

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ВОСПРОИЗВОДСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Библ. 180 ЕП 47

УАК 502: 171

16-298 от 16/12/18

Рис. РЕАКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ:
ОБЗОР ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ,
РЕЦИКЛИНГА И СООТВЕТСТВУЮЩИХ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Агентство по охране окружающей среды США (EPA)
EPA 600/R-12/572 | Декабрь 2012 | www.epa.gov/od

Предисловие

Конгрессом США на Агентство по охране окружающей среды (EPA) возложена ответственность по защите земельных, водных ресурсов и воздушного бассейна. В соответствии с нормами национального природоохранного законодательства Агентство стремится формулировать и выпонять действия, ведущие к достижению разумного баланса между деятельностью человека и способностью природных систем поддерживать и способствовать развитию жизни. Для выполнения этой задачи в програм-ме исследований EPA предусмотрено предоставление данных и оказание технической поддержки в решении нынешних экологических проблем и формировании научных знаний, необходимых для разумного управления нашими экологическими ресурсами, понимания того, как затрагивающие вещества воздействуют на наше здоровье, и предотвращения или уменьше-ния рисков для окружающей среды в будущем.

Национальная лаборатория исследований и управления рисками (NRMRL) является центром Агентства, который занимается исследованием технологических и управленческих подходов для предотвращения и уменьшения рисков от загрязнений, которые угрожают здоровью человека и окружающей среде. Основное внимание исследователей программы лабора-тории сосредоточено на методах и их экономической эффективности в предотвращении и борьбе с загрязнениями воздушного бассейна, земель-ных, водных ресурсов и недр; защите качества воды в системах коммуналь-ного водоснабжения; восстановлению загрязненных участков, осадочных отложений и грунтовых вод; предотвращению и борьбе с загрязнениями воздуха в помещениях и восстановлению экосистем. NRMRL сотрудничает с партнерами из государственного и частного сектора для содействия разви-тия технологий, которые снижают затраты на соответствие экологическим нормам и предотвращение возникающих проблем. Исследования NRMRL предусматривают поиск решений экологических проблем с помощью раз-

работки и содействия внедрению технологий по защите и улучшению со-стояния окружающей среды; распространения научной и технической ин-формации для поддержки нормативных и политических решений; оказания технической поддержки и передачи информации для обеспечения выпол-нения природоохранного законодательства и стратегий на государственном, штатном и местном уровне.

Реакоземельные элементы (REEs) представляют собой группу из 15 химических элементов в периодической таблице. Два других элемента, скандий и иттрий, имеющие сходные физико-химические свойства с лантанидами, обычно находятся в тех же самых минеральных комплексах, и их часто относят к REEs. Хотя их относительно много в земной коре, они редко встречаются в концентрированной форме, что вызывает эко-номические проблемы, связанные с их добычей. Из этих элементов со-стоит важнейшие компоненты многих наших современных технологиче-ских устройств и повсеместной электроники. Прогнозируется, что спрос на REEs в США будет возрастать с учетом мирового спроса на экологи-чески чистые и устойчивые продукты в энергетике, продукции военного назначения и в различных производственных использованиях. В Китае находится 95% REEs, имеющихся во всем мире, но в США возрастает интерес к разведке и добыче REEs.

Разработка недр в природной среде составляет большую часть получае-мых REEs, и подобно большинству работ по добыче полезных ископаемых приводит к появлению большого количества (более 90%) избыточных и неиспользованных материалов. В настоящее время не имеется официа-льной национальной или на уровне EPA стратегии по управлению процессом разработки полезных ископаемых и специально возмездий при добыче, использовании и размещении REEs. Целью данного документа является сбор имеющейся информации для разработки стратегии управления ресур-сами REE и снижение потенциальных воздействий на окружающую среду. Хотя большая часть информации в данном отчете относится к нынешнему времени, как отмечается в данном документе, разработка месторождений и выемка REE является динамичным процессом. Например, мы приняли во внимание, что цены на мировых рынках REEs снижались с середины 2011 г., когда данный отчет находился в стадии завершения. Поэтому некоторая информация в отношении того, кто, что и где производит, могла изменит-ся между тем временем, когда: (1) данные собирались как часть литерату-рного обзора для данного отчета, завершеного в июле 2011 г., и (2) завер-шением срока действия на выпонение контракта в сентябре 2011 г. и (3) последующей публикации в 2012 г.

В данном документе представлено описание многих экологических ас-пектов разработки месторождений реакоземельных элементов и проблем их размещения и разъясняется необходимость национальной стратегии про-должающихся поставок требуемых REEs в рамках будущих технологиче-ских разработок в стране и на международном уровне и повторного исполь-зования этих материалов по отношению к размещению на полигонах.

Синтия Сонич-Маллин (Synthia Smith-Millin),
руководитель Национальной лаборатории исследований
и управления рисками.

