

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ

УДК 911.3:338.4 (471)

И. Л. САВЕЛЬЕВА

Институт географии СО РАН, г. Иркутск

РЕДКОЗЕМЕЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РОССИИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, РЕСУРСНЫЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ

Рассматриваются значимость редкоземельных металлов в развитии научно-технического прогресса, географические особенности развития редкоземельной отрасли мира и России, сырьевая база ее развития в России. Подчеркивается особая значимость освоения Томторского комплексного редкометалльно-редкоземельного месторождения Республики Саха (Якутия).

Ключевые слова: редкоземельные металлы, география промышленности, наукоемкие технологии, использование ресурсов.

The importance of rare-earth metals in the advancement of scientific and technological progress, the geographical features characteristic for the development of the rare-earth sector in the world and in Russia, and the raw-material base of its development in Russia are considered. Emphasis is placed on the special significance of the Tomtorsky composite rare-metal/rare earth deposit in the Sakha Republic (Yakutia).

Keywords: rare-earth metals, geography of the industry, science-intensive technologies, utilization of resources.

Широкое использование в мировом масштабе редких и редкоземельных металлов (РЗМ) предопределило развитие солнечной энергетики, сверхскоростного транспорта на магнитной подушке, инфракрасной оптики, оптоэлектроники, лазерной промышленности, ЭВМ и других отраслей. Характерная особенность мирового рынка РЗМ — быстрый рост: с 1964 по 1997 г. он увеличился в 17 раз, с 1997 по 2007 г. — в 20,5 раз [1].

По уровню использования редкоземельных металлов, как правило, судят о развитости научно-технического прогресса в той или иной стране, или в конкретных отраслях хозяйства. РЗМ, обеспечивая совершенствование технологических процессов, предопределяют возможность получения новых материалов, товаров и изделий с уникальными характеристиками, конкурентоспособных в современной мировой рыночной системе. Это — одна из разновидностей стратегического минерального сырья¹, обеспечивающего государственную безопасность. Во всем мире редкоземельные металлы рассматриваются в качестве безальтернативных катализаторов научно-технического прогресса, индикаторов экономической и национальной безопасности промышленно развитых стран [2].

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

К редкоземельным металлам² относятся иттрий, лантан и 13 элементов группы лантаноидов: церий, празеодим, неодим, самарий, европий, гадолиний, тербий, диспрозий, гольмий, эрбий, тулий,

¹ Перечень основных видов стратегического минерального сырья утвержден Правительством РФ 16 января 1996 г. Положение о государственном контроле за состоянием стратегических ресурсов и их рациональным освоением, как один из базовых принципов «Концепции национальной безопасности», утверждено Указом Президента РФ 17 декабря 1997 г.

² Название «редкоземельные элементы» (металлы) определяется, во-первых, их сравнительно редкой встречаемостью в земной коре (содержание $(1,6-1,7) \cdot 10^{-2}$ % по массе), а во-вторых, тем, что они образуют тугоплавкие, практически не растворимые в воде оксиды (такие оксиды в начале XIX в. назывались «землями»). Однако по запасам сырья РЗМ не являются редкими. По суммарной распространенности они превосходят свинец в 10 раз, молибден в 50 раз, вольфрам в 165 раз.

иттербий, лутеций. Они подразделяются на две группы: цериевую (легкие), в состав которой, наряду с церием, празеодимом и неодимом, входит и лантан — «родоначальник» группы лантаноидов, и иттриевую (сам иттрий и лантаноиды от самария до лутеция.) В свою очередь иттриевая группа подразделяется на три подгруппы: собственно иттрий, средние РЗМ (от прометия до эрбия) и тяжелые (от тулия до лутеция).

Главная особенность РЗМ — изоморфизм (способность веществ, родственных по физико-химическим свойствам, кристаллизоваться в близких формах), в значительной мере зависящий от условий минералообразования. Как правило, в природе они встречаются все вместе, но в определенных геологических условиях возникает различная концентрация редкоземельных элементов той или иной подгруппы: на щелочных породах преимущественно развиты элементы цериевой группы, а при участии постмагматических продуктов гранитоидов — иттриевой [3].

В мире известно более 250 минералов, содержащих редкоземельные элементы. Из них около 25 % являются собственно редкоземельными минералами, среди которых основную хозяйственную значимость имеют монацит и бастнезит (их месторождения преимущественно развиты за рубежом). В России известны месторождения минералов лопарита и эвдиалита.

