



Проблемы извлечения стратегических металлов из минерального сырья

И.Г. Тананаев

Заместитель генерального директора по научной работе

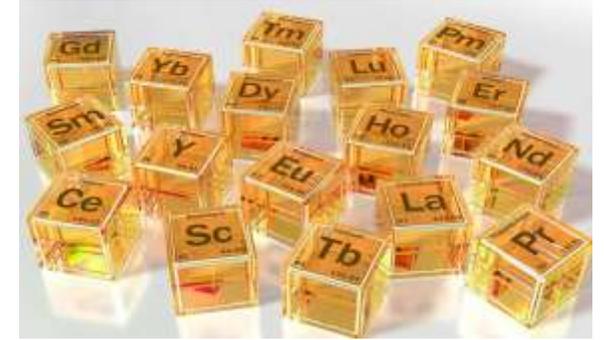
ФИЦ «Кольский научный центр РАН» - директор ИХТРЭМС КНЦ РАН

Заседание межведомственного научного совета по РАН по развитию минерально-сырьевой базы и ее рациональному использованию, 19 октября 2023 года, Президиум РАН, Москва

Тема доклада



Химическое извлечение
стратегических металлов
из руд



- Химическая переработка – завершающий этап в освоении минерального и техногенного сырья, который «открывает дверь» в индустриальное общество, обеспечивающее наработку и доставку конечной продукции потребителю по производственным цепочкам
- Вклад и развитие отрасли химической переработки сырья - индикатор состояния экономики государства и его роли в мировом рынке труда
- Доклад посвящен не столько о проблемах химического извлечения целевых компонентов из минерального и техногенного сырья, а столько о его современной роли и месте при переходе нашего государства на новый технологический уклад

Перечень стратегических материалов

- В 2022 году перечень стратегических материалов впервые за 26 лет был обновлен, число позиций расширен в два раза (до 61 единиц)
- Однако для раскрытия темы доклада представляется достаточным обратить свое внимание не на все 61 объект исследования, а на группу стратегических металлов, которые хорошо отражают геополитические интересы Государства, имеют особое значение для обеспечения экономического развития, обороны и безопасности но до сих пор остаются проблемными в части производства: **это редкоземельные элементы (РЗЭ), литий и бериллий**

РФ: история и гибель одного семейства ... лантанидного

- До 1990 года Советский Союз занимал 2 место в мире по производству РЗЭ, добывая ежегодно до 30% мировой добычи (8,5 тыс. тонн) при собственном потреблении 6 тыс. тонн, а остаток направлял на экспорт в США, Японию, Германию
- Общемировом потреблении (при пересчете на оксиды) нарастает: (2016 = 145 тыс. тонн; 2018 = 184 тыс. то; 2021 = до 230 тыс. тонн)
- К 2030 потребление РЗЭ обещает вырасти в два раза с 2020 г. Нарастает дефицит на мировом рынке Nd, Pr с 2022 и Dy с 2021, а Tb дефицитен с середины 2010-х гг
- Сегодня Россия, напротив, завозит по импорту почти 90 % РЗЭ продукции, что вступает в противоречие с наличием огромных запасов природных и техногенных источников в нашей стране

Восток – дело тонкое...

57 La Lanthanum 138.905	58 Ce Cerium 140.116	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.242	61 Pm Promethium [145]	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.500	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.045	71 Lu Lutetium 174.967
----------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	---------------------------------

Красноуфимский монацит 82,6 тысяч тонн

В 2021 году владельцы отправили две партии монацитового концентрата (3 тыс.т. из 82 тысяч) железнодорожным транспортом для в Китай (данные СМН) или во Вьетнам (данные РЖД) для переработки. Планируется, что через 4 года весь груз будет перемещен за рубеж


ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ
ОБЪЕДИНЕНИЕ
«МАЯК»
ФГУП «ПО «МАЯК»
г. Ленин, д.31, г. Озеры, Челябинская обл., 450780
т. (35130) 2 50 11, факс (35130) 2 38 26,
e-mail: aorok@rosatom.ru
ОКПО 07422740, ОГРН 102740177204,
ИНН/КПП 7422000793/741300001

