



amethyst.photoshare.ru

# РЕДКИЕ МЕТАЛЛЫ ЛОВОЗЕРСКОГО МАССИВА

В ПОСЛЕДНЕЕ ВРЕМЯ ГОСУДАРСТВЕННУЮ ПОДДЕРЖКУ ПОЛУЧАЮТ ПРОЕКТЫ, СВЯЗАННЫЕ С ОСВОЕНИЕМ РЕДКОМЕТАЛЬНЫХ И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ. ПРИ ЭТОМ ЛОВОЗЕРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ДО СИХ ПОР ОСТАЕТСЯ ЕДИНСТВЕННЫМ ПРИРОДНЫМ ИСТОЧНИКОМ РЗМ В РОССИИ

ТЕКСТ: А.А. Твердов

Редкоземельные и редкие металлы являются сырьем инновационных технологий. По сути, объем производства и потребления данных металлов является индикатором развития промышленности и ее инновационной составляющей. РЗМ находят широкое применение в оптике, солнечных батареях, конденсаторах, спецсплавах (сверхпрочные, жаропрочные, коррозионностойкие сплавы), полупроводниках, атомной отрасли и т. д. Область применения РЗМ и редких металлов постоянно расширяется. Перспективный прогнозируемый мировой рост потребления РЗМ составляет 8–11% в год.

В настоящее время сохраняется географическая диспропорция в положении стран, контролирующих добычу РЗМ, и стран, осуществляющих переработку и потребление данного сырья. Основными потребителями РЗМ и редких металлов являются страны Запада, в то время как основной страной по добыче РЗМ является Китай, контролирующей около 90% рынка сырья. Основные центры переработки (получения оксидов и металлов РЗМ) локализованы в Китае, США, Франции и Японии.

Помимо вышеуказанных причин, среди факторов, дополнительно способствующих росту интереса к РЗМ в России, можно выделить:

- ориентацию страны на восстановление и развитие промышленности;
- истощение стратегических запасов РЗМ, накопленных в советский период;
- отсутствие полноценной собственной базы по извлечению всего перечня РЗМ в металлические продукты (оксиды);
- необходимость импортозамещения, в особенности для отраслей, чувствительных к санкционной политике;
- критичность обеспеченности РЗМ для инновационных и высокотехнологичных отраслей страны;
- критичность обеспеченности редкоземельными и редкими металлами для оборонной отрасли страны.

Россия обладает крупнейшей ресурсной базой РЗМ, однако большинство месторождений характеризуется трудной доступностью и отсутствием необходимой инфраструктуры для их освоения. В современных реалиях инфраструктурная составляющая является ключевым фактором экономической эффективности освоения месторождений полезных ископаемых, зачастую доминируя в капитальных затратах. Этот факт диктует необходимость более полного освоения месторождений, обладающих благоприятным географическим положением. Среди наиболее перспективных из них выделяется Ловозерский щелочной массив.

Разведанные руды Ловозерского щелочного массива представлены двумя типами, достаточно контрастно различающимися своей минералого-геохимической специализацией в объеме продуктивного расслоенного комплекса щелочных пород массива, условиями залегания и, как следствие, эксплуатации: лопаритовыми уртитам-малиньитами (месторождения Ловозерское и Умбозеро) и лопарит-эвдиалитовыми ювитами-луявритами (месторождения Аллуайв и Чинглусай).

Традиционно эксплуатируемое сырье Ловозерского массива представлено рудами уртитов, в которых главным промышленно-ценным минералом является лопарит, содержащий (%) 0,65 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 8,50 Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 32 ΣTR<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 39,72 TiO<sub>2</sub>, 3 SrO, и 0,63 ThO<sub>2</sub>. Концентрат лопарита выделяется на местной обогатительной фабрике и доставляется потребителям из-за повышенной радиоактивности в свинцовых контейнерах.



