

صنعت و میر کبیر
(پارکینا سیرا)



موضوع

آزمون های متالورژیکی و آزمایشات آن

استاد مربوطه: دکتر حسین کامران حقیقی

دانشجویان

ابراهیم اسداللهی

الهام مرادی

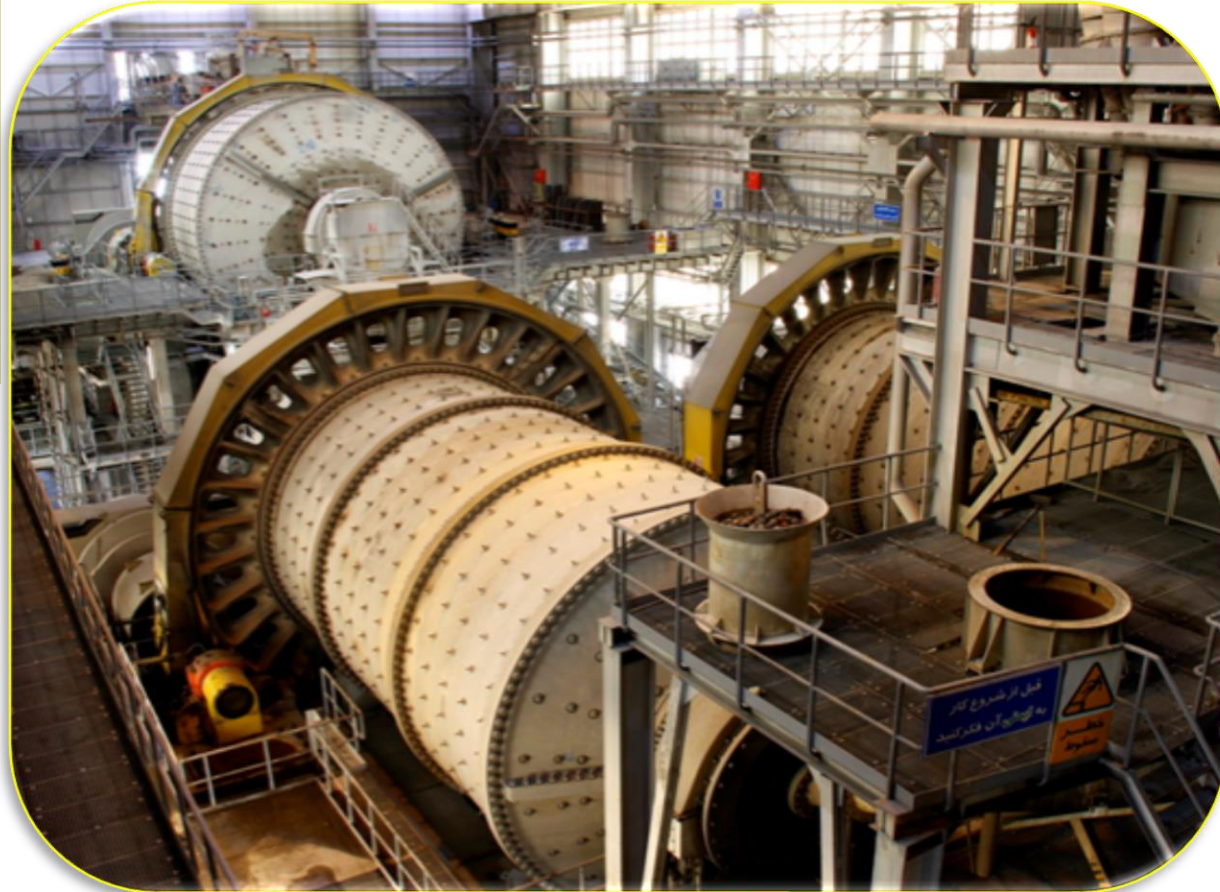


مقدمه



فرایندهای زیادی برای پرعیار سازی کانسنگ های معدنی موجود است، اما تنها بخش کوچکی از این فرایندها برای تغلیظ انواع تیپ کانی شناسی در پروژه های اکتشافی امروزی تجاری سازی شده و دارای اهمیت هستند. اکثر فرایندها، در بخش مربوط به روش های فیزیکی و هیدرومتالورژی قرار می گیرند.

- مهم ترین اصل در انتخاب فرآیند تشخیص صحیح تیپ کانی شناسی و کانگ همراه آن
- عدم شناخت کافی کانی شناسان از فرآیند مورد نظر یک متالورژیست
- احتمال وجود چندین کانی در ذخایر و بهره گرفتن از چندین فرآیند
- استفاده از مرحله خردایش جهت افزایش درجه آزادی کانی ها و ایجاد علاقه مندی تجاری



خردایش



- تعیین مقدار انرژی لازم
- تعیین پیکربندی مدار های خردایش
- طبقه بندی مواد معدنی



کاربرد

- ارزیابی پتانسیل تجمع مواد معدنی با ابعاد بحرانی برای تعیین میزان توان مصرفی در مدار آسیا خودشکن و نیمه خودشکن
- ارائه شاخص (A_i) برای بررسی نرخ سایش لاینر و آستر آسیا
- استفاده از نتایج آزمون های W_{iBM} ، W_{iRM} و W_{iC} به عنوان ورودی مدل های طراحی مدار خردایش
- شبیه سازی نتایج با استفاده از نرم افزار $JK\ simMet$ و بهره گیری از آن در غیاب تست های پایلوت

