

بسمه تعالی

صور تجلسه

کمیته فلزات رنگین و فراوری خانه معدن ایران



ساعت شروع: ۱۰ ساعت خاتمه: ۱۲ تاریخ جلسه: ۲۸ خرداد ۱۴۰۲	محل تشکیل جلسه: خانه معدن ایران موضوع جلسه: • معدنکاری و به تبع آن صنعت فرآوری یک الزام برای پیشرفت و توسعه جوامع است. • تولید کنسانتره با کمیت و کیفیت مطلوب در حداقل اتلاف منابع
حاضرین جلسه	
اعضا کمیته و تعدادی از علاقه مندان	
شرح جلسه	
جلسه ۱: صنعت فرآوری: معدنکاری و به تبع آن صنعت فرآوری یک الزام برای پیشرفت و توسعه جوامع است. تولید کنسانتره با کمیت و کیفیت مطلوب در حداقل اتلاف منابع محیطهای فعالیت: - طراحی و ساخت - کارخانه و تولید - آزمایشگاه - پایلوت - محیط زیست طراحی و ساخت کارخانه - بخشهای مختلف در یک پروژه طراحی و ساخت کارخانه فرآوری - معماری، زمین شناسی و معدن، برق، مکانیک، ایمنی و - Process Engineer - مهندس فرآوری در کارخانه علم فرآوری: - ماده اولیه (ماده معدنی) - ابزار کار (تجهیزات) - روش کار (فرایند)	

تولید کنسانتره:

- خردایش (سنگ شکنی، آسیاکنی)
- طبقه بندی (خشک و تر)
- پرعیارسازی (ثقلی، مغناطیسی، فلوتاسیون)
- آبیگیری (تیکر و فیلتر)

ورودی های کارخانه:

- ژنز کانسار، کانی شناسی، درجه آزادی، درجه اکسیداسیون، خواص سطحی کانی ها
- اختلاط و همگن سازی ماده معدنی، تنظیم عیار خوراک ورودی، رطوبت و وزن مخصوص ماده معدنی، سایز بزرگ ترین ذرات ورودی
- سختی ماده معدنی، اندیس کار و سایر خواص فیزیکی
- استخراج ماده معدنی (آتشباری، دانه بندی و شکل سنگ های اولیه، ...)

خردایش /سنگ شکنی

- آنالیز دانه بندی: از جمله خروجی فکی، خروجی فکی+مخروطی (ورودی به سرنده)، ورودی به مخروطی، ورودی به بونکر کارخانه
- محاسبه بار در گردش و بررسی جدانشینی در مدار سنگ شکنی
- ترسیم منحنی جدایش سرنده و ارزیابی کارایی آن
- بررسی آلترناتیوهای مدار سنگ شکنی (چیدمان سنگ شکن ها و سرندها) و امکان افزایش ظرفیت برای مدار سنگ شکنی فعلی
- بررسی مشکلات بخش سنگ شکنی (ایمنی، خرابی و تعمیرات سنگ شکن، ...)

خردایش /آسیاکنی

- آنالیز دانه بندی: ورودی و خروجی آسیا، سرریز و ته ریز سیکلون
- محاسبه بار در گردش و موازنه آب در بخش آسیا و سیکلون
- ترسیم منحنی جدایش سیکلون و ارزیابی کارایی آن
- بررسی آلترناتیوهای مدار آسیا و سیکلون
- بررسی مشکلات بخش آسیاکنی (ایمنی، تعمیرات و نگهداری، سر و صدای آسیا، ...)

جدایش /فلوتاسیون

- آنالیز دانه بندی: خوراک، کنسانتره و باطله در جریان های مختلف و تعیین وضعیت عیار در هر فزاکسیون
- موازنه جرم و آب در مدار جدایش، بررسی سینتیک فلوتاسیون و زمان ماند
- ارزیابی پارامترهای طراحی و عملیاتی هر دستگاه: سلول های فلوتاسیون (هوادهی، همزنی، عمق کف و ...، پمپ ها، لوله ها

بسمه تعالی
صور تجلسه
کمیته فلزات رنگین و فراوری خانه معدن ایران



- مواد شیمیایی بخش فلوتاسیون (آماده-سازی، مصرف، غلظت، کیفیت مواد، شیمی پالپ)
- بررسی عناصر مزاحم در کنسانتره-ها و ارزیابی جریمه‌های مربوط به آنها
- بررسی طراحی اولیه مدار جدایش و ارزیابی آلترناتیوها برای بهبود کارایی یا افزایش ظرفیت
- بررسی مشکلات بخش فلوتاسیون (ایمنی، رسوب مواد شیمیایی، تعمیرات، گیر کردن، ...)

آبگیری

- موازنه آب
- بهینه مصرف فلوکولانت
- کارایی تیکنر
- کارایی فیلتر
- بررسی مشکلات سد باطله

چند پیشنهاد

- زبان انگلیسی
- شناخت فرایندها
- کار با نرم‌افزار
- توسعه فردی
- محاسبات فرآوری
- نحوه کار تجهیزات
- حضور در کارخانه
- گزارش نویسی
- زنجیره تولید
- یادگیری مستمر

جلسه آینده

تجهیزات، فرایندها و ارزیابی برای واحدهای خردایش

- ✦ ۸۰ درصد ارتباط چینی با آفریقا از طریق تهاتر بوده است
- ✦ در سودان تجربه تهاتر با ایران در گذشته وجود داشته است و نیاز به برنامه ریزی و اتاق فکر با محوریت بخش خصوصی است
- ✦ در کنیا معدن ۷۰ درصد در اختیار بخش خصوصی است
- ✦ تراز تجاری ایران با آفریقا تقریباً صفر است و معدن نقش بسیار قابل توجهی در افزایش مبادلات دو کشور خواهد داشت
- ✦ مرکز تجاری ایران در کنیا فعال بوده و ایجاد صندوق اعتباری حائز اهمیت است
- ✦ حضور بخش خصوصی در آفریقا ضروری است

بسمه تعالی

صور تجلسه

کمیته فلزات رنگین و فراوری خانه معدن ایران



✦ توسعه فعالیت معدنی در کشورهای آفریقایی از جمله کنیا از اولویت های موجود است
✦ نمایشگاه بین المللی در کنیا از ۱۰ خرداد ماه برگزار می شود و می تواند مورد توجه بخش خصوصی قرار گیرد و ۱۲۰ شرکت بین المللی در نمایشگاه حضور دارند

جلسه در ساعت ۱۵:۱۵ با قدردانی از حضار پایان یافت.

