

عنوان و نام پدیدآور: متالورژی استخراجی مس/ نویسندگان مارک ای. اشلینگر... [و دیگران]: ترجمه الیاس حسین خانی.

شناسه افزوده: اشلسینگر، مارک ای. Schlesinger, Mark E.

شناسه افزوده: حسین خانی، الیاس، ۱۳۶۷، مترجم.

مشخصات نشر: تهران: متخصصان، ۱۴۰۰.

مشخصات ظاهری: ۵۲۹ ص: مصور، جدول، نمودار.

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

یادداشت: عنوان اصلی Extractive metallurgy of copper، ۲۰۱۱.

یادداشت: نویسندگان مارک ای. اشلینگر، متیو جی. کینگ، کاترین سی. سول، ویلیام جی. داون پورت.

موضوع: مس - ذوب و استخراج - Copper - Metallurgy - نیکل - ذوب و استخراج - Metallurgy Nickel

رده بندی کنگره: ۷۸۰ TN

رده بندی دیویی: ۳/۶۶۹

شماره کتابشناسی ملی: ۸۶۷۳۸۷۹

اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیبا

نویسندگان: مارک ای. اشلینگر، متیو جی. کینگ، کاترین سی. سول، ویلیام جی. داون پورت

مترجم: الیاس حسین خانی

نویسندگان: اول (زمستان ۱۴۰۰)

صفحه آرای: مهرداد صفایی

چاپ و نشر: متخصصان

مدیر مسئول نشر: علیرضا خضرانی

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۹۲-۴۳۱-۷

قیمت: ۱۴۰/۰۰۰ تومان

کلیه حقوق مادی و معنوی محفوظ است.

تهران: نشر متخصصان؛ ۱۴۰۰

تهران- خیابان دماوند - پلاک ۲ - ساختمان نگین

تلفن: ۷۷۶۱۷۹۹۶-۲۱

از نشر  
موتکھاسسان



[www.Motekhassestan.com](http://www.Motekhassestan.com)

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| فصل ۱: چشم انداز.....                                           | ۲۵ |
| ۱-۱- مقدمه.....                                                 | ۲۶ |
| ۱-۲- استخراج مس از کانی های حاوی مس / آهن / گوگرد.....          | ۲۹ |
| ۱-۲-۱- تغلیظ توسط فلوتاسیون با کف (فصل ۳ و ۴).....              | ۳۰ |
| ۱-۲-۲- ذوب مات (فصل های ۶، ۵ و ۹).....                          | ۳۲ |
| ۱-۲-۳- فرایند تبدیل (فصل های ۸ و ۹).....                        | ۳۳ |
| ۱-۲-۴- ذوب مستقیم مس (فصل ۱۰).....                              | ۳۵ |
| ۱-۲-۵- تصفیه حرارتی و الکتریکی مس بلیستر (فصل های ۱۳ و ۱۴)..... | ۳۶ |
| ۱-۳- استخراج هیدرومتالورژیکی مس.....                            | ۳۷ |
| ۱-۳-۱- استخراج حلالی (فصل ۱۶).....                              | ۳۸ |
| ۱-۳-۲- الکترو وینینگ (فصل ۱۶).....                              | ۴۰ |
| ۱-۴- ذوب و ریخته گری مس کاتدی.....                              | ۴۱ |
| ۱-۴-۱- انواع محصولات مسی.....                                   | ۴۱ |
| ۱-۵- بازیافت قراضه های مس و آلیاژهای آن (فصل ۱۸ و ۱۹).....      | ۴۱ |
| ۱-۶- خلاصه ی فصل.....                                           | ۴۲ |
| فصل ۲: تولید و کاربرد.....                                      | ۴۴ |
| ۱-۲- کانی های مس و عیارهای اقتصادی.....                         | ۵۰ |
| ۲-۲- موقعیت کارخانه های استخراج مس.....                         | ۵۱ |
| ۳-۲- بهای مس.....                                               | ۶۰ |
| ۴-۲- خلاصه ی فصل.....                                           | ۶۰ |
| فصل ۳: تغلیظ کانی های مس - مقدمه و خردایش.....                  | ۶۲ |
| ۱-۳- فلوشیت فرایند تغلیظ.....                                   | ۶۳ |

