

## К проблеме иттриености комплексных Nb-TR-Sc руд месторождения Томтор А.В.Лапин<sup>1</sup>, А.В.Толстов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГУП ИМГРЭ, lapin@imgre.ru, Москва, Россия

<sup>2</sup>ИГиМСО РАН, [tols61@mail.ru](mailto:tols61@mail.ru), Новосибирск, Россия

Согласно имеющимся предварительным данным уникальные редкометалльные руды томторского месторождения характеризуются обычным для кор выветривания карбонатитов существенно цериевым составом лантаноидов, а их иттриеность и скандиеность обусловлены общим повышенным уровнем концентрации р.з.э. Однако, проведенный анализ выявляет значительную вариативность состава р.з.э. в томторских рудах, в которых при средней величине отношения Ce/Y 10-12 в отдельных буровых пересечениях рудного тела это отношение меняется от 2.4 до 81, а иногда опускается до 1.0-2.0, т.е. содержания Ce и Y, как и содержания цериевых и иттриевых земель, становятся сопоставимыми.

Известно, что цены на индивидуальные р.з.о. различаются более, чем на 1-2 порядка, при этом наиболее значительны эти различия для цериевых земель, с одной стороны, и иттриевых земель, иттрия и скандия – с другой. Учитывая это, инвестиционная привлекательность томторских руд сильно зависит от относительной доли наиболее ценных продуктов и, прежде всего, средних и тяжелых лантаноидов, иттрия и скандия.

Анализ имеющихся данных показывает, что в пределах месторождения могут быть выделены блоки, которые значительно обогащены Y, Sc и тяжелыми лантаноидами. Параметры одного из таких блоков приведены в таблице, где показаны средние содержания компонентов в трех буровых пересечениях рудного тела. Средние содержания Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в буровых пересечениях повышаются до 1,5-2,0% и более, а отношения Ln<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> снижаются до 4,8-8,0 по сравнению с средними значениями для томторских руд 20-30. При этом отношения Ce/Y понижаются до значений 2,0-6,0, а это означает выравнивание относительной доли легких и тяжелых лантаноидов. Это создает принципиально новую ситуацию, при которой извлечение наиболее дефицитных и ценных тяжелых лантаноидов становится экономически выгодным, что может существенно повлиять на стоимость товарной продукции.

Таблица

№№ п/п	Параметры	Скв.5655	Скв.5755	Скв.5855	Среднее
1	H, м	30,4	23,8	31,5	28,6
2	M, м	12,6	12,4	10,1	11,7
3	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	9,47	9,08	5,85	8,13
4	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	2,223	2,067	1,668	2,00
5	Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	0,136	0,150	0,108	0,13
6	Ln <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	10,65	14,28	13,41	12,78
7	Ln <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,79	6,91	8,04	6,44

Примечание: H – глубина залегания кровли рудного тела,

M – мощность рудного тела

Ln<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-содержание суммы оксидов лантаноидов

В блоках, обогащенных Y и тяжелыми лантаноидами, нарушается корреляция между TR и Y, а также TR и Sc; на корреляционных графиках появляется область точек с высокими значениями содержаний Y и Sc, которые не коррелируют с содержаниями лантаноидов, что указывает на появление в рудах дополнительной редкоземельной фазы, которая отличается составом р.з.э. Присутствие дополнительной фазы подтверждается тем, что в этих блоках появляется несвойственная рудам корреляция Y и Zr, а также Sc и Zr. Действительно, минералого-геохимические исследования показывают, что в рассматриваемых блоках появляется поздний эпигенетический Y-Zr минерал – циркониевой ксенотим, в составе РЗЭ которого преобладают средние и тяжелые лантаноиды.

Структурно-текстурная позиция Zr-ксенотима в богатых рудах указывает на его приуроченность к одному из поздних эпизодов внутриминерализационного тектонического расслабления руд, которое сопровождается их перекристаллизацией и развитием вокруг струевидных и полосчатых выделений Zr-ксенотима зон отложения алюмофосфатов (обычно ряда гояцит-флоренсит) и минералов титана (обычно ильменрутила).

Весьма неравномерное проявление этих процессов в богатых рудах, явно выраженный наложенный характер иттриевой минерализации и особенности структурно-текстурной позиции Zr-ксенотима в рудах дают основания для выделения внутри растянутого во времени этапа эпигенетических преобразований латеритных продуктов выветривания карбонатитов (см.тезисы: Лапин, Толстов «Редкие металлы...» в настоящем сборнике) особой стадии проявления иттриевой минерализации в связи с поздним эпизодом расслабления руды. Наложение этой стадии приводит к значительному смещению состава редких земель в сторону иттрия, средних и тяжелых лантаноидов, а также к росту концентраций скандия и тория в рудах.

Полученные результаты подтверждают сделанный ранее вывод о том, что такие компоненты богатых руд, как Y, Zr, средние и тяжелые лантаноиды, Sc и Th по своему геохимическому поведению относятся к груп-

пе компонентов «смешанной природы», которые в процессе эпигенеза, наряду с остаточным накоплением, частично привносятся эпигенетическими растворами. Таким образом, в отличие от церовых земель, в геохимическом поведении которых при эпигенетических преобразованиях продуктов выветривания карбонатитов преобладает остаточное накопление, для иттрия, скандия и тяжелых лантаноидов существенную роль играет также привнос с эпигенетическими растворами. Вначале это проявляется в повышении концентраций Y, Sc, тяжелых лантаноидов и тория в эпигенетических генерациях монацита и флоренсита, а затем на поздних стадиях эпигенеза – к появлению в рудах собственного иттриевого минерала – циркониевого ксенотима. Конечным итогом эволюции состава Р.З.Э. в процессе эпигенеза является появление на фоне преобладающих существенно цериево-земельных руд участков и блоков с иттриевым составом редких земель.

Потенциальное значение реализации иттриевой стадии процесса эпигенеза для экономики комплексных редкометалльных руд определяет необходимость более тщательного отслеживания вариаций состава р.з.э. в рудах, выделения и оконтуривания рудных блоков, обогащенных Y, Sc и тяжелыми лантаноидами как на площади предварительно разведанного участка Буранный, так и на Северном и Южном флангах этого участка, которые станут предметом оценки в ближайшем будущем.