مصوبات

ردیف	موضوع	مسئول اجرا/ پیگیری	مهلت
۱			
۲			

ساعت شروع: ۱۲ ساعت خاتمه: ۱۶ تاریخ جلسه: ۱ مرداد ۱۴۰۲	محل تشکیل جلسه: سالن جلسات خانه معدن ایران موضوع جلسه: • مراحل فراوری مواد معدنی
حاضرین جلسه	
آقایان مهندس بهرامن، رئیس خانه معدن ایران، مهندس رضایی پور، دبیر کمیته فلزات رنگین و فراوری خانه معدن ایران، دکتر سمیعی بیرق، عضو هیات علمی پژوهشکده فراوری مواد معدنی، دکتر رادمهر، مهندس آل آقا، مهندس پورجوهری، مهندس کاظم کتابی، مهندس صالح، مهندس سلحشوری، مهندس کلینی، مهندس البوخنفر، مهندس معین، مهندس هزار خوائن، مهندس مقدم	
شرح جلسه	
مراحل فراوری مواد معدنی • خردایش (سنگ شکنی، آسیاکنی) • طبقه بندی (خشک و تر) • پرعیارسازی (ثقلی، مغناطیسی، فلوتاسیون) • آبگیری (تیکنر و فیلتر) خردایش مواد معدنی از بخش استخراج معدن آغاز می شود. خردایش/کاهش ابعاد: • آزادسازی (Liberation) • افزایش مساحت سطحی • توزیع یکنواخت تجهیزات خردایش: تجهیزات کمکی: • استوک پایل • فیدر • نوار نقاله • سرنده/سیکلون • پمپ/تانک/لوله سنگ شکن فکی: (Jaw Crusher) • فک ثابت و متحرک • صفحه تاگل • پیتمن و	

• چرخ طیار (فولی/پولی)

خوراکدهی:

مجرای خوراک سنگ شکن های مخروطی با خوراک دهنده ارتعاشی برای خوراکدهی یکنواخت

گرد و غبار:

با کم کردن گرد و غبار معادن و استفاده از تکنولوژی، می توانیم به حفظ سلامت انسان ها، حفاظت از محیط زیست و ارتقاء کیفیت زندگی مردم منطقه کمک کنیم.

مدارهای سنگ شکنی:

مدار باز:

• سنگ خیلی نرم

• دانه بندی محصول مهم نیست

مدار بسته:

• سختی متوسط

• دانه بندی محصول مهم است

جدانشینی:

معمولا در محل های ریزش مواد رخ می دهد.

ذرات درشت نسبت به مواد دانه ریز در فاصله دورتری از نوار نقاله فرود می آیند. همچنین برای کانه دانه درشت به پایین غلتیدن آسان تر است در حالیکه کانه دانه ریز تمایل به ماندن در مرکز دارد .

یکی از مشکلاتی که باعث توقف بیش از حد سنگ شکن های اولیه می شود، وجود سنگ های بزرگ در خوراک آنها است.

مکانیزم های خرد کردن:

• ضربه (Impact)

• فشار (compress)

• سایش (attrition)

نسبت خردایش:

نسبت ابعاد اولیه سنگ ها یا مواد خام به ابعاد نهایی کاهش یافته است.

یکی از عوامل تعیین کننده ی کارایی و عملکرد سنگ شکن ها در فرآیند خردایش

Tumbling Mills

مرسوم ترین آسیاها در کارخانه های فرآوری:

آسیای میله ای (Rod Mill)

آسیای گلوله ای (Ball Mill)

آسیای خود شکن / نیمه خود شکن (Semi-autogenous And Autogenous Mills) - AG/SAG mill

اجزای آسیا:

• بدنه آسیا

• درایو

• سیستم روغنکاری

مدارهای آسیاکنی:

بسمه تعالی
 صورتجلسه
 کمیته فلزات رنگین و فراوری خانه معدن ایران



مدار باز، ساده ترین نوع مدار است.

- فیدر
- نقاله
- آسیا

مدار بسته:

در یک مدار بسته برخی از ذرات خردشده به آسیا برگشت داده می شود.

- فیدر
- نقاله
- باکس پمپ
- پمپ
- کلاسیفایر (خوشه سیکلون ها، سرنند و ..)
- کراشر

میله‌ای / گلوله‌ای:

متداول ترین مدار آسیاکنی در معادن کوچک مقیاس

آسیاهای میله‌ای در حال حذف شدن از مدارهای خردایش هستند!

SABC

SAG Mill

Ball Mill

Crusher

بار در گردش:

مقدار ذرات درشت برگشتی به آسیا در یک مدار بسته به صورت بار در گردش می باشد.

بار در گردش ۳۰٪ یعنی اینکه برای هر تن جامد ورودی به مدار، سه تن از سیکلون به آسیا برگشت داده می شود.

پالپ/اسلاری: ترکیب آب و جامد است.

افزایش تناژ و درصد جامد بصورت همزمان باعث خفه شدن آسیا شده است. معمولاً در مدارهایی که ته ریز هیدروسیکلون هم وارد آسیا می

شود چنین اتفاقی بدلیل افزایش بیش از حد درصد جامد هیدروسیکلون رخ می دهد.

موضوع جلسه بعدی:

فرآیندهای جدایش

ردیف	موضوع	مسئول اجرا/ پیگیری	مهلت
۱			

			۲
--	--	--	---

ساعت شروع: ۱۴ ساعت خاتمه: ۱۶ تاریخ جلسه: ۵ شهریور ۱۴۰۲	محل تشکیل جلسه: سالن جلسات خانه معدن ایران موضوع جلسه: جلسه سوم دوره آموزشی فرآوری مواد معدنی؛ از علم تا تجربه با محوریت جدایش مواد معدنی
حاضرین جلسه	
آقایان مهندس رضایی پور، دکتر سمیعی، مهندس آل آقا، مهندس نجاتی، مهندس رحیمی، مهندس کوزه کنانی، مهندس البوخنفر، مهندس پور جوهری، مهندس دقیق، مهندس هزار خوانین، مهندس مهدوی مقدم، مهندس کاشی، خانم ها مهندس شاملی، مهندس نجفی	
شرح جلسه	
اهم مباحث مطروحه: منابع کسب درآمد در صنعت معدنکاری؟! کانی ها • کانه ها • سنگ • سوخت های معدنی • کانی های صنعتی انتخاب روش جدایش • نوع کانه (اکسیدی، سولفیدی) • ترکیب کانی شناسی و ویژگی های بافت کانه • ذخیره و عیار متوسط کانه (بر مبنای عیار حد) • قیمت فلزات و سرمایه گذاری مورد نیاز برای پروژه • هزینه های زیست محیطی کانه آرای (Ore Dressing) • خردایش (سنگ شکنی، آسیاکنی) • طبقه بندی (خشک و تر) • پرعیارسازی (ثقلی، مغناطیسی، فلوتاسیون) • آبگیری (تیکنر و فیلتر) طبقه بندی/پرعیارسازی مواد معدنی بر اساس خواص فیزیکی-شیمیایی پرعیار می شوند. فلوتاسیون	

پراکندترین روش جدایش در فرآوری مواد معدنی و تولید کنسانتره

فرایند فلو تاسیون

- برخورد
- اتصال
- تجمع و انتقال به کف

پارامترها

- نرخ هوادهمی
- عمق کف
- اندازه ذره
- درصد جامد
- دبی خوراک
- نرخ افزودن کلکتور
- افزودن کف ساز
- pH
- دما
- افزودن فعال کننده

مراحل هیدرومتالورژی (Hydrometallurgy)

۱. تبدیل ماده از حالت جامد به مایع و یا یون
۲. جداسازی جامد از مایع در پالپ
۳. جداکردن یون مورد نظر از ناخالصی های درون مایع باردار
۴. تبدیل یون مورد نظر به حالت جامد (رسوب)

جامد (Solid)

- منابع اولیه
- منابع ثانویه

عامل لیچینگ (Lixivants)

- آب
- اسید (H_2SO_4) ، HCl ، تیزاب)
- باز ($NaOH$) ، KOH ، NH_4OH
- ترکیبات مختلف (H_2O_2 ، MnO_2 ، $NaNO_3$)

سیانور یا سیانید یکی از عوامل لیچینگ است که عمدتاً برای لیچینگ طلا و نقره استفاده می شود.