اندیس های کار باند

- اندیس گلوله ای باند (W_{iBM})
- اندیس میله ای باند (W_{iRM})
- اندیس سایش باند (W_{iRM})



مقدار نمونه مورد نیاز

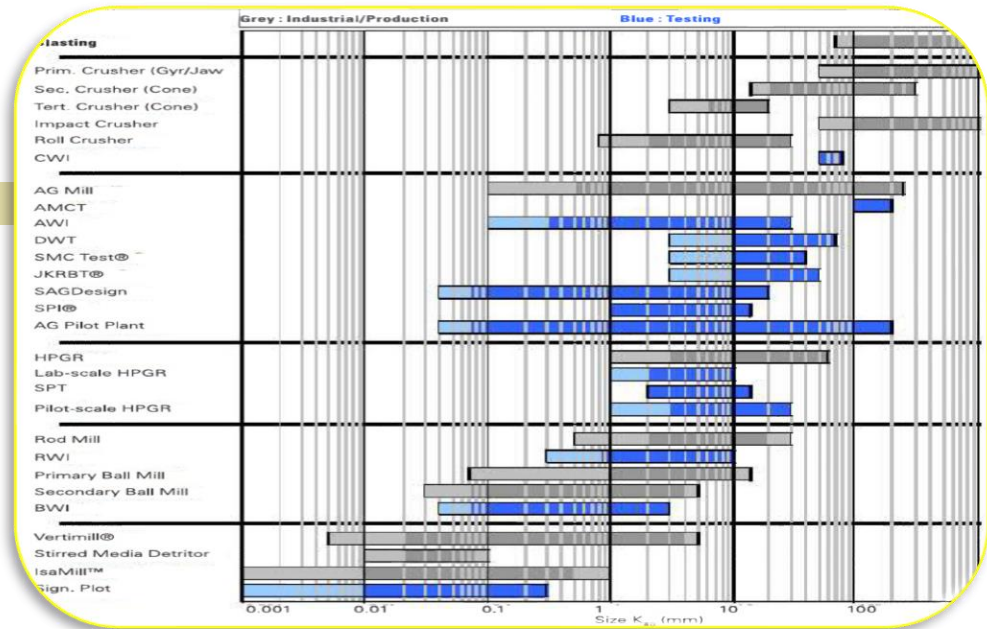
حداقل به ۱۲ الی ۱۵ کیلوگرم برای هر آزمون

۱۰ قطعه به ابعاد ۵۱ تا ۷۶ میلی متر برای هر آزمون

آزمون سایش نیازمند ۱۶۰۰ گرم مواد در ابعاد ۱۳*۱۹ میلی متر

نکته: انتخاب نمونه باید به طریقی باشد که اجازه عبور مواد بعد از خردایش اولیه برای تست های آسیا میله ای از سرنند با روزنه ۱۲/۷ و برای تست های آسیا گلوله ای از سرنند با روزنه ۳/۳۶ داده شود.

اندیس های کار باند





آزمون های ارزیابی عملیات آسیای AG/SAG



➤ اندیس کار آسیای خود شکن مک فرسون

➤ آزمون بار افتان

➤ آزمون پیشرفته بررسی شایستگی واسطه خردایش

خودشکن (AMCT)

➤ اندیس توان آسیا نیمه خودشکن (SPI)



اندیس کار مک فرسون



کاربرد

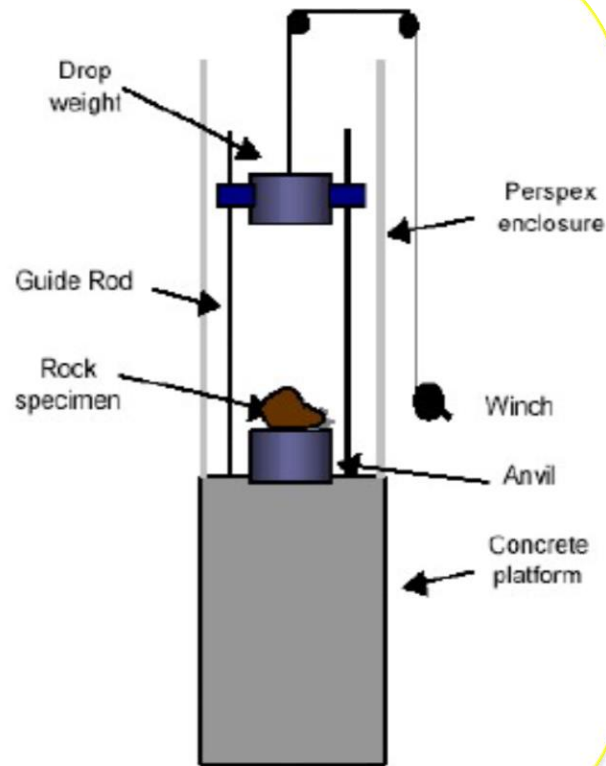


- بیشتر برای بررسی امکان پذیری عمومی انجام عملیات خرداش توسط آسیا خودشکن
- تقسیم بندی کانسنگ ها توسط آزمون مک فرسون
- ✓ خردایش توسط آسیا خود شکن
- ✓ خردایش توسط آسیا نیمه خود شکن