Другая особенность РЗМ — уникальные свойства, предопределяющие развитие высоких технологий. Вследствие высокой химической активности они используются в металлургии для раскисления металлов и сплавов. Их способность к стеклообразованию находит применение в специальном стекловарении для получения жаро- и кислотоупорных, а также пуленепробиваемых стекол и керамики. Окислительно-восстановительные свойства обусловили интенсификацию органического синтеза, диэлектрические свойства нашли применение в производстве конденсаторов, а их способность к жесткому намагничиванию — в производстве мощных малогабаритных постоянных магнитов. Способность РЗМ к переходу в состояние сверхпроводимости используется в сверхпроводниковых приборах; флюоресценция и лазерный эффект — в телевидении, лампах дневного света и инфракрасных приборах; свойство поглощать тепловые нейтроны — в ядерной энергетике и т. д. [4].

Можно привести большое количество примеров по экономической эффективности применения РЗМ в той или иной отрасли хозяйства. Например, использование автомобилестроителями США ниобия, ванадия и редкоземельных элементов позволило снизить вес рядового автомобиля в 1,4 раза. За счет внедрения энергоэкономичных осветительных приборов и электронной аппаратуры, сделанных с использованием редкоземельных элементов, в США предполагают сберечь до 50 % электроэнергии, расходуемой на освещение страны. Американская фирма «Вестингауз» разработала высокотемпературные топливные элементы на основе оксидов циркония и иттрия, которые повышают КПД тепловых электростанций с 35 до 60 %.

В Казахстане в результате замачивания посевного материала в растворе неодима урожайность хлопка, пшеницы и других культур возросла на 65 % [1].

Следует отметить, что до 1980-х гг. в мире доминировал спрос на неразделенные РЗМ в сфере производства высококачественного стекла, катализаторов для нефтеперерабатывающей промышленности, перезаряжаемых аккумуляторных батарей, полировальных порошков, продукции металлургических отраслей. Мишметалл (природный сплав наиболее распространенных легких РЗМ) до последнего времени используется в металлургии с целью освобождения стали от свободного кислорода и серы, а также от примесей свинца и сурьмы.

В 1990-х—начале 2000-х гг. начал интенсивно формироваться спрос на индивидуальные редкоземельные элементы со стороны машиностроительной промышленности, электронной и электрооптической отрасли, информационных технологий, биомедицины, сельского хозяйства, охраны окружающей среды, энергосбережения. Ежегодный рост потребления индивидуальных РЗМ стал значительно опережать (от 20 до 40 %) рост потребления неразделенных (3–5 %) [5]. Основные сферы применения индивидуальных РЗМ показаны в таблице. Все более широкому применению практически всех без исключения индивидуальных РЗМ в производстве новейшей наукоемкой продукции и сырья для различных отраслей хозяйства способствует их низкая токсичность.

В целом РЗМ являются высокоприбыльным экспортным товаром. Цена их резко возрастает с повышением чистоты металла или его оксида. Например, килограмм европия, очищенного до степени «четыре девятки» (99,99 %) стоит 1,86 тыс. дол., четырехдевятичного скандия — 150 тыс. дол. [4]. Цены на международном рынке в первом полугодии 2009 г. колебались следующим образом: на легкие РЗМ в пределах 10–35 дол/кг, на средние — от 100 до 750 дол/кг, на тяжелые (в частности, лутеций) составляли около 8 тыс. дол/кг. В начале XXI в. цены на РЗМ значительно повысились, особенно по таким элементам, как оксиды празеодима, неодима, диспрозия, тербия, европия и лантана. Так, с 2002 г. по первое полугодие 2008 г. они выросли в 4–8 раз. В период мирового финансового кризиса (2009 г.) наблюдалось незначительное снижение цены на оксид иттрия и незначительный рост цен на оксиды празеодима и неодима; по другим товарным оксидам цены оставались относительно стабильными [6].

Основные сферы использования индивидуальных РЗМ, по [1]