روش های لیچینگ

- حوضچه ای/ستونی
- همزنی/مکانیکی
- تحت فشار/اتوکلاو

- درجا
 - هیپ/دامپ
- مقایسه روش‌ها:

In Situ

دانه‌بندی: - / مدت زمان: چند سال / راندمان: پایین / هزینه: کمترین / مزایا: اثرات کم روی سطح زمین / معایب: عدم کنترل، آلودگی، اثر آب و هوا

Heap/Dump

دانه‌بندی: ۲۰ - ۱۰۰ mm / مدت زمان: چند ماه تا چند سال / راندمان: ۴۰ - ۶۰٪ / هزینه: کم / مزایا: هزینه کم / معایب: -

Vat

دانه‌بندی: ۱۰ - ۲۰ mm / مدت زمان: چند روز تا چند هفته / راندمان: ۶۰ - ۸۰ درصد / هزینه: متوسط / مزایا: سهولت کنترل فرایند / معایب: -

Stirred Reactor

دانه‌بندی: $> 100 \mu m$ / مدت زمان: < 24 ساعت / راندمان: ۹۰ - ۹۵ درصد / هزینه: زیاد / مزایا: سهولت کنترل فرایند / معایب: -

Pressure Vessel

دانه‌بندی: $> 100 \mu m$ / مدت زمان: < 2 ساعت / راندمان: ۹۰ - ۹۵ درصد / هزینه: خیلی زیاد / مزایا: - / معایب: لزوم طراحی راکتورهای ویژه، نیاز به کنترل دقیق، تجهیزات گران قیمت ویژه

فرایندهای بعد از لیچینگ:

۱- جذب سطحی بر ذغال چوب فعال شده (Activated Charcoal)

۲- تبادل یونی (Ion Exchange)

۳- استخراج با حلال آلی (Solvent Extraction)

جذب سطحی روی کربن فعال عمدتاً برای تغلیظ طلا و نقره از محلول لیچینگ سیانوری به کار می‌رود. این روش ارزان و برای عمل‌آوری محلول‌های رقیق مناسب بوده و سنتتیک و اکسایش‌کننده است. دیگر اینکه این روش برای محلول‌های کدر و ناخالص یا پالپ نیز قابل استفاده بوده و بنابراین مرحله پرهزینه فیلتراسیون حذف می‌گردد.

تخلیص و تغلیظ:

غنی‌سازی: جدایش انتخابی فلز از محلول لیچینگ و باقی گذاشتن ناخالصی‌ها در محلول را غنی‌سازی می‌گویند. بازیابی اورانیوم به روش تبادل یونی یا استخراج با حلال و بازیابی طلا به روش جذب بر کربن فعال مثال‌هایی از غنی‌سازی هستند.

خالص‌سازی: جدایش ناخالصی‌ها از محلول لیچینگ و باقی گذاشتن فلز در محلول را خالص‌سازی می‌گویند. حذف آهن از محلول کلرید آلومینیم در بازیابی آلومینیم از رس‌ها و حذف آرسنیک از الکترولیت سولفات مس در تصفیه الکترولیتی مس با حلال‌های آلی مثال‌هایی از خالص‌سازی هستند.

بازگشتی از ذوب (NSR):

پرداختی فلز موجود -

(هزینه حمل و نقل + هزینه های ذوب)

باطله‌های معدنی:

- اشغال فضای زیاد در اطراف معدن یا کارخانه

- آلودگی آب-های سطحی و زیرزمینی به فلزات سنگین مانند آرسنیک، کروم، ...
- ایجاد زهاب اسیدی (AMD)
- خطر شکست و ریزش سد باطله
- تخریب منابع طبیعی
- ایجاد گرد و غبار و ریزگرد در محیط اطراف
- حرکت به سمت حذف یا کاهش حداکثری باطله:

۱- فرآوری مجدد

- تامین آسان خوراک کارخانه بدون نیاز به استخراج ماده معدنی (حذف هزینه استخراج)
- نیاز حداقلی به عملیات خردایش (آسیاکنی) و در نتیجه صرفه-جویی فراوان در انرژی مصرفی
- تولید کنسانتره به همراه تولید فلزات نادر یا استراتژیک (به علت پیشرفت تکنولوژی، افزایش تقاضا و قیمت)

۲- کاربرد باطله - باطله

- استفاده در صنعت سیمان
- استفاده در صنعت آجر و نسوز
- استفاده در صنعت سرامیک
- استفاده در صنعت پلیمر

۳- کاهش معضلات زیست محیطی

- کاهش چشمگیر در حجم باطله
- ساخت و مدیریت سد باطله بر مبنای تجربیات گذشته و روش-های نوین
- تصفیه پساب-ها با تکنولوژی-های کارآمد

ردیف	موضوع	مسئول اجرا/ پیگیری	مهلت
۱			
۲			

بسمه تعالی
صورتجلسه
کمیته فلزات رنگین و فرآوری خانه معدن ایران



ساعت شروع: ۱۴ ساعت خاتمه: ۱۶ تاریخ جلسه: ۵ شهریور ۱۴۰۲	محل تشکیل جلسه: سالن جلسات خانه معدن ایران موضوع جلسه: جلسه سوم دوره آموزشی فرآوری مواد معدنی؛ از علم تا تجربه با محوریت جدایش مواد معدنی
حاضرین جلسه	
آقایان مهندس رضایی پور، دکتر سمیعی، مهندس آل آقا، مهندس نجاتی، مهندس رحیمی، مهندس کوزه کنانی، مهندس البوخنفر، مهندس پور جوهری، مهندس دقیق، مهندس هزار خوانین، مهندس مهدوی مقدم، مهندس کاشی، خانم ها مهندس شاملی، مهندس نجفی	
شرح جلسه	
اهم مباحث مطروحه: منابع کسب درآمد در صنعت معدنکاری؟! کانی ها • کانه ها • سنگ • سوخت های معدنی • کانی های صنعتی انتخاب روش جدایش • نوع کانه (اکسیدی، سولفیدی) • ترکیب کانی شناسی و ویژگی های بافت کانه • ذخیره و عیار متوسط کانه (بر مبنای عیار حد) • قیمت فلزات و سرمایه گذاری مورد نیاز برای پروژه • هزینه های زیست محیطی کانه آرای (Ore Dressing) • خردایش (سنگ شکنی، آسیاکنی) • طبقه بندی (خشک و تر) • پرعیارسازی (ثقلی، مغناطیسی، فلو تاسیون) • آبیگری (تیکنر و فیلتر) طبقه بندی/پرعیارسازی مواد معدنی بر اساس خواص فیزیکی-شیمیایی پرعیار می شوند. فلوتاسیون	

پراکندترین روش جدایش در فرآوری مواد معدنی و تولید کنسانتره

فرایند فلو تاسیون

- برخورد
- اتصال
- تجمع و انتقال به کف

پارامترها

- نرخ هوادهمی
- عمق کف
- اندازه ذره
- درصد جامد
- دبی خوراک
- نرخ افزودن کلکتور
- افزودن کف ساز
- pH
- دما
- افزودن فعال کننده

مراحل هیدرومتالورژی (Hydrometallurgy)

۱. تبدیل ماده از حالت جامد به مایع و یا یون
۲. جداسازی جامد از مایع در پالپ
۳. جداکردن یون مورد نظر از ناخالصی های درون مایع باردار
۴. تبدیل یون مورد نظر به حالت جامد (رسوب)

جامد (Solid)

- منابع اولیه
- منابع ثانویه

عامل لیچینگ (Lixivants)

- آب
- اسید (H_2SO_4) ، HCl ، تیزاب)
- باز ($NaOH$) ، KOH ، NH_4OH
- ترکیبات مختلف (H_2O_2 ، MnO_2 ، $NaNO_3$)

سیانور یا سیانید یکی از عوامل لیچینگ است که عمدتاً برای لیچینگ طلا و نقره استفاده می شود.

