

Редкие металлы-первый шаг к богатейшему рудному комплексу массива Томтор.

А.В.Лапин¹, А.В.Толстов²

¹-ФГУП «ИМГРЭ», *lapin@imgre.ru*, Москва, Россия

²- ИГиМСО РАН, *tols61@mail.ru*, Новосибирск, Россия

Томторский массив, расположенный на севере Якутии – один из крупнейших в мире карбонатитовых комплексов ($S \approx 300 \text{ км}^2$) и наиболее значительное по площади проявление карбонатитов (12 км^2). Массив имеет округлую в плане форму и концентрически зональное строение – карбонатиты образуют его центральное ядро, а щелочные и нефелиновые сиениты, занимающие большую часть площади массива, слагают краевую зону. Карбонатизированные ийолиты, значительно уступающие по площади сиенитам, присутствуют в виде серповидного тела, отделяющего сиенитовую краевую зону от карбонатитового ядра массива. Томторский массив – пример высокой продуктивности карбонатитовых комплексов, которые включают эндогенные и экзогенные месторождения широкого спектра рудных и нерудных полезных ископаемых и являются одним из главных источников редкометалльного сырья. Характерная особенность массива – хорошо развитая зона гипергенеза и наличие на карбонатитах мощной (до 400 м) коры выветривания. Геолого-разведочными работами в корях выветривания карбонатитов, наряду с обычными для этих образований типами руд, выявлены уникальные комплексные редкометалльные руды, которые значительно превосходят по своим параметрам руды таких известных месторождений, как Араша, Маунт-Вельд и др.

Как показывают проведенные исследования уникальность Томторского редкометалльного месторождения и его аномально высокие параметры объясняются тем, что коры выветривания карбонатитов этого месторождения отличаются от других месторождений этой рудной формации более сложной историей формирования и, в частности, последовательным проявлением двух этапов гипергенеза. На первом этапе в окислительных условиях поверхностного выветривания формируется обычный профиль латеритного выветривания карбонатитов. На этом этапе главными рудоконцентрирующими механизмами являются: остаточное концентрирование инертных редких металлов (Nb, La, Ce и др.), вместе с железом и марганцем в связи с растворением и выносом карбонатов, а так же накопление фосфора на глубоких горизонтах латеритного профиля за счет его перераспределения и формирования зоны вторичного фосфатного обогащения.

Второй этап – эпигенетический – устанавливается после перекрытия кор угленосными осадками и связан с воздействием на продукты окислительного этапа восстановленных бескислородных вод, дренирующих угленосные отложения. На этом этапе сильный рудоконцентрирующий эффект достигается благодаря тому, что железо и марганец, инертные на первом этапе и накапливающиеся до предельно высоких концентраций, восстанавливаются, становятся подвижными и выносятся, обеспечивая повторное резкое концентрирование редких металлов, и других сохраняющих инертность компонентов.

В итоге, суммарная степень концентрирования редких металлов в рудах этого типа по отношению к исходным карбонатитам достигает 15-20-кратной величины. При этом характерные для карбонатитов рудные компоненты, такие как Nb, La и Ce достигают аномально высоких концентраций, свойственных порообразующим окислам, а содержания целого ряда второстепенных и малых компонентов, которые обычно не представляют интереса (P, Ti, V, Sc, Y, Sr, Ba, Ga, Pb, Zn и др.) повышаются до промышленно значимого уровня. Таким образом, именно последовательное проявление двух этапов гипергенеза и суммирование их рудоконцентрирующих эффектов определяют уникальные параметры редкометалльных руд Томтора и их исключительно высокую комплексность этих руд.

Средние содержания в рудах главных и попутных рудных компонентов (в %): Nb₂O₅-6,71; TR₂O₃-12,48; Y₂O₃-0,75; Sc₂O₃-0,06; TiO₂-7,0; V-1,0; P₂O₅-13,5; Al₂O₃-13,0; ZrO₂-0,65; SrO-3,0; BaO-3,7. Суммарное количество этих компонентов превышает 50% рудной массы. Запасы руд позволяют обеспечить предприятие по их переработке более, чем на 500 лет.