محاسبه



- این اندیس به وسیله آزمایش ۲۲۵ تا ۲۵۰ کیلوگرم نمونه معرف که شامل مغزه حفاری، ROM و کانسنگ اولیه خرد شده که باید تحت یک مرحله خردایش قرار گیرند و دارای ابعاد ۳۲ تا ۴۶۰ میلی متر شوند به دست می آید.
- با استفاده از اندازه گیری توان کشی آسیا و تبدیل آن به توان مصرفی هر تن (KWnt) محصول خالص می توان اندیس کار خود شکن مک فرسون را محاسبه کرد.
- نتایج آزمون مک فرسون نیاز به تفسیر دارد و صورت مستقیم کاربرد چندانی ندارد.



آزمون بار افتان



کاربرد



➤ استفاده در مدار سنگ شکنی برای پیش بینی ظرفیت و توان مورد نیاز

نکته: آزمون بار افتان اعداد تابع شکست را تولید می کنند که در برنامه JK SimMet برای شبیه سازی شرایط مختلف فرآیند کاربرد دارد. بهترین دقت با کالیبره کردن مدل در برابر مدار مشابهی که برای آن داده های عملیاتی واقعی در دسترس هستند، به دست می آید.



شرح آزمون

این آزمون در یک آسیا استاندارد کوچک که برای مدت زمان مشخصی که به صورت خشک کار می کند، انجام می شود. پس از آن آسیا خالی و مواد به صورت خشک سرنده می شود. بار ورودی خردایش شده به ابعاد ۱۲/۷ رسیده و مواد دانه درشت تر تحت عملیات خردایش قرار می گیرد.

میزان زمان مورد نیاز بر حسب دقیقه برای خردایش بار اولیه تا اندازه محصول مورد نظر، برای ارتباط دادن ویژگی های آسیاب یک کانسنگ خاص با پایگاه داده بزرگی از مواد دیگر استفاده می شود.

اندیس توان (SPI)

کاربرد

➤ تخمین عملکرد آسیا در حال کار یا جدید و بهینه سازی آن

آزمون SPI به ۳ کیلوگرم نمونه دانه درشت از مغزه حفاری یا خرده سنگ های حاصل از عملیات حفاری RVC برای انجام آزمون نیاز دارد.



پیش خریدایش

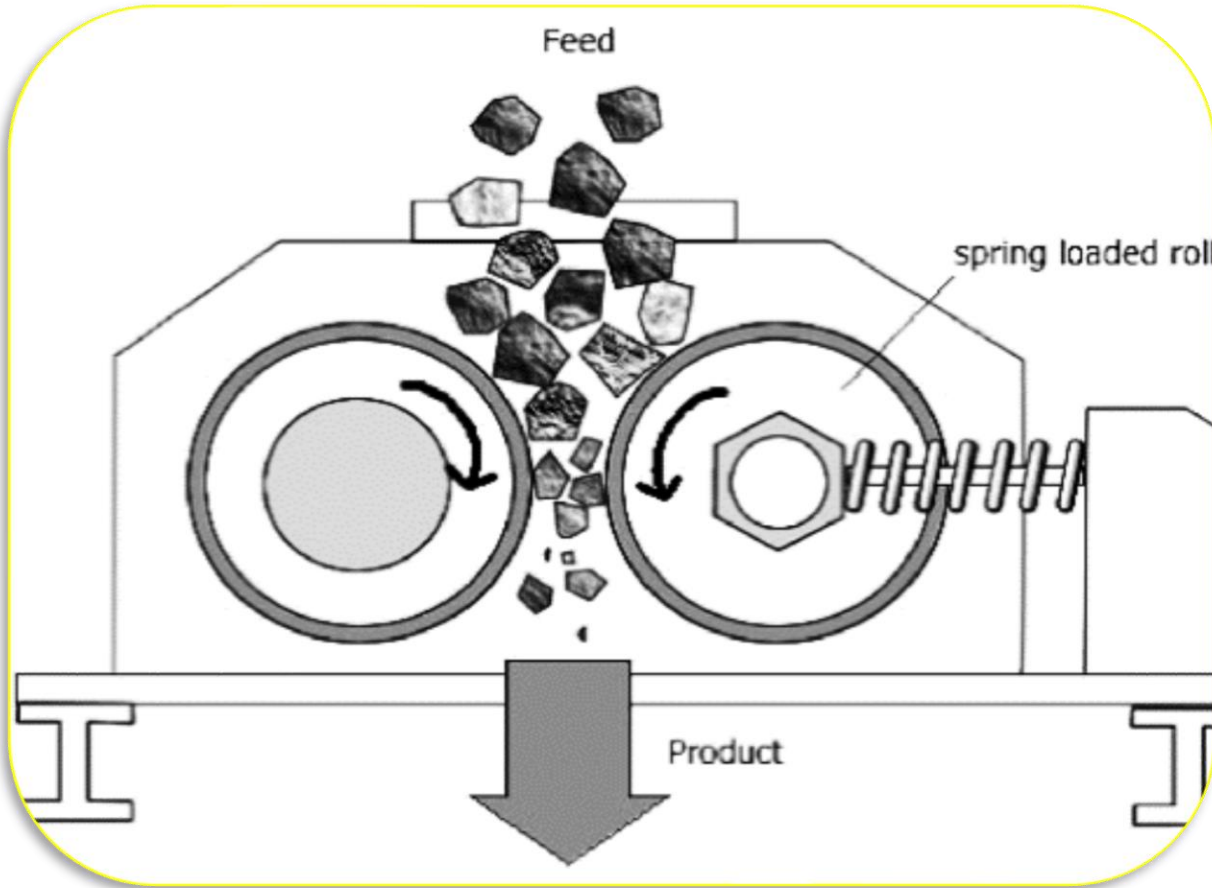
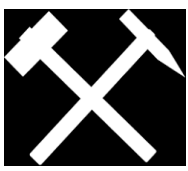
- روشی که اخیرا توجه زیادی را به خورد جلب کرده است.
- عملیاتی که توسط آن مواد به اندازه ۱۵۲*۵۱ میلی متر از کانسگ اولیه جدا کرده و تا عبور از سرند ۳۸ میلی متر خرد می کند.