روش های لیچینگ

- حوضچه ای/ستونی
- همزنی/مکانیکی
- تحت فشار/اتوکلاو

- درجا
 - هیپ/دامپ
- مقایسه روش‌ها:

In Situ

دانه‌بندی: - / مدت زمان: چند سال / راندمان: پایین / هزینه: کمترین / مزایا: اثرات کم روی سطح زمین / معایب: عدم کنترل، آلودگی، اثر آب و هوا

Heap/Dump

دانه‌بندی: ۲۰ - ۱۰۰ mm / مدت زمان: چند ماه تا چند سال / راندمان: ۴۰ - ۶۰٪ / هزینه: کم / مزایا: هزینه کم / معایب: -

Vat

دانه‌بندی: ۱۰ - ۲۰ mm / مدت زمان: چند روز تا چند هفته / راندمان: ۶۰ - ۸۰ درصد / هزینه: متوسط / مزایا: سهولت کنترل فرایند / معایب: -

Stirred Reactor

دانه‌بندی: $> 100 \mu m$ / مدت زمان: < 24 ساعت / راندمان: ۹۰ - ۹۵ درصد / هزینه: زیاد / مزایا: سهولت کنترل فرایند / معایب: -

Pressure Vessel

دانه‌بندی: $> 100 \mu m$ / مدت زمان: < 2 ساعت / راندمان: ۹۰ - ۹۵ درصد / هزینه: خیلی زیاد / مزایا: - / معایب: لزوم طراحی راکتورهای ویژه، نیاز به کنترل دقیق، تجهیزات گران قیمت ویژه

فرایندهای بعد از لیچینگ:

۱- جذب سطحی بر ذغال چوب فعال شده (Activated Charcoal)

۲- تبادل یونی (Ion Exchange)

۳- استخراج با حلال آلی (Solvent Extraction)

جذب سطحی روی کربن فعال عمدتاً برای تغلیظ طلا و نقره از محلول لیچینگ سیانوری به کار می‌رود. این روش ارزان و برای عمل‌آوری محلول‌های رقیق مناسب بوده و سنتتیک و اکشنش کند است. دیگر اینکه این روش برای محلول‌های کدر و ناخالص یا پالپ نیز قابل استفاده بوده و بنابراین مرحله پرهزینه فیلتراسیون حذف می‌گردد.

تخلیص و تغلیظ:

غنی‌سازی: جدایش انتخابی فلز از محلول لیچینگ و باقی گذاشتن ناخالصی‌ها در محلول را غنی‌سازی می‌گویند. بازیابی اورانیوم به روش تبادل یونی یا استخراج با حلال و بازیابی طلا به روش جذب بر کربن فعال مثال‌هایی از غنی‌سازی هستند.

خالص‌سازی: جدایش ناخالصیها از محلول لیچینگ و باقی گذاشتن فلز در محلول را خالص‌سازی می‌گویند. حذف آهن از محلول کلرید آلومینیم در بازیابی آلومینیم از رس‌ها و حذف آرسنیک از الکترولیت سولفات مس در تصفیه الکترولیتی مس با حلال‌های آلی مثال‌هایی از خالص‌سازی هستند.

بازگشتی از ذوب (NSR):

پرداختی فلز موجود -

(هزینه حمل و نقل + هزینه های ذوب)

باطله‌های معدنی:

- اشغال فضای زیاد در اطراف معدن یا کارخانه

- آلودگی آب-های سطحی و زیرزمینی به فلزات سنگین مانند آرسنیک، کروم، ...
- ایجاد زهاب اسیدی (AMD)
- خطر شکست و ریزش سد باطله
- تخریب منابع طبیعی
- ایجاد گرد و غبار و ریزگرد در محیط اطراف
- حرکت به سمت حذف یا کاهش حداکثری باطله:

۱- فرآوری مجدد

- تامین آسان خوراک کارخانه بدون نیاز به استخراج ماده معدنی (حذف هزینه استخراج)
- نیاز حداقلی به عملیات خردایش (آسیاکنی) و در نتیجه صرفه-جویی فراوان در انرژی مصرفی
- تولید کنسانتره به همراه تولید فلزات نادر یا استراتژیک (به علت پیشرفت تکنولوژی، افزایش تقاضا و قیمت)

۲- کاربرد باطله - باطله

- استفاده در صنعت سیمان
- استفاده در صنعت آجر و نسوز
- استفاده در صنعت سرامیک
- استفاده در صنعت پلیمر

۳- کاهش معضلات زیست محیطی

- کاهش چشمگیر در حجم باطله
- ساخت و مدیریت سد باطله بر مبنای تجربیات گذشته و روش-های نوین
- تصفیه پساب-ها با تکنولوژی-های کارآمد

ردیف	موضوع	مسئول اجرا/ پیگیری	مهلت
۱			
۲			

بسمه تعالی
صورتجلسه
کمیته فلزات رنگین و فرآوری خانه معدن ایران



ساعت شروع: ۱۴ ساعت خاتمه: ۱۶ تاریخ جلسه: ۹ مهر ۱۴۰۲	محل تشکیل جلسه: سالن جلسات خانه معدن ایران موضوع جلسه: جلسه آخر دوره آموزشی فراوری مواد معدنی؛ از علم تا تجربه
حاضرین جلسه	
آقایان دکتر رادمهر، مهندس محسن رحیمی، دکتر سمیعی، مهندس آل آقا، مهندس نجاتی، مهندس علی رحیمی، مهندس کوزه کنعانی، مهندس معین، مهندس دقیق، مهندس هزار خواجه، مهندس کاشی، مهندس کتابی، خانم مهندس مروتی	
شرح جلسه	
در این جلسه علاوه بر مرور جلسات قبلی به چند نمونه از ارزیابی‌های انجام شده در کارخانه‌های فراوری پرداخته شد که به شرح زیر می‌باشد. 📌 کلیات جهان در ابتدا یک "اتم اولیه" بوده و در اثر انفجار بزرگ که در این اتم اولیه رخ داده، به وجود آمده است. معدن و فراوری مواد معدنی را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود: 📌 اکتشاف 📌 معدنکاری 📌 متالورژی 📌 فراوری 📌 انباشت/اختلاط 📌 سنگ شکنی، آسیا کنی 📌 جدایش فیزیکی 📌 جدایش شیمیایی 📌 جدایش حرارتی 📌 روش‌های فراوری و متالورژی با دریافت ماده معدنی استخراجی از معدن و انجام تعدادی فرآیند یک محصول قابل فروش و یک باطله ایجاد می‌کنند. 📌 کانه و کانی	

کانی یک ترکیب شیمیایی ثابت که در پوسته زمین وجود دارد مانند کالکوپیریت (CuFeS_2) که از سه عنصر مس، آهن و گوگرد تشکیل شده است. کانی‌های حاوی گوگرد (S) را سولفیدی، کانی‌های حاوی اکسیژن (O) را اکسید و کانی‌های حاوی سیلیس (Si) را سیلیکاته می‌گویند.