РЗМ	Символы	Продукция
Иттрий	Y	Конденсаторы, люминофоры, микроволновые фильтры, стекла, кислородные сенсоры, радары, сверхпроводники
Лантан	La	Стекла, керамика, автомобильные катализаторы, люминофоры, пигменты, аккумуляторы
Церий	Ce	Полировальные порошки, керамика, люминофоры, стекла, катализаторы, пигменты, мишметалл, ультрафиолетовые фильтры
Празеодим	Pr	Керамика, стекла, пигменты
Неодим	Nd	Постоянные магниты, катализаторы, инфракрасные фильтры, пигменты для стекол, лазеры
Прометий	Pm	Источники для измерительных приборов, миниатюрные ядерные батареи, люминофоры
Самарий	Sm	Постоянные магниты, микроволновые фильтры, атомная промышленность
Европий	Eu	Люминофоры
Гадолиний	Gd	Визуализация изображений в медицине, оптическая и магнитная регистрация, керамика, стекла, лазеры, кристаллические сцинтилляторы
Тербий	Tb	Люминофоры
Диспрозий	Dy	Люминофоры, керамика, атомная промышленность
Гольмий	Ho	Керамика, лазеры, атомная промышленность
Эрбий	Er	Керамика, красители для стекла, оптические волокна, лазеры, атомная промышленность
Тулий	Tm	Электронно-лучевые трубки, визуализация изображений в медицине
Иттербий	Yb	Металлургия, химическая промышленность
Лютеций	Lu	Монокристаллические сцинтилляторы

Среди мировых импортеров РЗМ лидирует Япония (экспорт сырья она осуществляет преимущественно из КНР). Спрос страны на РЗМ в 2006 г. составил 18,85 тыс. т. Его структура выглядела следующим образом: церий — 43,5 %; неодим — 26,5; мишметалл — 14,8; лантан — 9,5; иттрий — 2,7; прочие — 3,0 % [7].

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Мировое потребление РЗМ в 1970–1997 гг. в среднем увеличивалось примерно на 5 % в год. В период с 1999 по 2003 г. оно повысилось с 74–79 тыс. т до 80–94 тыс. т, а в 2006 г. достигло 105 тыс. т [8].

С 2005 г. лидирующую позицию по добыче, переработке и потреблению редкоземельных элементов занимает Китай (отрасль зародилась в стране в 1981 г.), второе место принадлежит Японии (19–23 тыс. т в год), далее следуют США (17–20 тыс. т), европейские страны (10–12 тыс. т), Юго-Восточная Азия (4,5–5 тыс. т) и прочие регионы (4,5–5 тыс. т в год). В последние годы поставки концентратов, промежуточных продуктов и химических соединений из Китая на 85–90 % удовлетворяли мировой спрос на редкоземельные элементы [9].

Отраслевая структура потребления РЗМ в Китае представлена производствами различных магнитов с использованием их индивидуальных разновидностей (еще в 1999 г. доля неразделенных РЗМ составляла 75 %), аккумуляторных сплавов, стекла и керамики, люминофоров и катализаторов. В 2004 г. суммарное потребление РЗМ в Китае повысилось в сравнении с 2003 г. на 15 % (составило 33,4 тыс. т).

Второе место по добыче РЗМ принадлежит Индии, за ней следуют Австралия, Малайзия, Таиланд, Шри-Ланка, Норвегия, Демократическая Республика Конго, ЮАР. В Японии в последние годы наблюдается повышение спроса на диспрозий и тербий для производства неодим-железо-боровых магнитов и никель-металл-гибридных аккумуляторных батарей (годовой прирост составляет в среднем 15 %); в США (один из главных потребителей в мире) — рост показателя использования РЗМ в 2006 г. в сравнении с 2005 г. оценивался в 62 %.

Отраслевая структура потребления РЗМ в мире в 2000–2005 гг. была следующей: автомобилестроение — 32 %, металлургия — 16, полировка стекла и изготовление керамики — 12, производство люминофоров — 15, нефтепереработка — 4, производство постоянных магнитов — 4, прочие сферы — 17 %. В 2006 г. особо повысился спрос на соединения церия и иттрия [1].

По спросу на РЗМ в Европе лидирует Франция, на которую в 2000 г. пришлось 2/3 всех импортируемых в Европу таких металлов. Здесь ведущее положение занимает фирма Rhodia Electronics and Catalysis, которая осуществляет разделение РЗМ и выпускает широкий круг товаров, содержащих редкоземельные элементы.

Производство редкоземельной продукции в СССР достигало 8 тыс. т в год, но ее применение в гражданских отраслях было ограниченным. Значительная часть получаемой продукции экспортировалась, а внутреннее потребление индивидуальных разновидностей РЗМ (в расчете на одного человека) было в 2–10 раз ниже, чем в промышленно развитых странах. Тем не менее страна занимала третье место в мире после Японии и США как по производству, так и потреблению РЗМ. После распада СССР, к 1999 г. уровень их потребления снизился до 0,4 тыс. т, к 2005 г. — вырос до 2 тыс. т, а в 2007 г. — до 5–6 тыс. т [5].

