



# РІДКОЗЕМЕЛЬНІ ЕЛЕМЕНТИ

- Рідкоземельні елементи
- Мінерали и концентрати
- Виробництво і запаси
- Застосування
- Потреба і вартість
- Російський фосфогіпс и РЗЕ
- Білоруський фосфогіпс и РЗЕ

# РІДКОЗЕМЕЛЬНІ ЕЛЕМЕНТИ



«Рідкоземельні» (*TR*, пор. Лат. *Terrae raras* - «рідкісні землі») рідко зустрічаються в земній корі (1,6-1,7) \* 10-2% по масі), утворюють тугоплавкі, майже не розчинні у воді оксиди (до XIX століття називалися «землями»).

Елементи двох підгруп, - церієву (легкі - La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu) і ітрієві (важкі - Y, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) - рідко зустрічаються в земній корі .

За запасами сировини, які сильно розпорошені, РЗЕ не є рідкісними, за сумарною поширеності вони перевершують свинець в 10 разів, молібден - в 50 разів, вольфрам - в 165 разів.

Місце 61 зайняв прометій, виділений з продуктів поділу урану.

			31	Y	Іттрій
57	La	Лантан	64	Gd	Гадоліній
58	Ce	Церій	65	Tb	Тербій
59	Pr	Празеодим	66	Dy	Диспрозій
60	Nd	Неодим	67	Ho	Гольмій
61	Pm	Прометій	68	Er	Ербій
62	Sm	Самарій	69	Tm	Тулій
63	Eu	Європій	70	Yb	Ітербій
			71	Lu	Лютецій

# МІНЕРАЛИ І КОНЦЕНТРАТИ



**З 250 мінералів тільки 60-65 містить  $Me_2O_3$  з перевищенням 5-8%.** Найголовніші: монацит  $(Ce, La)PO_4$ , ксенотим  $YPO_4$ , бастнезит  $Ce[CO_3](OH, F)$ , паризит  $Ca(Ce, La)_2[CO_3]_3F_2$ , гадолініт  $Y_2FeBe_2Si_2O_{10}$ , ортит  $(Ca, Ce)_2(Al, Fe)_3Si_3O_{12}(O, OH)$ , лопарит  $(Na, Ca, Ce)(Ti, Nb)O_3$ , ешиніт  $(Ce, Ca, Th)(Ti, Nb)_2O_6$ . Найбільш розповсюджений в земній корі церій, найменше - тулій і лютецій.

**Головні концентрати РЗЕ:** бастнезит  $(CeCO_3F)$  і монацит  $(CePO_4)$ .

**70% видобутих РЗЕ** доводиться на частку цих руд. Найбільш багаті родовища бастнезита в КНР і США, монацита - в Австралії, Бразилії, Індії, Малайзії, ПАР, Шрі-Ланці, Таїланді, США.

**30% запасів** зосереджені в родовищах ксенотіму, іонно-абсорбційних глинах, лопариту, апатитах, фосфоритах, вторинному Монацит, Евдіаліт та ін.

**Перспективним джерелом отримання РЗЕ є відходи виробництва фосфорної кислоти з апатитів і фосфоритів - фосфогіпс.**

# ВИРОБНИЦТВО І ЗАПАСИ

У 2007-2008 р.р. в світі видобувалося по 124 тис. т РЗЕ.

Лідирували, тис. т: Китай - 120,00; Індія - 2,70; Бразилія - 0,65.

**Розвідані світові запаси РЗЕ** на кінець 2008 р становили близько 130 млн. т, в т.ч.: Китай - 89, СНД - 21, США -14, Австралія - 5,8, Індія - 1,3, Бразилія - 0, 84 тис. т).

У липні 2011 р на глибинах 3500-6000 м в 78 містах Тихого океану на захід і схід від Гаваїв, а також на схід від Таїті і Французької Полінезії виявлені великі поклади рідкоземельних металів (РЗМ), які складають 80-100 млрд. т РЗМ.

**Rare Earth Elements**

La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71

Lanthanides

H															He		
Li	Be									B	C	N	O	F	Ne		
Na	Mg									Al	Si	P	S	Cl	Ar		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	An	Lr														

Особливо цінними з розсіяних елементів є тербій, лантан і неодим, 97% яких перебуває на території Китаю. **Загальна світова потреба в РЗЕ - 120 тис. т / рік**, однак, **КНР щорічно експортує менше 30 тис. т**. За повідомленням британського видання «Independent», до 2012 року уряд **КНР планує припинити експорт рідкісних елементів**.

# ЗАСТОСУВАННЯ



**Церій** - каталітичні фільтри - нейтралізатори вихлопних газів.

**Диспрозій, неодим, самарій** - магніти.

**Ітрій, європій, тербій** - люмінофори.

**Лантан** - конденсатори.

**Лантан, церій** - спеціальна оптика.

**Ітрій** - кераміка.

**Церій** - високотехнологічні абразиви.

**Гадоліній, диспрозій, лантан** - рентгенівські плівки.

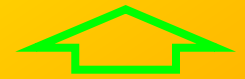
**РЗЕ використовують:** в радіоелектроніці, приладобудуванні, атомній техніці, машинобудуванні, хімічній промисловості, в металургії та ін .; La, Ce, Nd, Pr - у вигляді оксидів застосовуються для отримання світлової прозорості скла спеціального призначення, що пропускають інфрачервоні промені і поглинаючих ультрафіолетові промені, кислотно- і жаростійкого скла;

**у виробництві пігментів, лаків і фарб, в нафтовій промисловості** як каталізатори;

**у виробництві деяких вибухових речовин, спеціальних сталей і сплавів, як газопоглиначі;**

монокристалічні сполуки РЗЕ (а також скла) застосовують **для створення лазерних та інших оптично активних і нелінійних елементів** в оптоелектроніці.