کانه از یک یا چند کانی تشکیل می‌شود و به لحاظ اقتصادی قابلیت استخراج دارد مانند کانه کالکوپیریت که علاوه بر کانی کالکوپیریت می‌تواند دارای کانی‌های دیگر مانند سیلیس، دولومیت و ... باشد.

✦ مراحل فرآوری مواد معدنی
خردایش (سنگ‌شکنی، آسیاکنی)
طبقه‌بندی (خشک و تر)
پرعیارسازی (ثقلی، مغناطیسی، فلوتاسیون)
آبگیری (تیکنر و فیلتر)

✦ اهداف خردایش
آزادسازی (Liberation)
افزایش مساحت سطحی
توزیع یکنواخت

✦ انتخاب روش جدایش
نوع کانه (اکسیدی، سولفیدی)
ترکیب کانی‌شناسی و ویژگی‌های بافت کانه
ذخیره و عیار متوسط کانه (بر مبنای عیار حد)
قیمت فلزات و سرمایه گذاری مورد نیاز برای پروژه
هزینه های زیست محیطی

✦ فلوتاسیون
پرکاربردترین روش جدایش در فرآوری مواد معدنی و تولید کنسانتره
قدمت سلول‌های فلوتاسیون را می‌توان همزمان با ساخت هواپیما در اوایل قرن بیستم دانست.

✦ موازنه جرم
معادله موازنه مواد، تغییرات مقدار ماده‌ای خاص را در داخل یک سیستم نشان می‌دهد.
دو معادله بنیادی

✦ موازنه جرم برای کل مواد جامد :

$$F=C+T$$

✚ موازنه جرم بر اساس عیار، فراکسیون ابعادی، فراکسیون دانسیته:

$$FT= Cc+Tt$$

✚ مثال‌های موردی:

توقفات در کارخانه و تاثیر آن در تولید
خطای محاسباتی و اختلاف تناژ کنسانتره اندازه‌گیری شده با محاسبه شده در گزارش‌های روزانه

کاهش توقفات = افزایش تولید

✚ تناژ روزانه ورودی به یک کارخانه سرب، ۱۰۰۰ تن با عیار خوراک ۲ درصد، عیار کنسانتره ۵۰٪ و بازیابی ۷۰٪ است. با فرض ۱۰ ماه کاری (۳۰۰ روز) در سال، در صورتی که کارخانه در هر ماه به مدت ۱ روز متوقف شود
میزان فلز در خوراک ورودی (۳۰۰ روز کاری) = ۶۰۰۰ تن
میزان فلز در خوراک ورودی (۲۹۰ روز کاری) = ۵۸۰۰ تن
میزان فلز خوراک در ۱۰ روز توقف = ۲۰۰ تن

✚ با توجه به شرایط موجود، به واسطه ۱۰ روز توقف در سال مقدار ۲۰۰ تن فلز خوراک بازیابی نخواهد شد. در حالیکه با بازیابی ۷۰٪ و لحاظ قیمت ۲۰۰۰ دلار برای هر تن فلز سرب امکان ایجاد ۲۸۰ هزار دلار درآمد فراهم می‌شد.

✚ خطای محاسباتی

منابع اصلی خطا عبارتند از:

تناژ خوراک ورودی و عیارها

رطوبت و تناژ خشک

کالیبراسیون تجهیزات

اپراتور باتجربه

✚ نمودار استخوان ماهی روشی مناسب برای شناخت علت و معلول مسائل و پدیده‌ها.

بسمه تعالی
صور تجلسه
کمیته فلزات رنگین و فراوری خانه معدن ایران



ردیف	موضوع	مسئول اجرا/ پیگیری	مهلت
۱			
۲			

بسمه تعالی

صور تجلسه

کمیته فلزات رنگین و فراوری خانه معدن ایران



ساعت شروع: ۱۰ ساعت خاتمه: ۱۲ تاریخ جلسه: ۲۸ خرداد ۱۴۰۲	محل تشکیل جلسه: خانه معدن ایران موضوع جلسه: • معدنکاری و به تبع آن صنعت فرآوری یک الزام برای پیشرفت و توسعه جوامع است. • تولید کنسانتره با کمیت و کیفیت مطلوب در حداقل اتلاف منابع
حاضرین جلسه	
اعضا کمیته و تعدادی از علاقه مندان	
شرح جلسه	
جلسه ۱: صنعت فرآوری: معدنکاری و به تبع آن صنعت فرآوری یک الزام برای پیشرفت و توسعه جوامع است. تولید کنسانتره با کمیت و کیفیت مطلوب در حداقل اتلاف منابع محیطهای فعالیت: - طراحی و ساخت - کارخانه و تولید - آزمایشگاه - پایلوت - محیط زیست طراحی و ساخت کارخانه - بخشهای مختلف در یک پروژه طراحی و ساخت کارخانه فرآوری - معماری، زمین شناسی و معدن، برق، مکانیک، ایمنی و - Process Engineer - مهندس فرآوری در کارخانه علم فرآوری: - ماده اولیه (ماده معدنی) - ابزار کار (تجهیزات) - روش کار (فرایند)	

بسمه تعالی

صور تجلسه

کمیته فلزات رنگین و فراوری خانه معدن ایران



تولید کنسانتره:

- خردایش (سنگ شکنی، آسیاکنی)
- طبقه بندی (خشک و تر)
- پرعیارسازی (ثقلی، مغناطیسی، فلوتاسیون)
- آبیگیری (تیکر و فیلتر)

ورودی های کارخانه:

- ژنز کانسار، کانی شناسی، درجه آزادی، درجه اکسیداسیون، خواص سطحی کانی ها
- اختلاط و همگن سازی ماده معدنی، تنظیم عیار خوراک ورودی، رطوبت و وزن مخصوص ماده معدنی، سایز بزرگ ترین ذرات ورودی
- سختی ماده معدنی، اندیس کار و سایر خواص فیزیکی
- استخراج ماده معدنی (آتشباری، دانه بندی و شکل سنگ های اولیه، ...)

خردایش / سنگ شکنی

- آنالیز دانه بندی: از جمله خروجی فکی، خروجی فکی + مخروطی (ورودی به سرنده)، ورودی به مخروطی، ورودی به بونکر کارخانه
- محاسبه بار در گردش و بررسی جدانشینی در مدار سنگ شکنی
- ترسیم منحنی جدایش سرنده و ارزیابی کارایی آن
- بررسی آلترناتیوهای مدار سنگ شکنی (چیدمان سنگ شکن ها و سرندها) و امکان افزایش ظرفیت برای مدار سنگ شکنی فعلی
- بررسی مشکلات بخش سنگ شکنی (ایمنی، خرابی و تعمیرات سنگ شکن، ...)

خردایش / آسیاکنی

- آنالیز دانه بندی: ورودی و خروجی آسیا، سرریز و ته ریز سیکلون
- محاسبه بار در گردش و موازنه آب در بخش آسیا و سیکلون
- ترسیم منحنی جدایش سیکلون و ارزیابی کارایی آن
- بررسی آلترناتیوهای مدار آسیا و سیکلون
- بررسی مشکلات بخش آسیاکنی (ایمنی، تعمیرات و نگهداری، سر و صدای آسیا، ...)