نکته: به طور کلی ساخت و راه اندازی یک مقیاس پایلوت برای یک شرکت عملیاتی مقرون به صرفه نیست. علاوه بر این، راه اندازی موفقیت آمیز این چنین واحد های نیازمند تجربه زیاد است.

آزمایشات در مقیاس پایلوت

کاربرد

- آزمایشات در مقیاس پایلوت برای طراحی مدار آسیا خود شکن و نیمه خود شکن به نظر برخی کارشناسان هنوز یک الزام است.
- در عین حال برخی آزمون ها در مقیاس کوچک اطلاعات مناسبی را از آسیا خود شکن و نیمه خود شکن برای هدف گذاری و مطالعات امکان سنجی ارائه می دهند.

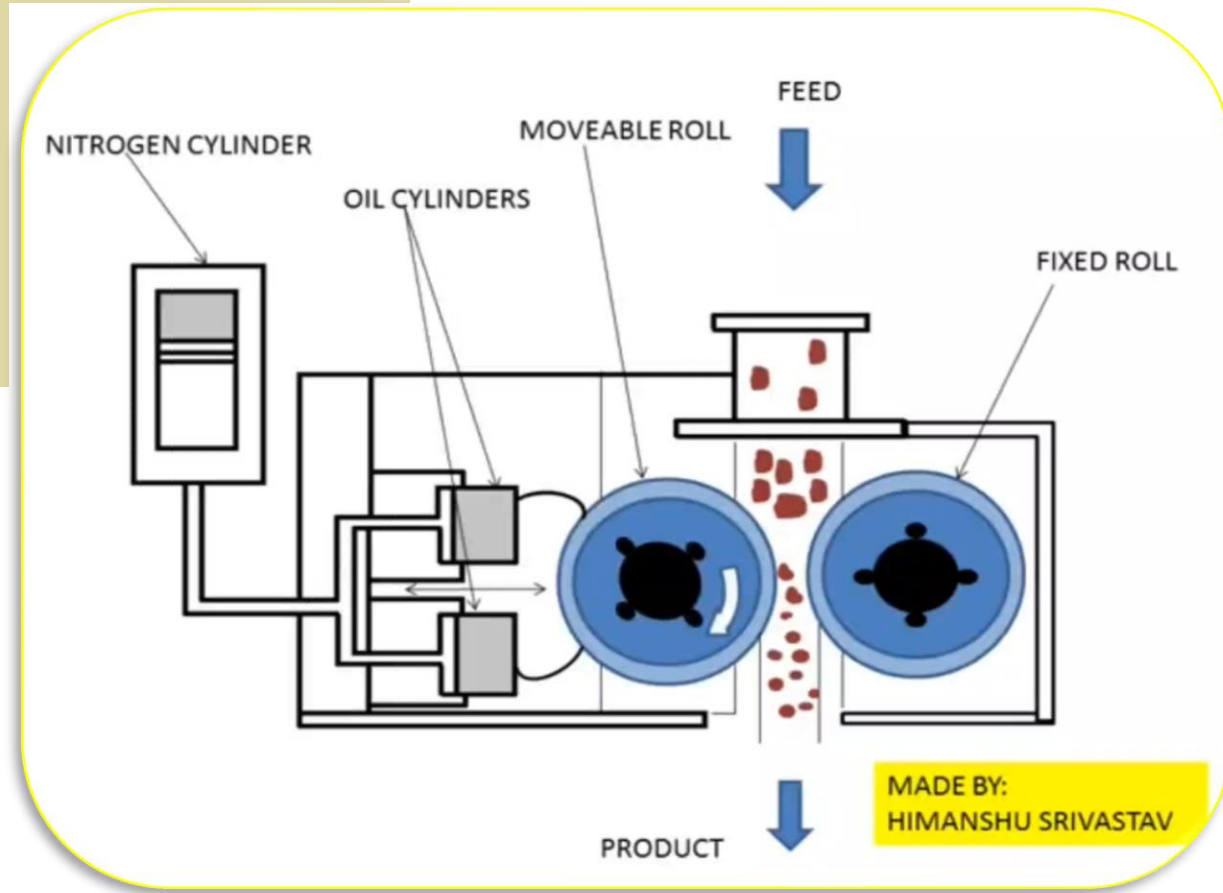


آسیای غلطکی (HPGR) □

کاربرد □

- آسیاب الماس کیمبرلیتی قبل از جداسازی فیزیکی
- کانسنگ طلا قبل از هیپ لیچینگ
- کانسنگ آهن قبل از آسیا گلوله‌ای

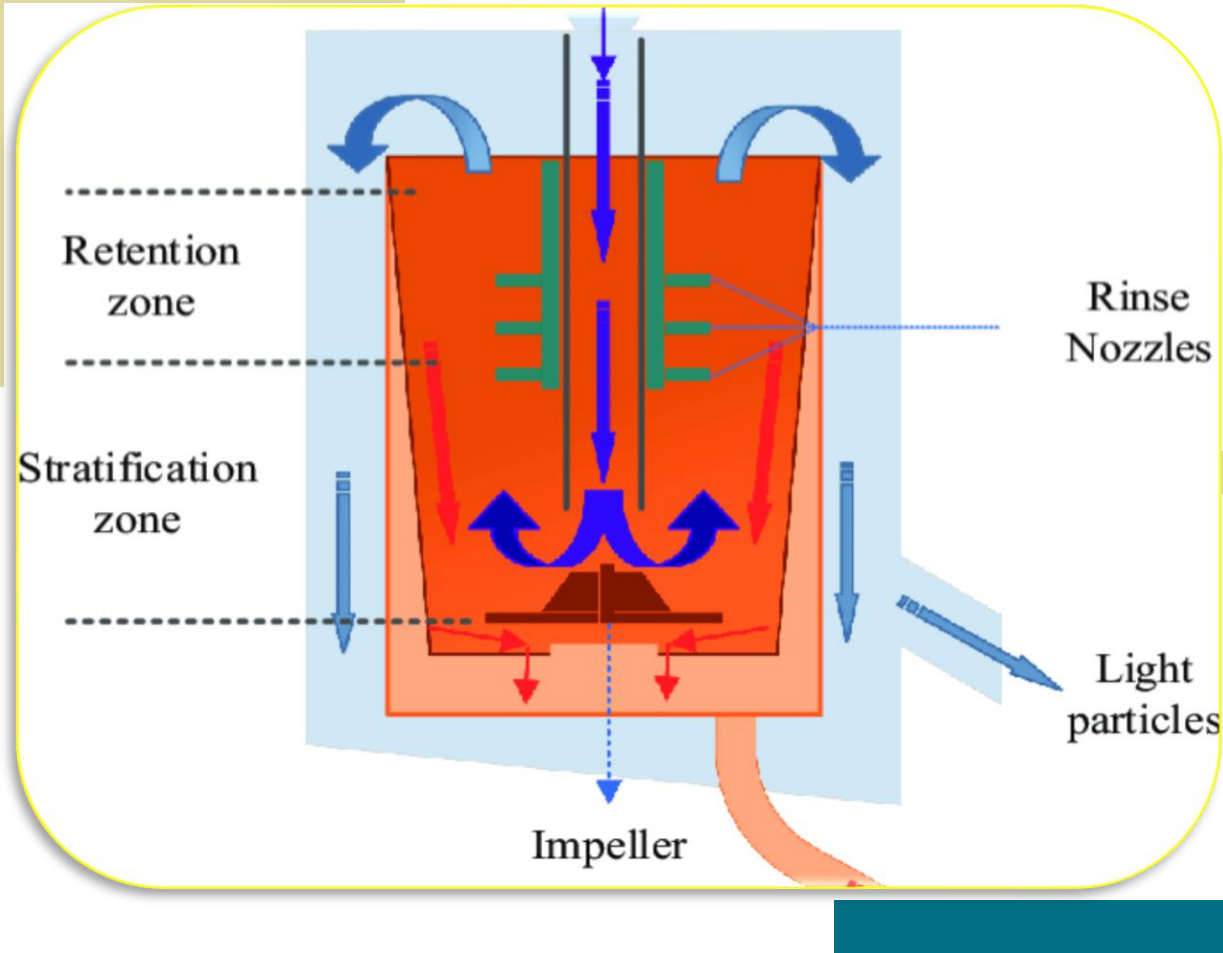
نکته: معمولاً آزمایشات مقیاس پایلوت با استفاده از آسیای به قطر ۰/۷۱ متر و عرض ۰/۲۱ متر در سایت عملیاتی کارخانه یا پایلوت تجاری به وسیله آسیای غلطکی انجام می شود.