**ТВЕРДОВ  
АНДРЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ**

Технический директор компании IMC Montan. Окончил Московский государственный горный университет по направлению «Горное дело», Государственный университет земледелия по специализации «Оценка стоимости предприятия (бизнеса)». Обучался по президентской программе подготовки управленческих кадров в АНХ и ГС при Президенте РФ по направлению «Управление инновациями в корпорациях». Кандидат технических наук; эксперт ОЭРН; эксперт ГКЗ; сертифицированный Ростехнадзором эксперт по промышленной безопасности; профессиональный директор, аккредитованный Росимуществом; член профессионального сообщества директоров (Агентство стратегических инициатив); член экспертного совета по инновациям при президенте АЛРОСА.

**Месторождения** имеют многолетнюю историю геологического и технико-экономического изучения. Работы в разные годы выполнялись специализированными организациями (Гиредмет, ВНИИ Галургии, Севредмет, Оса Лтд, Росредмет, IMC Montan и др.). Результаты проведенных исследований, позволяют дать оценку потенциалу месторождений.



**Россия обладает крупнейшей ресурсной базой РЗМ, однако большинство месторождений характеризуется трудной доступностью и отсутствием необходимой инфраструктуры для их освоения**



### ЛОВОЗЕРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Разведка проводилась от верхних горизонтов к нижним в 1934–1978 годах, с постановкой запасов на госбаланс по категориям В, С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>. Ресурсная база Ловозерского ГОКа (ЛГОК), отрабатывающего Ловозерское месторождение, достаточно большая и имеет перспективы расширения. Главным полезным компонентом разрабатываемых руд является лопарит (ниобиевый перовскит) —  $(Ca,Ce,Na)_2(Nb,Ti)_2O_6$ . Вырабатываемый на ЛГОК лопаритовый концентрат представляет собой комплексное сырье для дальнейшего производства целого ряда металлов: тантала, ниобия, цериевой группы редких земель и титана. В небольших количествах лопаритовый концентрат содержит торий и уран, что определяет его повышенную преимущественно ториевую естественную радиоактивность. Единственным потребителем лопаритового концентрата является ОАО «Соликамский магниевый завод» (СМЗ) на Урале.

В настоящее время отработка Ловозерского месторождения осуществляется рудником «Карнасурт» — структурным подразделением Ловозерского ГОКа, расположенного в поселке Ревда Мурманской области в 149 км от областного центра. Рудник введен в эксплуатацию в 1951 году. Лицензированное шахтное поле рудника «Карнасурт» состоит из двух участков: Карнасурт и Кедыквырпахк. На руднике ведется отработка двух рудных горизонтов (тел) — I-4 и II-4. При этом рудный горизонт II-4 отрабатывается на участках Карнасурт и Кедыквырпахк, а горизонт I-4 — на участке Карнасурт. Горизонт I-4 носит название «уртиты», а горизонт II-4 — «малыниты» по одноименному названию представленных здесь пород. На руднике применяется система отработки с открытым очистным пространством и различными ее вариантами. При углубке горных работ рудник перешел к технологии с оставлением внутриблоковых целиков. Основным недостатком данной системы являются достаточно высокие потери (порядка 24%) руды, оставляемой в целиках.

Рудник характеризуется достаточно сложными горно-геологическими условиями, в том числе:

- наличием участков сопряжения разнонаправленных тектонических нарушений, где развиты зоны повышенной трещиноватости;
- участками проявления горного давления, выраженного в шелушении и заколообразовании, высокой упругостью и хрупкостью пород и предельно высокими напряжениями в массиве, достигающими критических значений в забоях очистных блоков, местах сопряжений горных выработок и т. д.;
- значительным водопритоком (до 2100 м<sup>3</sup>/ч в паводковый период);
- небольшими газопроявлениями метана и водорода;
- малой мощностью рудных тел (мощность рудных тел горизонтов I-4 и II-4 участков Карнасурт и Кедыквырпахк колеблется от 0,4 до 0,79 м);
- относительно невысокими содержаниями лопарита (от 2,99 до 6,84%).