جدایش / فلوتاسیون

- آنالیز دانه بندی: خوراک، کنسانتره و باطله در جریان های مختلف و تعیین وضعیت عیار در هر فزاکسیون
- موازنه جرم و آب در مدار جدایش، بررسی سینتیک فلوتاسیون و زمان ماند
- ارزیابی پارامترهای طراحی و عملیاتی هر دستگاه: سلول های فلوتاسیون (هوادهی، همزنی، عمق کف و ...، پمپ ها، لوله ها

بسمه تعالی
صور تجلسه
کمیتة فلزات رنگین و فراوری خانه معدن ایران



- مواد شیمیایی بخش فلوتاسیون (آماده-سازی، مصرف، غلظت، کیفیت مواد، شیمی پالپ)
- بررسی عناصر مزاحم در کنسانتره-ها و ارزیابی جریمه‌های مربوط به آنها
- بررسی طراحی اولیه مدار جدایش و ارزیابی آلترناتیوها برای بهبود کارایی یا افزایش ظرفیت
- بررسی مشکلات بخش فلوتاسیون (ایمنی، رسوب مواد شیمیایی، تعمیرات، گیر کردن، ...)

آبگیری

- موازنه آب
- بهینه مصرف فلوکولانت
- کارایی تیکنر
- کارایی فیلتر
- بررسی مشکلات سد باطله

چند پیشنهاد

- زبان انگلیسی
- شناخت فرایندها
- کار با نرم‌افزار
- توسعه فردی
- محاسبات فرآوری
- نحوه کار تجهیزات
- حضور در کارخانه
- گزارش نویسی
- زنجیره تولید
- یادگیری مستمر

جلسه آینده

تجهیزات، فرایندها و ارزیابی برای واحدهای خردایش

- ✳ ۸۰ درصد ارتباط چینی با آفریقا از طریق تهاتر بوده است
- ✳ در سودان تجربه تهاتر با ایران در گذشته وجود داشته است و نیاز به برنامه ریزی و اتاق فکر با محوریت بخش خصوصی است
- ✳ در کنیا معدن ۷۰ درصد در اختیار بخش خصوصی است
- ✳ تراز تجاری ایران با آفریقا تقریباً صفر است و معدن نقش بسیار قابل توجهی در افزایش مبادلات دو کشور خواهد داشت
- ✳ مرکز تجاری ایران در کنیا فعال بوده و ایجاد صندوق اعتباری حائز اهمیت است
- ✳ حضور بخش خصوصی در آفریقا ضروری است

بسمه تعالی

صور تجلسه

کمیته فلزات رنگین و فراوری خانه معدن ایران



✦ توسعه فعالیت معدنی در کشورهای آفریقایی از جمله کنیا از اولویت های موجود است
✦ نمایشگاه بین المللی در کنیا از ۱۰ خرداد ماه برگزار می شود و می تواند مورد توجه بخش خصوصی قرار گیرد و ۱۲۰ شرکت بین المللی در نمایشگاه حضور دارند

جلسه در ساعت ۱۵:۱۵ با قدردانی از حضار پایان یافت.

مصوبات

ردیف	موضوع	مسئول اجرا/ پیگیری	مهلت
۱			
۲			

ساعت شروع: ۱۲ ساعت خاتمه: ۱۶ تاریخ جلسه: ۱ مرداد ۱۴۰۲	محل تشکیل جلسه: سالن جلسات خانه معدن ایران موضوع جلسه: • مراحل فراوری مواد معدنی
حاضرین جلسه	
آقایان مهندس بهرامن، رئیس خانه معدن ایران، مهندس رضایی پور، دبیر کمیته فلزات رنگین و فراوری خانه معدن ایران، دکتر سمیعی بیرق، عضو هیات علمی پژوهشکده فراوری مواد معدنی، دکتر رادمهر، مهندس آل آقا، مهندس پورجوهری، مهندس کاظم کتابی، مهندس صالح، مهندس سلحشوری، مهندس کلینی، مهندس البوخنفر، مهندس معین، مهندس هزار خوائن، مهندس مقدم	
شرح جلسه	
مراحل فراوری مواد معدنی • خردایش (سنگ شکنی، آسیاکنی) • طبقه بندی (خشک و تر) • پرعیارسازی (ثقلی، مغناطیسی، فلوتاسیون) • آبگیری (تیکنر و فیلتر) خردایش مواد معدنی از بخش استخراج معدن آغاز می شود. خردایش/کاهش ابعاد: • آزادسازی (Liberation) • افزایش مساحت سطحی • توزیع یکنواخت تجهیزات خردایش: تجهیزات کمکی: • استوک پایل • فیدر • نوار نقاله • سرنده/سیکلون • پمپ/تانک/لوله سنگ شکن فکی: (Jaw Crusher) • فک ثابت و متحرک • صفحه تاگل • پیتمن و	

• چرخ طیار (فولی/پولی)

خوراکدهی:

مجرای خوراک سنگ شکن های مخروطی با خوراک دهنده ارتعاشی برای خوراکدهی یکنواخت

گرد و غبار:

با کم کردن گرد و غبار معادن و استفاده از تکنولوژی، می توانیم به حفظ سلامت انسان ها، حفاظت از محیط زیست و ارتقاء کیفیت زندگی مردم منطقه کمک کنیم.

مدارهای سنگ شکنی:

مدار باز:

• سنگ خیلی نرم

• دانه بندی محصول مهم نیست

مدار بسته:

• سختی متوسط

• دانه بندی محصول مهم است

جدانشینی:

معمولا در محل های ریزش مواد رخ می دهد.

ذرات درشت نسبت به مواد دانه ریز در فاصله دورتری از نوار نقاله فرود می آیند. همچنین برای کانه دانه درشت به پایین غلتیدن آسان تر است در حالیکه کانه دانه ریز تمایل به ماندن در مرکز دارد .

یکی از مشکلاتی که باعث توقف بیش از حد سنگ شکن های اولیه می شود، وجود سنگ های بزرگ در خوراک آنها است.

مکانیزم های خرد کردن:

• ضربه (Impact)

• فشار (compress)

• سایش (attrition)

نسبت خردایش:

نسبت ابعاد اولیه سنگ ها یا مواد خام به ابعاد نهایی کاهش یافته است.

یکی از عوامل تعیین کننده ی کارایی و عملکرد سنگ شکن ها در فرآیند خردایش

Tumbling Mills

مرسوم ترین آسیاها در کارخانه های فرآوری:

آسیای میله ای (Rod Mill)

آسیای گلوله ای (Ball Mill)

آسیای خود شکن / نیمه خود شکن (AG/SAG mill (Semiautogenous And Autogenous Mills

اجزای آسیا:

• بدنه آسیا

• درایو

• سیستم روغنکاری

مدارهای آسیاکنی:

بسمه تعالی
 صورتجلسه
 کمیته فلزات رنگین و فراوری خانه معدن ایران



مدار باز، ساده ترین نوع مدار است.

- فیدر
- نقاله
- آسیا

مدار بسته:

در یک مدار بسته برخی از ذرات خردشده به آسیا برگشت داده می شود.

