



مواد معدنی در صنایع کانی غیر فلزی و استراتژی غنی سازی و فرآوری



تهیه کننده : دکتر عباس یوسفی
موسسه تحقیقاتی پر طاووس
۳۰ آبان ماه ۱۳۹۶

همایش مدیران تولید و فنی کارخانجات کاشی و سرامیک
ایران



انجمن سرامیک ایران

فهرست مطالب

- ۱- مواد معدنی کانی های غیر فلزی
- ۲- تقسیم بندی کانی های غیر فلزی
- ۳- مشحصات عمومی کانی های غیر فلزی
- ۴- پیش نیاز سرمایه گذاری و استراتژی فعالیت های معدنی
- ۵- استراتژی ارزش افزوده توسط فراوری
- ۶- فراوری کانی های غیر فلزی
- الف: روش فیزیکی (کایولن - فلدسپار - سیلیس)
- ب : روش شیمیایی (بر)
- ج : روش شیمیایی - حرارتی (بوکسیت)
- د : تغییر در ساختار
- ح : سنتز محصولات جدید (صنایع سرامیک)
- ۷- نتیجه گیری

۱- مواد معدنی کانی های غیر فلزی

❖ استخراج آنها به منظور تولید فلز و منابع تولید انرژی نیست .

❖ این کانی ها، غیر قابل اشتعال و می توانند مستقیماً و یا بعد از انجام یک سری فرایندهای مکانیکی ، حرارتی و یا شیمیایی در صنایع مختلف از جمله ساختمان کاربرد داشته باشد .

❖ استخراج این مواد گاهی به منظور جداسازی ترکیبات و یا عناصر غیر فلزی نیز می باشد.

۲- تقسیم بندی کانی های غیر فلزی

- ❖ کانی های غیر فلزی با کاربرد شیمیایی
- ❖ کانی های غیر فلزی با کاربرد متالورژی
- ❖ کانی های غیر فلزی در ساخت و ساز
- ❖ کانی های غیر فلزی در سنگ های قیمتی

کانی های غیر فلزی با کاربرد شیمیایی

- ❖ شامل :
- ❖ آپاتیت (گروه کلسیم آپاتیت فلئور و آپاتیت و غیره)
- ❖ هالیت (نمک طعام)
- ❖ سیلوانیت (نمک پتاس)
- ❖ پلی هالیت (سولفات k, ca)
- ❖ سولفور
- ❖ استرنسیانیت (استرنسیم)
- ❖ باریت
- ❖ برو سیلیکات ها
- ❖ نیترات ها
- ❖ نمک های طبیعی
- ❖ اغلب این مواد در صنایع تولید کود های کشاورزی کاربرد دارند.

کانی های غیر فلزی با کاربرد متالورژی

دیرگدازها (کلی های نسوز ، دولومیت ، منیزیت ، کوارتزیت)

کمک ذوب (آهک ، دولومیت ، کوارتزیت و فلورین)

قالب سازی و قالب گیری (ماسه و رس) و یا آگلومره های با ذرات خیلی ریز کانی از نوع
(رس های بنتونیتی)

کانی های غیر فلزی با کاربرد در ساختمان

شامل ۵ گروه :

الف : مهندسی ساختمان و جاده : شامل گرانیت , لابرادوریت فلدسپارها از جمله پلاژیوکلاس (دیوریت) آلبیت و آنورتیت - سنگ آهن , دولومیت , ماربل , کوارتزیت , توف , ماسه سنگ و غیره

ب : شیشه و سرامیک : شامل رس ها و کائولن های دیر گداز , انواع ماسه سیلیسی , فلدسپار ها , و لاستونیت و ریولیت .

ج : چسب های معدنی : رس های زود گداز , سنگ آهک و مارل

د : رنگ های معدنی : انواع اخرا

ح : عایق حرارت و صدا : پرلیت و ورموکولیت

کانی های غیر فلزی درساینده ها و سنگ های قیمتی

کریستال های صنعتی :

❖ الماس ، کوارتز و کریستال های شفاف کلسیم

❖ سنگ های قیمتی و نیمه قیمتی (جواهرات)

❖ انواع الماس و برلیان، زمرد ، توپاز ، یاقوت ، عقیق ، فیروزه ، کهربا و غیره

ساینده ها و سایر :

❖ کوراندوم و گارنت ، گرافیت ، ازبست ، تالک

❖ با توسعه تکنولوژی، خیلی از مواد معدنی کاربردهای جدیدی پیدا نمودند که به طور

مستقیم قابل استفاده هستند از جمله پرلیت و ولاستونیت

۳- مشخصات عمومی کانی های غیرفلزی

دارای ذخائر قابل توجه ای باشند.

قیمت کم ولی کالای حیاتی

قیمت ثابت

مواد اولیه برای صنایع مختلف

بازیافت قابل توجه ندارند

قیمت حمل بر قیمت مواد ارجحیت دارد

صادرات محدود

اقتصادی بودن ذخیره قبل از بازاریابی

درجه خلوص , شکل و توزیع دانه بندی با توجه به کاربرد تعیین می شود .

۴- پیش نیاز سرمایه گذاری و استراتژی فعالیت های معدنی

اطلاعات معادن و مواد معدنی شامل اکتشاف ، تخمین ذخیره ، استخراج از طریق سازمان زمین شناسی در اختیار قرار گیرد .

بررسی مالی و اقتصادی معادن و تامین منابع مالی بدون بهره و یا کم بهره می بایستی تهیه گردد .

تامین کمک هزینه و یا بورس تحصیلی دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری علاقمند به معادن و مواد معدنی جهت تقویت آموزش - پژوهش و توسعه نوآوری و فن آوری در غنی سازی و فراورده های معدنی انجام پذیرد.

عقد قرار داد های R&D و پژوهش کاربردی با پژوهشکده های داخل و خارج از کشور .
قرار دادن نتایج تحقیقات در اختیار بهره برداران و یا مصرف کنندگان کالا های معدنی .
مسائل حفاظتی و زیست محیطی و کنترل باطله برداری و ضایعات .

۵- استراتژی ارزش افزوده توسط فرآوری

استراتژی :

- ❖ صنایع معدنی مواد اولیه مورد نیاز جامعه را تامین و اشتغال پایدار را تثبیت می نماید
- ❖ تعریف دقیق و حساب شده از استراتژی می تواند چهارچوبه فعالیت های معدنی مخصوصاً در حوزه فرآوری که نیاز جامعه را برای نسل ها فراهم سازد را مشخص نماید .
- ❖ ایران دارای منابع بسیار غنی از مواد معدنی است . توسعه اقتصادی این بخش زمانی متحول خواهد شد که غنی سازی و فراوری آنها و مخصوصاً به کارگیری تکنولوژی پیشرفته در دستور کار قرار گیرد .
- ❖ سرمایه گذاری در جهت تربیت افراد تحصیلکرده و متخصص
- ❖ ایجاد مراکز تحقیقاتی , پژوهشکده ها و مراکز R&D , تربیت افراد ماهر و بالاخره ارتباط با دانشگاه ها از نیاز ها اولیه این استراتژی است .

۵- استراتژی ارزش افزوده توسط فراوری

❖ حمایت مالی از کارهای اکتشافی و استخراجی و فرایند های جداسازی و فراوری با ارائه تسهیلات بانکی با وام کم بهره .

❖ حمایت های مالی دولت در جهت واگذاری بورس های تحصیلی در رشته زمین شناسی و معدن در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری

❖ توسعه رشته مهندسی معدن در دانشگاههایی که از نظر جغرافیائی به معدن نزدیک هستند.

