Дегтерева Е.А., кандидат экономических наук

Редкоземельные металлы в производственных цепочках военно-промышленного комплекса США

В статье рассматриваются особенности производственных цепочек военно-промышленного комплекса США с использованием редкоземельных металлов в условиях нарастания их дефицита на мировом рынке. Особое место уделено процессам консолидации в оборонной сфере США. Приводятся выводы, имеющие практическое значение для оборонной промышленности России.

В любой стране мира редкоземельная отрасль – стратегически важная составляющая экономики. В природе существует около 17 подобных металлов, наиболее известный из которых – церий. Их значение для инновационного роста трудно переоценить, они используются практически во всех современных высокотехнологичных отраслях: электронике (ЖК-дисплеи из кремниевых кристаллов), электроэнергетике (атомная техника, солнечные батареи), машиностроении (электромобили), химической промышленности (пигменты, лаки, краски), нефтяной промышленности (катализаторы), производстве высококачественного стекла. Редкоземельные металлы широко используются в оборонной промышленности, включая неодим в высокопрочных магнитах и как легирующую примесь для лазеров, самарий в самарий-кобальтовых магнитах, иттрий в лазерных стержнях и жаропрочных сплавах, скандий в алюминиевых сплавах и керамике, рений в жаропрочных сплавах и покрытиях [1].

Мировой рынок редкоземельных металлов на 95% контролируется Китаем. В июне 2010 г. китайские власти объявили об уменьшении экспортных квот во втором полугодии на 72% с перспективой их дальнейшего снижения. В сентябре 2010 г. Китай полностью прекратил поставки редких земель в Японию из-за «обострения политических отношений». Это привело к резкому повышению цен на данное сырье на мировом рынке.

В свою очередь рост цен на сырье со временем сказывается на стоимости закупки вооружений. Как известно, себестоимость высокотехнологичной продукции зависит от изменения цен на комплектующие и сырье за предыдущий период времени:

$$P = P(y_1(t), y_2(t), \dots y_n(t)), \qquad (1)$$

где t – время, а $y_i(t)$ – частный фактор (внутренний/внешний) с порядковым номером i, например величина материальных расходов (сырье, материалы и комплектующие в ценах Поставщика, топливо и электроэнергия, транспортно-заготовительные расходы), расходы на оплату труда, накладные расходы. Значения этих факторов могут фиксироваться поквартально или помесячно.

С другой стороны, рост цен на рудные концентраты редкоземельных металлов ведет к увеличению допустимой себестоимости их добычи $С_д$, что делает рентабельным разработку более бедных или труднодоступных месторождений. В современных условиях экономически оправданной становится даже переработка уже отработанной породы в отвалах горнообогатительных комбинатов (ГОКов) – это так называемые «хвосты». В частности, повышается граничный коэффициент вскрыши месторождений открытым способом, который выражается через затраты на извлечение самой руды $З_р$ и затраты на выемку пустой породы $З_в$:

$$k_{гр} = \frac{(C_д - З_р)}{З_в}. \qquad (2)$$

В качестве $С_д$ здесь берется прогнозируемая цена концентрата на мировом рынке. При подземной разработке данного месторождения стоимость всех работ также не должна превышать $С_д$. В зависимости от конъюнк-

туры цен на редкоземельные металлы возможно даже перепрофилирование действующего ГОКа на сепарацию других, более ценных в данное время, компонентов руды из смешанных концентратов.

В условиях кризиса на мировом рынке редкоземельных металлов промышленно-развитые страны начали активно применять превентивные меры в целях стабильного обеспечения национальных стратегических отраслей данным сырьем. Это государственные инициативы на макроуровне (создание стратегических запасов критически важного сырья, приобретение месторождений в зарубежных государствах), а также меры на микроуровне (оптимизация производственных процессов национальных отраслей промышленности с использованием редкоземельных металлов).

В данной статье приводится анализ роли редкоземельных металлов в производственных цепочках ВПК США нижнего и верхнего уровней, что имеет практическое значение для минимизации возможных рисков применения данного сырья в оборонной промышленности России.

Производственные цепочки ВПК США с использованием редкоземельных металлов (нижние уровни)

Перебои с поставками редкоземельных металлов в США привели к необходимости более глубокого анализа производственных цепочек в данной сфере. Наблюдается парадоксальная ситуация – американские военные подрядчики, производящие конечную продукцию оборонного назначения, фактически не фиксируют каких-либо проблем с поставками редкоземельных металлов, поскольку напрямую не имеют дело с поставщиками оксидов редкоземельных металлов, основное производство которых обеспечивают компании КНР (рисунок 1).