- فیدر
- نقاله
- باکس پمپ
- پمپ
- کلاسیفایر (خوشه سیکلون ها، سرنند و ..)
- کراشر

میله‌ای / گلوله‌ای:

متداول ترین مدار آسیاکنی در معادن کوچک مقیاس

آسیاهای میله‌ای در حال حذف شدن از مدارهای خردایش هستند!

SABC

SAg Mill

Ball Mill

Crusher

بار در گردش:

مقدار ذرات درشت برگشتی به آسیا در یک مدار بسته به صورت بار در گردش می باشد.

بار در گردش ۳۰٪ یعنی اینکه برای هر تن جامد ورودی به مدار، سه تن از سیکلون به آسیا برگشت داده می شود.

پالپ/اسلاری: ترکیب آب و جامد است.

افزایش تناژ و درصد جامد بصورت همزمان باعث خفه شدن آسیا شده است. معمولاً در مدارهایی که ته ریز هیدروسیکلون هم وارد آسیا می

شود چنین اتفاقی بدلیل افزایش بیش از حد درصد جامد هیدروسیکلون رخ می دهد.

موضوع جلسه بعدی:

فرآیندهای جدایش

ردیف	موضوع	مسئول اجرا/ پیگیری	مهلت
۱			

			۲
--	--	--	---

ساعت شروع: ۱۴ ساعت خاتمه: ۱۶ تاریخ جلسه: ۵ شهریور ۱۴۰۲	محل تشکیل جلسه: سالن جلسات خانه معدن ایران موضوع جلسه: جلسه سوم دوره آموزشی فرآوری مواد معدنی؛ از علم تا تجربه با محوریت جدایش مواد معدنی
حاضرین جلسه	
آقایان مهندس رضایی پور، دکتر سمیعی، مهندس آل آقا، مهندس نجاتی، مهندس رحیمی، مهندس کوزه کنانی، مهندس البوخنفر، مهندس پور جوهری، مهندس دقیق، مهندس هزار خوانین، مهندس مهدوی مقدم، مهندس کاشی، خانم ها مهندس شاملی، مهندس نجفی	
شرح جلسه	
اهم مباحث مطروحه: منابع کسب درآمد در صنعت معدنکاری؟! کانی ها • کانه ها • سنگ • سوخت های معدنی • کانی های صنعتی انتخاب روش جدایش • نوع کانه (اکسیدی، سولفیدی) • ترکیب کانی شناسی و ویژگی های بافت کانه • ذخیره و عیار متوسط کانه (بر مبنای عیار حد) • قیمت فلزات و سرمایه گذاری مورد نیاز برای پروژه • هزینه های زیست محیطی کانه آرای (Ore Dressing) • خردایش (سنگ شکنی، آسیاکنی) • طبقه بندی (خشک و تر) • پرعیارسازی (ثقلی، مغناطیسی، فلوتاسیون) • آبگیری (تیکنر و فیلتر) طبقه بندی/پرعیارسازی مواد معدنی بر اساس خواص فیزیکی-شیمیایی پرعیار می شوند. فلوتاسیون	

پرکاربردترین روش جدایش در فرآوری مواد معدنی و تولید کنسانتره

فرایند فلو تاسیون

- برخورد
- اتصال
- تجمع و انتقال به کف

پارامترها

- نرخ هوادهی
- عمق کف
- اندازه ذره
- درصد جامد
- دبی خوراک
- نرخ افزودن کلکتور
- افزودن کف ساز
- pH
- دما
- افزودن فعال کننده

مراحل هیدرومتالورژی (Hydrometallurgy)

۱. تبدیل ماده از حالت جامد به مایع و یا یون
۲. جداسازی جامد از مایع در پالپ
۳. جداکردن یون مورد نظر از ناخالصی های درون مایع باردار
۴. تبدیل یون مورد نظر به حالت جامد (رسوب)

جامد (Solid)

- منابع اولیه
- منابع ثانویه

عامل لیچینگ (Lixivants)

- آب
- اسید (H_2SO_4) ، HCl ، تیزاب
- باز $(NaOH)$ ، KOH ، NH_4OH
- ترکیبات مختلف $(NaNO_3, MnO_2, H_2O_2)$

سیانور یا سیانید یکی از عوامل لیچینگ است که عمدتاً برای لیچینگ طلا و نقره استفاده می شود.

روش های لیچینگ

- حوضچه ای/ستونی
- همزنی/مکانیکی
- تحت فشار/اتوکلاو

- درجا
 - هیپ/دامپ
- مقایسه روش‌ها:

In Situ

دانه‌بندی: - / مدت زمان: چند سال / راندمان: پایین / هزینه: کمترین / مزایا: اثرات کم روی سطح زمین / معایب: عدم کنترل، آلودگی، اثر آب و هوا

Heap/Dump

دانه‌بندی: ۲۰ - ۱۰۰ mm / مدت زمان: چند ماه تا چند سال / راندمان: ۴۰ - ۶۰٪ / هزینه: کم / مزایا: هزینه کم / معایب: -

Vat

دانه‌بندی: ۱۰ - ۲۰ mm / مدت زمان: چند روز تا چند هفته / راندمان: ۶۰ - ۸۰ درصد / هزینه: متوسط / مزایا: سهولت کنترل فرایند / معایب: -

Stirred Reactor

دانه‌بندی: $> 100 \mu m$ / مدت زمان: < 24 ساعت / راندمان: ۹۰ - ۹۵ درصد / هزینه: زیاد / مزایا: سهولت کنترل فرایند / معایب: -

Pressure Vessel

دانه‌بندی: $> 100 \mu m$ / مدت زمان: < 2 ساعت / راندمان: ۹۰ - ۹۵ درصد / هزینه: خیلی زیاد / مزایا: - / معایب: لزوم طراحی راکتورهای ویژه، نیاز به کنترل دقیق، تجهیزات گران قیمت ویژه

فرایندهای بعد از لیچینگ:

۱- جذب سطحی بر ذغال چوب فعال شده (Activated Charcoal)

۲- تبادل یونی (Ion Exchange)

۳- استخراج با حلال آلی (Solvent Extraction)

جذب سطحی روی کربن فعال عمدتاً برای تغلیظ طلا و نقره از محلول لیچینگ سیانوری به کار می‌رود. این روش ارزان و برای عمل‌آوری محلول‌های رقیق مناسب بوده و سنتتیک و اکشنش کند است. دیگر اینکه این روش برای محلول‌های کدر و ناخالص یا پالپ نیز قابل استفاده بوده و بنابراین مرحله پرهزینه فیلتراسیون حذف می‌گردد.

تخلیص و تغلیظ:

غنی‌سازی: جدایش انتخابی فلز از محلول لیچینگ و باقی گذاشتن ناخالصی‌ها در محلول را غنی‌سازی می‌گویند. بازیابی اورانیوم به روش تبادل یونی یا استخراج با حلال و بازیابی طلا به روش جذب بر کربن فعال مثال‌هایی از غنی‌سازی هستند. خالص‌سازی: جدایش ناخالصیها از محلول لیچینگ و باقی گذاشتن فلز در محلول را خالص‌سازی می‌گویند. حذف آهن از محلول کلرید آلومینیم در بازیابی آلومینیم از رس‌ها و حذف آرسنیک از الکترولیت سولفات مس در تصفیه الکترولیتی مس با حلال‌های آلی مثال‌هایی از خالص‌سازی هستند.