|    |                                                     |
|----|-----------------------------------------------------|
| ۶۳ | ۲-۳- فرایند خردایش                                  |
| ۶۵ | ۳-۳- سنگ شکنی انفجاری (آتشباری)                     |
| ۶۶ | ۱-۳-۳- آنالیز تعیین اندازه ی ذره کانی               |
| ۶۶ | ۲-۳-۳- آنالیز تعیین سختی کانی                       |
| ۶۷ | ۴-۳- خردایش                                         |
| ۶۸ | ۵-۳- آسیاکاری                                       |
| ۶۸ | ۱-۵-۳- اندازه آسیاکاری و جداسازی مواد معدنی مسی     |
| ۷۴ | ۲-۵-۳- تجهیزات آسیاکاری                             |
| ۷۵ | ۱-۲-۵-۳- آسیاهای خودشکن و نیمه خودشکن               |
| ۷۶ | ۲-۲-۵-۳- آسیاهای گلوله ای                           |
| ۷۶ | ۳-۵-۳- کنترل اندازه ذرات تغذیه ی فرایند فلوتاسیون   |
| ۷۷ | ۴-۵-۳- تجهیزات و کنترل                              |
| ۷۹ | ۱-۴-۵-۳- کنترل اندازه ی ذره                         |
| ۸۰ | ۲-۴-۵-۳- کنترل کانی خروجی                           |
| ۸۰ | ۶-۳- پیشرفت های اخیر در حوزه ی خردایش               |
| ۸۱ | ۱-۶-۳- خردایش غلتکی پر فشار                         |
| ۸۲ | ۲-۶-۳- آنالیز کانی شناختی خودکار                    |
| ۸۲ | ۷-۳- خلاصه ی فصل                                    |
| ۸۴ | فصل ۴: تولید کنسانتره مس از کانی های ریز خرد شده مس |
| ۸۵ | ۱-۴- عملیات فلوتاسیون با کف                         |
| ۸۸ | ۲-۴- مواد شیمیایی مورد استفاده در فرایند فلوتاسیون  |
| ۸۸ | ۱-۲-۴- جمع کننده ها (کلکتورها)                      |

|     |                                                            |
|-----|------------------------------------------------------------|
| ۹۰  | ۴-۲-۲- قابلیت انتخابی در فرایند فلوتاسیون.....             |
| ۹۰  | ۴-۲-۳- فلوتاسیون انتخابی- اصلاح کننده ها.....              |
| ۹۱  | ۴-۲-۴- کف سازها.....                                       |
| ۹۲  | ۴-۳- روش های فلوتاسیون ویژه ی کانی های مس.....             |
| ۱۰۱ | ۴-۴- سلول های فلوتاسیون.....                               |
| ۱۰۱ | ۴-۴-۱- سلول های ستونی.....                                 |
| ۱۰۴ | ۴-۵-۵- حسگرها، عملیات و کنترل.....                         |
| ۱۰۵ | ۴-۵-۱- آنالیز پیوسته ی شیمیایی جریانات فرایند.....         |
| ۱۰۵ | ۴-۵-۲- سیستم های نظارتی ماشینی.....                        |
| ۱۰۶ | ۴-۶- محصولات فرایند فلوتاسیون.....                         |
| ۱۰۶ | ۴-۶-۱- عملیات ضخیم سازی (در مخازن ته نشینی) و آبزدایی..... |
| ۱۰۶ | ۴-۶-۲- باطله ها.....                                       |
| ۱۰۷ | ۴-۷- سایر فرایندهای جداسازی در عملیات فلوتاسیون.....       |
| ۱۰۷ | ۴-۷-۱- جداسازی طلا از طریق عملیات فلوتاسیون.....           |
| ۱۰۸ | ۴-۸- خلاصه ی فصل.....                                      |
| ۱۰۹ | فصل ۵: اصول ذوب مات.....                                   |
| ۱۱۰ | ۵-۱- چرا ذوب؟.....                                         |
| ۱۱۲ | ۵-۲- مات و سر باره.....                                    |
| ۱۱۲ | ۵-۲-۱- سر باره.....                                        |
| ۱۱۷ | ۵-۲-۲- کلسیم فریت و سر باره های الوین (Olivine Slags)..... |
| ۱۱۹ | ۵-۲-۳- مات (Sundstrom, Eksteen, & Georgalli, ۲۰۰۸).....    |
| ۱۲۰ | ۵-۳- واکنش های تشکیل مات.....                              |

