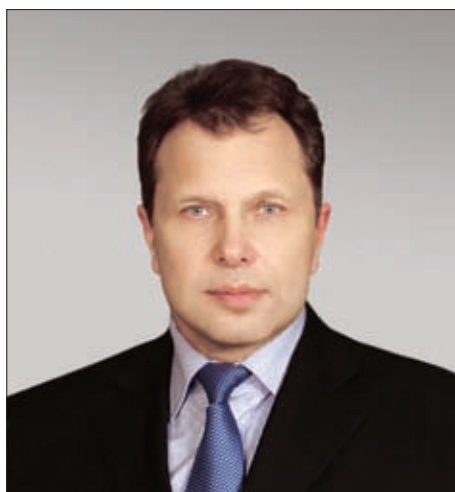


РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ КАК ОСНОВА ПОЛУЧЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ



Юрий Михайлович Михайлов

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕТА ВОЕННО-ПРОМЫШЛЕННОЙ КОМИССИИ
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ –
ЗАМЕСТИТЕЛЬ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ВОЕННО-ПРОМЫШЛЕННОЙ КОМИССИИ
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
АКАДЕМИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Получение материалов нового поколения, опережающих по соответствующим показателям мировые аналоги, относится к числу важнейших задач создания научно-технического задела в области разработки вооружения и военной техники. Исследования, выполненные научно-исследовательскими организациями оборонно-промышленного комплекса, учреждениями Российской академии наук и высшей школы в обоснование развития системы вооружения Российской Федерации, показывают, что стратегические направления развития материалов в ближайшей перспективе могут быть представлены следующим образом:

- интеллектуальные адаптивные материалы и покрытия;
- материалы с эффектом памяти формы;
- слоистые металлополимерные, биметаллические и гибридные материалы;
- интерметаллидные материалы;
- легкие высокопрочные коррозионно-стойкие свариваемые сплавы и стали, в том числе с высокой вязкостью разрушения;
- монокристаллические, высокожаропрочные суперсплавы;
- естественные композиты;
- магнитные материалы;
- металломатричные и полиматричные композиционные материалы;
- полимерные композиционные материалы;
- высокотемпературные керамические, теплозащитные и керамоподобные материалы;
- наноструктурированные, аморфные материалы и покрытия.