بازگشتی از ذوب (NSR):

پرداختی فلز موجود -

(هزینه حمل و نقل + هزینه های ذوب)

باطله‌های معدنی:

- اشغال فضای زیاد در اطراف معدن یا کارخانه

- آلودگی آب-های سطحی و زیرزمینی به فلزات سنگین مانند آرسنیک، کروم، ...
- ایجاد زهاب اسیدی (AMD)
- خطر شکست و ریزش سد باطله
- تخریب منابع طبیعی
- ایجاد گرد و غبار و ریزگرد در محیط اطراف
- حرکت به سمت حذف یا کاهش حداکثری باطله:

۱- فرآوری مجدد

- تامین آسان خوراک کارخانه بدون نیاز به استخراج ماده معدنی (حذف هزینه استخراج)
- نیاز حداقلی به عملیات خردایش (آسیاکنی) و در نتیجه صرفه-جویی فراوان در انرژی مصرفی
- تولید کنسانتره به همراه تولید فلزات نادر یا استراتژیک (به علت پیشرفت تکنولوژی، افزایش تقاضا و قیمت)

۲- کاربرد باطله - باطله

- استفاده در صنعت سیمان
- استفاده در صنعت آجر و نسوز
- استفاده در صنعت سرامیک
- استفاده در صنعت پلیمر

۳- کاهش معضلات زیست محیطی

- کاهش چشمگیر در حجم باطله
- ساخت و مدیریت سد باطله بر مبنای تجربیات گذشته و روش-های نوین
- تصفیه پساب-ها با تکنولوژی-های کارآمد

ردیف	موضوع	مسئول اجرا/ پیگیری	مهلت
۱			
۲			

بسمه تعالی
صورتجلسه
کمیته فلزات رنگین و فرآوری خانه معدن ایران



ساعت شروع: ۱۴ ساعت خاتمه: ۱۶ تاریخ جلسه: ۹ مهر ۱۴۰۲	محل تشکیل جلسه: سالن جلسات خانه معدن ایران موضوع جلسه: جلسه آخر دوره آموزشی فراوری مواد معدنی؛ از علم تا تجربه
حاضرین جلسه	
آقایان دکتر رادمهر، مهندس محسن رحیمی، دکتر سمیعی، مهندس آل آقا، مهندس نجاتی، مهندس علی رحیمی، مهندس کوزه کنعانی، مهندس معین، مهندس دقیق، مهندس هزار خواجه، مهندس کاشی، مهندس کتابی، خانم مهندس مروتی	
شرح جلسه	
در این جلسه علاوه بر مرور جلسات قبلی به چند نمونه از ارزیابی‌های انجام شده در کارخانه‌های فراوری پرداخته شد که به شرح زیر می‌باشد. 📌 کلیات جهان در ابتدا یک "اتم اولیه" بوده و در اثر انفجار بزرگ که در این اتم اولیه رخ داده، به وجود آمده است. معدن و فراوری مواد معدنی را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود: 📌 اکتشاف 📌 معدنکاری 📌 متالورژی 📌 فراوری 📌 انباشت/اختلاط 📌 سنگ شکنی، آسیا کنی 📌 جدایش فیزیکی 📌 جدایش شیمیایی 📌 جدایش حرارتی 📌 روش‌های فراوری و متالورژی با دریافت ماده معدنی استخراجی از معدن و انجام تعدادی فرآیند یک محصول قابل فروش و یک باطله ایجاد می‌کنند. 📌 کانه و کانی	

کانی یک ترکیب شیمیایی ثابت که در پوسته زمین وجود دارد مانند کالکوپیریت (CuFeS_2) که از سه عنصر مس، آهن و گوگرد تشکیل شده است. کانی‌های حاوی گوگرد (S) را سولفیدی، کانی‌های حاوی اکسیژن (O) را اکسید و کانی‌های حاوی سیلیس (Si) را سیلیکاته می‌گویند.

کانه از یک یا چند کانی تشکیل می‌شود و به لحاظ اقتصادی قابلیت استخراج دارد مانند کانه کالکوپیریت که علاوه بر کانی کالکوپیریت می‌تواند دارای کانی‌های دیگر مانند سیلیس، دولومیت و ... باشد.

✦ مراحل فرآوری مواد معدنی

خردایش (سنگ‌شکنی، آسیاکنی)

طبقه‌بندی (خشک و تر)

پرعیارسازی (ثقلی، مغناطیسی، فلوتاسیون)

آبگیری (تیکنر و فیلتر)

✦ اهداف خردایش

آزادسازی (Liberation)

افزایش مساحت سطحی

توزیع یکنواخت

✦ انتخاب روش جدایش

نوع کانه (اکسیدی، سولفیدی)

ترکیب کانی‌شناسی و ویژگی‌های بافت کانه

ذخیره و عیار متوسط کانه (بر مبنای عیار حد)

قیمت فلزات و سرمایه گذاری مورد نیاز برای پروژه

هزینه های زیست محیطی

✦ فلوتاسیون

پرکاربردترین روش جدایش در فرآوری مواد معدنی و تولید کنسانتره

قدمت سلول‌های فلوتاسیون را می‌توان همزمان با ساخت هواپیما در اوایل قرن بیستم دانست.

✦ موازنه جرم

معادله موازنه مواد، تغییرات مقدار ماده‌ای خاص را در داخل یک سیستم نشان می‌دهد.

دو معادله بنیادی

✦ موازنه جرم برای کل مواد جامد :

$$F=C+T$$

✚ موازنه جرم بر اساس عیار، فراکسیون ابعادی، فراکسیون دانسیته:

$$FT= Cc+Tt$$

✚ مثال‌های موردی:

توقفات در کارخانه و تاثیر آن در تولید
خطای محاسباتی و اختلاف تناژ کنسانتره اندازه‌گیری شده با محاسبه شده در گزارش‌های روزانه

کاهش توقفات = افزایش تولید

✚ تناژ روزانه ورودی به یک کارخانه سرب، ۱۰۰۰ تن با عیار خوراک ۲ درصد، عیار کنسانتره ۵۰٪ و بازیابی ۷۰٪ است. با فرض ۱۰ ماه کاری (۳۰۰ روز) در سال، در صورتی که کارخانه در هر ماه به مدت ۱ روز متوقف شود
میزان فلز در خوراک ورودی (۳۰۰ روز کاری) = ۶۰۰۰ تن
میزان فلز در خوراک ورودی (۲۹۰ روز کاری) = ۵۸۰۰ تن
میزان فلز خوراک در ۱۰ روز توقف = ۲۰۰ تن

✚ با توجه به شرایط موجود، به واسطه ۱۰ روز توقف در سال مقدار ۲۰۰ تن فلز خوراک بازیابی نخواهد شد. در حالیکه با بازیابی ۷۰٪ و لحاظ قیمت ۲۰۰۰ دلار برای هر تن فلز سرب امکان ایجاد ۲۸۰ هزار دلار درآمد فراهم می‌شد.

✚ خطای محاسباتی

منابع اصلی خطا عبارتند از:

تناژ خوراک ورودی و عیارها

رطوبت و تناژ خشک

کالیبراسیون تجهیزات

اپراتور باتجربه

✚ نمودار استخوان ماهی روشی مناسب برای شناخت علت و معلول مسائل و پدیده‌ها.

بسمه تعالی
صور تجلسه
کمیته فلزات رنگین و فراوری خانه معدن ایران



ردیف	موضوع	مسئول اجرا/ پیگیری	مهلت
۱			
۲			