آسیای غلطکی (HPGR) □

مزایا آسیا □

- ایجاد ریزترک در شبکه های کریستالی
- صرفه جویی در مصرف انرژی مراحل خردایش
- عمر مفید بالاتر
- هزینه نگهداری کمتر



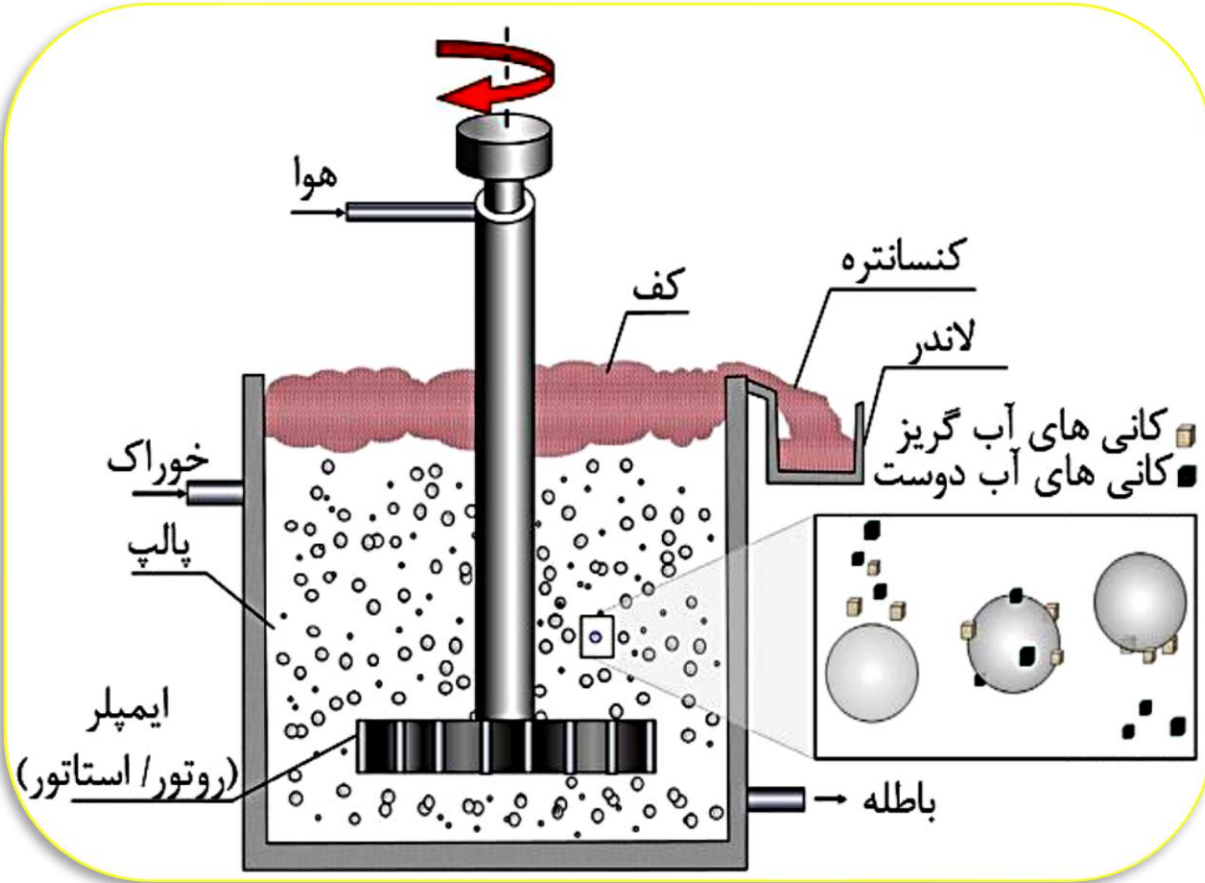
بازیابی ثقیلی طلا



نلسون ➤

فالكون ➤

نکته: برای تعیین حداکثر مقدار طلای قابل بازیابی از نمونه از آزمون GRG استفاده می شود که شامل سه مرحله آزادسازی و بازیابی متوالی است و بر اساس کاهش تدریجی اندازه ذرات است.



