

УДК 669.85/.86:006

М.С. Дориомедов¹, Д.В. Севастьянов¹, С.Ю. Скрипачев¹, М.И. Дасковский¹

НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ В ОБЛАСТИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

DOI: 10.18577/2307-6046-2018-0-5-18-23

Проведен мониторинг мирового фонда нормативной документации в области редкоземельных металлов (РЗМ). Определены различия отечественного и зарубежного фонда нормативной документации. Установлено, что российский фонд нормативной документации включает в себя государственные стандарты (ГОСТ) 35–40-летней давности, в то время как зарубежный фонд представлен отдельными разрозненными документами. Обоснована необходимость актуализации отечественной нормативной документации в области РЗМ.

Ключевые слова: редкоземельные металлы, мониторинг, нормативная документация.

M.S. Doriomedov¹, D.V. Sevastyanov¹, S.Yu. Skripachyov¹, M.I. Daskovskiy¹

REFERENCE DOCUMENTATION IN THE FIELD OF RARE EARTH ELEMENTS

Worldwide monitoring of the reference documentation in the field of rare earth elements was carried out. Differences in the Russian and foreign reference documentation were revealed. It was found that the Russian reference documentation consisted of state standards (GOST) developed 35–40 years ago, while foreign documentation included segmental documents. The need for actualization of the national reference documentation in the field of rare earth elements was justified.

Keywords: rare earth elements, monitoring, reference documentation.

¹Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Государственный научный центр Российской Федерации [Federal state unitary enterprise «All-Russian scientific research institute of aviation materials» State research center of the Russian Federation] E-mail: admin@viam.ru

Введение

Работа выполнена в рамках реализации комплексного научного направления 2. «Фундаментально-ориентированные исследования, квалификация материалов, неразрушающий контроль» («Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года») [1].

Редкоземельные металлы (РЗМ) относятся к стратегическим видам минерального сырья и обладают уникальными свойствами, благодаря чему используются во многих отраслях промышленности [2]. По объемам их применения судят о показателях научно-технического развития страны. В последние 5–7 лет происходит интенсивное развитие отрасли РЗМ в России – увеличилось производство коллективных карбонатов РЗМ (от 3,0 до 4,0 тыс. тонн в год), запущены новые мощности по производству индивидуальных соединений РЗМ в ПАО «Акрон» [3] и ООО «ЛИТ» (ГК «Скайград»), планируется ввод в эксплуатацию редкометаллического и редкоземельного Томторского месторождения [4], близки к завершению или завершены 40 проектов в рамках

мероприятия 4.1. «Развитие металлургии и промышленности редких и редкоземельных металлов» (в части редкоземельных металлов) подпрограммы «Развитие производства традиционных и новых материалов» государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности».

Главными сферами применения РЗМ в России являются: катализаторы для нефтехимии (82%), сплавы для металлургии (11%), материалы для атомной энергетики (3%), постоянные магниты (2%). На долю остальных областей приходятся оставшиеся 2%. Наиболее быстрорастущая область применения РЗМ связана с производством катализаторов для нефтехимического комплекса. Хорошим стимулом оказался ввод технического регламента «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту», определивший порядок постепенного перехода на топливо более высокого экологического класса: с 1 июля 2016 г. единственным разрешенным к обороту топливом стал бензин и дизель стандарта «Евро-5».

Рост промышленного производства, модернизация технологий переработки руд редкоземельных металлов и их обширное применение в различных областях промышленности (энергетика, электроника, металлургия, оптика, нефтехимия и т. п. [5–8]), а также увеличение количества научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, связанных с РЗМ, обуславливают необходимость развития системы стандартизации в сфере РЗМ. Очевидно, что существующая нормативная документация в области РЗМ, оставаясь в неизменном состоянии, не может отвечать всем требованиям непрерывно развивающейся промышленности [9, 10]. Таким образом, необходимо регулярно актуализировать нормативный фонд.