❖ توجه به اهمیت حفظ محیط زیست و کاهش ضایعات و باطله ها با کارگیری تکنولوژی های جدید و انجام پروژه های تحقیقاتی در جهت تبدیل ضایعات به محصولات قابل مصرف

فرآوری کانی های غیر فلزی - روش فیزیکی



الف : فرآوری کانی کائولن - روش فیزیکی

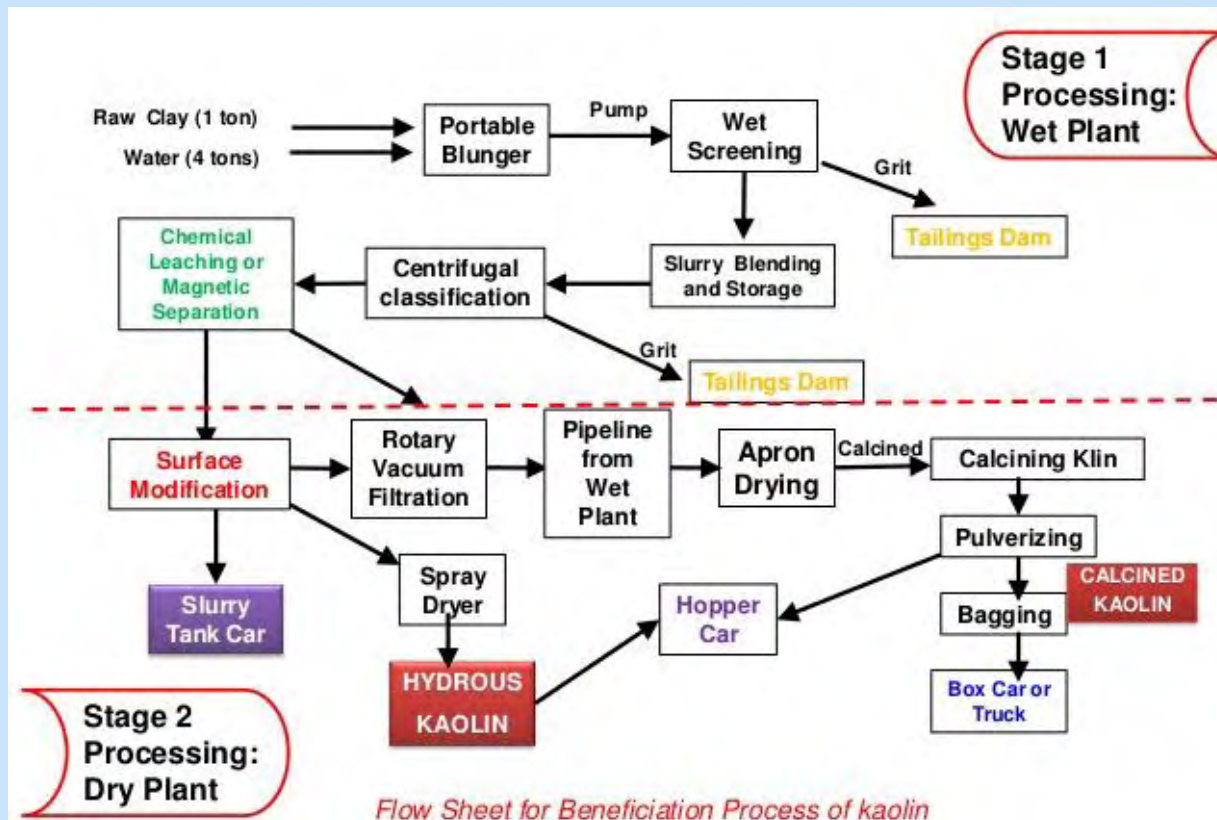
اصلاح یک کائولن از نقطه نظر خواص پلاستیک، قدرت تعلیق و یا سفیدی و غیره می تواند مورد توجه باشد .

کائولن فراوری شده می تواند در صنایع کاشی و سرامیک ، چینی و چینی بهداشتی، کاغذ و تولید رنگ های صنعتی و معدنی ، عایق های صنعتی و ساختمانی کاربرد داشته باشد .

کائولنی که در صنایع سرامیک و لعاب مصرف می شود بایستی خواص رئولوژیکی و فیزیکی مناسب را دارا باشد.

کائولنی که برای کاغذ سازی که می بایستی دارای سفیدی بهتر و ذرات ریز تر باشد.