Рисунок 1 – Пирамида добавленной стоимости в производстве редкоземельных металлов. Источник: Electron Energy Corporation

Они закупают продукцию более высокого уровня обработки, в первую очередь, магниты, а здесь уже велика доля западных производителей. Самарий-кобальтовые магниты, используемые подрядчиками Министерства обороны США, поставляются следующими компаниями: «Dexter Magnetics» (США, Великобритания, КНР), «Arnold Magnetic Technologies» (США, Швейцария), «Electron Energy Corporation» (США), «Magnet Component Engineering» (США), «Integrated Magnetics» (США), Adams Magnetic Products (США), Vakuumschmelze (ФРГ), «Magnet Applications» (США, Великобритания) и «Thomas Skinner» (США). Это преимущественно американские компании, причем на нужды оборонного комплекса идет лишь около 10% их продукции.

Таким образом, производственная цепочка в данной сфере как бы «амортизирует» последствия ценовых шоков на рынке оксидов редкоземельных металлов (таблица 1).

Таблица 1 – Мировая производственная цепочка по редкоземельным металлам

Оксиды	Металлы, сплавы и порошки	Люминофоры	Магниты	
			Дистрибьютор/ Изготовитель	Производитель
Lynas Corp. Австралия	Santoku Corporation Япония/ США	Rhodia, США, Франция	Integrated Magnetics *Δ, США	Electron Energy Corporation *, США
Molycorp – exp. 2012 США	Shin Etsu Япония	–	Dexter Magnetic Technologies *Δ США, Великобритания, КНР	Thomas and Skinner ΔΔ США
Japan Oil, Gas and Metals National Corp. Япония	Great Western Minerals Group/ Less Common Metals Канада/ США Великобритания/	–	Allstar Δ США	Arnold Magnetic Technologies *ΔΔ США/ Швейцария
КНР обеспечивает 97% мирового производства	Neo Materials (Magnaquench) КНР	–	Quadrant *Δ США –	Molycorp (планируется СП с Hitachi) США/ Япония
Sichuan MianningMining Co КНР	CAS Key Laboratory of Rare Earth Chemistry and Physics КНР	–	Adams *Δ США	Vakuumschmelze GmbH/ Neorem *Δ Германия/ Финляндия
Jiangxi Copper КНР	–	–	Bunting *Δ США	Hitachi Metals *Δ Япония
Baotou Steel Rare Earth, КНР	–	–	Magnetic Component Engineering, Inc. *Δ США	Chengdu Magnetic Material Science & Technology Company *КНР
Sichuan HanxinMining Industrial Co КНР	Molycorp (СП с Sumitomo-SumikinMolycorp) США/ Япония	–	Magnet Sales *Δ, США	Zhejiang TinnauGroup * КНР
–	–	–	Stanford Magnetics *Δ США	Ningbo Co-Star Material High Tech Co. Ltd *Δ КНР
–	–	–	Dura magnetic *Δ США	Nanjing Chuangken Magnetism Co. Ltd *Δ КНР
–	–	–	KJ Magnetics Δ США	Ningbo Ninggang Permanent Magnetic Materials Co. Ltd *Δ КНР
–	–	–	–	Advanced Technology & Materials Co., Ltd Δ КНР
–	–	–	–	Beijing Jingci Magnetism Technology Co. Δ КНР
–	–	–	–	ThinovaCo., Ltd. Δ КНР
–	–	–	–	Ningbo Yunsheng Co., Ltd. Δ КНР
–	–	–	–	Shin Etsu *Δ Япония
–	–	–	–	San Huan New Material High-Tech Inc. Δ КНР

Источник: The United States Magnetic Materials Association, 2/17/11. – http://www.usmagneticmaterials.com.
Примечание:
* - включая постоянные магниты самарий-кобальт (SmCo)
/Δ - включая неодимовые магниты (NdFeB)
** - планы по производству постоянных магнитов самарий-кобальт (SmCo)
ΔΔ - планы по производству неодимовых магнитов (NdFeB)

Военные подрядчики чаще всего имеют дело с дистрибьюторами или изготовителями (fabricators), а также с производителями магнитов (manufacturers).