Редкоземельные элементы (REEs) представляют собой группу из 15 химических элементов в периодической таблице, а именно лантанидов. Два других элемента, скандий и иттрий, имеющие сходные физико-химические свойства с лантанидами, обычно находятся в тех же самых минеральных комплексах, и их часто относят к REEs. Месторождения REEs не разрабатываются в США около 20 лет, а до этого времени уровень добычи был минимальным по сравнению с добычей угля и добычей из рудных месторождений. Возрастающее использование REEs в магнитах, современной электронике и в различных видах товарной продукции привело к нехватке REEs для производственных целей. В настоящее время REEs в больших количествах размещается на помпонах вместо утилизации и повторного использования.

Целью данного отчета является его использование в качестве источника технической информации для политиков, производителей и других заинтересованных сторон, которые озабочены в потенциальных воздействиях на окружающую среду и здоровье людей, и воздействиях, которые могут быть идентифицированы во всей системе поставок REE.

RTI¹ провела анализ технической литературы и других источников из Интернета, относящихся к каждому сегменту в системе поставок, включая недавние инициативы правительственных агентств США, в которых установлены проблемы, связанные с добычей, переработкой, производством, конечными использованиями, рециклингом и воздействиями на окружающую среду и здоровье людей. Информация, содержащаяся в данном отчете, основана также на прежнем отчете и международном опыте, при необходимости.

По сравнению с добычей угля и добычей из рудных месторождений, область деятельности по разработке месторождений REE всегда была очень ограниченной, как в США, так и за рубежом. С 1995 г. в США не проводились основные работы по добыче REE. Деятельность в области добычи и переработки обладает потенциалом создавать ряд экологических рисков для здоровья человека и окружающей среды. Степень тяжести этих рисков в значительной степени отделяется между разрабатываемыми месторождениями. Проблемы с загрязняющими веществами будут изменяться в зависимости от руд, содержащих минералы REE, токсичности загрязняющих веществ из пустой породы, рудных складов и потоков производственных отходов. Мобильность загрязняющих веществ будет контролироваться геологическими, гидрологическими и гидрогеологическими характеристиками окружающей среды, в которой находится месторождение, вместе с характеристиками процессов добычи и методами обращения с отходами.

¹ RTI International (в прошлом Research Triangle Institute — исследовательский преуловник в штате Северная Каролина, состоящий из университета Дьюка в Дареме и университетов в Роли и Чепил-Хилле) — некоммерческая организация, созданная в 1958 г. со штаб-квартирой в парке Исследовательского преуловника, проводящая широкий спектр исследований в различных отраслях знаний, включая здравоохранение, охрану окружающей среды и научные разработки.

Перечень акронимов

1. Введение
 - 1.1. Предварительная информация
 - 1.2. Организация отчета
2. Введение в редкоземельные элементы
 - 2.1. Относительное количество REEs в земной коре
 - 2.2. Геологическая среда REEs
 - 2.3. Применение REEs
 - 2.4. Глобальный экономический спрос и предложение REE
3. Стадии жизненного цикла рудников по добыче редкоземельных элементов
 - 3.1. Активная добыча REE
 - 3.2. Руды REE
 - 3.3. Разрешение на производство горных работ и жизненный цикл
 - 3.3.1. Требования к получению разрешения на новые рудники по добыче REE
 - 3.3.2. Жизненный цикл добычи полезных ископаемых
 - 3.4. Характеристики источников отходов горного производства
 - 3.4.1. Отвалы, засыпанные почвой
 - 3.4.2. Покрытые породы
 - 3.4.3. Складирование руды и нерентабельной руды
 - 3.4.4. Пустая порода
4. Переработка ресурсов
 - 4.1. Vevill Amendment²
 - 4.2. Процессы обогащения
 - 4.2.1. Обогащение бастнезита³
 - 4.2.2. Обогащение монацита⁴/ксенотима⁵
 - 4.3. Процессы экстракции
 - 4.3.1. Экстракция бастнезита
 - 4.3.2. Экстракция монацита/ксенотима
 - 4.3.3. Экстракция из хвостов
 - 4.4. Процессы восстановления
 - 4.5. Потенциальные воздействия на окружающую среду
 - 4.5.1. Население Китая
 - 4.5.2. Население США
5. Утилизация редкоземельных элементов/альтернативное использование материалов
 - 5.1. Введение
 - 5.2. Стадии процесса рециклинга--
 - 5.2.1. Сбор
 - 5.2.2. Работка/предварительная обработка
 - 5.2.3. Переработка
 - 5.3. Коммерческие применения рециклинга REE
 - 5.4. Экологические последствия рециклинга REE
 - 5.5. Исследования альтернатив REEs

² Изменения в Законе об охране и восстановлении ресурсов от 1976 г., внесенные в 1980 г.
³ Минерал класса фторжаробитоватов, соль церия (Ce, La, Y) CO₃F. Является одним из основных источников получения церия.
⁴ Минерал, фосфат редкоземельных элементов, главным образом, цериновой группы (Ce, La, Nd, Th) PO₄.
⁵ Относительно редкий минерал, фосфат иттрия.