Заместителю директора ДЯОК
Госкорпорации «Росатом»
Д.Ю. Байдарову

13.06.2013 № 193-1-34/125
На № _____ от _____


ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ
ОБЪЕДИНЕНИЕ
«МАЯК»
ФГУП «ПО «МАЯК»
г. Ленин, д.31, г. Озеры, Челябинская обл., 450780
т. (35130) 2 50 11, факс (35130) 2 38 26,
e-mail: aorok@rosatom.ru
ОКПО 07422740, ОГРН 102740177204,
ИНН/КПП 7422000793/741300001

31.03.2014 № 193-2.2-19
На № _____ от _____

ТО переработке монацитового концентрата

Уваж



ФГУП «ПО «Маяк» заинтересовано в создании нового производства в моногороде, так как это благоприятно отразится на стратегическом развитии всего ЗТО. Наиболее оптимальным вариантом является размещение на производственной площадке ФГУП «ПО «Маяк» производства промышленной переработки монацитового концентрата по договору о совместной деятельности на условиях простого товарищества.

Нам нечего терять, кроме своих цепей ... поставок



«Меловое» (Мангышлак) Прикаспийский ГМК

Ловозерский ГОК (п. Ревда Ловозерского р-на Мурманской обл.). Рудный минерал подкласса сложных оксидов – лопарит, $(Na,Ce)TiO_3$, $(REE,Na)(Ti,Nb)O_3$, $(Na,Ce,Ca)_2(Ti,Nb)_2O_6$

Соликамский магниевый завод производил карбонаты РЗЭ; содержание $\Sigma TR_2O_3 \geq 40\%$; извлечение $>95\%$.

Плав хлоридов шел на Иртышский завод (Казахстан, Восточно-Казахстанская обл., Шемонаихинский р-н, п. Первомайский) для производства окончательной продукции

Кутес-Сай Киргизский ГОК (Ак-Тюз Киргизская ССР)

Киргизский ГМК, п. Орловка (Киргизская ССР)

Приднепровский химический завод (УССР)

Московский завод полиметаллов

Пышменский опытный завод, В. Пышма (РСФСР)

Нет аппетита ...

57 La Lanthanum 138.905	58 Ce Cerium 140.116	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.242	61 Pm Promethium [145]	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.500	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.045	71 Lu Lutetium 174.967
----------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	---------------------------------

За истории существования на АО «Апатит» добыто **>700 млн. тонн** апатитового концентрата, содержащего 1% оксидов РЗЭ (т.е. было списано **7 млн. тонн РЗЭ**, или **80 тыс. тонн** в год)



Пилотная установка на ПО «Апатит» по переработке отходов апатит-нефелиновых руд

Производство TiO_2 для титан-содержащих продуктов из техногенных отходов обогащения апатито-нефелиновой руды $[Ca_5(PO_4)_3(F,OH,Cl) + KNa_3[AlSiO_4]_4]$

Пенный продукт
нефелиновой флотации

→ Титаномагнетит: магнетит Fe_3O_4 ; шпинели Fe_2TiO_4 и Mg_2TiO_4

→ Эгирин: $NaFe[Si_3O_6]$ с примесями Al_2O_3 , TiO_2 , Nb_2O_5 , MnO и др.

черновой сфеновый концентрат (титанит): состав CaO до 28 %, TiO_2 до 41 %, SiO_2 до 31 %

10-15 % ← **H_2SO_4** → **40-45 %**

продукты

①

«Чистый»
сфеновый к-т

④

Титановая соль
(дубитель)

⑦

Композиционный
сорбент Ti-P-Si

Кальций–силикатный

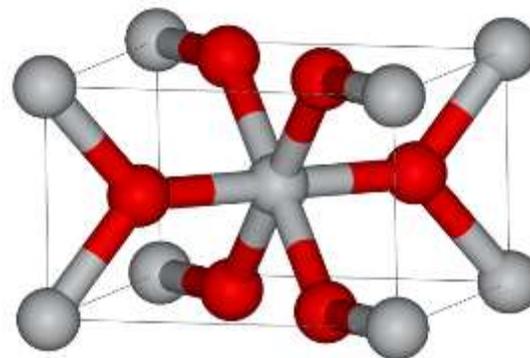
⑧ наполнитель

②

Сварочные
электроды

⑤

Сорбенты Ti-Si; Ti-P
для очистки ЖРО



⑨

Строительные
материалы

③

Пигменты

⑥

**TiO_2 для
герметиков и клеев**

ТУ 2321-001-04694196-2006 (О)

Летит, летит по небу клин усталый ...