К первой категории относятся преимущественно импортеры и оптовики, занимающиеся поставками магнитов на местный рынок. Некоторые из них оставляют сам продукт (магниты) без изменений, в то время как другие делают дробление продукта. Наконец, часть из них делают более высокомаржинальные продукты на основе импортируемых компонентов.

Ко второй категории относятся те, кто сами делают сплавы редкоземельных металлов и в дальнейшем самостоятельно изготавливают магниты из собственных сплавов. Тем самым, они обеспечивают контроль за качеством сплавов редкоземельных металлов и не зависят в этом вопросе от иностранных поставщиков. Вдобавок, они имеют технологические возможности не только по производству магнитов, но и по их термической обработке с целью улучшения свойств магнитов. Производители магнитов, как правило, имеют целый спектр производственных возможностей, что позволяет им производить магниты требуемых заказчиком форм и применений. Они также могут производить высокомаржинальные продукты с использованием магнитов собственного производства [7].

Производственные цепочки ВПК США с использованием редкоземельных металлов (верхние уровни)

Анализ американской продукции военного назначения, закупаемой вооруженными силами США и имеющей редкоземельные металлы, целесообразно проводить по отдельным видам ВС США, выступающих в качестве заказчиков данной продукции.

ВВС США. В продукции военного назначения, поставляемой для нужд ВВС США, имеется ряд наименований, содержащих редкоземельные металлы.

Поставщиком приводов стабилизаторов с использованием редкоземельных металлов для целого ряда позиций, закупаемых военно-воздушными силами, является компания «Moog Components Group». Данными приводами комплектуются:

- радиолокационные ловушки (Miniature Air-Launched Decoy), производимые корпорацией «Raytheon»;
- единые ракеты класса «воздух-земля» (Joint Air-to-Ground Missile), производимые корпорациями «Raytheon» и «Boeing»;
- внеатмосферные перехватчики спутников (Exoatmospheric Kill Vehicle), производимые корпорацией «Raytheon»;
- системы наземного базирования для перехвата баллистических ракет на среднем участке траектории (GMD Missiles), производимые корпорацией «Boeing».

В системе спутниковой связи Milstar и последующих ее модификациях, поставляемых компанией «Lockheed Martin», используются радиочастотные, микроволновые и антенные подсистемы с редкоземельными металлами Milstar-2 производства корпорации «Boeing».

Комплект оборудования на основе технологии GPS, преобразующий свободнопадающие бомбы во всепогодные корректируемые («умные», англ. «smart») боеприпасы Joint Direct Attack Munition (JDAM), производимый компанией «Boeing», включает в себя редкоземельные приводы, расположенные в задней части бомбы, поставляемые компанией «HR Textron», а также электродвигатели компании «sL Montevideo» [4].

Армия США. Армия США (сухопутные войска США) закупает следующие наименования продукции военного назначения, содержащей редкоземельные металлы.

Противотанковая ракета Javelin Missile производства корпораций «Lockheed Martin» и «Raytheon» имеет редкоземельные приводы стабилизаторов, поставляемые компанией «Parker-Hannifin».

Высокоточный управляемый снаряд Excalibur Artillery Shell производства корпора-

ции «Raytheon» имеет редкоземельные приводы стабилизаторов схемы «утка», поставляемые компанией «General Dynamics OTS» (Versatron) [6].

Американский боевой танк M1A1 Abrams Tank, поставляемый компанией «General Dynamics» (подразделение наземных систем), включает следующее оборудование с использованием редкоземельных металлов:

- двигатели производства компании «Honeywell»;
- сенсорную систему LRS-2000 Rate Sensor производства компании «Northrop Grumman»;
- комплект для повышения огневой мощи танка Firepower Enhancement Program производства компании «Raytheon» [2].

ВМС США. Военно-морские силы США закупают следующие наименования продукции военного назначения, содержащей редкоземельные металлы.

Корабельный зенитный артиллерийский комплекс Phalanx CIWS производства компании «Raytheon» включает моторы на постоянных редкоземельных магнитах для подъема орудий, производимые компанией «Kollmorgen».

Эскадренные миноносцы с ракетным вооружением Zumwalt Destroyer производства компании «Northrop Grumman» используют моторы на постоянных редкоземельных магнитах, поставляемые компанией «DRS Technologies» [4].