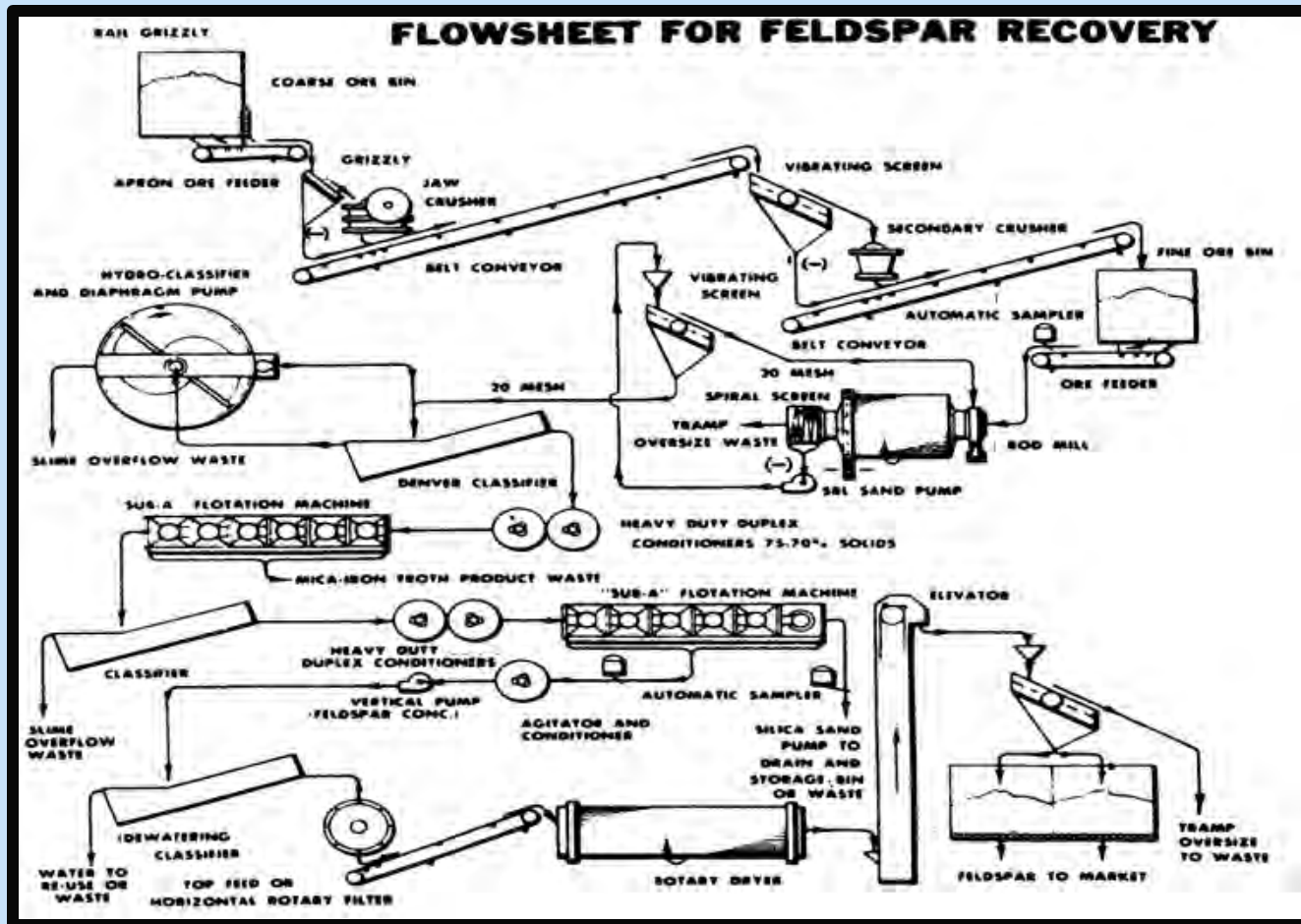
شستشو و فرآوری کائولن



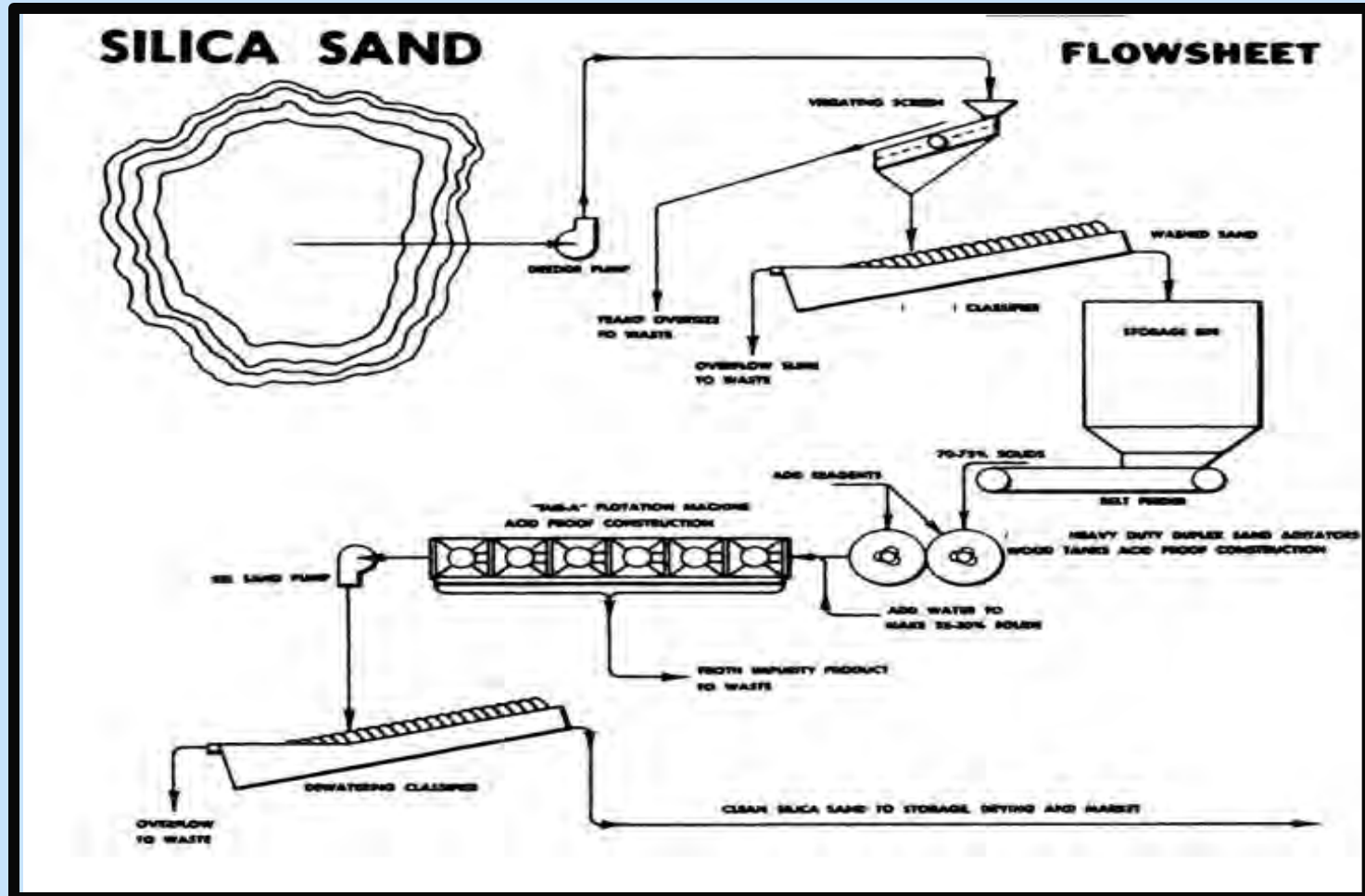
فراوری کانی فلدسپار - روش فیزیکی

- ❖ جهت غنی سازی فلدسپار ، استفاده از روش ها خردایش ، میکرونیزه و پاکسازی از آهن (آهن زدایی) توسط مگنت ها و در مراحل بعدی ، فلوئتاسیون و حتی آزاد نمودن یون ها ی مزاحم می توانند نقش اساسی را در غنی سازی مواد معدنی غیر فلزی ایفا نمایند .
- ❖ دانه بندی مناسب ، شستشو ، هیدروسیکلون ، فلوئتاسیون ، آهن زدایی ، فیلتراسیون ، عملیات حرارتی ، انجام فعل و انفعالات شیمیائی همگی عواملی هستند که می تواند در تخلیص و افزایش عیار موثر باشند .
- ❖ غنی سازی مواد معدنی غیر فلزی با انجام روش هائی بسیار ساده نیز امکان پذیر بوده و در اغلب موارد روش های فیزیکی جوابگو می باشند

فلو چارت - فرآوری فلدسپار



فلو چارت - فرآوری سیلیس



فرآوری سایرکانی های غیر فلزی

برای فرآوری و تخلیص مواد کربناتی ، اکسیدی و غیره و مخصوصا برای خاک های کمیاب کربناتی و دسترسی به عناصر گرانبقیمت روش های شیمیائی که گاهی بسیار پیچیده هستند توصیه می شود .

روش های غنی سازی میتواند شامل اصلاح ترکیبات چه از نظر کانی ها و چه از نظر ترکیبات شیمیائی در نظر گرفته شود .

ب : فرآوری با روش شیمیای (کانی بُر)

ترکیبات بُر یا بورون :

بُر در طبیعت به صورت کانی کلمانیت و یا پاندرمیت ، تینکال ، اولکسیت و کرنیت یافت می شود .

این کانی مخلوطی از کلسیم ، بر ، سیلیس و منیزیم می باشد .

بزرگترین معادن آن در ترکیه قرار دارد و ترکیه با فرآوری این ماده معدنی و تبدیل آن به شکل های مختلف مواد شیمیائی از جمله اسید بوریک، بوارکس ارزش افزوده چند برابری را برای خود ایجاد میکند.

چنانچه آنرا با انجام عملیات حرارتی به بوراکس بدون آب تبدیل نمایم می تواند ارزش افزوده باز بیشتری را ایجاد نماید.