Материалы и методы

Проведен мониторинг состояния фонда нормативных документов в области РЗМ. Мониторинг проводился по трем основным направлениям: 1 – отечественная нормативная документация (ГОСТ, ГОСТ Р); 2 – международные стандарты (ИСО); 3 – стандарты ASTM.

Результаты и обсуждение

В настоящее время отечественная база нормативной документации в области РЗМ включает 61 документ. Базовая часть фонда создана в 1970–1980 гг., причем 95% документации составляют стандарты на методы определения примесей (ГОСТ 23862.1–ГОСТ 23862.36) и отдельных химических элементов (серы, цинка, хлора, молибдена, никеля, железа, меди и т. п.) в редкоземельном концентрате – ГОСТ 22720.1–ГОСТ 22720.4 и ГОСТ 25702.1–ГОСТ 25702.18 соответственно. Остальные 5% представляют собой стандарты на общие требования к методам анализа редкометаллических концентратов (ГОСТ 25702.0), редкоземельных металлов и их оксидов (ГОСТ 23862.0), определения кислорода, водорода в редких металлах (ГОСТ 22720.0). В целом система нормативной документации в области РЗМ имеет следующую структуру:

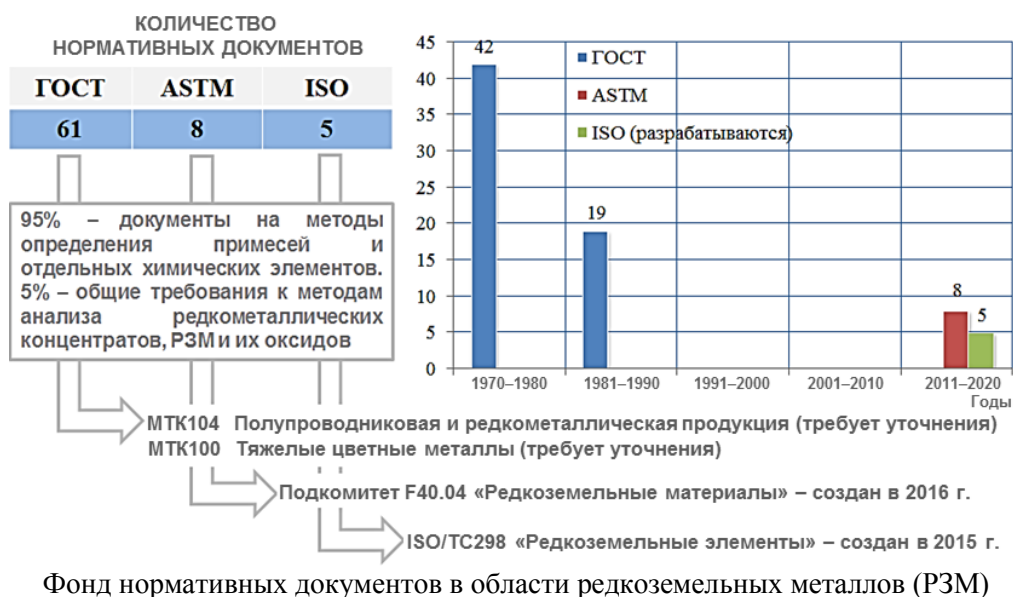
– основополагающие стандарты (терминология и т. п.)	0
– стандарты, регламентирующие требования к РЗМ и т. п.	3
– стандарты на методы определения, испытания и др.	58
– стандарты технических условий	0
– стандарты общетехнического характера и иных процессов	0

В настоящее время отечественная база нормативных документов в области РЗМ морально устарела. Стандарты разработаны 35–40 лет назад и содержат сведения по