1



ПРИМЕНЕНИЕ РЗМ В ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕПОЧКАХ

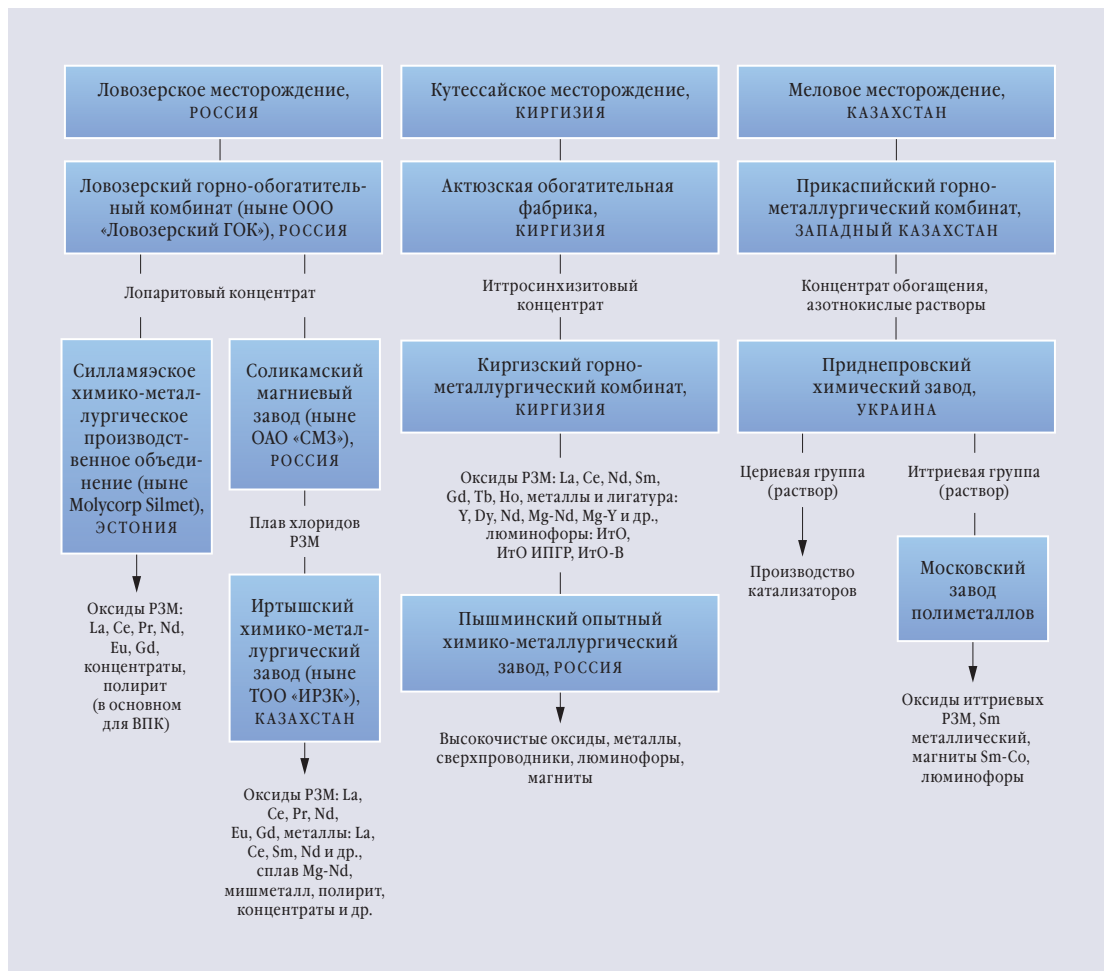
Каждое из указанных направлений современного материаловедения интересно своими особенностями и предназначением, однако достижение указанными материалами, покрытиями и сплавами требуемых характеристик в ряде случаев обусловлено использованием в их составе редкоземельных металлов (РЗМ), придающих им уникальные физико-химические свойства.

Применение РЗМ в инновационных технологических цепочках показано на рисунке 1. Основными сферами применения редкоземельных металлов являются высокоэнергетические постоянные магниты (22% от всего объема производимых РЗМ), современные конструкционные материалы (19%), катализаторы для автомобильной промышленности (18%), высококачественная оптика и стекло (15%).

Основными предпосылками дальнейшего роста потребления РЗМ в мире являются:

- освоение альтернативных источников энергии, что приведет к росту объемов производства ветрогенераторов и солнечных батарей;
- ужесточение экологических требований, что приведет к росту объемов производства катализаторов для дожигания автомобильных топлив, присадок к дизельному топливу;
- развитие энергосберегающих технологий, что приведет к росту объемов производства гибридных автомобилей, компактных люминесцентных ламп, светодиодов, сверхпроводников;

2



СТРУКТУРА РЕДКОЗЕМЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В СССР

Источник: Архангельская В.В., Усова Т.Ю., Лагонский Н.И., Чистов Л.Б. Руды редкоземельных металлов России // Минеральное сырье. Серия геолого-экономическая. М.: ВИМС, 2006. №19.

- разработка и внедрение новых конструкционных материалов (в самолетах, космических аппаратах, автомобилях, трубопроводах), что приведет к росту объемов применения РЗМ при выплавке стали, чугуна, алюминия, других цветных металлов.

Рынок РЗМ, являющийся одним из самых молодых товарных рынков, растет быстрыми темпами: за последние 50 лет объем мирового производства и потребления РЗМ увеличился примерно в 25 раз – с 5 до 120 тыс. т в год. Прогнозируется, что к 2020 году объем мирового спроса на РЗМ вырастет еще в 1,5 раза и составит порядка 190–200 тыс. т в год.