معدن سنگ بُر



انواع مینرال های بُر در طبیعت

Boron

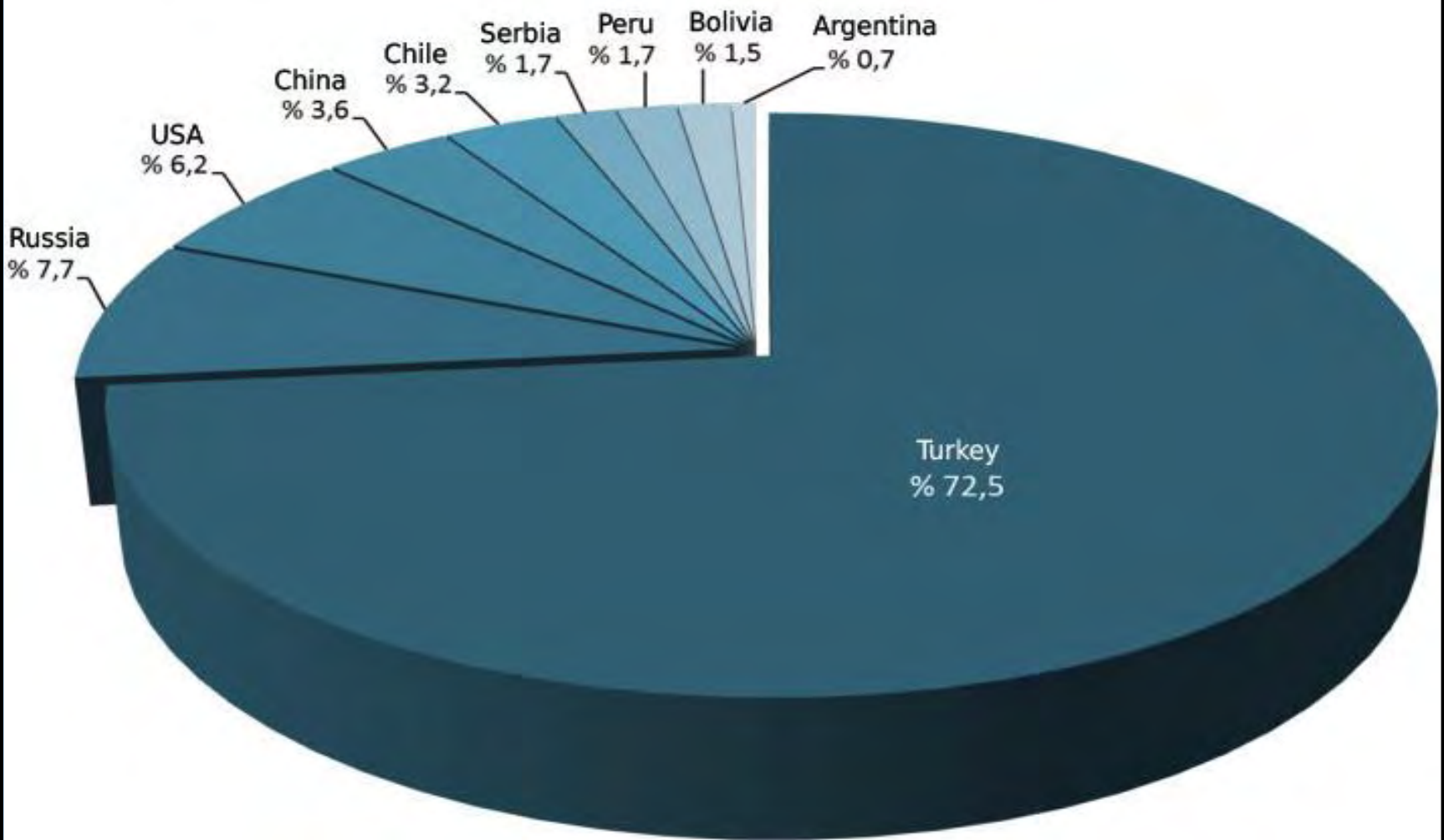
Boron does not occur in nature as free element, occurs in nature as a mineral with associated clay and other impurities.

The most commercially important boron minerals are:

Tincal	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Kernite	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Colemanite	$\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Ulexite	$\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
Datolite	$\text{CaBSiO}_4(\text{OH})$
Hydroboracite	$\text{CaMgB}_6\text{O}_{11} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

