и PR₁ возраста. Умереннощелочные интрузивы AR₂ возраста дифференцированы от габбро-пироксенитов до монзонитов, монцодиоритов и сиенитов (массивы Панозерский, Сяргозерский, Торосозеро, Шаравалампи). Они содержат повышенные концентрации РЗЭ ~308-1314 ppm, Zr 50-220 ppm, Ba, Sr. В Панозерском массиве РЗЭ входят в торит, ортит, монацит, La-Ce и Ce-La-F-карбонаты. При распаде Се-торита (Се до 7%) вокруг него образуется бастнезит. На уч. Шаравалампи РЗЭ входят в состав эпидота, ортита и сфен, в виде включений в апатит.

В Au-U-Th-содержащих кварцевых конгломератах и гравелитах различных проявлений (PR_{1jt1}) известны высокие концентрации Zr, Th, Y, РЗЭ. На проявлениях Черный Наволок, Тедрилампи (Y 0.1%, Zr 0.6%) они концентрируются в цирконе, торите (замещение Th на Се, Si на P), монаците. В Ц. Карелии формирование силлов габбро-долеритов PR₁ возраста завершается появлением монцодиоритов. Если в ятулийских лавах базальтов содержание РЗЭ 65 ppm, а силлах габбро-долеритов 100-217 ppm, Zr ~50 ppm (Койкары, Поор-Порог, Светлое, Медные горы, Юкка-Губа), то в зонах их позднего изменения (турмалин-биотитовых метасоматитах) содержание РЗЭ возрастает до 230-400 ppm, Zr 450-682 ppm (за счет монацита, циркона). В результате поздних преобразований в зонах складчато-разрывных деформаций и на контактах габбро-долеритов с вмещающими толщами PR_{1jt1d} возраста образуются альбититы, сопряженные Fe-Mg-метасоматиты, Au-Cu-содержащие кальцитовые жилы, Cu-Se-U и Cu-Mo-Se-U-V с благородными металлами руды (Светлое, Средняя Падма). В околорудном

ореоле проявления Светлое концентрация РЗЭ и Zr сильно колеблется, в рудах установлены Σ РЗЭ 660-950 ppm (Y 210-392), РЗЭ-карбонаты, монацит, ксенотим.

Известно, что РЗЭ (бастнезит, паризит, монацит, ксенотим и некоторые другие минералы) сопровождают гидротермальные золоторудные месторождения. Занимаясь минералогией золоторудных проявлений Карелии, попутно изучались минералы РЗЭ на этих объектах и возможные нетрадиционные источники. Например, на архейском Au-S месторождении Рыбозеро в восточной Карелии в оталькованных коматиитах, лиственитах и вблизи контакта с ними установлены аномальные концентрации РЗЭ. Они связаны с ксенотимом, монацитом, торитом, бастнезитом, встречаются Y-торит (Y 5.36-9.98%), Th-монацит (Th 6.12%). В колчеданно-полиметаллических рудах Северо-Вожминского проявления в интервалах с Au: Σ РЗЭ составляет 400 ppm, Zr до 360 ppm. Акцессорные минералы (апатит, монацит, паризит или бастнезит, иногда ксенотим) сопровождают все золоторудные проявления в AR шир-зонах, причем минералы РЗЭ выделяются после главных сульфидов и арсенидов.

Хазов Р.А. Металлогения Ладожско-Ботнического геоблока Балтийского щита. Л. Наука. 1982. 190 с.

Хазов Р.А. Попов М.Г., Бискэ Н.С. Рифейский калиевый щелочной магматизм южной части Балтийского щита. С.-Пб. «Наука». 1993. 218 с.

Величкин В.И. О новом типе урановых месторождений в северо-западном Приладожье // Крупные и суперкрупные месторождения: закономерности размещения и условия образования. М. 2004. С. 110-134.