

УДК 550.4

НОВЫЙ ГЕОХИМИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ РЕДКОМЕТАЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ГИГАНТСКОЙ ЛОВОЗЕРСКОЙ ИНТРУЗИИ (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

© 2004 г. Академик Л. Н. Когарко

Поступило 06.10.2003 г.

Разработка геохимических критериев рудоносности природных магм является одной из важнейших задач современной геохимии. Поиск, разведка и в дальнейшем оценка запасов магматического рудного сырья тесно связаны с выяснением генезиса месторождений, а также вероятностью и механизмом кумуляции рудных минеральных фаз в период формирования рудоносных тел и горизонтов.

Настоящая работа посвящена выяснению условий, благоприятных для возникновения месторождений кумулятивного типа, и разработке критериев рудоносности щелочных магм, с дифференциацией которых связаны крупнейшие месторождения фосфора, редких земель, циркония, ниобия и других элементов.

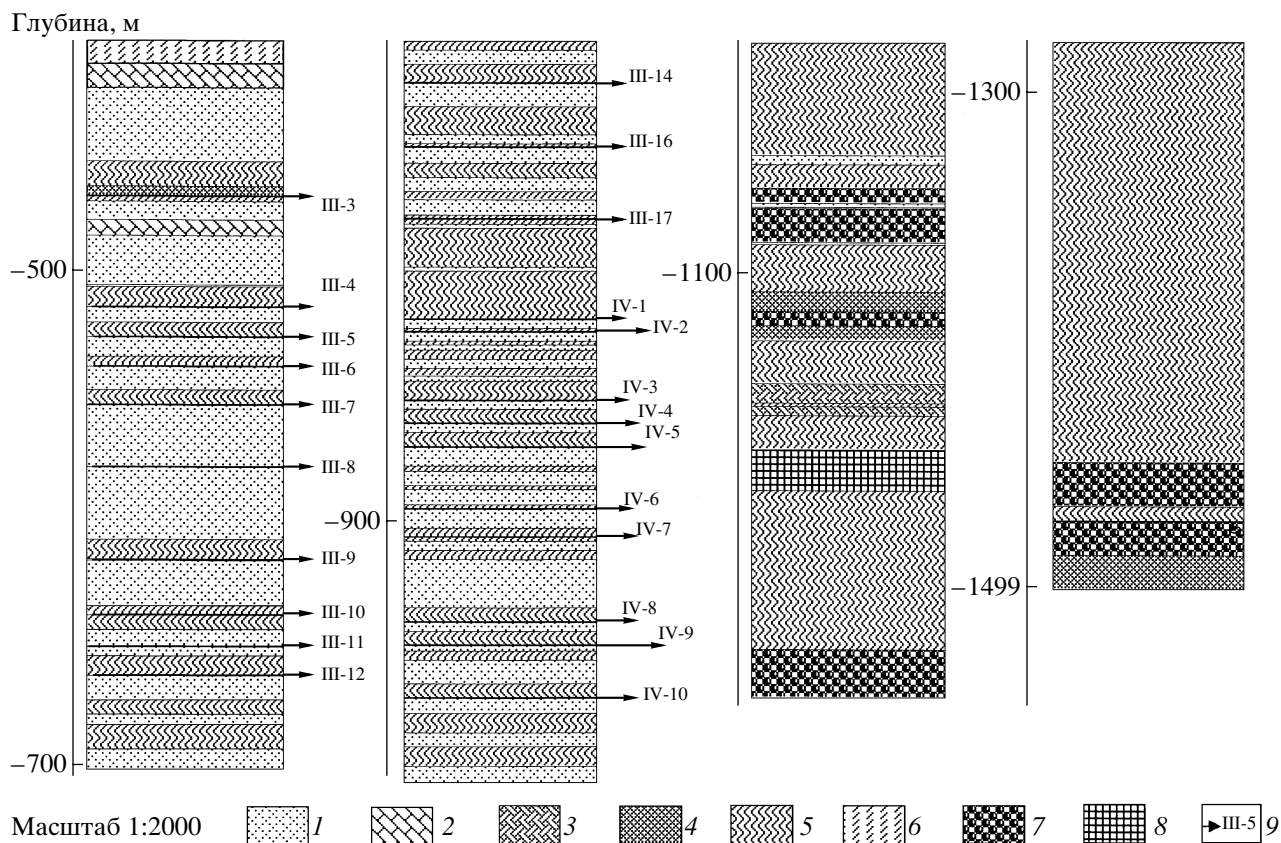


Рис. 1. Геологический разрез 2-й фазы Ловозерского массива, по скв. 904 (с учетом склонения). 1 – луавриты; 2 – сиениты; 3 – луаврит-ювиты; 4 – фойюит-луавриты; 5 – фойюиты; 6 – щелочные лампрофиты; 7 – ювиты; 8 – зоны дробления; 9 – рудные горизонты и их номера.

Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского
Российской Академии наук, Москва

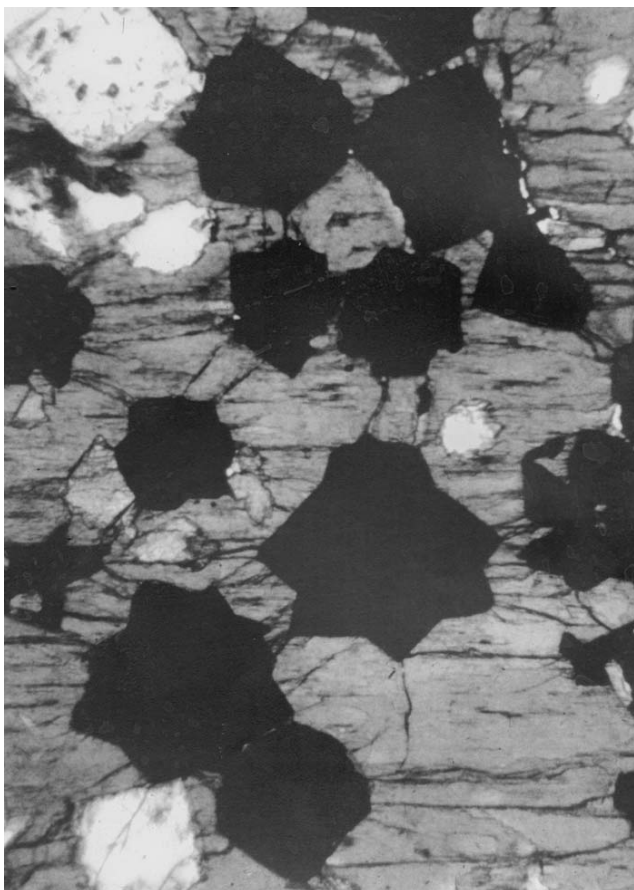


Рис. 2. Интерстициальный лопарит самой нижней зоны дифференцированного комплекса: черное – интерстициальный лопарит, серое – нефелин, 300×, без анализатора.

Среди магматических формаций мира щелочные породы характеризуются исключительной продуктивностью. С ними связаны крупнейшие месторождения апатита, редких литофильных элементов, таких, как цирконий, ниобий, редкие земли, стронций, уран, торий. Потребление редких элементов в индустриально развитых странах непрерывно растет, в этой связи щелочные формации можно рассматривать как сырье будущего – сырье XXI в.

Особый интерес представляют формации агпаитовых нефелиновых сиенитов, к которым приурочены суперкрупные месторождения апатита, лопарита и эвдиалита (Кольский полуостров, Южная Африка, Бразилия, Гренландия). С гигантской Ловозерской интрузией связаны редкометальные лопаритовые руды – ценнейший источник ниобия, тантала, редких земель и радиоактивного сырья.

Ловозерский массив (625 км²) [1] представляет собой плутон, сформированный тремя интрузивными фазами: 1) среднезернистые нефелиновые и гидронозеановые сиениты, 2) дифференцированный комплекс уртитов–фойяитов–луявритов,

0845lopinterfeldspar (1272 × 1017 × 256 tiff)

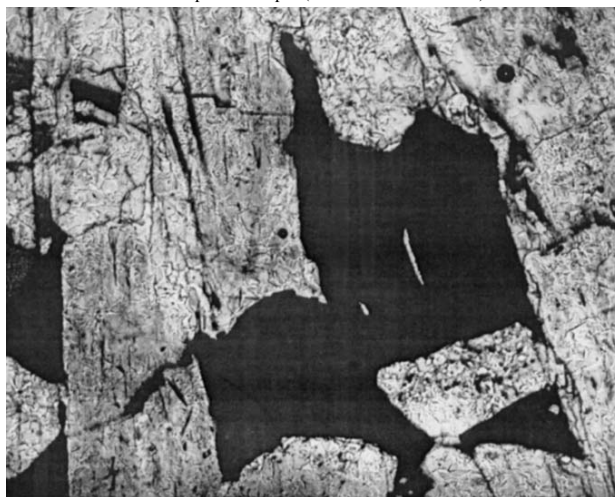


Рис. 3. Лопаритовая руда: черное – кумулятивный лопарит, серое – эгирин, белое – нефелин, 200×, без анализатора.