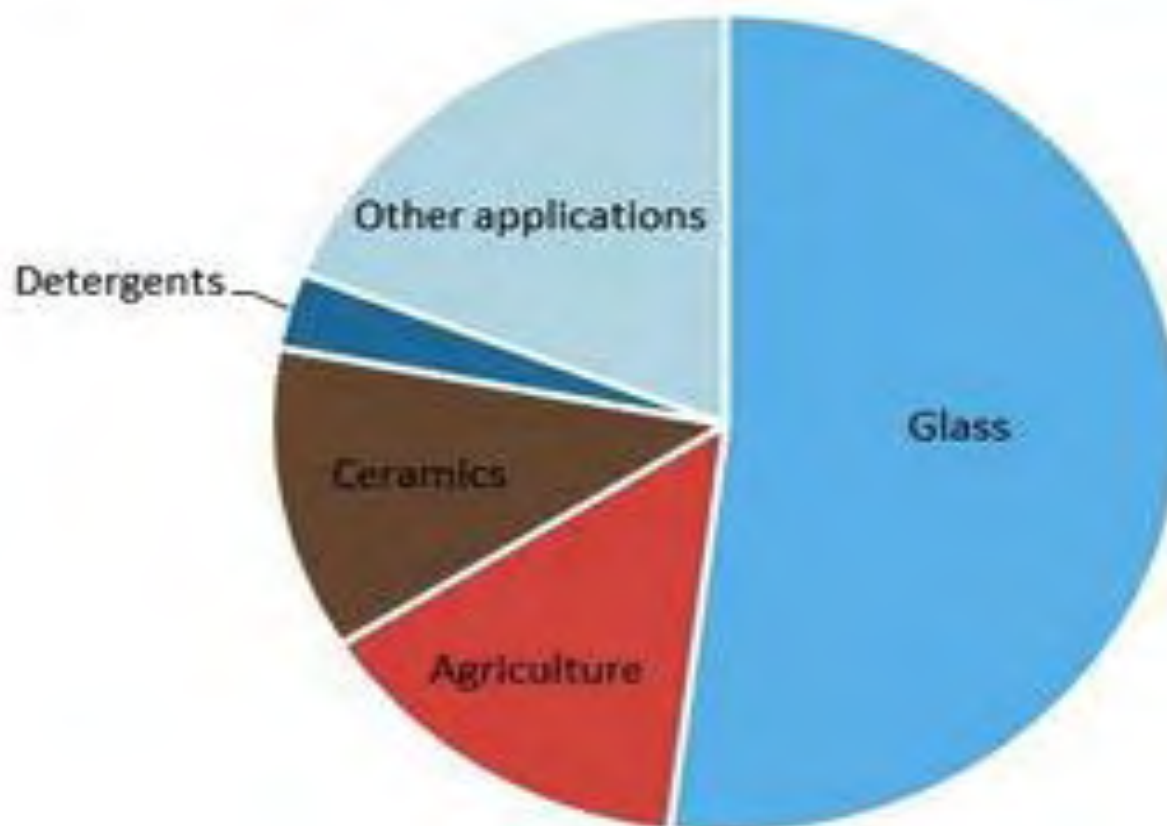


میزان تولید ترکیبات بُر در کشورهای مختلف



مقایسه مصرف مینرال بُر در صنایع مختلف

World Boron Minerals Market by Application

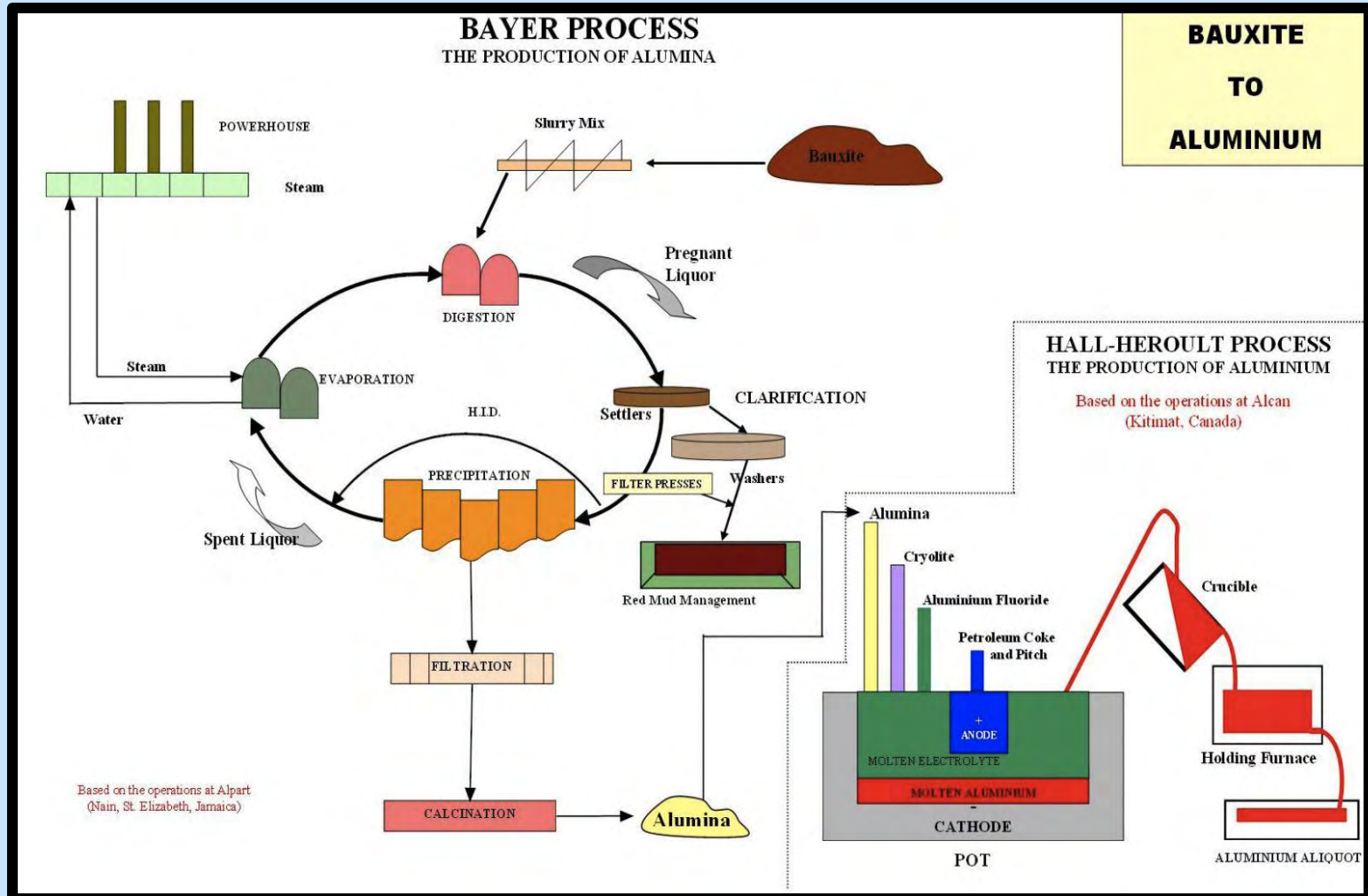


ج : فرآوری با روش شیمیایی - حرارتی (کانی بوکسیت)

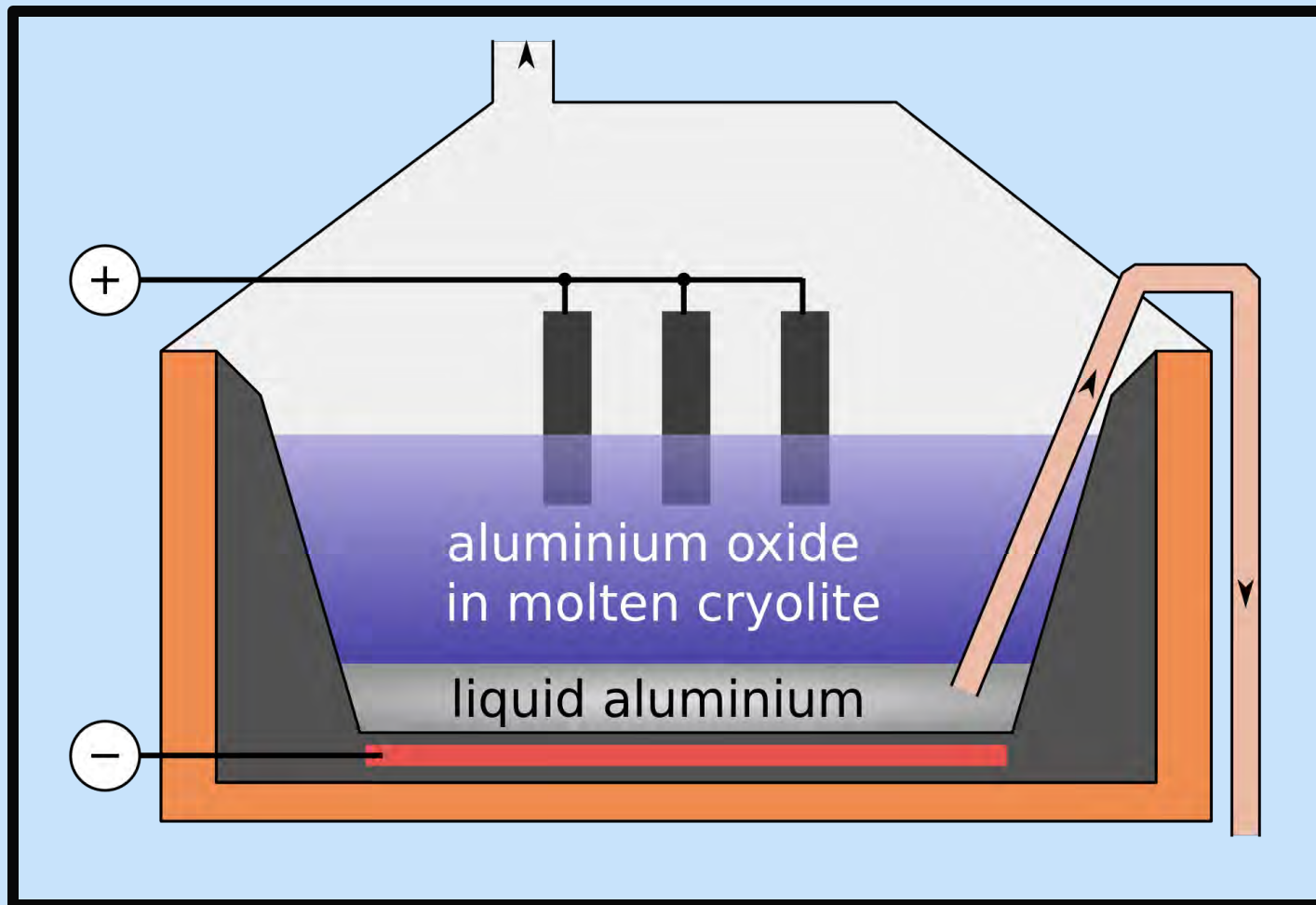
❖ بوکسیت که سنگ معدن آلومینیوم به حساب می آید یکی دیگر از مواد معدنی غیر فلزی است که در صنایع مختلف کاربرد داشته ولی بخش عمده مصرف آن در تولید اکسید آلومینیوم به کار گرفته میشود .