Американская корабельная пусковая установка Nulka MK 53 Decoy производства корпорации «BAE Systems Australia» включает следующие элементы с использованием редкоземельных металлов:

- систему РЭБ (Electronic Warfare Payload), производимую компанией «Lockheed Martin»;
- твердотопливный ракетный двигатель, поставляемый компанией «Aerojet».

Американские многоцелевые атомные подводные лодки класса «Вирджиния» (Virginia-class Submarine), производимые «General Dynamics Electric Boat» и «Northrop Grumman Newport News», имеют следующее оборудование с использованием редкоземельных металлов:

- силовая установка, поставляемая корпорацией «General Electric»;
- сенсорные и коммуникационные системы A-RCI, AN/BPS-16, Sub HDR, TB-29, TB-34, поставляемые компаниями «Lockheed Martin», «Northrop Grumman», «Raytheon» [3].

Процессы консолидации в оборонном секторе США

Важным фактором снижения рисков производственной деятельности компаний ВПК США, в т.ч. в области материально-сырьевого обеспечения, выступают интеграционные процессы, имевшие особую активность в 1993-2007 гг.

За указанный 15-летний период количество генеральных военных подрядчиков в США сократилось с 37 компаний до 5 (!). Лидирующая роль в настоящее время принадлежит корпорациям «Boeing», «Raytheon», «Northrop Grumman», «Lockheed Martin» и «General Dynamics». Именно эти корпорации оказываются конечными поставщиками продукции для нужд различных видов Вооруженных сил США, в т.ч. содержащей редкоземельные металлы. Интеграция компаний ВПК шла, фактически, однонаправленно, за исключением нескольких случаев – продажу компании «Rocketdyne» корпорацией «Boeing» компании «Pratt & Whitney» в 2005 г., а также продажу ряда активов корпорации «Lockheed Martin» британской компании «BAE» в 2000 г.

Появление столь сильных игроков позволяет американским компаниям ВПК иметь более сильную переговорную позицию во взаимоотношениях с субподрядчиками. Фактически, речь идет о рынке с олигополистической конкуренцией, что чревато с точки зрения завышения стоимости оборонных контрактов.

В этой связи в последние годы в США активизированы исследования о роли малого бизнеса в оборонной сфере. Делается попыт-

ка понять, почему сокращается роль малого бизнеса в оборонных контрактах, к каким возможным негативным последствиям это приводит [5]. Количественно такого рода процессы в экономике принято оценивать с помощью индекса Херфиндаля (Herfindahl-Hirschman index), который обычно используется для оценки степени монополизации. Его значение для данной отрасли не превышает 104 и вычисляется как сумма квадратов долей продаж всех фирм в отрасли:

$$HHI = \sum S_i^2, \quad (3)$$

где S_i – доля объема продаж *i*-й фирмы, выраженная в процентах. Нетрудно показать, что при сокращении числа подрядчиков с 37 до 5 в предположении их равной доли на рынке значение индекса Херфиндаля в данном случае увеличивается почти на порядок (от 270 до 2000). По мере повышения требований к генеральным военным подрядчикам и уровня НИОКР, усиливается консолидация среди конечных поставщиков продукции военного назначения. Однако, фактически, консолидационные процессы продвигаются вниз по производственной цепочке. Министерство обороны по согласованию с Управлением менеджмента и бюджета США стало вводить ряд коммерческих инноваций, включая концепцию стратегических закупок (implementing strategic sourcing), управление цепочками поставок, что требует «рационализации» работы с поставщиками. Это приводит к консолидации поставщиков и установлению долгосрочных партнерских отношений с лучшими из них, что, в свою очередь, способствует сокращению общих расходов, улучшению качества, ответственности и надежности как для покупателя, так и для поставщика.

Фактически, речь идет о рыночных методах достижения государственных задач. Путем отбора поставщиков по вполне рыночным критериям, оборонные холдинги США формируют пул надежных поставщиков. Применительно к Российской Федерации, данный опыт мог бы быть принят во внимание при реформировании ФЗ-94 «О государственных закупках» и формировании государственной контрактной системы.

