

۱۴۰۱۴۰۱



مبانی فرآوری مواد معدنی

تألیف:

محمد رنجبر

اسماعیل دره زرشکی

مدرس‌ان دانشگاه فنی و حرفه‌ای

سرشناسه : رنجبر، محمد، ۱۳۶۲-
 عنوان و نام پدیدآور : میانی فراوری مواد معدنی
 مشخصات نشر : تهران: دانشگاه فنی و حرفه‌ای، ۱۳۹۴.
 مشخصات ظاهری : ۲۰۰ص: جدول
 شابک : 978-600-94180-2-2
 وضعیت فهرست : فیپای مختصر
 دسترسی :
 یاد است : فهرست‌نویسی کامل این اثر در نشانی: <http://opac.nlai.ir> قابل
 دسترسی است
 شناسه افزوده : دره زرشکی، اسماعیل، ۱۳۶۲-
 شناسه افزوده : دانشگاه فنی و حرفه‌ای
 شماره کتابشناسی : ۱۴۰۰/۳۸۴

عنوان کتاب : میانی فراوری مواد معدنی
 تألیف : محمد رنجبر - اسماعیل دره زرشکی
 ناشر : دانشگاه فنی و حرفه‌ای
 ویراستار : علی بهراد وکیل آباد
 صفحه آرا : محمد رنجبر
 سال و نوبت چاپ : ۱۳۹۴ / چاپ اول
 شمارگان : ۲۰۰
 شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۹۴۱۸۰-۲-۲
 صحافی و لیتوگرافی : برهان
 قیمت : ۱۱۵۰۰۰ ریال

کلیه حقوق این اثر برای مؤلفین و دانشگاه فنی و حرفه‌ای محفوظ است.

آدرس: تهران میدان ونک خیابان برزیل شرقی پلاک ۴ - تلفن: ۰۲۱-۴۲۳۵۰۰۰۰

پست الکترونیک: Entesharat@tvu.ac.ir، وب سایت: Tvu.ac.ir



فهرست مطالب

پیشگفتار

مقدمه

فصل اول: آشنایی با کانه آرایي

۱-۱- مقدمه	۱
۱-۲- تعاریف اولیه	۱
۱-۳- مراحل اساسی در کارخانه کانه آرایي	۲
۱-۴- وظائف یک مهندس کانه آرا	۴
۱-۵- فلوشیت	۴
تمرین و پرسش	۶

فصل دوم: محاسبات مقدماتی فرآوری مواد

۱-۲- مقدمه	۷
۲-۲- تشریح کلی و تعریف	۷
۱-۲-۲- نسبت پریعارسازی	۷
۲-۲-۲- نسبت غنی شدگی	۸
۳-۲-۲- بازیابی	۸
۴-۲-۲- کارایی جدایش	۹
۵-۲-۲- اندیس انتخابیت	۹
۶-۲-۲- ارتباط عیار و بازیابی	۱۰
۳-۲-۲- اصول و سیستم های نمونه گیری	۱۰
۱-۳-۲- حداقل میزان نمونه گیری	۱۰
۲-۳-۲- نمونه گیری از انباشت مواد	۱۱
۳-۳-۲- نمونه گیری از کارخانه	۱۱
۴-۳-۲- آماده سازی نمونه	۱۳
۴-۲- محاسبات پالپ	۱۴
۵-۲- آشنایی با مدارهای جدایش	۱۵
تمرین و پرسش	۱۷

فصل سوم: اهمیت مطالعات کانی شناسی در کانه آرایي

۱-۳- مقدمه	۲۱
۲-۳- مطالعات میکروسکوپی در فرآوری مواد معدنی	۲۲
۳-۳- درجه آزادی	۲۳
۴-۳- قفل شدگی ذرات و انواع آن	۲۴
۵-۳- ضرورت انجام مطالعات درجه آزادی	۲۵
۶-۳- ارتباط درجه آزادی و انرژی مصرفی در کارخانه	۲۶
۷-۳- مرز بین جدایش فیزیکی و شیمیایی از دیدگاه درجه آزادی	۲۶