## ЛОВОЗЕРО В РЕСУРСНОЙ БАЗЕ РЗМ РОССИИ

Необходимость решения проблемы возрождения и развития производств РЗМ в России обусловлена отсутствием источников собственно редкоземельного сырья, так как единственное эксплуатируемое в настоящее время Ловозерское месторождение высоко-комплексных редкоземельно-редко-

металлических руд является промышленным источником тантала, ниобия, легких РЗМ цериево-лантановой группы и титана, а другие крупные месторождения как объекты разведки также являются комплексными и их освоение связано с затратным и долговременным созданием производств пол-

ного технологического цикла (Томтор, Катугин, Чуктукон и др.). Эта проблема стала предметом широкого обсуждения на нескольких общероссийских и международных конференциях и создания Государственной подпрограммы №15 «Развитие промышленности редких и редкоземельных ме-

Исходя из незначительной мощности рудных тел, действующая на предприятии технология выемки предусматривает прирезку прилегающих пород с содержанием лопарита 0,6–0,8% и коэффициентом крепости по Протодьякову 12–14. Общая высота выемки вынимаемого продуктивного слоя составляет порядка 1,2 м, что исключает возможности комфортного ведения добычи и обуславливает разубоживание рудных прослоев вмещающими породами. Очистные работы в данных условиях чрезвычайно низкопроизводительны. Бурение шпуров при очистной добыче производится бурильщиками в полусогнутом положении, практически лежа. Скрепирование горной массы из очистного пространства проводится «из-под угла» вслепую. Результатом является очень низкая суточная добыча, которая с одного блока составляет около 120 тонн.

Предварительная переклассификация ресурсов руды, залегающих в пределах лицензионных границ, в стандарты, эквивалентные кодексу JORC, свидетельствует о том, что ресурсы составляют: Измеренные (Measured) — 1,1 млн тонн, Указанные (Indicated) — 29,1 млн тонн, Предполагаемые (Inferred) — 5,8 млн тонн. Показатели потерь и разубоживания составляют в среднем 30 и 60%. С учетом потерь и разубоживания общие Извлекаемые запасы месторождения составляют около 50–60 млн тонн, из них вскрытых запасов около 10 млн тонн. Содержание лопарита в Извлекаемой руде в среднем составляет около 2,25%. Таким образом, обеспеченность рудника только вскрытыми Извлекаемыми запасами категорий A+B+C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub> при сложившихся темпах добычи превышает 20 лет. Условия месторождения позволяют поддерживать и наращивать добычу при адекватном финансировании на поддержание и развитие производства.

Решение вопросов увеличения производственной мощности рудника и освоения соседних участков Ловозерского месторождения напрямую связано с механизацией очистных работ. Учитывая достаточно пологое залегание рудного тела и его небольшую мощность, а также сложные горно-геологические условия, целесообразно рассмотреть возможность применения на руднике нестандартного высокотехнологичного оборудования при проведении буровзрывных и очистных работ. В мировой практике горного дела существует опыт отработки подобных рудных тел с помощью низкопрофильного самоходного бурового и очистного оборудования (бульдозеров типа LZ100L Sandvik) с дистанционным управлением. Также не следует исключать возможность работы в данных условиях механизированных добычных комплексов типа MN 220 Reef Miner. При этом актуальным является вопрос создания отечественных аналогов данного оборудования, потенциально востребованного на многих месторождениях с маломощными рудными телами.

В непосредственной близости от рудника располагается значительная неосвоенная ресурсная база РЗМ: месторождение Умбозеро, месторождение Аллуйв, месторождение Чинглувайское.



Комбайн MN 220 Reef Miner для рудных тел малой мощности

**Вырабатываемый на ЛГОК лопаритовый концентрат представляет собой комплексное сырье для дальнейшего производства целого ряда металлов: тантала, ниобия, цериевой группы редких земель и титана**

таллов». В текущем году должны быть завершены НИОКР (около 30% содержания программы), а в 2020 году планируется завершение программы в целом. Пока наиболее реалистичным видится использование в рамках реализации этой программы ресурсного потенциала Ловозерского щелочного массива. Это обусловлено не только возможностями дальнейшего освое-

ния его редкометаллической минерально-сырьевой базы, но и наличием химико-металлургических перерабатывающих производств в нашей стране и за рубежом (Казахстан, Эстония). Хотя, по мнению ведущих специалистов, все эти предприятия, включая ОАО «Ловозерский ГОК» и ОАО «Соликамский магниевый завод» нуждаются в серьезной технической модер-

низации. С этих позиций представляется актуальным проанализировать перспективы легкодоступного Ловозера с точки зрения дальнейшего развития и освоения его рудной минерально-сырьевой базы и производства товарных редкометалло-редкоземельных концентратов, чем в первую очередь определяется его инвестиционная привлекательность.