Ключевыми потребителями РЗМ являются страны, основу экономики которых составляют высокотехнологичные производства: Китай (54%), Япония и Южная Корея (24%), страны Европы – преимущественно Германия и Франция (13%), США (8%).

РЗМ не являются биржевым товаром, их предложение на мировом рынке ограничено. До 97% РЗМ производится в Китае, при контроле им до 42% мировых запасов в целом и 80% мировых запасов РЗМ тяжелой группы при наличии крупнейшего в мире редкоземельного месторождения.

В СССР существовала развитая редкоземельная промышленность полного производственного цикла. Базируясь на отечественном сырье, она выпускала широкую номенклатуру РЗМ-продукции высокого качества (от высокочистых оксидов РЗМ до люминофоров, магнитов и высокотемпературных проводников) и обеспечивала не только внутренние потребности, но и экспортные поставки. Суммарное производство РЗМ-продукции в 1991 году достигало 8,5 тыс. т, что составляло порядка 15% мирового рынка и обеспечивало СССР

3



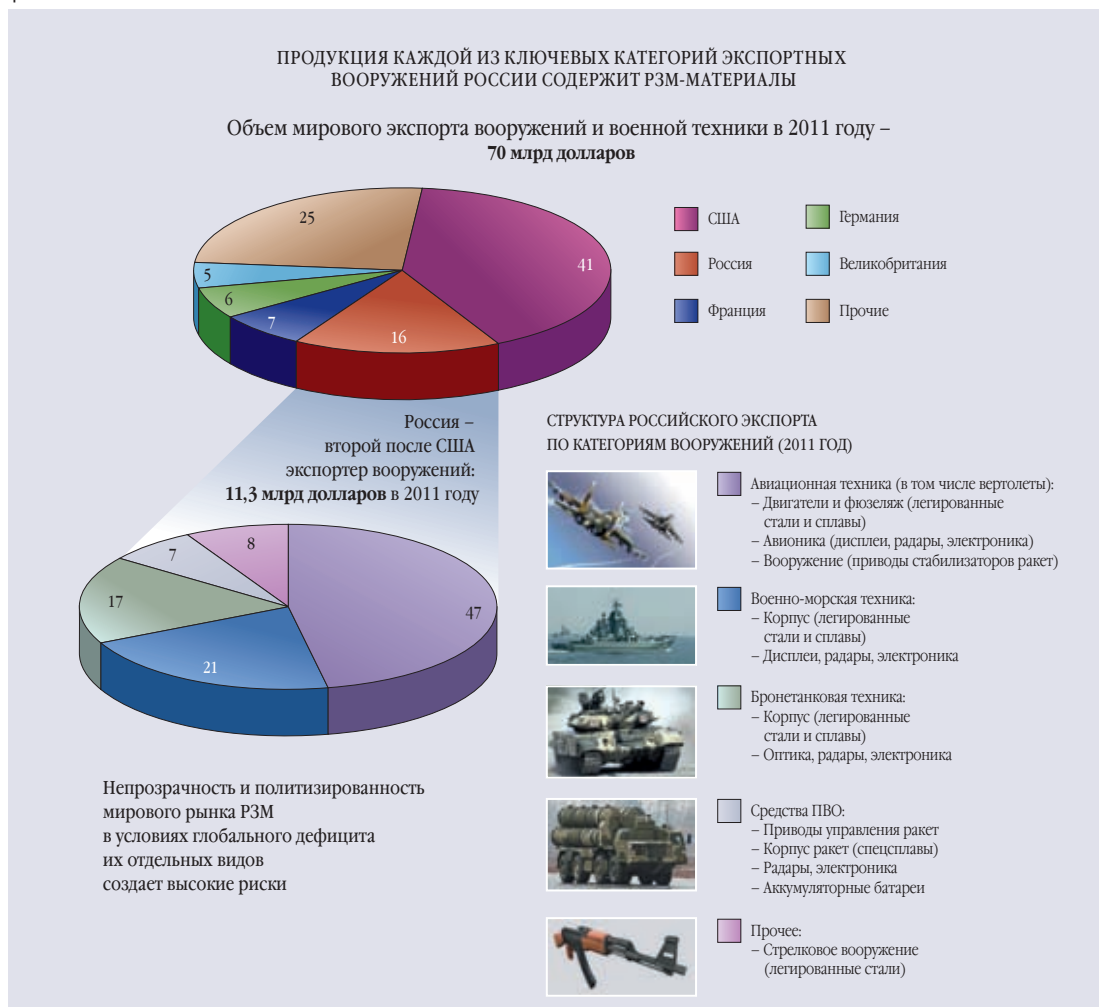
ПРИМЕНЕНИЕ РЗМ В ОРУЖИИ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКЕ, ПОСТАВЛЯЕМЫХ В ОРУЖЕННЫЕ СИЛЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