فصل چهارم: خردایش مواد معدنی

۲۹	۱-۴- مقدمه
۲۹	۲-۴- سنگ شکنی
۲۹	۱-۲-۴- آشنایی کلی
۲۹	۲-۲-۴- نیروهای خردایش
۳۱	۳-۲-۴- نسبت خردایش
۳۲	۴-۲-۴- انرژی مصرفی در فرآیند خردایش
۳۳	۵-۲-۴- روش های تعیین ا. یس کار مواد معدنی
۳۶	۶-۲-۴- انواع سنگ شکن ها
۴۱	۷-۲-۴- مدارهای سنگ شکنی
۴۲	۳-۴- فرآیند آسیاکنی
۴۳	۱-۳-۴- سرعت دوران آسیا
۴۳	۲-۳-۴- درجه انباشتگی
۴۴	۳-۳-۴- آسترهای آسیا
۴۵	۴-۳-۴- انواع آسیاها
۵۰	۵-۳-۴- مدارهای آسیاکنی و کنترل آن
۵۴	۶-۳-۴- ارزیابی کارایی مدارهای نرم کنی
۵۵	تمرین و پرسش

فصل پنجم: دانه بندی ذرات

۵۹	۱-۵- مقدمه
۵۹	۲-۵- دانه بندی مستقیم
۵۹	۱-۲-۵- اصولی کلی
۵۹	۲-۲-۵- عوامل موثر بر کارایی عملیات سرنده کنی
۶۱	۳-۲-۵- محاسبه کارایی عملیات سرنده کنی
۶۲	۴-۲-۵- منحنی توزیع سرنده
۶۳	۵-۲-۵- روشهای نمایش داده های آنالیز دانه بندی
۶۵	۶-۲-۵- نحوه حرکت سرنده ها
۶۵	۷-۲-۵- شاخص های عمومی انتخاب واحد های سرنده کنی
۶۶	۸-۲-۵- انواع سرنده ها
۶۷	۳-۵- دانه بندی غیر مستقیم
۶۷	۱-۳-۵- اصول کلی
۶۸	۲-۳-۵- مقاومت سیال و سرعت ته نشینی
۶۸	۳-۳-۵- ته نشینی ذرات در سیال
۷۰	۴-۳-۵- شرایط مناسب در دانه بندی ذرات
۷۱	۵-۳-۵- انواع کلاسیفایر ها
۷۷	۶-۳-۵- بهبود کارایی کلاسیفایر ها در مدار نرم کنی