Госбалансом учтены запасы Nb, Y, Sc, La, Ce, Pr, Nd, Eu, Sm. Кроме этих компонентов в контурах Nb руд оценены ресурсы: Ti, V, Al, P, Zr, Sr, U, TRY (Gd, Tb, Dy, Er, Tm, Yb, Lu). Однако, для ряда попутных компонентов имеется лишь авторская оценка средних содержаний и ресурсов, которая базируется на геохимических данных и нуждается в дальнейших уточнениях. Нельзя так же исключить, что последующие геохимические работы позволят еще более расширить потенциальный рудный комплекс уникальных томторских руд за счет новых компонентов. Кроме того очевидно, что возможность получения тех или иных компонентов в виде товарных продуктов зависит от принятой на месторождении технологии переработки руд, которая должна быть направлена на максимальную утилизацию всего рудного комплекса. Предложенный технологический регламент (ВИМС, ГИРЕДМЕТ, ИХХМПСО РАН) предусматривает двухстадийный гидromеталлургический передел: 1 – щелочное разложение с выведением фосфора; 2 – солянокислотное вскрытие с хлорированием твердого остатка и экстракцией группы редкоземельных элементов. Технология предусматривает получение в виде товарных продуктов: Nb₂O₅ (извлечение 83,1%); TiO₂ (87,8); Y₂O₃ (60); Sc₂O₃ (71,3); La₂O₃ (72,5); CeO₂ (72,5); Pr₂O₃ (72,5); Nd₂O₃ (72,5); Eu₂O₃(73); Sm₂O₃(72,5). Кроме того существующая технология позволяет извлекать P, Al, Sr, Ba.

Рудный потенциал Томтора далеко не исчерпывается рассмотренными уникальными комплексными редкометалльными рудами. Поэтому инвестиции в освоение этих руд – это только первый шаг к рудному

комплексу Томтора. Во-первых – уникальные руды Томтора подстилаются Nb-P-Fe-рудами в обычных латеритных корах выветривания карбонатитов и их сидеритизированных разностях. Ресурсы этих руд весьма значительны, они многократно превышают запасы уникальных редкометалльных руд. Средние содержания Nb₂O₅ 0,7-0,8%; средние содержания P₂O₅ 16,5% при ресурсах P₂O₅ порядка 500 млн.т. Во-вторых, уникальные руды Томтора перекрываются пермскими осадками, которые заключают в себе значительные ресурсы каолиновых пород и содержат пласты бурых углей средней мощностью 10 м, запасы которых оцениваются в 20 млн.т. Наконец, к северу от участка Буранный, где локализовано месторождение уникальных редкометалльных руд, располагается крупное месторождение магнетитовых руд, которые генетически связаны с карбонатитами и являются аналогами фоскоритов или камафоритов. Прогнозные ресурсы этих руд, которые на 80% состоят из магнетита, оцениваются в 1 млрд.т.

В заключение подчеркнем, что инвестиции в освоение уникальных редкометалльных руд Томтора, стимулируемые прежде всего интересом к их редкоземельной составляющей, не только делают доступным обширнейший рудный комплекс этих руд, но и открывают перспективу для промышленной оценки других богатейших месторождений этого массива. Таким образом, мы находимся в начале нового этапа в истории Томтора. Некоторые задачи этого нового этапа: во-первых, углубленное минералого-геохимическое изучение ультрабогатых комплексных редкометалльных руд Томтора для максимально полного выявления и оценки всего комплекса попутных компонентов, а также выделения и оконтуривания рудных блоков, относительно обогащенных Y, Sc и тяжелыми лантаноидами; во-вторых, разведка флангов месторождения уникальных руд с целью прослеживания рудного пласта по простиранию и наращивания ресурсов руд; в-третьих, разработка промышленной технологии переработки уникальных руд, предусматривающей наиболее полное извлечение их полезных компонентов; и наконец, оценка всего рудного потенциала Томторского массива, включая прежде всего породы, подстилающие и перекрывающие месторождение уникальных редкометалльных руд, а так же прилегающие к ним участки массива.