آزمایشات فلوتاسیون

تست رمق گیری و شستشو در مقیاس

آزمایشگاهی

تست های مدار بسته

آزمایش های پایلوت



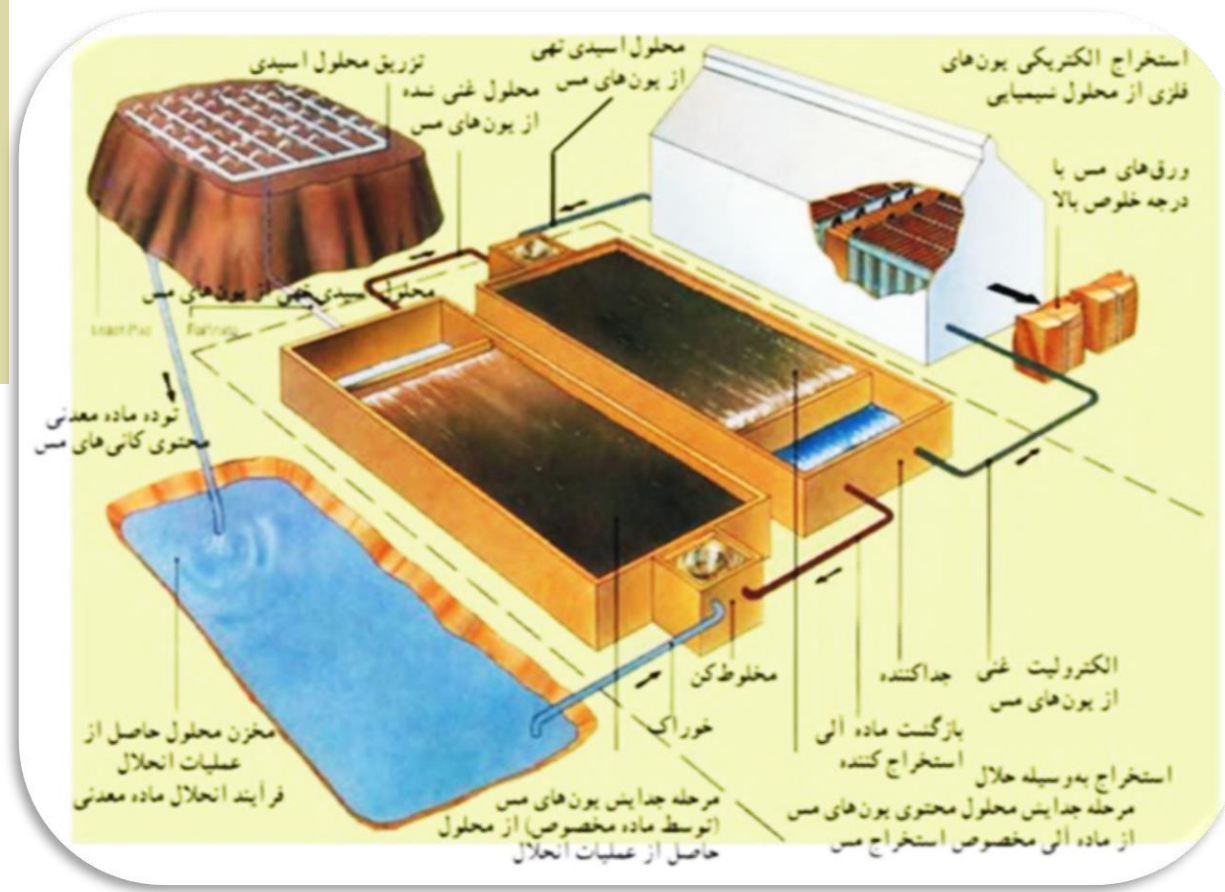
آزمایشات کانی های سنگین

- آزمایش ها معمولاً بر روی نمونه هایی از شن های ساحلی یا رودخانه ای انجام می شود.
- متداول ترین روش های نمونه برداری برای به دست آوردن مواد آزمایشی عبارتند از: حفاری و نمونه برداری فله ای
- خرد کردن و آسیا کردن معمولاً مورد نیاز نیست.

- ✓ آزمایش های گرانشی اولیه معمولاً شامل آزمایش های سرنده و مایعات سنگین برای تعیین آنالیز وزن مخصوص و درجه آزادی تعدادی از نمونه های چند صد گرمی است.
- ✓ آزمایش های ثقلی در مقیاس بزرگتر با استفاده از تجهیزات در مقیاس آزمایشگاهی یا در مقیاس نیم صنعتی مانند میزها، ماریچ ها و مخروط ها انجام می شود.
- ✓ کنسانتره های روش ثقلی (سنگین ها) معمولاً با روش های الکترواستاتیک خشک می شوند.
- ✓ یک نمونه آزمایش شده در مقیاس نیمه صنعتی، می تواند نمونه های مورد نیاز و داده های کافی برای اندازه تجهیزات و طراحی کارخانه را تولید کند.
- ✓ مقدار نمونه مورد نیاز از حدود ۵ تن تا ۲۰ تن متغیر است.



آزمون های متالورژیکی و آزمایشات آن



هیدرومتالوژی

لیچینگ همزنی
لیچینگ ستونی



لیچینگ همزنی

- به طور معمول، انجام این آزمایشات تنها به یک یا دو ساعت زمان نیاز دارد. بطری غلتان یا انواع دیگر آزمایش‌های لیچینگ همزنی در مقیاس کوچک روی کانسنگ‌های مس‌دار به حداقل ۵۰ - ۱۰۰ گرم نمونه نیاز دارد.
- برای کانسنگ طلا دار، ۱-۱/۵ کیلوگرم نمونه خرد شده آزمایش می‌شود. برای کانسنگ‌های غیرمقاوم، تنوع استخراج فلز در سرتاسر منبع از نظر اقتصادی با روش‌های آزمایشی ساده و در مقیاس کوچک ارزیابی می‌شود. در مورد کانسنگ‌های مقاوم، روش‌های آزمایش پیچیده‌تر است.