**ТАБЛИЦА 1.** ОБОБЩЕННЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЗАПАСАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЛОВОЗЕРСКОЕ, УМБОЗЕРО И АЛЛУАЙВ

Месторождение	Руда в массиве, млн т	Полезный минерал, тыс. т	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , тыс. т	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , тыс. т	TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , тыс. т	TiO <sub>2</sub> , тыс. т	SrO, тыс. т	ThO <sub>2</sub> , тыс. т
Разрабатываемый участок	35	1400	125	9	470	590	45	9
Умбозеро	180	5000	85	30	2000	2250		
Аллуайв	28	1250	105	8	400	510	37	

**МЕСТОРОЖДЕНИЕ УМБОЗЕРО**

Умбозерское месторождение расположено на западном склоне Ловозерского щелочного массива и условно разделено на три части: Северную, Центральную и Южную. Оно также представляет существенный интерес для дальнейшего развития горных работ и расширения ресурсной базы комбината. В 1990-е годы месторождение обрабатывалось рудником «Умбозеро» в пределах опытно-промышленного блока.

Рудный горизонт представлен нефелиновыми сиенитами, лейко- и мезократовыми луавритами. Породы участка среднезернистые, трахитоидные от светло-серых до темно-серых. Максимальное лопаритовое оруденение приурочено к контакту этих разновидностей с постепенным уменьшением от контакта в обе стороны. Углы падения рудного тела колеблются от 10–15 до 30°, в некоторых случаях до 60° при средней мощности 4,6–5,8 м.

В свое время промышленное освоение Умбозерского месторождения оценивалось как существенное увеличение мощности ОАО «Севредмет» (ЛГОКа) за счет технического совершенствования подземной горной добычи за счет увеличения выемочной мощности рудного горизонта и высоты горных выработок (до 2,5 м), повышения эффективности добычи лопаритовой руды, снижения издержек рудничного транспорта и улучшения показателей обогатимости на новой Умбозерской фабрике. Однако, в настоящее время рудник «Умбозеро» из-за природно-техногенной аварии не работает, а одноименная фабрика прекратила свое существование. Таким образом, лопаритовые руды Умбозера (180 млн тонн) продолжают оставаться неиспользуемым ресурсом развития ЛГОКа.

Лопарит-эвдиалитовые и эвдиалитовые руды Ловозера представляют собой новый, перспективный для промышленного освоения источник РЗМ, не имеющий аналогов в России. Эти руды представлены месторождениями Аллуайв и Чингласуай. В отличие от традиционного лопаритового сырья они обогащены танталом (лопарит) и наиболее ценными иттриевыми лантаноидами среднетяжелой группы с сопутствующими цирконием, гафнием и танталом (эвдиалит). Эвдиалитовые рудные горизонты локализованы в верхних, приводораздельных участках Ловозерского массива, что позволяет обрабатывать их, в отличие от существенно лопаритовых, открытым способом. Кроме того, они характеризуются отсутствием радиоактивности, легкой обогатимостью лопарит-эвдиалитового сырья, хорошей растворимостью и легкоплавкостью эвдиалитовых концентратов.