|          |                                                           |
|----------|-----------------------------------------------------------|
| ۱۲۲..... | ۴-۵ فرایند ذوب: ملاحظات عمومی                             |
| ۱۲۳..... | ۵-۵ محصولات ذوب: مات، سرباره و گازهای خروجی               |
| ۱۲۳..... | ۱-۵-۵ مات                                                 |
| ۱۲۴..... | ۲-۵-۵ سرباره                                              |
| ۱۲۴..... | ۳-۵-۵ گازهای خروجی                                        |
| ۱۲۶..... | ۶-۵ خلاصه                                                 |
| ۱۲۷..... | فصل ۶: ذوب فلش                                            |
| ۱۲۹..... | ۱-۶ کوره فلش اتوتک                                        |
| ۱۳۰..... | ۱-۱-۶ جزئیات ساختاری (Fagerlund, Lindgren, & Jaf s, ۲۰۱۰) |
| ۱۳۰..... | ۲-۱-۶ ژاکت‌های خنک‌کننده                                  |
| ۱۳۱..... | ۳-۱-۶ مشعل گنمانده (شکل ۶/۲)                              |
| ۱۳۲..... | ۴-۱-۶ مشعل‌های کمکی سوخت مایع و گازی                      |
| ۱۳۲..... | ۵-۱-۶ تب‌هول‌های مات و سرباره                             |
| ۱۳۳..... | ۲-۶ تجهیزات جانبی                                         |
| ۱۳۳..... | ۱-۲-۶ سیستم بلندینگ                                       |
| ۱۳۴..... | ۲-۲-۶ خوراک جامد ورودی به درایر                           |
| ۱۳۵..... | ۳-۲-۶ بین و سیستم خوراک‌دهی                               |
| ۱۳۵..... | ۴-۲-۶ کارخانه اکسیژن                                      |
| ۱۳۶..... | ۵-۲-۶ هوای پیش‌گرم احتراقی (optional)                     |
| ۱۳۶..... | ۶-۲-۶ بویلر بازیافت حرارتی (Koster, ۲۰۱۰)                 |
| ۱۳۶..... | ۷-۲-۶ بازیافت غبار و سیستم برگشتی                         |
| ۱۳۷..... | ۳-۶ عملکرد کوره فلش                                       |

|     |                                                   |
|-----|---------------------------------------------------|
| ۱۳۷ | ۱-۳-۶ راه اندازی و توقف                           |
| ۱۳۸ | ۲-۳-۶ عملیات در حالت پایدار                       |
| ۱۳۹ | ۴-۶ کنترل (FIG. ۶/۳)                              |
| ۱۳۹ | ۱-۴-۶ کنترل نرخ شارژ و عیار مات                   |
| ۱۳۹ | ۲-۴-۶ کنترل ترکیب سرباره                          |
| ۱۴۰ | ۳-۴-۶ کنترل دما                                   |
| ۱۴۰ | ۴-۴-۶ واکنش های محفظه واکنش و کنترل کف کوره       |
| ۱۴۰ | ۵-۶ رفتار ناخالصی ها                              |
| ۱۴۱ | ۱-۵-۶ ناخالصی های غیر بازیافتی در غبار            |
| ۱۴۲ | ۲-۵-۶ روش های صنعتی دیگر جهت کنترل ناخالصی ها     |
| ۱۴۲ | ۶-۶ پیشرفت های اخیر ذوب فلزات و روند های آینده    |
| ۱۴۲ | ۷-۶ ذوب فلش اینکو                                 |
| ۱۴۳ | ۱-۷-۶ جزئیات کوره                                 |
| ۱۴۴ | ۲-۷-۶ مشعل کنسانتره                               |
| ۱۴۴ | ۳-۷-۶ سیستم خنک کننده آبگرد                       |
| ۱۴۵ | ۴-۷-۶ تب هول های مات و سرباره                     |
| ۱۴۵ | ۵-۷-۶ اپتیک گازهای خروجی                          |
| ۱۴۵ | ۶-۷-۶ تجهیزات کمکی                                |
| ۱۴۶ | ۷-۷-۶ خشک کن کنسانتره                             |
| ۱۴۶ | ۸-۷-۶ سیستم شارژ مشعل کنسانتره                    |
| ۱۴۶ | ۹-۷-۶ سیستم های خنک کاری گاز خروجی و بازیابی غبار |
| ۱۴۷ | ۸-۶ خلاصه کوره فلش اینکو                          |