3) эвдиалитовые луйвриты. В основном с уртитовыми горизонтами связана лопаритовая редкометальная минерализация. Рудные горизонты, обогащенные лопаритом, прослеживаются до глубин 1325–1350 м (расстояние от верхнего контакта) дифференцированного комплекса (рис. 1).

В течение последних лет мы детально исследовали минералогию и геохимию щелочных пород наиболее глубинных, не выходящих на поверхность зон 2-й фазы Ловозерского массива (скв. 904, 905 и др.). Проведенные работы (до глубин 2200–2300 м общего разреза Ловозерского массива) выявили некоторые особенности строения и минерального состава этой интрузии. Наиболее интересной является смена минеральных парагенезисов в исследуемой зоне. Набор породообразующих минералов (нефелин, калиевый полевой шпат и эгирин) не меняется, в то время как высокощелочные агпаитовые акцессорные минералы верхней части разреза (эвдиалит и лампрофиллит) заменяются менее щелочными, близкими к миаскитовым ассоциациями (сфен и мозандритовая группа минералов). Меняются формы выделения главного минерала – концентратора ниобия, тантала и редких земель – лопарита. В наиболее глубокой зоне массива лопарит образует ксеноморфные выделения, приуроченные к интерстициям (рис. 2), в то время как с глубин 1320–1350 м лопарит становится хорошо оформленным, идиоморфным (рис. 3). Смена форм выделения лопарита определяется временем кристаллизации этого минерала. Как было показано нами [2] и другими авторами [3], формирование расслоенных интрузий, как правило, происходит снизу вверх в результате оседания минералов в процессе кристаллизации и конвективного перемешивания.

Интерстициальный характер лопарита в самой нижней зоне Ловозерской интрузии свидетельствует о том, что исходная магма дифференцированного комплекса Ловозерского массива не была насыщена в отношении лопарита. В этой части интрузии лопарит выделялся на более поздних стадиях, насыщение расплава в отношении лопарита достигалось после формирования каркаса из породообразующих минералов в небольших объемах интерстициальной жидкости. После формирования около трети дифференцированного комплекса состав расплава становился насыщенным в отношении лопарита, так как редкие земли, ниобий и титан накапливались в процессе эволюции щелочной магмы, и кристаллизация лопарита началась на ранних стадиях, определяя идиоморфизм этого минерала. Ранняя кристаллизация лопарита явилась причиной его переноса в большом объеме расплава и сегрегации в отдельных горизонтах в результате процессов гравитационно-конвективной дифференциации. Интересно отметить, что смена форм выделения лопарита (1320–1350 м от верхнего контакта) совпадает с появлением рудных лопаритовых горизонтов – самый нижний рудный горизонт располагается на глубине 1325 м от верхнего контакта дифференцированного комплекса.

На основании приведенных фактов можно заключить, что смена форм выделения лопарита (и времени его кристаллизации) представляет собой новый геохимический критерий рудоносности щелочных магм на редкоэлементное сырье (ниобий, тантал, редкие земли).

Из полученных данных следует, что рудоносными зонами гигантской Ловозерской интрузии

могут быть только те, которые содержат идиоморфный (кумулятивный) лопарит. Самая нижняя зона Ловозерской интрузии (около 870 м) не перспективна на редкометальное сырье.

Таким образом, необходимым условием появления магматических редкометальных месторождений кумулятивного типа является ранняя котектическая насыщенность расплава в отношении рудного минерала. В этом случае отмечается идиоморфизм редких минералов. Если концентрация рудного компонента значительно ниже котектической, то кристаллизация рудного минерала будет осуществляться на поздних стадиях формирования пород в малом объеме интерстициального расплава, когда явления конвективно-гравитационной дифференциации и сегрегации минеральных фаз затруднены, что приведет к рассеиванию рудных компонентов в виде ксеноморфных выделений аксессуарных минералов. Принцип ранней котектической насыщенности магмы в отношении рудного минерала как необходимое условие возникновения магматических руд кумулятивного типа может быть распространен на формации ультраосновных и основных пород.

Работа поддержана РФФИ (грант 02–05–64122а) и грантом “Научной школы” НШ-1087.2003.5.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасимовский В.И., Волков В.П., Когарко Л.Н. и др. // Геохимия Ловозерского щелочного массива. М.: Наука, 1966.
2. Kogarko L.N., Williams C.T., Wooley A.R. // Mineral and Petrol. 2002. V. 74. P. 1–24.
3. Parsons I. Origin of Igneous Layering. Dordrecht: Reidel, 1987. 561 p.