❖ اکسید آلومینیوم یک ماده استراتژیک به حساب آمده و در صنایع مختلف از الکترونیک گرفته تا دیرگداز ها کاربرد داشته ولی بیشترین مصرف آن در تولید آلومینیوم فلزی است

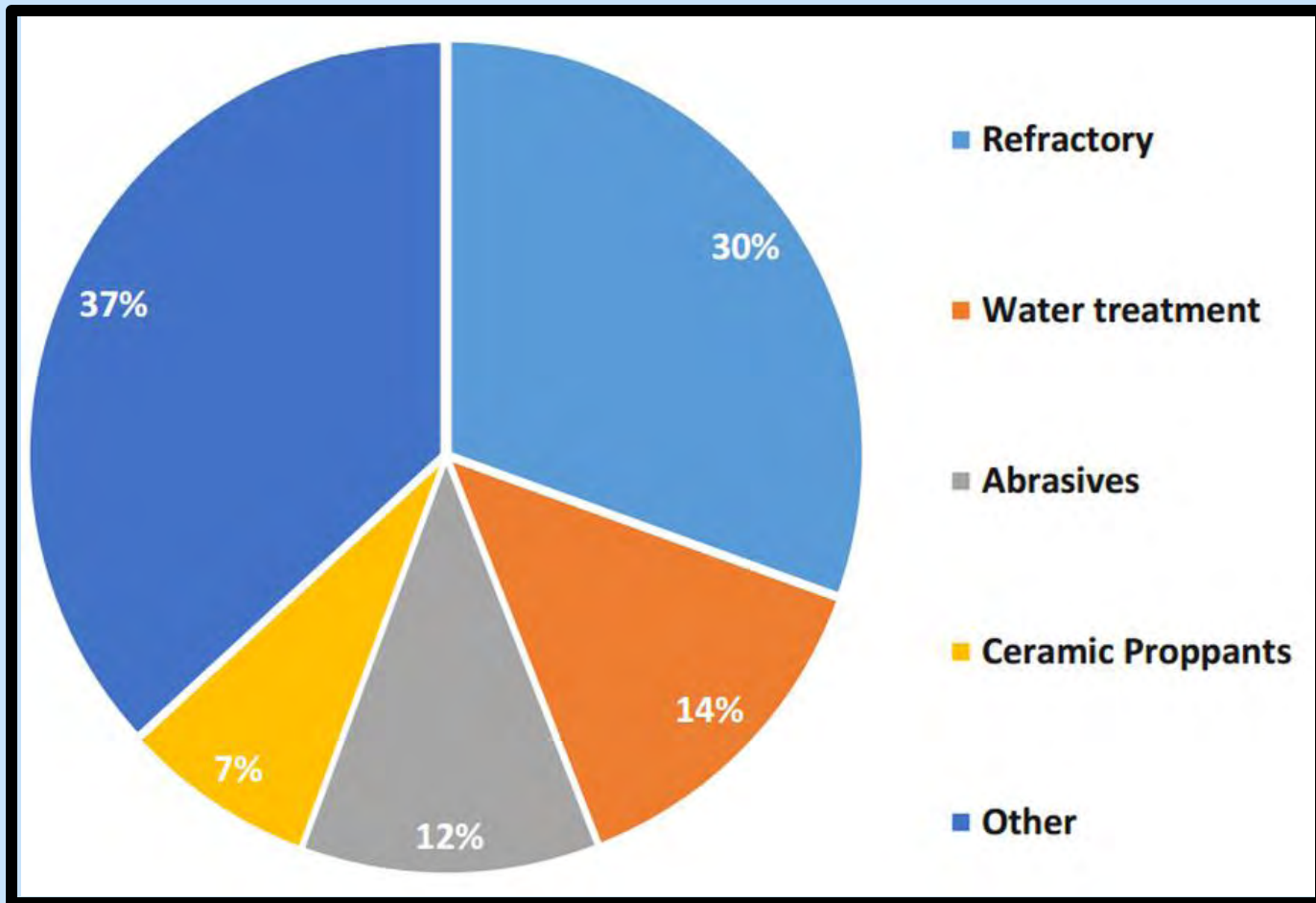
فرایند تولید اکسید آلومینیوم از بوکسیت به روش بایر و تبدیل آن به فلز آلومینیوم به روش هال



فرایند تبدیل اکسید آلومینیوم به فلز آلومینیوم



نمودار مصرف اکسید آلومینیم در صنایع مختلف



ضایعات و لای قرمز حاصل از فرآوری بوکسیت

حجم قابل توجه ای از ضایعات در فرایند تولید اکسید آلومینیوم به روش بایر ایجاد میشود. میزان این ضایعات ۱ تا ۲ تن به ازای هر تن محصول و تولید جهانی حدود ۱۰۰ تا ۱۲۰ میلیون تن در سال می باشد.

این ضایعات را که لای قرمز Red Mud و یا پسمان بوکسیت می نامند و هیچگونه کاربردی ندارد و در مجاورت کارخانه دپو شده و مشگلات زیست محیطی زیادی را ایجاد می نماید، دارای عناصر بسیار با ارزشی است که در صورت دسترسی به تکنولوژی استخراج و فرآوری آنها می توان ارزش افزوده ای به مراتب بیشتر از ارزش حتی اکسید آلومینیوم ایجاد نمود.