|          |                                                         |
|----------|---------------------------------------------------------|
| ۱۴۷..... | ۹-۶ مقایسه کوره فلش اینکو با اتوتک                      |
| ۱۴۸..... | ۱۰-۶ خلاصه                                              |
| ۱۴۹..... | فصل ۷: ذوب با تیورهای غوطه‌ور در مذاب                   |
| ۱۵۰..... | ۱-۷ فرایند نرندا                                        |
| ۱۵۲..... | ۲-۷ مکانیزم واکنش                                       |
| ۱۵۳..... | ۱-۲-۷ جدایش مات و سرباره                                |
| ۱۵۴..... | ۲-۲-۷ انتخاب عیار مات                                   |
| ۱۵۴..... | ۳-۲-۷ رفتار ناخالصی‌ها                                  |
| ۱۵۴..... | ۴-۲-۷ قراضه و مواد باقی مانده از ذوب                    |
| ۱۵۵..... | ۳-۷ اپراتوری و کنترل                                    |
| ۱۵۵..... | ۱-۳-۷ کنترل (Zapata, ۲۰۰۶)                              |
| ۱۵۶..... | ۴-۷ اصلاح سرعت تولید                                    |
| ۱۵۶..... | ۵-۷ ذوب تیننت                                           |
| ۱۵۷..... | ۱-۵-۷ دانه مات                                          |
| ۱۵۸..... | ۶-۷ توضیح فرایند                                        |
| ۱۵۸..... | ۷-۷ اپراتوری (MOYANO ET AL., ۲۰۱۰)                      |
| ۱۵۸..... | ۸-۷ کنترل (MORROW & GAJAREDO, ۲۰۰۹ MOYANO ET AL., ۲۰۱۰) |
| ۱۶۰..... |                                                         |
| ۱۶۰..... | ۱-۸-۷ کنترل دما                                         |
| ۱۶۰..... | ۲-۸-۷ کنترل ترکیب سرباره و مات                          |
| ۱۶۱..... | ۳-۸-۷ کنترل ارتفاع مات و سرباره                         |
| ۱۶۱..... | ۹-۷ توزیع ناخالصی‌ها                                    |



|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| ۱۰-۷ بحث                                               | ۱۶۲ |
| ۱-۱۰-۷ مات عیار خیلی بالا و راندمان حذف $SO_2$         | ۱۶۲ |
| ۲-۱۰-۷ دوره کارکرد و تعمیر تیور داغ                    | ۱۶۲ |
| ۳-۱۰-۷ خنک کاری کوره                                   | ۱۶۲ |
| ۴-۱۰-۷ بازیافت حرارت گاز خروجی                         | ۱۶۲ |
| ۱۱-۷ غوطه‌ور - ذوب تیوری VANYUKOV                      | ۱۶۳ |
| ۱۲-۷ خلاصه                                             | ۱۶۵ |
| فصل ۸: فرایند تبدیل مات به بلیستر (کنورتور)            | ۱۶۶ |
| ۱-۸ واکنش شیمیایی                                      | ۱۶۷ |
| ۱-۱-۸ واکنش های دوش مس                                 | ۱۷۰ |
| ۲-۱-۸ حذف ناخالصی ها در طول فرایند کنورتور             | ۱۷۴ |
| ۲-۸ عملیات کنورتور پیرس - اسمیت                        | ۱۷۴ |
| ۱-۲-۸ دمش و جمع کننده های گازهای خروجی                 | ۱۷۶ |
| ۲-۲-۸ کنترل دما                                        | ۱۷۸ |
| ۳-۲-۸ انتخاب دما                                       | ۱۷۸ |
| ۴-۲-۸ اندازه گیری دما                                  | ۱۷۸ |
| ۵-۲-۸ کنترل سرباره و فلاکس                             | ۱۷۹ |
| ۶-۲-۸ نرخ تشکیل سرباره                                 | ۱۷۹ |
| ۷-۲-۸ تعیین نقطه پایانی                                | ۱۸۰ |
| ۱-۷-۲-۸ دمش سرباره                                     | ۱۸۰ |
| ۲-۷-۲-۸ دمش مس                                         | ۱۸۰ |
| ۳-۸ هوای احتراقی غنی از اکسیژن در کنورتور پیرس - اسمیت | ۱۸۰ |