третье место в мире. Редкоземельная промышленность была рассредоточена в нескольких союзных республиках (РСФСР, Украинская ССР, Казахская ССР, Киргизская ССР, Эстонская ССР), при этом источники наиболее ценного сырья и высокие переделы производства находились вне России (рис. 2): РСФСР производила не более 10% конечной РЗМ-продукции.

В настоящее время российская РЗМ-промышленность фактически только начинает формироваться. Россия, находясь на втором месте в мире по объему запасов РЗМ, ежегодно производит менее 2 тыс. т РЗМ¹ (1,3% мирового рынка). РЗМ производятся в виде продукции начального передела – коллективных карбонатов РЗМ, почти весь объем продукции экспортируется в силу отсутствия в России промежуточных переделов технологи-

¹ См. http://megaresearch.ru/files/demo_file/9030.pdf.

4



ПРИМЕНЕНИЕ РЗМ В ВООРУЖЕНИИ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКЕ, ПОСТАВЛЯЕМЫХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИЕЙ НА ЭКСПОРТ

ческой цепочки (разделительное и металлургическое производства). Текущее потребление РЗМ (индивидуальные оксиды и металлы) российскими производителями отдельных видов высокотехнологичной продукции (магниты, катализаторы, оптика и др.) незначительно, составляет порядка 2 тыс. т в год и полностью удовлетворяется за счет импорта РЗМ из Китая, что носит критический характер для национальной безопасности и развития отечественной промышленности.

Учитывая, что РЗМ являются крайне чувствительным компонентом материалов, используемых при создании вооружения и военной техники, поставляемой как Вооруженным Силам Российской Федерации, так и на экспорт (рис. 3–4), приоритетом государственной политики в сложившейся ситуации должно стать обеспечение внутреннего спроса на редкоземельную продукцию и ликвидация импортозависимости в этой области.

До 2013 года участие государства в развитии редкоземельной промышленности носило фрагментарный характер. Финансирование соответствующих НИОКР не осуществлялось. Использовались такие инструменты, как льготное налогообложение прибыли (единственный действующий производственный комплекс «ЛГОК – СМЗ»), выявление и продвижение перспективных инвестиционных проектов (Конкурс русских инноваций), стимулирование привлечения зарубежных инвестиций (Российско-Германский сырьевой форум).

Тем не менее ощутимого результата они не дали. Производственные фонды «ЛГОК – СМЗ» по-прежнему требуют глубокой модернизации. В период демпинга со стороны Китая они пришли в упадок, для развития добычи требуются значительные инвестиции в добывающие и обогащательные мощности.

Инициативы бизнеса, как по освоению новых месторождений, так и по попутному извлечению РЗМ, развиваются медленно. Примером может служить проект разработки Томторского месторождения и строительства металлургического завода по производству редкоземельных металлов на основе томторского сырья, который в 2000-е годы был проработан АК «АЛРОСА» и ФГУП «Горно-химический комбинат» при поддержке региональных и местных органов власти и научном сопровождении ИХХТ СО РАН и других институтов. Еще в 2005 году проект вошел в «Белую книгу» Конкурса русских инноваций как проект, который может оказать в будущем критическое влияние на национальную экономику.