لای قرمز حاصل از فرآوری بوکسیت



لای قرمز حاصل از فرآوری بوکسیت

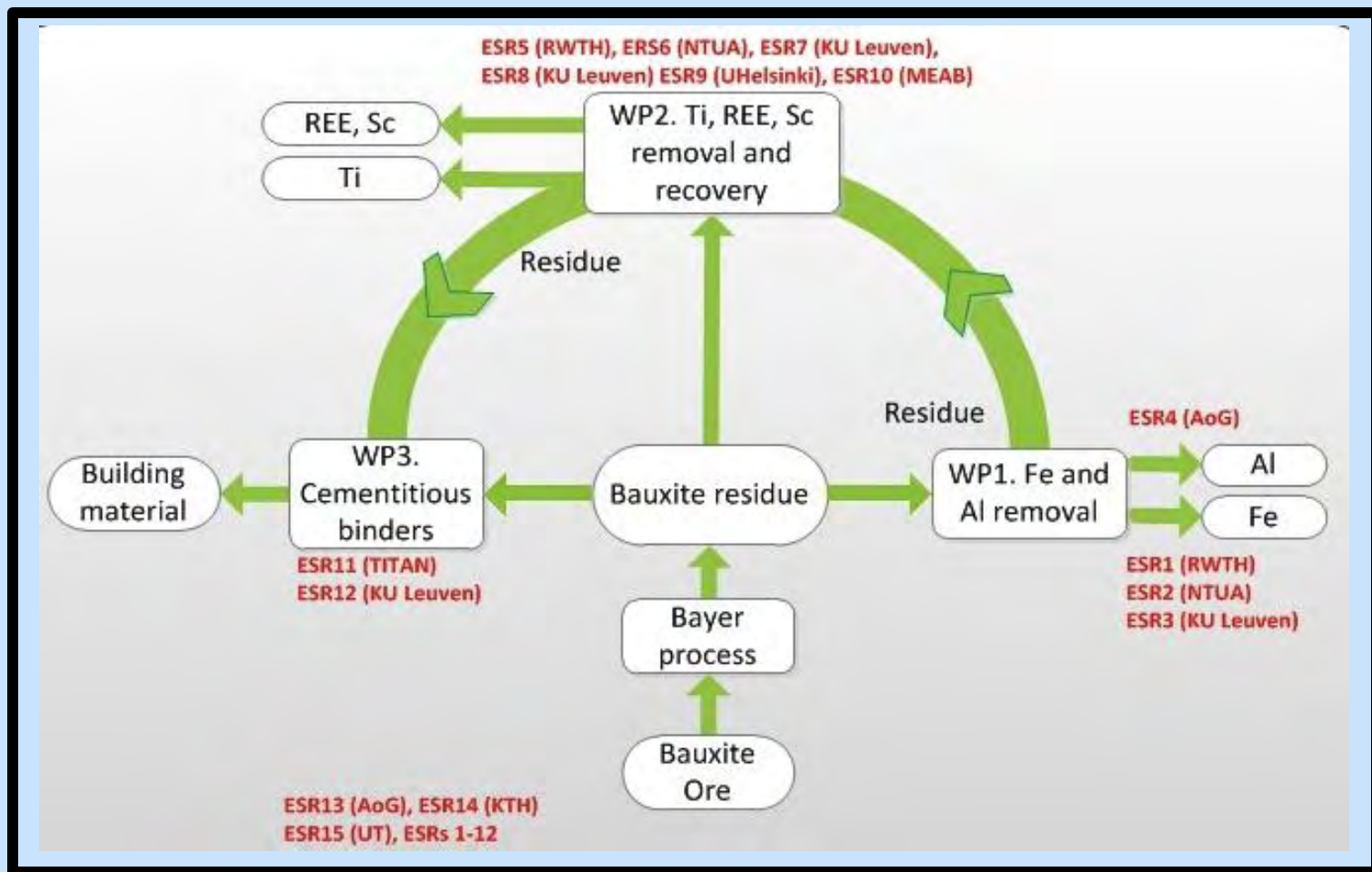


لای قرمز حاصل از فرآوری بوکسیت

مواد قابل استخراج از این ضایعات شامل آهن ، آلومینیوم ، تیتانیم و البته خاک های نادر و کمیاب گروه لانتانید ها و عناصر ایتريم و اسکاندیوم که شباهت زیادی به این گروه از مواد با ارزش دارند می باشد.

این گروه از مواد دارای کاربرد بسیار زیادی در الکترونیک ، موبایل ، تلویزیون تخت ، خودروهای هیبریدی، مگنت های دایمی و تکنولوژی های پیشرفته امروزی و آینده دارند .

استخراج مواد و عناصر کمیاب از لای قرمز و کاربردهای آنها در صنایع ساختمان



د : حذف عوامل سمی با تغییر در ساختار

Types of Silica

TOXIC

Silica, Crystalline (as dust)

Trade Names

- Cristobalite
- Tridymite
- Tripoli
- Quartz

Common-Sandblasters

NON/LESS TOXIC

Silica, Amorphous

Trade Names

- Diatomaceous earth
- Diatomaceous silica
- Diatomite
- Silica Gel
- Silicon Dioxide (amorphous)

تولیدات با ارزش افزوده از سیلیس



تولید سیلیسیوم فلزی - سیلیکون

HOW SILICON IS PRODUCED

- Silicon does not exist on its own in nature. Most of it is bound with oxygen in materials like sand and quartzite and granite rock.
- The silicon-oxygen bond in quartz is so stable it can only be broken by white heat!
- Silicon producers reduce high-grade quartz sand to elemental silicon via a carbo-thermic smelting process:



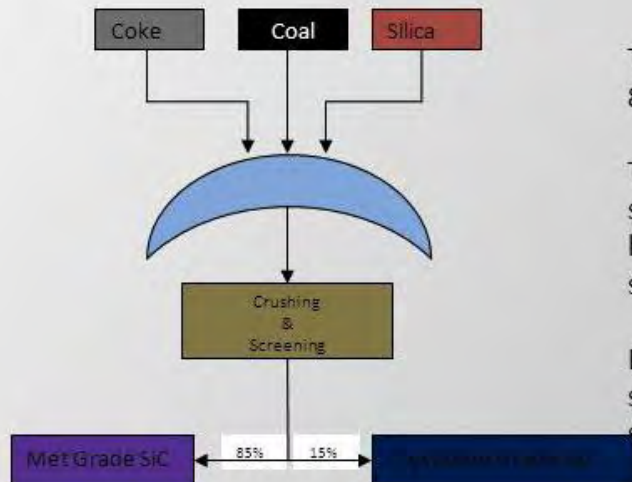
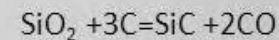
- This reaction occurs in an electric furnace at <1,400° C (<2,600° F).
- The carbon monoxide gas (g) leaves the furnace so the silicon cannot react with the carbon to form silicon dioxide.

تولید سیلیسیوم کارباید

Production Process

Silicon carbide is made today in much the same way as it was when invented in 1891:

High purity quartz is mixed with a high quality coke or anthracite in large electric resistance furnaces at temperatures of over 2 000°C according to the following reaction:



The process is an endothermic reaction requiring between 8 000 – 10 000kWh per tonne of product.

The product is removed from the furnace when cool and separated into different grades. Sorting is aimed at separating high-grade crystalline silicon carbide from metallurgical grade silicon carbide.

Lower grades of silicon carbide are recycled in the production system. The sorted silicon carbide is then crushed and screened to a saleable product.

ح : استراتژی ایجاد ارزش افزوده توسط سنتز محصولات جدید

What are Non-metallic Deposits?

Typical examples of natural Industrial Mineral Deposits :

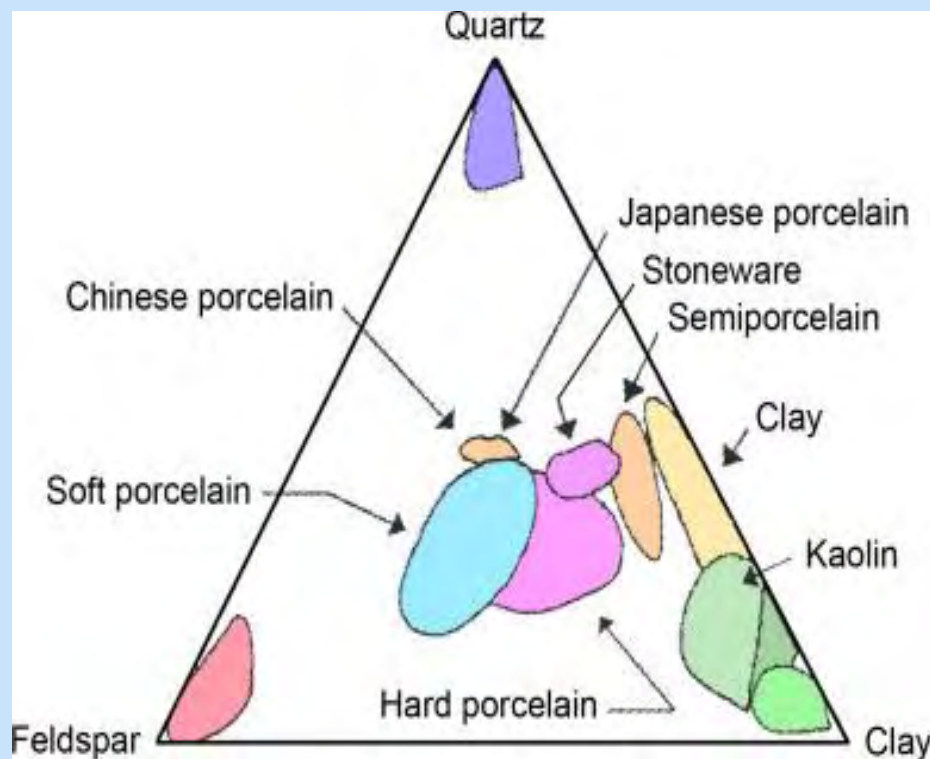
- Clays
- Silica sand
- Talc
- Limestone/chalk
- Gypsum
- Pumice
- Potash
- Carbonate Minerals
- Evaporite Salts
- Phosphate
- Sulphur