فصل ششم: جدایش ثقلی

۸۵

۱-۶- مقدمه

۸۵

۲-۶- شاخص برعیار سازی ثقلی

۸۶

۳-۶- جیگ ها

۸۶

۴-۶-۱- مانی نظری

۸۸

۲-۳-۶- سیکل عملکرد جیگ ماشین ها

۸۸

۳-۳-۶- انواع جیگ ماشین ها

۹۲

۴-۳-۶- کاربرد جیگ ماشین ها

۹۲

۴-۶- جدایش لایه نازک سیال

۹۲

۱-۴-۶- اصول جدایش توسط میز لرزان

۹۴

۲-۴-۶- اصول جدایش توسط تانوشستشو

۹۵

۳-۴-۶- اصول کلی جدایش با جداکننده های مخروطی

۹۵

۴-۴-۶- اصول کلی جدایش با جداکننده های مارپیچی

۹۸

تمرین و پرسش

فصل هفتم: جدایش در محیط سنگین

۱۰۰

۱-۷- مقدمه

۱۰۰

۲-۷- محلول های سنگین

۱۰۰

۳-۷- جدایش به روش واسطه سنگین

۱۰۴

۴-۷- جداکننده های واسطه سنگین

۱۰۴

۵-۷- ارزیابی کارایی جداکننده های واسطه سنگین

۱۰۷

تمرین و پرسش

فصل هشتم: جدایش مغناطیسی و الکترواستاتیکی

۱۰۹

۱-۸- جدایش مغناطیسی

۱۰۹

۱-۱-۸- اصول کلی

۱۰۹

۲-۱-۸- خاصیت مغناطیسی

۱۰۹

۳-۱-۸- جدایش مغناطیسی کانی ها

۱۱۰

۴-۱-۸- جداکننده های مغناطیسی

۱۱۴

۵-۱-۸- کاربرد های جدایش مغناطیسی

۱۱۴

۶-۸- جدایش الکترواستاتیکی

۱۱۷

تمرین و پرسش

فصل نهم: فلوتاسیون

۱۱۸

۱-۹- مقدمه

۱۱۸

۲-۹- خصوصیات آب و سطوح جامد در فلوتاسیون

۱۲۱

۳-۹- عامل های شیمیایی

۱۲۱

۳-۹-۱- کلکتور ها

۱۲۳	۹-۳-۲- کف سازها
۱۲۴	۹-۳-۳- تنظیم کننده ها
۱۲۶	۹-۴- کلیاتی از عملیات شناورسازی
۱۲۷	۹-۵- مهمترین ماشین های فلوتاسیون
۱۲۷	۹-۵-۱- ماشین مکانیکی فلوتاسیون
۱۳۰	۹-۵-۲- ماشین فلوتاسیون ستونی
۱۳۲	۹-۵-۳- سلول جمسون
۱۳۳	۹-۶- آزمون های آزمایشگاهی فلوتاسیون
۱۳۶	۹-۷- مدار های فلوتاسیون
۱۳۹	تمرین و پرسش

فصل دهم: سایر روش های جدایش

۱۴۲	۱۰-۱- مقدمه
۱۴۲	۱۰-۲- ملقمه کردن
۱۴۳	۱۰-۳- سنگجوری
۱۴۴	۱۰-۴- فرایند ذوب
۱۴۵	تمرین و پرسش

فصل یازدهم: جدایش جامد از مایع

۱۴۶	۱۱-۱- مقدمه
۱۴۶	۱۱-۲- تیکنرها
۱۴۶	۱۱-۲-۱- اصول عمومی ته نشینی ذرات
۱۴۷	۱۱-۲-۲- کلیاتی در خصوص تیکنرها
۱۴۸	۱۱-۲-۳- انواع تیکنرها
۱۵۱	۱۱-۳- فیلترها
۱۵۴	۱۱-۴- خشک کن ها
۱۵۶	تمرین و پرسش
۱۵۷	منابع
۱۵۹	واژه نامه فارسی - انگلیسی

اگر با تفکر و اندیشه خویش بیدار نشوید، بنده روزی که بیدار و کجاست نخواهد کرد. سم ۱۲

با رشد روز افزون علم در قرن حاضر، نیاز صنایع به مواد اولیه بیشتر از قبل احساس می شود. از این رو معدنکاران با تجهیز معادن توسط ماشین آلات عظیم، سعی در افزایش توان تولید برآمده تا نیاز صنعت مرتفع گردد. بر کسی پوشیده نیست که مواد معدنی استخراج شده به طور مستقیم قابل استفاده در صنایع پایین دستی نبوده، از این رو حد فاصل بین معدن و محل مصرف، نیاز به وجود عملیاتی جهت افزایش کیفیت مواد معدنی استخراج شده بوده تا هزینه های مراحل پایین دستی تا حد امکان کاهش یابد. مجموعه عملیات مورد نظر، فرآوری مواد معدنی نامیده شده که در این کتاب به طور مفصل ماتی به مبانی و اصول کلی فرآیند های موجود در فرآوری کلاسیک پرداخته می شود. با توجه به نیاز دانشجویان رشته مهندسی معدن دانشگاه فنی و حرفه ای به منبعی مناسب جهت آموزش درس کانه آرایی که تلفیقی از مباحث ترری، کاربردی بوده و زمینه را برای تربیت نیروی انسانی متخصص و مورد نیاز صنعت فرآوری کشور آماده سازد، مولفین بر آن شدند تا منبعی مناسب برای دانشجویان این دانشگاه که پوشش دهنده کلیه مباحث موجود در سرفصل درس کانه آرایی باشد را آرا نمایند. در این کتاب سعی شده است فرآیند های موجود در کانه آرایی از دو منظر تئوری و کاربردی مورد بررسی قرار گیرند. استفاده از مطالب جامع و کوتاه در تمام کتاب محسوس بوده، از این رو کتاب حاضر در مقایسه با اکثر کتاب های موجود بسیار کمتری دارد. از مزایای اصلی این کتاب، طرح پرسش ها و مسائل در انتهای هر فصل می باشد. این پرسش ها شامل مرور مطالب گفته شده در فصل و ایجاد چالش در ذهن خواننده در خصوص مطالبی است که در متن کتاب به طور مفصل بیان شده است. در حول فرآیند تهیه مطالب از منابع گوناگونی استفاده شده که بخشی از آنها در بخش منابع اخذ شده است. در این کتاب کمتر به تئوری فرآیند ها اشاره شده و سعی گردیده تا مطالب صرفاً کاربردی تر آورده شوند. با توجه به سرفصل درس مورد نظر، این کتاب منبع مفیدی برای دانشجویان مهندسی معدن (کاردانی، کارشناسی، کارشناسی ارشد)، مهندسی متالورژی و نیز مهندسان شاغل در صنایع معدنی خواهد بود. مقتضی است تا مولفین تشکر ویژه ای خود را از آقایان مهندس عباس حسینی پور معاونت محترم آموزشی و پژوهشی و مهندس حامد ارجمند کرمائی رییس گروه مهندسی معدن دانشکده فنی شهید دادبین کرمان که همکاری بی شائبه ای با اینجانبان در جهت حصول شرایط مناسب جهت آراستن این کتاب داشتند، ابراز نمایند. همچنین از کلیه دانشجویان، اساتید و صاحب نظران در زمینه معدن و صنایع معدنی که نظرات ارزشمند خود در خصوص رفع عیوب احتمالی موجود در کتاب و پیشنهادات سازنده جهت بهتر شدن آن در وبسایت www.darezereshki.com یا به نشانی الکترونیکی مولفین ارسال می دارند، کمال تشکر را دارد.