В период развития социализма в СССР под эгидой Министерства среднего машиностроения была сформирована довольно сложная система производств редкоземельной промышленности. Она была представлена Ловозерским горнообогатительным комбинатом (ГОК), разрабатывающим одноименное месторождение лопаритовых руд в Мурманской области; комбинатом «Силмет» в г. Силлумяэ (Эстония) и Иртышским металлургическим заводом (Казахстан), осуществлявшими химико-металлургический передел концентратов; Соликамским магниевым заводом (Урал), производящим высокочистые, преимущественно легкие РЗМ — церий, неодим, празеодим. С 1970 г. и до распада СССР Ловозерский ГОК (предприятие «Севредмет») обеспечивало почти 75 % союзной потребности в РЗМ.

Средние РЗМ производил преимущественно московский завод «Полиметалл», сырьем для которого служил концентрат урансодержащих фосфоритов месторождения «Меловое» (Казахстан), перерабатываемый Днепродзержинским химзаводом (Украина); в небольших количествах концентрат из Украины поступал также на Пышминский опытный завод (Верхняя Пышма, Урал). Производство РЗМ тяжелой группы (иттербий, лютеций) было организовано на Киргизском горно-металлургическом комбинате, который перерабатывал концентрат местного Актюз-Кутесайского месторождения.

После распада СССР Иртышский химико-металлургический и Киргизский горно-металлургический заводы были закрыты. Поставки сырья из Казахстана в Днепродзержинск, а затем получаемых полуфабрикатов в Москву на завод «Полиметалл» сильно сократились. Соликамский магниевый завод (СМЗ) стал принадлежать акционерному обществу, в котором определяющее влияние на техническую политику стали оказывать акционеры из США.

Основной производитель комплексного сырья, содержащего редкоземельные элементы, Ловозерский ГОК (теперь АО «Севредмет») после почти десятилетнего бездействия в середине 2005 г. вновь приступил к производственной деятельности, возобновив поставки лопаритового сырья на СМЗ в объеме 12 тыс. т в год. По итогам 2006 г. СМЗ стал считаться крупнейшим (независимым от Китая) поставщиком РЗМ в мире, при объеме производства не многим более 3 тыс. т (в основном металлы группы легких лантаноидов) [10]. Получаемый из добываемых ловозерских руд концентрат содержит 30–31 % оксидов РЗМ, 7–8 % пентаоксида ниобия, 0,5–0,6 % пентаоксида титана и 35–38 % диоксида титана. Максимальный объем производства лопаритового концентрата ограничивается производственной мощностью Соликамского магниевого завода (10–12 тыс. т руды в год) [1]. В последние годы завод перешел на выпуск карбонатов РЗМ (ранее производились хлориды), которые более востребованы на мировом рынке. В 2007 г. их было выпущено 3,2 тыс. т в пересчете на триоксид редкоземельных элементов [11].

Несравненно больше количество РЗМ добывается и тут же «теряется» предприятиями компании ОАО «Апатит», эксплуатирующими хибинские апатит-нефелиновые месторождения в Мурманской области. В настоящее время такие металлы ими не извлекаются, а накапливаются в виде хвостов обогащения в отвалах обогатительных фабрик. Ежегодный объем добычи (потерь!) РЗМ этими предприятиями колеблется в пределах 80–200 тыс. т (пик приходится на 2002–2003 гг.) [10, 11]. В первые годы XXI в. шесть действующих заводов по производству фосфорных удобрений переработали около 7 млн т апатитового сырья, из которого можно было бы получить примерно 70 тыс. т оксидов РЗМ (50 % прогнозируемого мирового потребления на 2010 г.). За 70-летний период добычи и переработки таких руд страна потеряла не менее 5 млн т редкоземельных металлов, что в пересчете на их современную среднюю стоимость могло бы составить несколько миллиардов долларов.

В 1987 г. (во времена СССР) страна потребляла около 7 тыс. т оксидов РЗМ, в 1992 г. потребление этих металлов составило 2,9 тыс. т, в 1993 г. — 1,6 тыс. т. По потреблению РЗМ на душу населения (11 г/чел.) Россия в 7 раз отстает от США и в 4 раза — от Японии [10]. Значительная часть продукции Соликамского магниевого завода экспортируется в основном в Эстонию, Австрию, США и ряд других стран. В настоящее время в РФ потребление РЗМ в конечных продуктах оценивается в 2–3 тыс. т в год. От 95 до 100 % потребностей российской промышленности удовлетворяется за счет импорта концентратов РЗМ из Китая и закупок некоторых индивидуальных элементов в Великобритании [12]. После распада СССР в России практически не стало предприятий по разделению РЗМ.