оборудованию, которое уже не производится и/или характеристики которого не соответствуют современным требованиям. Так, в стандартах по определению примесей в РЗМ с использованием спектрального метода (например, ГОСТ 23862.1–ГОСТ 23862.5), основанного на возбуждении и фотографической регистрации дуговых эмиссионных спектров проб и образцов сравнения, или химико-спектрального метода (например, ГОСТ 23862.7–ГОСТ 23862.12), основанного на концентрировании редкоземельных примесей с последующим спектральным анализом полученных концентратов, указано оборудование (спектрографы ДФС-13, ДФС-8 и др.), точность и погрешность измерения которого значительно уступают характеристикам современного оборудования. Так, в спектрографах ДФС-8 и ДФС-13 используются дифракционные решетки, которые с учетом уровня производств, достигнутого в 1980-х годах, позволяли создавать с помощью резца нарезные решетки с постоянной 600–2400 штрих/мм. В настоящее время с учетом развития лазерной техники постоянные таких решеток достигают 4000 штрих/мм и более. Это позволяет при существенно меньших габаритах получить спектральное разрешение высокого уровня. Кроме того, действующая в настоящее время в России система стандартизации запрещает упоминание конкретных марок оборудования, что обусловлено возможностью лоббирования интересов производителя. Требуется более подробное описание процедуры испытания с учетом современных требований, предъявляемых в отрасли. Отсутствие актуальной и обновленной системы нормативной документации в области РЗМ является существенным барьером на пути создания в России конкурентоспособной промышленности РЗМ полного технологического цикла с целью удовлетворения потребностей отечественного оборонно-промышленного комплекса, гражданских отраслей промышленности и выхода на зарубежные рынки. С учетом этого, разработка новых и актуализация устаревших нормативных документов в области РЗМ, а также документов по их применению, является одной из важных задач по стимулированию внутреннего рынка потребления и применения РЗМ.

Одним из возможных решений обеспечения конкурентоспособной отрасли РЗМ, а также ускоренного внедрения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новых технических и технологических решений, материалов и иных инноваций, является разработка «предварительных национальных стандартов». В качестве такой документации могут использоваться стандарты предприятия (СТО), технические условия (ТУ), технические инструкции (ТИ) и другие виды документов в области стандартизации, разработанные в рамках мероприятия 4.1. «Развитие металлургии и промышленности редких и редкоземельных металлов» (в части редких и редкоземельных металлов). Это позволит ускорить внедрение и разработку новых нормативных документов в части технологий получения РЗМ, методов их испытания, а также извлечения РЗМ из отходов производства и отработанных изделий.

Зарубежный фонд нормативной документации в области РЗМ и их соединений практически отсутствует (выявлено 13 стандартов), что может быть связано с наличием внутренних нормативных документов – зарубежных аналогов СТО и ТУ (см. рисунок). Вместе с тем стратегическое значение отрасли РЗМ для современного мирового промышленного производства отражает создание в 2015 г. технического комитета ИСО/ТС 298 «Редкоземельные металлы» [11], а также организации подкомитета ASTM F40.04 «Редкоземельные металлы» в рамках технического комитета F40 «Декларируемые вещества в материалах» [12].



Комитет ИСО/ТС 298 обеспечивает стандартизацию в области добычи, концентрирования, экстракции и разделения РЗМ, а также получения различных соединений (оксидов, солей и т. п.), сплавов и продукции на основе РЗМ. Технический комитет находится под управлением администрации по стандартизации КНР, которая является комитетом-членом ИСО от КНР. Данный факт отражает ведущую роль КНР в мировом производстве РЗМ. Председателем ИСО/ТС 298 до конца 2021 г. назначен Куныцзян Ма. Комитет включает 9 постоянных членов (национальные комитеты по стандартизации Австралии, Бразилии, Индии, Канады, КНР, Республики Корея, РФ, США, Японии) и 22 наблюдателя (национальные комитеты по стандартизации Кубы, Аргентины, Чешской Республики, Египта, Финляндии, Франции, ФРГ, Ирана, Израиля, Италии, Малайзии, Мексики, Нидерландов, Пакистана, Польши, Португалии, Саудовской Аравии, ЮАР, Испании, Швеции, Швейцарии, Вьетнама). В настоящее время ИСО/ТС разрабатываются 5 стандартов [13–17] в области РЗМ (ISO/AWI). Следует отметить системность разработки данных нормативных документов, поскольку вначале разрабатываются:

основополагающие стандарты

– ISO/AWI 22444-1 «Редкоземельные элементы. Термины и определения. Часть 1: Минеральное сырье, оксиды и другие соединения»;

– ISO/AWI 22444-2 «Редкоземельные элементы. Термины и определения. Часть 2: Редкоземельные металлы и их сплавы»;

стандарты на методы измерения (испытания, определения) РЗМ

– ISO/AWI 22451 «Редкоземельные элементы. Переработка. Метод измерения содержания редкоземельных элементов в отработанных изделиях и отходах производства»;

стандарты общетехнического характера и иных процессов

– ISO/AWI 22450 «Редкоземельные элементы. Переработка. Коммуникационный формат для предоставления информации об извлечении редкоземельных элементов из отработанных изделий и отходов производства»;

– ISO/AWI 22453 «Редкоземельные элементы. Переработка. Метод обмена информацией о редкоземельных элементах, содержащихся в отработанных изделиях и отходах производства».

Важно отметить направленность разрабатываемых стандартов – «Переработка. Редкоземельные элементы из отработанных изделий и отходов производства». Извлечение РЗМ из отходов производства и отработанных изделий важно с точки зрения эффективного использования природных ресурсов и обеспечения надежной поставки РЗМ. Данная тенденция особенно актуальна для стран, не обладающих крупными рудными месторождениями РЗМ, а также в мире в целом – для снижения отходов производства и загрязнения окружающей среды.

В фонде стандартов ASTM (как и в отечественном фонде) отсутствуют основополагающие стандарты в области РЗМ, в которых унифицированы термины и определения, классификация, номенклатура определяемых характеристик РЗМ и т. п. Большая часть действующих документов относится к атомной индустрии ввиду ее стратегического назначения и высоких требований к ней. Выявлены следующие нормативные документы: ASTM D3989, ASTM C1845, ASTM C888, ASTM C889, ASTM C922, ASTM C968, ASTM C1502, ASTM C1769. Следует отметить, что отсутствие систематичности имеющихся стандартов ASTM в области РЗМ объясняется тем, что членство в организации ASTM International является открытым и что стандарты разрабатываются не на централизованной основе (как в случае ИСО), а могут быть приняты по предложению любого члена ASTM. При этом следование стандартам ASTM является добровольным. Общее количество нормативных документов в области РЗМ представлено в таблице.

Количество документов, регламентирующих требования к РЗМ

Наименование документа	Количество документов		
	ГОСТ	ASTM	ISO
Основополагающие стандарты (терминология и т. п.)	0	0	2
Стандарты, регламентирующие требования к РЗМ и т. п.	3	0	0
Стандарты на методы определения, испытания и др.	58	0	1
Стандарты технических условий	0	0	0
Стандарты общетехнического характера и иных процессов	0	8	3

Заключения

Подводя итоги, можно сделать вывод о том, что:

– основной фонд нормативной документации в области РЗМ в Российской Федерации составляют стандарты, которые разработаны еще в 1970-х и 1980-х годах и в настоящее время требуют актуализации [18] с учетом развития аналитических методов, а также отмеченных в работе [2] тенденций, касающихся извлечения РЗМ из отработанных изделий;

– необходимо разработать и утвердить государственный стандарт на термины и определения понятий, относящихся к РЗМ и их соединениям, с последующей гармонизацией данного стандарта с разрабатываемыми международными стандартами ISO/AWI 22444-1 и ISO/AWI 22444-2;