**МЕСТОРОЖДЕНИЕ АЛЛУАЙВ**

Рудные горизонты месторождения Аллуайв залегают согласно с остальной толщей дифференцированного комплекса пород, полого падая к центру мас-

**ТАБЛИЦА 2.** РЕСУРСЫ ПРОМЫШЛЕННО-ЦЕННЫХ МИНЕРАЛОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧИНГЛАСУАЙ

Минерал	Руда в массиве, млн т	Полезный минерал, тыс. т	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , тыс. т	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , тыс. т	TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , тыс. т	TiO <sub>2</sub> , тыс. т	SrO, тыс. т	ThO <sub>2</sub> , тыс. т	ZrO <sub>2</sub> , тыс. т
Лопарит	16	590	70	5	180	210	22	4	
Эвдиалит	545	91000	690	55	2100		1400	11	1300

сива. Углы падения составляют 7–18° (в среднем около 10°). Мощность рудных тел в основном лежит в диапазоне от 0,6 до 1,7 м при средней мощности 0,9 м. Запасы лопаритовых руд на месторождении Аллуайв, утвержденные ГКЗ СССР (рудные горизонты I-4, II-4, II-7), составляют: В+С<sub>1</sub> — 32 млн тонн, С<sub>2</sub> — 46 млн тонн. На вскрытие и подготовку к добыче запасов месторождения Аллуайв потребуется 5–7 лет.

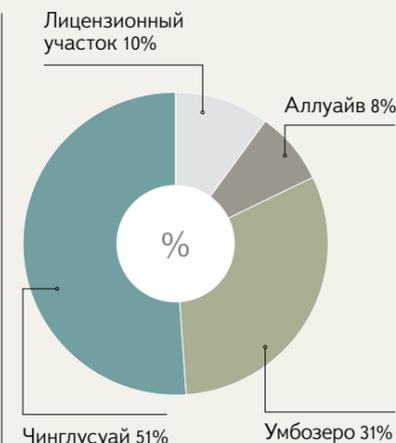
**МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЧИНГЛАСУАЙ**

Чингласуайское месторождение расположено в 5 км к северо-западу от рудника «Карнасурт», в 3 км западнее от участка Умбозеро. Участок соединен с рудником «Карнасурт» грунтовой дорогой протяженностью 7 км. Лопарит содержит до 11,5–12,5% пятиоксида ниобия, то есть в 1,5–1,7 раза больше, чем в обрабатываемых рудных горизонтах рудника «Карнасурт».

Максимальные концентрации лопарита в эвдиалитовом комплексе связаны с лопаритовыми ювитами. В целом ресурсы Чингласуайского месторождения, подсчитанные в результате предварительной разведки, составляют:

- эвдиалит-лопаритовые руды по категориям С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> — около 17 млн тонн.
- эвдиалитовых руд по категориям С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> — около 546 млн тонн при содержании сопутствующей редким землям двуокиси циркония 2,42%, в том числе для открытой отработки около 51 млн тонн.

Суммарный объем геологических ресурсов руды РЗМ, залегающей в лицензионных границах и в границах перспективных участков Ловозерского массива, составляет около 0,8 млрд тонн. Общие геологические ресурсы всех участков недр, расположенных в непосредственной близости от ЛГОК, теоретически позволяют наращивать добычу руды до 5–10 млн тонн в год с поддержанием объемов добычи в течение 30 лет и более. Очевидно, что перспективные участки превышают обрабатываемые как по объемам ресурсов, так и по суммарной ценности сырья в недрах. ☪



Примерная стоимость ресурсов в недрах Ловозерского щелочного массива

**Развитие отрасли РЗМ и Ловозерского рудного узла требует государственной поддержки и стимулирования**

**РЕКОМЕНДАЦИИ**

Для оценки перспектив дальнейшего освоения Ловозерского рудного узла можно рекомендовать:

- выполнение каркасно-блочное моделирования в различных сценариях бортовых содержаний для уточнения ресурсов;
- выполнение технико-экономического обоснования оптимальных границ обра-

ботки, способов и методов горных работ, уровня потерь и разубоживания с оценкой экономически Извлекаемых запасов руды.

Безусловно, развитие отрасли РЗМ и РМ, в том числе месторождений Ловозерского щелочного массива, невозможно без государственного стимулирования. Среди факторов стимулирования отрасли можно выделить:

- прямое государственное участие в добыче и переработке руд РЗМ, проведение НИР и НИОКР;
- налоговое стимулирование недропользователей (НДПИ и т. д.);
- реализацию государственно-частного партнерства (формирование инфраструктуры);
- формирование стратегического резерва РЗМ и РМ.