Считается, что в условиях поставленных задач, связанных с развитием инновационной экономики, России к 2012 г. потребуется 15–18 тыс. т РЗМ [5]. По состоянию на начало 2000-х гг. доля России в производственном комплексе РЗМ мира составляла по добыче 2,1 %, по потреблению — 0,9 % [10].

РЕСУРСНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ

По оценкам специалистов, в начале нового тысячелетия мировые балансовые запасы РЗМ оценивались в объеме около 116 млн т. На первом месте по их запасам находится Китай (43 %), на втором — Россия (около 18 %), на третьем — США. Важнейшая особенность используемой к настоящему времени сырьевой базы мира — формирование ее структуры в пользу крупных и весьма крупных месторождений, которая, как считают многие специалисты, в ближайшей перспективе будет переориентирована на специфику минералогического состава РЗМ [1].

По прогнозным ресурсам первое место в мире принадлежит России [2], при этом они оцениваются преимущественно по высоким категориям — P_1 и P_2 . На 01.01.2008 г. в России запасы РЗМ 16 месторождений составляли почти 30 млн т оксидов редкоземельных элементов по промышленным категориям [12]. Доминирующая часть таких запасов (более 80 %, 100 % распределенного фонда) связана с месторождениями апатит-нефелиновых и лопаритовых руд (Ловозерское, Юкспорское, Кошвинское, Кукисвумчорское, Партомчорское и др.), расположенными в европейской части страны (Мурманская область). Причем в этих рудах весьма низкое содержание РЗМ (0,35–1,12 %), в то время как в разрабатываемых месторождениях Китая оно в среднем составляет 5 %.

Как было уже сказано, из апатит-нефелиновых руд Кольского полуострова, несмотря на их колоссальные запасы, огромнейшие объемы добычи и переработки для получения сырья, используемого в производстве глинозема и фосфорных удобрений, РЗМ не извлекаются. В то же время считается, что фосфогипс³, содержащий РЗМ, может рассматриваться как вполне рентабельный источник их получения.

Согласно исследованиям А. Г. Самонова [5], в местах действия таких предприятий накоплено около 160 млн т фосфогипса, в том числе при предприятиях ОАО «Аммофос» (Вологодская обл.) — 80 млн т, ОАО «Воскресенские минеральные удобрения» (Московская обл.) — 60 млн т, ООО «Балаковские минеральные удобрения» (Саратовская обл.) — 40 млн т. Использование фосфогипса в качестве сырья для производства РЗМ основывается на двух критериях: ликвидируются экологически опасные для здоровья человека источники (IV класс опасности), обеспечивается высокая экономическая эффективность производства РЗМ из техногенного сырья [13, 14].

В настоящее время попутное извлечение РЗМ из комплексных лопаритовых руд осуществляет только ООО «Ловозерский ГОК» (на одноименном месторождении), обеспечивающий 100 % их добычи в стране. В его рудах содержание РЗМ преимущественно цериевой (легкой) группы в среднем составляет 1,12 % [12]. Эксплуатируемое месторождение относится к числу крупных по сосредоточению в его рудах различных редких и редкоземельных металлов (ниобия, тантала, титана, циркония, гафния, лантана, церия, празеодима, неодима). Разработанная применительно к данному типу руд технология их гидрометаллургического передела позволяет получать из них всю содержащуюся гамму металлов [15]. Главные целевые продукты эксплуатации месторождения — ниобий и тантал.

В свою очередь Ловозерский массив, в пределах которого выделено Ловозерское месторождение, считается крупнейшей потенциальной сырьевой базой (обладает неограниченными ресурсами лопарит-эвдиалитовых руд) для получения циркония с попутным извлечением тантала, ниобия и РЗМ иттриевой группы. Рядом с действующим Ловозерским ГОКом разведано месторождение Аллуйв, руды которого содержат в среднем: 3,15 % — циркония; 0,11 — иттрия; 0,51 % — лантаноидов (преимущественно иттриевой группы). Запасы руды оцениваются более чем в 0,5 млрд т, в том числе около 50 млн т подготовлено для открытых работ.