Анализ производственных цепочек ВПК США с использованием редкоземельных металлов позволяет сделать следующие выводы, которые могут иметь практическое значение для оборонной промышленности России:

1. В настоящее время ввиду конкуренции США (с ЕС и Японией) и КНР намечается разделение их производственных цепочек, формирование закрытых (друг от друга) технологических контуров, в особенности в оборонной сфере. Вместе с тем, РФ рассматривается в качестве возможного союзника каждой из сторон. Представляется целесообразным использовать данное обстоятельство для вхождения в производственные цепочки по редкоземельным металлам как США (ЕС, Японии), так и КНР на различных уровнях.

2. Представляет интерес опыт США по созданию вертикально-интегрированных холдингов, развивающих бизнес от первичной переработки редкоземельных металлов до высокотехнологичных производств с использованием постоянных редкоземельных магнитов. В условиях усиливающегося дефицита на минеральное сырье на фоне продолжающегося сокращения квот на экспорт данного сырья из КНР, ключевым преимуществом является обладание ресурсной базой, а не высокими технологиями по их переработке. В этой ситуации необходимо активизировать разработку месторождений редкоземельных металлов и формирование на их базе вертикально-интегрированных производственных холдингов. На базе этих холдингов в дальнейшем целесообразно формирование совместных предприятий с ведущими американскими, японскими, европейскими и китайскими корпорациями (с долей российской стороны не менее 30-50%) по производству высокотехнологичной продукции с использованием редкоземельных металлов на территории РФ и стран СНГ. Такого рода опыт технологического партнерства уже есть – это компания

«Ural Boeing Manufacturing» – СП российской корпорации «ВСМПО-АВИСМА» и американской корпорации «Boeing». По мере обострения ресурсных противоречий в мире, представляется целесообразным наращивать долю российских акционеров, а также активизировать предложения по переносу на российскую территорию более технологичных звеньев производственных цепочек с использованием российского сырья.

3. Интересным примером государственного стимулирования создания надежных генеральных подрядчиков для министерства обороны США является Концепция стратегических закупок (Implementing strategic sourcing). В соответствии с ней частные компании, участвующие в государственных торгах как поставщика продукции, имеющей стратегическое значение, обязуются укреплять свою материально-сырьевую базу путем селекции наиболее надежных поставщиков (как правило, из числа наиболее крупных). Тем самым, на рыночных условиях формируются консолидированные, достаточно мощные частные субподрядчики для предприятий ВПК. Данная практика особенно актуальна для российской оборонной промышленности, где еще не наработана достаточная практика эффективного взаимодействия с частными субподрядчиками.

4. Американский опыт показывает необходимость тщательного анализа не только цепочки поставщиков редкоземельных металлов, но и производственных цепочек по их использованию для выявления наиболее уязвимых звеньев. Это необходимо делать как на уровне всей оборонной промышленности, так и в рамках каждой компании (в т.ч. частной), поставляющей продукцию для военных подрядчиков. В ряде ведущих американских корпораций выработаны соответствующие механизмы оценки рисков и реагирования на них, в рамках исследовательских подразделений существуют ответственные за данные направления лица.

Список использованных источников

1. Barry D. Watts, Todd Harrison, 2011. Sustaining Critical Sectors of the U.S. Defense Industrial Base. – Center for Strategic and Budgetary Assessments Center for Strategic and Budgetary Assessments. CSBA, 9/20/2011.

2. Hamant, Daniels, 1977, Microwave, aerospace, and nuclear applications of rare earth-cobalt magnets: Waltham, MA, Raytheon Company, September 26, p. 12.

3. Hedrick, James B. and Templeton, David A., 1991, Rare-earth minerals and metals in Minerals Yearbook 1989: U.S. Bureau of Mines, v. I, p. 1211-1237.

4. Hedrick, James B. Rare Earth in Selected US Defence Applications // 40th Forum on the Geology of Industrial Minerals, Bloomington, Indiana, US. May 2004. – http://www.usmagneticmaterials.com/documents/RARE-EARTHS-IN-US-DEFENSE-APPS-Hendrick.pdf.

5. Kopp, Carlo, 1996, GPS Part III - US direct attack munition programs: Australian Aviation, October, p. 52-24.

6. Military & Aerospace, 1997, Navy moves to LIDAR for minehunting. Military & Aerospace Electronics, February, v. 8, no. 2, p. 1.

7. Minerals and metals scarcity in manufacturing: the ticking timebomb. December 2011. – www.pwc.com/resourcescarcity.

8. The United States Magnetic Materials Association, 2/17/11. – http://www.usmagneticmaterials.com.