لیچینگ ستونی □

- نمونه های ریز، معمولاً ۶ میلی متر تا ۱۹ میلی متر (۰/۲۵ اینچ تا ۰/۷۵ اینچ) در ستون هایی لیچ می شوند که اغلب ستون هایی با قطر ۷۶ میلی متر (۳ اینچ) به ارتفاع ۱ متر تا ۱/۵ متر (۳ فوت تا ۵ فوت) هستند. به ۹ کیلوگرم (۲۰ پوند) نمونه، ۴ متر (۱۲ فوت) مغزه HQ تقسیم شده نیاز دارند.
- آزمایش ها علاوه بر تعیین میزان استخراج لیچ و سرعت استخراج، هدف بهینه سازی متغیرهای آزمایشی (غلظت اسید و آهن یا یون سیانید) را نیز دارند.



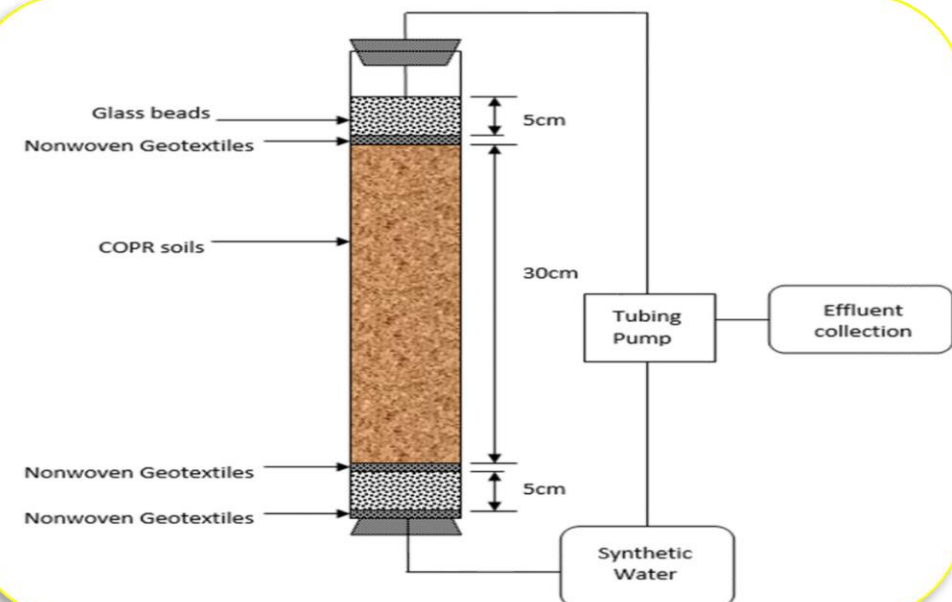
➤ با پیشرفت کار، دو عامل وارد عمل می‌شوند که اندازه ستون و مقدار نمونه مورد نیاز را کنترل می‌کنند:

✓ قطر ستون باید حداقل ۴ و ترجیحاً ۵ برابر حداکثر اندازه ذرات باشد.

✓ از ستون‌های بلندتر برای به دست آوردن داده‌های عملیاتی‌تر از درجه محلول شستشو باردار (PLS)، pH و مصرف اسید یا سیانید استفاده می‌شود. (ارتفاع ستون ایده آل همان ارتفاع بالابر است که در عملیات واقعی استفاده می‌شود. این مسئله به ندرت در مراحل اولیه یک پروژه امکان‌پذیر است.)

➤ ستون‌های کوچک و متوسط معمولاً برای دوره‌های ۴۵ روزه تا ۱۲۰ روزه کار می‌کنند، اما ممکن است یک سال یا بیشتر طول بکشند. ۳۰ روز دیگر برای راه اندازی و حذف یک تست ستونی، عیار باقی‌مانده و گزارش نتایج مورد نیاز است.

لیچینگ ستونی





آزمون های متالورژیکی و آزمایشات آن



اکتشاف، نمونه برداری، انجام آزمایش و ارزیابی ذخایر معدنی ارتباط تنگاتنگی با یکدیگر دارند.

برنامه ریزی و هماهنگی هوشمندانه برای ارائه اطلاعات درست در زمان مناسب برای ارزیابی هر چه بهتر پروژه ضروری است.

بررسی و آزمایشات متالورژیکی باید در سریع ترین زمان ممکن آغاز شود تا چالش های اصلی فرآیند شناسایی شود، اما در عین حال باید از پیشرفت های سریع اجتناب کرد زیرا ممکن است پروژه هرگز به معدن تبدیل نشود.

انتخاب فرآیند تا حدود زیادی تابعی از کانی شناسی کانسنگ و باطله همراه آن است.

انجام کارهای آزمایشگاهی در زمان بندی مناسب بر روی نمونه های معرف جهت ارزیابی کل پروژه مهم و حیاتی است.

ابزارهای جدیدی مانند آزمون SPI، همچنین رویه های تست زنی در مقیاس آزمایشگاهی که به صورت ترکیبی مورد استفاده قرار می گیرند، برای ارزیابی قابلیت خردایش کانسنگ و طراحی مدارهای آسیاب در دسترس هستند.

صنعتی و میراثی
پارکینا (پرا) (پرا)



مسنون پرا توجہ