ایات نامه: m_ranjbar@uk.ac.ir

darezereshki@uk.ac.ir

محمد رنجبار

اسماعیل دره زرشکی

مقدمه

ایران با حدود ۱٪ جمعیت جهان حدود ۷٪ ذخایر معدنی کشف شده دنیا را داراست. کشورمان با دارا بودن حدود ۶۸ نوع ماده معدنی (غیر نفتی)، ۳۷ میلیارد تن ذخایر کشف شده و ۵۷ میلیارد تن ذخایر بالقوه در میان ۱۵ قدرت معدنی جهان جای گرفته و یکی از کشورهای غنی از حیث دارایی‌های معدنی به حساب می‌آید و در بسیاری از ذخایر مواد معدنی در دنیا ثروتمند می‌باشد. مواد معدنی استخراج شده به عنوان ماده ی اولیه ی صنایع مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما کیفیت مواد خام به حدی نیست که مستقیماً مورد استفاده قرار گیرد. از این رو بعد از استخراج، مجموعه عملیاتی تحت عنوان **فراوری مواد معدنی یا تغلیظ مواد معدنی** بر روی این مواد انجام می‌گیرد. این فرآیند صرف نظر از نوع ماده معدنی شامل سه مرحله، اصلی، دایش، طبقه بندی و جداسازی است. هر یک از این مراحل خود شامل چند زیرفرآیند خواهد بود که در نهایت ماده معدنی برعیار شده به گونه ای که قابل استفاده در فرآیند پایین دستی خواهد بود. فراوری مواد معدنی در دو شاخه کلی قابل بررسی است: روش فیزیکی و روش شیمیایی. در روش فیزیکی که اساس این کتاب بر پایه ی آن بنا شده است، خصوصیات مهمان ماده معدنی تا انتهای فرآیند دست نخورده باقی خواهد ماند اما در روش شیمیایی (لیچینگ اسیدی) به دلیل انجام واکنش های انحلال، ماده اولیه به فلز محلول تبدیل شده و در نهایت با انجام فرآیند های تخلیص و تغلیظ، فلز با ارزش بالا به دست خواهد آمد. در حقیقت می توان گفت روش شیمیایی عمدتاً جهت برعیارسازی کانسنگ هایی در دسترس قرار می گیرد که عیار فلز در آنها پایین بوده و به روش های فیزیکی جدایش قابل استحصال نباشند. در حال حاضر در برخی از معادن بزرگ ایران مانند معدن مس سرچشمه همزمان از هر دو روش (کارخانه های تغلیظ و لیچینگ) استفاده می گردد. کدام از این روش ها مزایا و معایب خاص خود را دارند اما از نظر پیچیدگی فرآیند، عوامل موثر بر کارایی روش شیمیایی و کنترل فرآیند به مراتب بیشتر و سخت تر از روش های جدایش فیزیکی خواهد بود. در این نوشتار به مبانی کلی فرآیند جدایش و کاربرد روش های فیزیکی جدایش به زبانی ساده پرداخته خواهد شد.

محمد رنجبر
اسماعیل دره زرشکی