Уже десятки лет насчитывает отработка технологий извлечения РЗМ из апатитовых концентратов, и в первую очередь из фосфогипса (отхода производства минеральных удобрений из апатитовых концентратов). Несмотря на рост цен на РЗМ, экономика этих проектов остается неопределенной из-за малого содержания РЗМ (0,5%) и высокой доли легкой (более дешевой) группы металлов. Ключевым сдерживающим фактором переработки фосфогипса является необходимость организации сбыта большого объема попутной гипсовой продукции. При переходе к промышленному извлечению РЗМ и организации их переработки до чистых оксидов потребуются организация очистки от радиоактивных примесей и последующего хранения радиоактивных отходов, что требует не только дополнительных затрат и специальных компетенций, но и лицензирования.

Предпринимательские инициативы и применяемые ранее методы государственного стимулирования не являются достаточными, чтобы ответить на глобальный вызов обеспечения конкурентоспособности и национальной безопасности, связанный с дефицитом РЗМ. Без масштабной государственной поддержки замыкание технологической цепочки и увязка баланса производства и потребления РЗМ практически неосуществимы.

Учитывая опыт других стран, роль государства в создании РЗМ-промышленности должна быть шире, чем нормативно-правовое регулирование, обеспечение действенного надзора, предоставление грантов для прорывных научных разработок, льгот и гарантий для коммерческих проектов. Применение механизмов государственно-частного партнерства необходимо сочетать с программно-целевым планированием разрабатываемых технологий и создаваемых производств. Кроме того, возможна как консолидация действующих редкоземельных производств в рамках российских государственных корпораций, так и создание стратегических альянсов с зарубежными потребителями и производителями РЗМ-продукции.

Механизмами государственной поддержки могут стать:

- формирование страхового резерва для обеспечения потребностей организаций оборонно-промышленного комплекса и гражданских отраслей на период становления РЗМ-промышленности;
- выделение бюджетных средств на разработку современных технологий производства РЗМ и продукции на их основе, отвечающих параметрам экономической эффективности, поддержка их на стадии опытно-промышленной эксплуатации;
- проведение геологоразведки, развитие инфраструктуры добывающих и перерабатывающих предприятий;
- выделение имущественного взноса государственным корпорациям для реализации инвестиционных проектов, приобретения зарубежных активов и создания совместных предприятий;
- предоставление кредитов со стороны государственных финансовых институтов.

Вместе с тем высокая капиталоемкость проектов отечественной РЗМ-промышленности не позволяет окупить расходы на проведение НИОКР и создание промышленных производств за счет одних только коммерческих источников финансирования. Норма внутренней доходности проектов на горизонте 2013–2030 годов оценивается в 4–6%, срок окупаемости инвестиций – в более чем 20 лет. Данные финансово-экономические параметры недостаточны для привлечения как коммерческих кредитов, так и акционерного капитала с фондовых рынков.

Проблема недостаточной эффективности проектов особенно актуальна для начальных переделов технологической цепочки производства РЗМ (добыча, извлечение и разделение РЗМ, производство металлов и лигатур): прогнозируемая ценовая коррекция на рынке РЗМ-сырья к 2016 году позволит развиваться лишь крупным РЗМ-производителям, пользующимся поддержкой со стороны правительства и ключевых потребителей.

С учетом указанных обстоятельств в 2013 году в целях реализации Основ государственной политики в области развития оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года и дальнейшую перспективу принято решение о включении подпрограммы «Развитие промышленности редких и редкоземельных металлов» в государственную программу Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности», утвержденную распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 января 2013 года №91-р.