Опытная добыча руд, произведенная в 1989–1990 гг. Кольским научным центром РАН совместно с АО «Севредмет», показала возможность экономически рентабельного получения гидрометаллургическим способом (по экстракционной технологии) высокочистого циркония и РЗМ при годовой производительности карьера 1 млн т руды и около 200 тыс. т эвдиалитового концентрата. Считается, что прибыль должна составить не менее 35 млн дол. в год, срок окупаемости капиталовложений — 4,5 года. В целом запасы эвдиалитовых руд Ловозерского массива считаются практически не ограниченными (оксида циркония — 300 млн т и оксидов РЗМ — 60–70 млн т). При этом в составе оксидов РЗМ, хотя и в весьма незначительных концентрациях, доминируют наиболее ценные — Y, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Yb и Lu [11].

Считается, что попутное получение карбонатов РЗМ может быть организовано также при освоении Африкандинского титанового месторождения, расположенного в Кандалакшском районе Мурманской области, вблизи Октябрьской железной дороги и Кольской АЭС, т. е. обладающего весьма выгодным транспортно-географическим положением. Установлена возможность создать на его осно-

³ Фосфогипс — побочный продукт сернокислотной переработки концентратов, образующийся в значительных количествах на заводах по переработке апатитового концентрата в фосфорные удобрения.

ве крупное горно-металлургическое предприятие по гидрометаллургической технологии переработки сырья с годовым выпуском 20 тыс. т пигментного диоксида титана, 600 т пентаоксида ниобия, 13–16 т пентаоксида тантала и до 900 т карбонатов РЗМ [16]. ЗАО «Северо-Западная фосфорная компания» подготавливает к освоению апатитовые месторождения Олений ручей и Партомчоррское, из руд которых планируется получать как фосфатный концентрат, так и оксиды РЗМ. Ввод предприятия в эксплуатацию планируется на 2012 г.

К другим источникам сырья РЗМ в европейской части страны относятся крупные Ярегское и Пижемское месторождения нефтесодержащих руд (потенциальные сырьевые базы получения титана, тантала, ниобия и редкоземельных элементов иттриевой группы). Однако они, как и сырьевые базы Кольского п-ова, характеризуются низким содержанием РЗМ и, соответственно, сравнительно небольшими запасами этих металлов (около 0,2 млн т по промышленным категориям и 0,8 млн т по категории С₂ на Ярегском месторождении). Часть запасов Ярегского месторождения готовится к отработке, однако компания, обладающая лицензией на разработку месторождения (ОАО «Ярега Руда»), извлекать РЗМ не планирует [12].

Среди ведущих факторов, предопределяющих дальнейшее развитие крупной редкометалльно-редкоземельной промышленности в условиях Кольского полуострова, учитываются наличие производственной и инженерно-технической инфраструктуры Ловозерского ГОКа и предприятий апатито-нефелиновой промышленности, а также обеспеченность отрасли высокоразвитым научным потенциалом. В г. Апатиты расположены институты Кольского научного центра РАН, кооперирующие свою работу с техническими вузами, которые располагают хорошо подготовленным для этих целей кадровым потенциалом. Определенный задел в сфере научно-технических обоснований развития отрасли уже реализован: в г. Апатиты в 1990-е гг. построен завод радиоматериалов ОАО «Северные кристаллы», в составе ОАО «Севредмет» созданы опытные производства высокотехнологичных сверхчистых металлов (цезия, рубидия, солей кобальта), наноматериалов, керамик и кристаллов с заданными свойствами.

Сырьевая база редкоземельного сырья азиатской части страны (в противоположность европейской) — прежде всего крупнейшее комплексное Томторское месторождение (Республика Саха (Якутия)) — обладает несравненно более высоким качеством. Только на одном детально разведанном участке Буранный этого месторождения содержание оксидов РЗМ в россыпных рудах в среднем составляет 12,8 %, а в коренных — 7,98 %, в том числе содержание оксида иттрия изменяется в пределах 0,5–1,2 %, а весьма дефицитного в стране и в мире скандия — в 0,03–0,1 %. Запасы россыпных руд на данном участке оцениваются в 20 млн т, а прогнозные ресурсы РЗМ в целом месторождения превышают суммарные мировые и оцениваются примерно в 4,5 млрд т [17].

Месторождение расположено в чрезвычайно сложных для освоения физико-географических и экономико-географических условиях в северо-западной части Республики. Это один из ведущих факторов, согласно которому оно не входит в распределенный фонд. Однако некоторые специалисты [18], с которыми мы полностью согласны, считают, что на основе руд этого месторождения может быть организовано весьма эффективное крупномасштабное производство феррониобия, а также дефицитных во всем мире скандия, иттрия и других индивидуальных РЗМ среднетяжелой группы. По их мнению, имеется возможность добычи руд на участке Буранный открытым способом, в то время как на эксплуатируемом Ловозерском месторождении добыча редкометалльно-редкоземельного сырья убыточна, в связи с подземным способом добычи в условиях повышенной радиоактивности и малой рабочей мощности рудного пласта (около 1 м).