Мурманская обл.

2023 = 658 698

2013 = 780 401

2003 = 889 807

1991 = 1 191 468

нас осталось

55%

- Мы теряем когорту квалифицированных инженеров, техников и химиков-технологов, которые обеспечивали упомянутую опытную базу, а в нашем институте – это до 60 % в штатном расписании без надежды применения их рационального труда
- 35% сотрудников ИХТРЭМС КНЦ РАН на уровне МРОТ, а в 2024 г. их станет до 50%

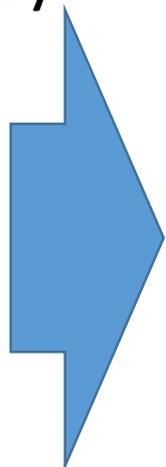
Число сотрудников ИХТРЭМС КНЦ РАН

31.12.2020	31.12.2021	31.12.2022	11.10.2023
228	224	210	203

	2020	2021	2022	2023
до 40 лет	21	19	15	12

Остановите музыку ...

Китай:
очередь сдать
документы в
магистратуру



ЕГЭ по химии:
число сдавших

2023	74000
2022	95000

средний балл 55

- 18.05.02 – «химическая технология материалов современной энергетики» в девяти вузах со средним проходным баллом от 46 до 58 в аудитории приходит **347 студентов (бюджетные места) на всю страну**
- По ОП (бакалавр) «Химическая технология» набор на **3000 бюджетных мест в год**

ПАО «Акрон» РЗЭ: 2016-2019



Исполнительный директор: «Акрон» сделал главное. Он освоил технологию получения РЗЭ, подняв уровень персонала на высокий профессиональный уровень, запатентовал данный способ производства» (2019).



Колмозерское месторождение имени А.Е. Ферсмана



- ИХТРЭМС КНЦ РАН, АО ГИРЕДМЕТ и ВНИИХТ ГК «Росатом» разработали совместный проект по переработке колмозерского сподумена по технологии с получением карбоната лития на пилотной площадке в г. Апатиты
- Этот проект был рассмотрен и обсужден на НТС ГК «Росатом» с привлечением экспертов из известных организаций горной промышленности

- Получение **бериллиевых концентратов** и химических соединений из рудного сырья в России отсутствует, производственные мощности по переработке бериллиевых концентратов остались за рубежом (Казахстан)
- В результате образовалась ситуация, когда использование важнейшего стратегического металла находится в **полной зависимости** от зарубежных фирм
- **Промышленная переработка бериллиевых руд** и получение бериллия имеется только в трех странах: США, Китай и Казахстан



Металл нужен для производства ядерных боеприпасов и обеспечения ядерного сдерживания ... Повторяю: ядерного сдерживания!

Производство Be в России осуществляется путем переработки лома

! В сложившихся условиях, задача по созданию собственного бериллиевого производства является для России остроактуальной !

Было время разбрасывать камни, и пришло время собирать камни

- В условиях планового производства РЗЭ являлись стратегическим материалом, а цепочки поставок формировали внутренний рынок. А сейчас?
- Момент истины: государству нужно определиться: являются ли РЗЭ, бериллий, литий стратегически важными материалами или нет?
- Если да, то государство должно стать и заказчиком, и владельцем этого сырья как вариант, путем её передачи ГК«Росатом» или создав новую государственную корпорацию типа «Росмет»
- Если нет, то на этом рынке останутся только владельцы сырья, развитие государства которым является вторичным
- Последствия: исключение отраслей химической переработки из системы бизнес-управления минерального и техногенного редкометального сырья однозначно ведет к переходу нашей державы в сырьевой придаток



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!