Выполнение мероприятий, предусматриваемых указанной подпрограммой, обеспечит достижение следующих основных целей:

- обеспечение мирового уровня и глобальной конкурентоспособности российских материалов и технологий;
- создание опережающего научно-технического задела по материалам и технологиям как основы устойчивого развития отечественной экономики и развития системы вооружения на базе прогноза развития науки и технологий;
- переход к новому технологическому укладу в промышленности, синхронизированный с развитием сложных технических систем посредством создания прорывных технологий в области материалов и глубокой переработки сырья;
- достижение высоких темпов инновационной активности, обеспечивающих конкурентоспособность российских материалов и технологий, а также генерацию потоков миграции создаваемых технологий в оборонно-промышленном комплексе и других ключевых отраслях промышленности.

При этом основными ожидаемыми результатами в интересах создания перспективных образцов авиационной и ракетно-космической техники, судостроения, дизелестроения, приборостроения, электроэнергетики и транспорта являются мероприятия по созданию:

- высокопрочных конструкционных и коррозионно-стойких вторично твердеющих сталей, теплостойких до температуры 500°C, с получением наноструктурированного состояния материала за счет дисперсионного отверждения, что позволяет повысить характеристики прочности материалов до 1,5 раз;
- нового класса суперстабильных наноструктурированных магнитотвердых материалов для навигационных приборов нового поколения, обеспечивающих повышение точности навигационных систем на 30–50%, снижение трудоемкости изготовления узлов приборов в 1,5–2 раза, уменьшение стоимости приборов на 30–40% за счет замены дорогих и трудоемких в изготовлении магнитов, используемых в настоящее время;
- защитных покрытий, в том числе на основе сложных оксидов редкоземельных металлов, и технологий их нанесения для работы лопаток при температурах до 850°C;
- нового класса композиционных материалов с матрицей из интерметаллида Ni_3Al , упрочненной тугоплавкими оксидами типа HfO_2 , ZrO_2 , Er_2O_3 и волокнами типа Al_2O_3 , обеспечивающих повышение рабочих температур материала до 1400°C и ресурса деталей в 2–2,5 раза;
- технологий получения в поверхностных слоях материалов методами комбинированной химико-термической обработки и различными методами нанесения конденсационных покрытий наноструктурированных слоев, в том числе с образованием нанокарбидов и нанонитридов, обеспечивающих увеличение износостойкости, контактной и усталостной долговечности деталей в 1,5–2 раза.

Таким образом, развитие промышленности РЗМ находится в сфере контроля Правительства Российской Федерации, как ключевое направление технологического прорыва,

обеспечивающее повышение доли производства высокотехнологичной продукции в общем объеме товаров российской промышленности и позволяющее:

- обеспечить возрастающие потребности внутреннего рынка и увеличить объем экспорта продукции, объемы и ассортимент производства важнейших видов качественной социально ориентированной продукции;
- осуществить эффективное импортозамещение и снизить зависимость внутреннего рынка от влияния иностранных компаний, обеспечив тем самым экономическую и технологическую безопасность и независимость;
- увеличить долю наукоемкой продукции, осуществить качественные изменения в отраслевой и видовой структуре промышленного комплекса в направлении сокращения удельного веса сырьевых производств;
- повысить удельный вес технологий, соответствующих мировому уровню, повысить объем продукции, выпускаемой по ресурсосберегающим технологиям;
- выполнить требования экологической безопасности и решить проблему эффективного использования природных ресурсов; способствовать развитию регионов, формированию взаимосвязанных региональных и межрегиональных комплексов.

Реализация конкретных проектов в рамках этого приоритетного направления позволит обеспечить опережающее развитие практически всех секторов экономики (топливно-энергетический и нефтехимический комплексы, машиностроение, авиастроение, космические и ядерные технологии, строительная индустрия, производство товаров народного потребления), а также получить значимый мультипликативный эффект и послужить катализатором увеличения инвестиций в научные разработки и модернизацию в смежных отраслях промышленности.