# ЗАСТОСУВАННЯ



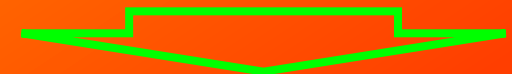
Рідкоземельні елементи (РЗЕ) мають унікальні властивості. Рівень застосування РЗЕ - показник науково-технічного розвитку тієї чи іншої галузі, сприяє економії мінеральної сировини, поліпшення екологічної обстановки,

забезпечення національної безпеки. РЗЕ не можна замінити іншою сировиною або технологіями.

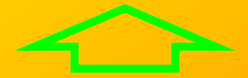
Від наявності РЗЕ залежить забезпечення в стратегічних, видах цінних компонентів, збереження їх резерву для майбутніх поколінь.

РЗЕ мають унікальні властивості.

Сфери застосування	Об'єм застосування з 2005 р., тис. т	Середньорічний приріст в 2001-2005 рр., %
Каталізатори	28,5	3-5
Скляна промисловість	24,0	3-5
Металургія	16,0	8-10
Магніти	18,0	17-22
Кераміка	3,5	13-15
Люмінофори	6,5	7-8
Інше	3,5	7-9
<b>ВСЬОГО:</b>	<b>100,0</b>	<b>6-9</b>



# ПОТРЕБА І ВАРТІСТЬ



До 2035 року попит на диспрозій і неодим підвищиться на 2600 і 7000% відповідно.

Для цього виробництво диспрозійу має збільшуватися щороку в 2 рази. Цього можливо досягти паралельної переробкою відходів виробництва - фосфогіпсу.

Неодим і диспрозій найбільш затребувані. Вони використовуються в постійних магнітах ( $Nd_2Fe_{14}B$ ).

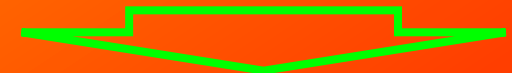
Якщо з фосфогіпсу можна виділити концентрат РЗЕ обсягом 1-3%, то його вартість може скласти € 100-600 на 1 т фосфогіпсу.

Набагато більшу вартість складуть виділені з концентрату РЗЕ в окремо, або вироблені з них вироби.



1 кг РЗЕ - церію, лантану, неодиму, європію та ітрію на світовому ринку складає \$11,6 -1640.

1 кг металічного неодиму коштує \$22-32, а вже 1 кг неодим-залізо-борових магнітів – \$100-120, із складом неодиму в них біля 25%.



# РОСІЙСЬКИЙ ФОСФОГПС І РЗЕ

Хібінський апатит - краща в світі фосфорна сировина, містить: рідкісні землі (до 1%), стронцій (2,3%), фтор (3,1%). Незважаючи на невисокий вміст РЗ-елементів в апатитовому концентраті (0,7-1%). Обсяг апатитового концентрату в Росії - до 10 млн. т / рік.

Сировина	Оксиди РЗЕ хібінських апатитів і лопаритів														
	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
Лопарит	25	53	6	14	0,9	0,08	0,6	0,4	0,12	0,08	0,02	0,003	0,008	0,002	0,008
Апатит	27	43	5	14	2,1	0,7	1,7	0,1	1,1	0,1	0,4	-	0,1	-	4,8

Майже за 90-років в Хібінах вилучено 1 млрд. 550 млн. т руди (приблизно половина промислових запасів), вироблено 620 млн. т апатитового концентрату. При цьому не вилучено в промисловому масштабі жодної тонни РЗМ. Тобто практично списано з балансу не менше 6 млн. т найцінніших металів і близько 20 млн. т стронцію, що становить трикратний світової баланс цього стратегічного металу. Для економіки Росії, таким чином, були втрачені десятки мільярдів доларів ...



# БІЛОРУСЬКИЙ ФОСФОГІПС І РЗЕ



На республіканському унітарному підприємстві «Гомельський хімічний завод» щорічно утворюється **450 тис. т фосфогіпсу**. За час експлуатації заводу накопичено 15,4 млн. Тонн, під відвалами зайнято понад 60 га земель.

**Відвали містять близько 65 тис. т РЗЕ**. Серед них - церій, лантан, неодим, європій і ітрій. Ціни на них на світовому ринку становлять \$ 11,6-1640 за кілограм. Фосфогіпс містить близько 95% сульфату кальцію, 3% фтору, 0,6-0,9% РЗЕ і 2,6% стронцію і 1,2% Р2О5. При переробці апатитового концентрату в фосфорну кислоту близько 80% рідкоземельних елементів переходить в побічний продукт - фосфогіпс.

**Виходячи з вартості і маси містяться в ній РЗЕ, Гомельську гору можна оцінити в \$ 6,6 млрд. При існуючій на заводі технологією з 1 т апатитового концентрату виробляється продукції на \$ 150; в результаті запропонованої нової технології цей обсяг продукції може бути збільшений на \$ 900.**