Typical examples of synthetic IM:

	made from:
Mullite	bauxite, kaolin
Aluminas	bauxite
Silicon carbide	quartz + coke
ppt calcium carbonate	lime & CO ₂
Spinel	magnesite + alumina
Soda	salt + limestone + coal + ammonia
Fused minerals	alumina, magnesia, spinel

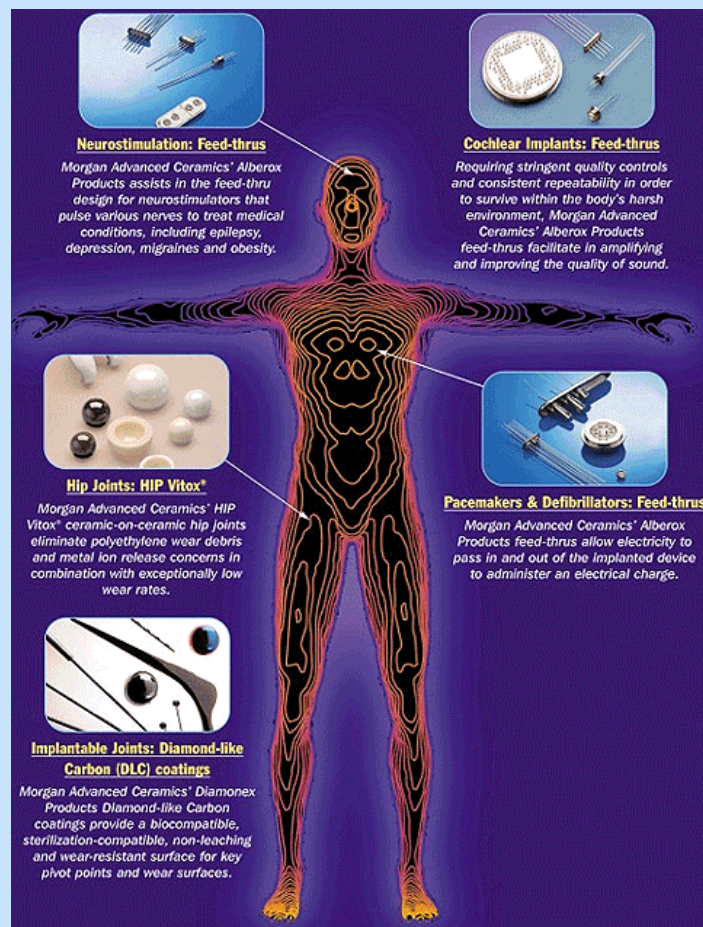
دیاگرام سه تایی

فلدسپار
کائولن
کوارتز



مناطق
سرامیک
های سنتی

ارزش افزوده و بيو سراميك ها



Neurostimulation: Feed-thrus
Morgan Advanced Ceramics' Alberox Products assists in the feed-thru design for neurostimulators that pulse various nerves to treat medical conditions, including epilepsy, depression, migraines and obesity.

Cochlear Implants: Feed-thrus
Requiring stringent quality controls and consistent repeatability in order to survive within the body's harsh environment, Morgan Advanced Ceramics' Alberox Products feed-thrus facilitate in amplifying and improving the quality of sound.

Hip Joints: HIP Vitox®
Morgan Advanced Ceramics' HIP Vitox® ceramic-on-ceramic hip joints eliminate polyethylene wear debris and metal ion release concerns in combination with exceptionally low wear rates.

Pacemakers & Defibrillators: Feed-thrus
Morgan Advanced Ceramics' Alberox Products feed-thrus allow electricity to pass in and out of the implanted device to administer an electrical charge.

Implantable Joints: Diamond-like Carbon (DLC) coatings
Morgan Advanced Ceramics' Diamonex Products Diamond-like Carbon coatings provide a biocompatible, sterilization-compatible, non-leaching and wear-resistant surface for key pivot points and wear surfaces.

ارزش افزوده سرامیک ها در صنایع مختلف



ارزش افزوده سرامیک های پیشرفته در صنایع مختلف



کاربرد سرامیک مهندسی در توربین هواپیما



کاربرد 3D در تولید قطعات پیچیده سرامیکی



۷- نتیجه گیری

با توجه به ارتباط بسیار نزدیک و قوی مواد غیر فلزی با محصولات ساختمانی چه آنهایی که نظیر سیمان ، بتون و گچ به شکل با لک و چه آنهایی که به صورت شکل نهائی آجر، کاشی و یا لوازم بهداشتی و یا سرامیکی های پیشرفته به صورت قطعات مصرف می شوند و حتی قطعات پیشرفته با دانش فنی بالا این بخش که مسلماً درآمد و توسعه ثروت را به همراه خواهد داشت می توانند از بحران های مالی و اقتصادی که در کشورهای تولید کننده این محصولات به وجود آید جلوگیری نماید

دسترسی به دانش فنی پیشرفته و نوآور مشگل گشای مسایل اقتصادی این بخش خواهد شد به شرطی که به مسئله فن آوری در جهت ایجاد ارزش افزوده، در جهت ایجاد محیط زیست پایدار تر و سالم تر توجه نموده و استراتژی کوتاه و بلند مدت در دستور کار قرار گیرد. البته بایستی توجه نمود که کمبود مواد خام، انرژی و همچنین رقابت های بین المللی در آینده عوامل مهم و غیر قابل کنترل هستند که می بایستی در نظر داشته باشیم .

۷- نتیجه گیری

توجه به مسئله R&D و پژوهش و به مسئله صادرات محصولاتی که بیش از ۵۰٪ ارزش افزوده ایجاد نموده باشد.

توجه به امر پژوهش با خروجی نوآوری و فن آوری می تواند به انجام سیاست گذاری های هدفمند که موجب دسترسی به مهارت های هدفمند و به طبع آن دسترسی به دانش روز باشد کمک نموده و در نهایت نیاز های علمی را مرتفع نماید.

صادرات محصولات صنایع کانی غیر فلزی، شامل کاشی و سرامیک ، بلور و شیشه ، سنگهای برش خورده چینی و چینی بهداشتی ، انواع آجر ، سیمان، گچ و آهک ، قطعات بتونی و غیره مخصوصاً بعد از برجام می تواند کمک شایانی به اقتصاد نماید.

باتشكر از توجه شما دوستان