|          |                                                       |
|----------|-------------------------------------------------------|
| ۱۸۲..... | ۴-۸ به حداکثر بهره‌وری کنورتور.....                   |
| ۱۸۳..... | ۱-۴-۸ به حداکثر رساندن جامد ذوب‌شده.....              |
| ۱۸۳..... | ۲-۴-۸ ذوب کنسانتره در کنورتور.....                    |
| ۱۸۴..... | ۳-۴-۸ بیشترین زمان کارکرد.....                        |
| ۱۸۴..... | ۵-۸ پیشرفت‌های اخیر کنورتور پیرس-اسمیت.....           |
| ۱۸۴..... | ۱-۵-۸ تزریق هوای احتراقی با پوشش‌های انفجاری.....     |
| ۱۸۵..... | ۲-۵-۸ شارژ قراضه.....                                 |
| ۱۸۵..... | ۳-۵-۸ طراحی پوسته کنورتور.....                        |
| ۱۸۵..... | ۶-۸ جایگزین کنورتور پیرس-اسمیت.....                   |
| ۱۸۶..... | ۲-۶-۸ فلش کنورتور.....                                |
| ۱۸۷..... | ۱-۲-۶-۸ شیمی.....                                     |
| ۱۸۸..... | ۲-۲-۶-۸ انتخاب سرباره کلسیم.....                      |
| ۱۸۹..... | ۳-۲-۶-۸ مات لایه.....                                 |
| ۱۸۹..... | ۴-۲-۶-۸ بهره‌وری.....                                 |
| ۱۸۹..... | ۵-۲-۶-۸ خلاصه فلش کنورتور.....                        |
| ۱۹۰..... | ۳-۶-۸ کنورتورینگ پیوسته تیورهای غوطه‌ور نرندا.....    |
| ۱۹۰..... | ۱-۳-۶-۸ واکنش‌های شیمیایی.....                        |
| ۱۹۱..... | ۲-۳-۶-۸ مکانیسم واکنش‌ها.....                         |
| ۱۹۲..... | ۳-۳-۶-۸ سرباره سیلیکاتی.....                          |
| ۱۹۲..... | ۴-۳-۶-۸ کنترل.....                                    |
| ۱۹۳..... | ۵-۳-۶-۸ خلاصه کنورتور نرندا.....                      |
| ۱۹۳..... | ۴-۶-۸ پیشرفت‌های اخیر کنورتور پیرس-اسمیت جایگزین..... |

|          |                                                             |
|----------|-------------------------------------------------------------|
| ۱۹۴..... | ۷-۸ خلاصه                                                   |
| ۱۹۵..... | فصل ۹: ذوب حمام مات به روش های: آوسملت/ ایساسملت و میتسویشی |
| ۲۰۱..... | ۱-۹- عملیات اصلی                                            |
| ۲۰۲..... | ۲-۹- مواد تغذیه                                             |
| ۲۰۳..... | ۳-۹- کوره ی TSL و لانس ها                                   |
| ۲۰۴..... | ۴-۹- مکانیزم های ذوب                                        |
| ۲۰۵..... | ۱-۴-۹- حذف ناخالصی                                          |
| ۲۰۵..... | ۵-۹- آغاز به کار و توقف کوره ها.                            |
| ۲۰۶..... | ۶-۹- آمار راه اندازی در سال های اخیر                        |
| ۲۰۷..... | ۷-۹- تبدیل مس با استفاده از فناوری TSL                      |
| ۲۰۸..... | ۸-۹- فرایند میتسویشی                                        |
| ۲۰۸..... | ۱-۸-۹- مقدمه                                                |
| ۲۰۹..... | ۲-۸-۹- فرایند میتسویشی                                      |
| ۲۱۰..... | ۳-۸-۹- جزئیات کوره ی ذوب                                    |
| ۲۱۲..... | ۴-۸-۹- جزئیات مربوط به کوره ی الکتریکی تمیزکننده ی سرباره   |
| ۲۱۳..... | ۵-۸-۹- جزئیات کوره ی تبدیل                                  |
| ۲۱۴..... | ۱-۵-۸-۹- سرباره ی کوره ی تبدیل                              |
| ۲۱۴..... | ۲-۵-۸-۹- مس کوره ی تبدیل                                    |
| ۲۱۴..... | ۶-۸-۹- عیار بهینه ی مات                                     |
| ۲۱۹..... | ۷-۸-۹- کنترل فرایند ذوب/ تبدیل میتسویشی                     |
| ۲۲۱..... | ۹-۹- فرایند میتسویشی در قرن ۲۰۰۰                            |
| ۲۲۲..... | ۱۰-۹- خلاصه ی فصل                                           |