По содержанию редкометалльных и редкоземельных компонентов томторская руда (без предварительного обогащения) соответствует концентратам, получаемым из лопаритовых руд. Это — «природный концентрат», стоимость которого оценивается в 8,4 тыс. дол. за тонну (цены 2007 г.). Выполненные ориентировочные расчеты экономической эффективности свидетельствуют о том, что стоимость полезных компонентов, извлекаемых только из 100 тыс. т томторских руд в течение года на участке Буранный (предлагаются сезонная организация работ по добыче и вывоз природного концентрата с месторождения в район его переработки), оценивается примерно в 0,8–1 млрд дол., а себестоимость добычи, переработки и транспортировки исходного сырья и концентратов такого объема с учетом необходимости освоения новых технологий, развития транспорта⁴ может составить также примерно 270–360 млн дол., что свидетельствует, хотя и весьма ориентировочно, о высоком уровне ожидаемой рентабельности освоения данного месторождения [18].

Имеются в условиях азиатской части страны и другие потенциальные источники редкоземельного сырья. Это прежде всего Селигдарское месторождение апатитов в Республике Саха (Якутия). Его руды, как и кольские, характеризуются низким содержанием РЗМ, однако они к тому же не радио-

⁴ Транспортировка по Северному морскому пути, другой вариант — использование дирижаблей.

активны, а само месторождение обладает выгодным экономико-географическим положением (в 15 км от г. Алдана) и, главное, возможностью развития на его основе крупномасштабного производства фосфорных удобрений, весьма дефицитных в условиях азиатской части страны.

Белозиминское месторождение (Иркутская область) фосфатно-редкометалльно-редкоземельных руд характеризуется радиоактивностью руд и более бедным содержанием РЗМ. Известны и даже подготовлены к освоению в условиях Азиатской России и другие комплексные месторождения, содержащие РЗМ. Это Катугинское месторождение в Забайкальском крае (с богатейшим комплексом редких и редкоземельных металлов, запасы последних оцениваются почти в 30 млн т), Чуктуконское — в Красноярском крае (запасы РЗМ почти 7 млн т), Карасугское — в Республике Тыва (около 4 млн т).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненный анализ значимости РЗМ в решении задач инновационного развития экономик различных государств, современного состояния отрасли в России и ее сырьевой базы позволяет сделать следующие основные выводы.

1. Редкоземельные металлы и продукция, созданная на их основе, — важнейшие стратегические материалы, обеспечивающие возможность успешного решения поставленных задач по инновационному развитию экономики Российской Федерации.

2. Современное состояние редкоземельной отрасли в стране не соответствует поставленным задачам инновационного развития экономики ни по суммарному объему производства РЗМ (производится около 3 тыс. т в год из необходимых 15–18 тыс. т), ни по их составу (производятся в основном легкие РЗМ), а также вследствие отсутствия отечественных мощностей по их разделению.

3. Среди подготовленных к освоению сырьевых баз страны наиболее перспективными для широкомасштабного развития отрасли, отвечающими требованиям инновационного развития, выделяются две: Ловозерский массив эвдиалита в европейской части страны и Томторское комплексное месторождение — в азиатской. Та и другая обладают как весьма благоприятными предпосылками для освоения, так и рядом недостатков.

Главное преимущество эвдиалитовой сырьевой базы Кольского полуострова — удобство транспортно-географического положения и инфраструктурная обеспеченность (производственная, социальная и научная). Основной недостаток — весьма низкое содержание в рудах РЗМ, хотя и преимущественно дефицитных иттриевых (средние и тяжелые) разновидностей. Это вряд ли позволит организовать такие объемы получения металлов иттриевой группы, которые требуются стране для решения поставленных задач, так как объемы экономически эффективного использования руд будут определяться объемами производства основных редкометалльных компонентов (кадмий, циркон, тантал, ниобий), а не редкоземельных.

Основные достоинства месторождения Томтор (Республика Саха (Якутия) — это, во-первых, качество руд, не имеющее аналогов в нашей стране по высокому содержанию РЗМ и доминированию в их структуре иттриевой группы, наиболее востребованной на мировом и внутрироссийском рынках; во-вторых, их огромность запасов и колоссальность потенциальных ресурсов. Главный недостаток этого месторождения — сложность географических условий освоения, согласно расчетам специалистов, с лихвой может быть преодолен за счет развития новых, весьма высокоэкономичных добывающих производств.