– зарубежный фонд нормативной документации в области РЗМ и их соединений практически отсутствует, что может быть связано с наличием внутренних нормативных документов (зарубежных аналогов СТО, ТУ). Важность разработки и ведения фонда документов в области РЗМ для современного мирового производства отражает создание в 2015 г. ИСО/ТС 298 и разработку в его рамках основополагающих стандартов и стандартов в области переработки РЗМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каблов Е.Н. Инновационные разработки ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ по реализации «Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года» // Авиационные материалы и технологии. 2015. №1 (34). С. 3–33. DOI: 10.18577/2071-9140-2015-0-1-3-33.
2. Севастьянов Д.В., Дориомедов М.С., Сутубалов И.В., Кулагина Г.С. Направления развития производственных технологий в области редкоземельных металлов // Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн. 2018. №1. Ст. 4. URL: <http://www.viam-works.ru> (дата обращения: 16.04.2018). DOI: 10.18577/2307-6046-2018-0-1-4-4.
3. «Акрон»: Секрет успеха // Редкие земли. 2017. №1 (8). С. 76–81.
4. Демидов И.Л. «Ростех»: Редкоземельное направление // Редкие земли. 2017. №1 (8). С. 82–91.
5. Каблов Е.Н., Оспенникова О.Г., Вершков А.В. Редкие металлы и редкоземельные элементы – материалы современных и будущих высоких технологий // Авиационные материалы и технологии. 2013. №S2. С. 3–10.
6. Фролов А.В., Мухина И.Ю., Леонов А.А., Уридия З.П. Влияние легирования редкоземельными металлами на свойства и структуру литейного магниевого сплава экспериментально-го состава системы Mg–Zr–Zn–Y–Nd // Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн. 2016. №3. Ст. 03. URL: <http://www.viam-works.ru> (дата обращения 12.02.2018). DOI: 10.18577/2307-6046-2016-0-3-3-3.
7. Каблов Е.Н., Пискорский В.П., Брук Л.А. Постоянные магниты из сплавов Nd–Fe–B // Авиационные материалы. Избранные труды «ВИАМ» 1932–2002. М.: МИСИС–ВИАМ, 2002. С. 191–197.
8. Каблов Е.Н., Оспенникова О.Г., Пискорский В.П., Валеев Р.А. и др. Фазовый состав спеченных материалов системы Nd–Dy–Fe–Co–B // Авиационные материалы и технологии. 2014. №S5. С. 95–100. DOI: 10.18577/2071-9140-2014-0-s5-95-100.
9. Петрова Е.И., Пензина О.В., Маркова Н.В., Тарских П.М. Актуализация фонда стандартов на предприятиях // Технологии производства пищевых продуктов питания и экспертиза товаров: сб. материалов «Международной научно-практической конференции». 2015. С. 159–161.
10. Скобелев Д.О., Веснина Е.Н., Косорукова И.А., Уткин А.О. Стандартизация в области биотехнологий // Стандарты и качество. 2014. №12 (930). С. 37–40.
11. ISO/TC 298 Rare earth // ISO: [официальный сайт]. URL: <https://www.iso.org/committee/5902483.html> (дата обращения: 23.04.2018).
12. F40.04 on Rare Earth Materials // ASTM International: [официальный сайт]. URL: <https://www.astm.org/COMMIT/F40/F40-04> (дата обращения: 23.04.2018).
13. ISO/AWI 22444-1 Rare earth -- Terms and definitions - -- Part 1: Minerals, oxides and other compounds // ISO: [официальный сайт]. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/73229.html> (дата обращения: 23.04.2018).
14. ISO/AWI 22444-2 Rare earth -- Terms and definitions - -- Part 2: Rare earth metals and their alloys // ISO: [официальный сайт]. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/73228.html> (дата обращения: 23.04.2018).
15. ISO/AWI 22450 Rare earth -- Elements Recycling -- Communication formats for providing recycling information on rare earth elements in by-products and industrial wastes // ISO: [официальный сайт]. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/73240.html> (дата обращения: 23.04.2018).
16. ISO/AWI 22451 Rare earth -- Elements recycling -- Measurement method of rare earth elements in by-products and industrial wastes // ISO: [официальный сайт]. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/73241.html> (дата обращения: 23.04.2018).
17. ISO/AWI 22453 Rare earth -- Elements recycling -- Method for the exchange of information of rare earth elements in by-products and industrial wastes // ISO: [официальный сайт]. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/73242.html> (дата обращения: 23.04.2018).
18. Каблов Е.Н., Шевченко Ю.Н., Кожевников А.Н. Отраслевые стандарты – основа качества авиационной техники // Сталь. 2008. №8. С. 121–122.