Все это будет способствовать не только освоению и развитию месторождения (такая задача поставлена руководством страны перед Республикой), но и получению огромных доходов в бюджеты всех уровней за счет организации добычи руды в практически неограниченных объемах, достаточных не только для покрытия внутренних потребностей инновационных отраслей, но и поставок руды и продуктов ее переработки в зарубежные страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Наумов А. В.** Обзор мирового рынка редкоземельных металлов // Изв. вузов. Цветн. металлургия. — 2008. — № 1. — С. 22–31.
2. **Малютин Ю. С., Самонов А. Е.** Мировой рынок редкоземельных металлов. — М.: Акад. конъюнктуры промышленных рынков, 2007. — Вып. 12. — 72 с.
3. **Редкоземельные элементы.** — <http://ru.wikipedia.org/wiki>
4. **Редкие земли России** — <http://golden-sommer.ru/REDKIE-ZEMLI-ROSSII.html>

5. **Самонов А. Е.** Перспективы развития производства и потребления редкоземельной продукции в России (aesam@igem.ru). Московское отделение ИГЕМ РАН — [http://www.minsoc.ru/Files Base/2008-3-39-0](http://www.minsoc.ru/Files%20Base/2008-3-39-0)
6. **Среднемесячные** цены на важнейшие виды минерально-сырьевой продукции в 2009–I квартале 2010 г. // Все о минерально-сырьевом комплексе России и мира. — Информ.-аналит. Центр Минерал. — <http://www.mineral.ru/Facts/143/368/index.html/>
7. **Емелина Т., Волегов А., Верещагин Ю.** Японская империя РЗМ. — <http://www.ru/75-journal81-article777>
8. **Мировой рынок РЗМ:** применение и потребление. — <http://www.Metaltorg.ru/analytics/publication/index.php?id=2743>
9. **Рынок редких и редкоземельных металлов:** 2008–2009. Аналит. обзор. — М.: РосБизнесКонсалтинг, 2009. — 4 с. — <http://www.marketing.rbc.ru/research/562949972260167.shtml>
10. **Воробьев А. Е., Бальхин Г. А., Комащенко В. И.** Национальная минерально-сырьевая безопасность России. Современные проблемы и перспективы. — М.: Высш. шк., 2007. — 471 с.
11. **Самонов А. Е., Мелентьев Г. Б.** Эвдиалит: переоценка промышленной значимости. — <http://www.newcemi.ru/letter.php?nid=382>
12. **Все о минерально-сырьевом комплексе России и мира.** Редкоземельные металлы. — <http://www.mineral.ru/Facts/Russia/131/293/index.html>
13. **Мелентьев Г. Б., Самонов А. Е., Делицин Л. М. и др.** Современное состояние и перспективы утилизации, обезвреживания, комплексной переработки и использования фосфогипса // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцова региона и технологии строительных и технических материалов: Тезисы докл. III Междунар. конференции. — Сыктывкар: ИСЭ и ЭПС КНЦ УрО РАН, 2007. — С. 117–120.
14. **Самонов А. Е. Ваньшин Ю. В.** О новом типе техногенного месторождения редких и редкоземельных элементов в Саратовском Заволжье // Стратегия и развитие минерально-сырьевого комплекса Приволжского и Южного федеральных округов на 2008 и последующие годы. — Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2007. — С. 93–96.
15. **Калинников В. Т., Николаев А. И., Захаров В. И.** Гидрометаллургическая комплексная переработка нетрадиционного титано-редкометаллического и алюмосиликатного сырья. — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1999. — 225 с.
16. **Селин В. С., Виноградов А. Н., Цукерман В. А.** Организационно-экономические основы создания национального резерва стратегических материалов на Европейском Севере // Север: наука и перспективы инновационной деятельности. — Сыктывкар: Изд-во Коми НЦ УрО РАН, 2006.
17. **Фролов А. А., Толстов А. В., Белов С. В.** Карбонатитовые месторождения России. — М.: НИИ-Природа, 2003. — 495 с.
18. **Мелентьев Г., Самонов А.** Зачем и кому нужен Томтор? // Химия и бизнес, 2009. — № 3. — http://www.new-chemistri.ru/printletter.php?n_id

Поступила в редакцию 26 августа 2010 г.