

بسم الله الرحمن الرحيم

کوره‌های ذوب و ریخته‌گری

مهندس هوشنگ ملکی لاکانی
مدرس آموزشکده فنی انزلی - دانشگاه علمی کاربردی

سرشناسه
عنوان و نام پدیدآور : کوره‌های ذوب و ریخته‌گری / مولف هوشنگ ملکی لاکانی.
مشخصات نشر : رشت : دریای دانش، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری : ج. (بدون شماره‌گذاری).
شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۷۲۲-۳۰۱-۷
وضعیت فهرست نویسی : فیا
موضوع : کوره‌های ذوب
رده بندی کنگره : TN۶۷۷/م۷ک۹ ۱۳۹۳
رده بندی دیویی : ۶۶۹/۱۴۱۳
شماره کتابشناسی ملی : ۳۵۵۹۴۰۰

کوره‌های ذوب و ریخته‌گری

نویسنده: مهندس هوشنگ ملکی لاکانی
ناشر: دریای دانش
تایپ و حروفچینی: هنر و اندیشه
طرح جلد: هوشنگ ملکی
نوبت چاپ: اول
تاریخ انتشار: ۱۳۹۳
چاپ و صحافی: زیتون
شمارگان: ۵۰۰
قیمت: ۱۲۰۰۰۰ ریال

نشانی: رشت، میدان فرهنگ، خ آزادگان، خ نادر صفایی، جنب کوچه حاتم
تلفن: ۰۱۳-۳۳۲۳۱۶۹۷

فهرست

..... ۱۳ پیشگفتار

فصل اول: کوره‌های بوته‌ای

- ۱۴ ۱-۱- تعریف کوره
- ۱۵ ۱-۲- دسته بندی ذوب
- ۱۵ ۱-۲-۱- ذوب مستقیم (ذوب در اتمسفر)
- ۱۷ ۱-۲-۲- ذوب در خلأ
- ۱۷ ۱-۲-۳- ذوب در محیط بی اثر
- ۱۷ ۱-۲-۴- ذوب تصفیه
- ۱۷ ۱-۳- تقسیم بندی کوره‌ها
- ۱۸ ۱-۳-۱- از نظر تولید و سیاست تولیدی
- ۱۸ ۱-۳-۲- از نظر نوع سوخت و تامین انرژی
- ۱۹ ۱-۳-۳- از نظر توزیع حرارت و شدت واکنشهای بین مذاب و عوامل احتراق
- ۲۱ ۱-۴- انواع کوره‌های ریخته‌گری
- ۲۱ ۱-۴-۱- کوره‌های بوته‌ای (زمینی)
- ۲۲ ۱-۴-۲- انواع کوره‌های بوته‌ای
- ۲۲ ۱-۴-۲-۱- کوره بوته‌ای ثابت
- ۲۵ ۱-۴-۲-۲- کوره بوته‌ای چرخان
- ۲۶ ۱-۵- نکاتی که هنگام شارژ کوره‌های بوته‌ای باید مورد توجه قرار گیرد

- ۶-۱- تعیین ظرفیت کوره‌های بوت‌های ۲۶
- ۶-۱-۱- تعیین ظرفیت بوت‌ه با استفاده از وزن مخصوص ۲۶
- ۶-۱-۲- تعیین ظرفیت بوت‌ه با استفاده از جدول ۲۷
- ۷-۱- ابعاد استاندارد بوت‌های گرافیتی ۲۹
- ۸-۱- اندازه ضخامت جداره استوانه‌ای کوره ۳۰
- ۹-۱- تغییرات مقاومت حرارتی جداره کوره نسبت به ضخامت آن ۳۱
- ۱۰-۱- آجرهای مورد استفاده در کوره‌های بوت‌های ۳۳
- ۱۱-۱- مقدار حرارت هدایت شده از جداره ۳۳
- ۱۲-۱- تعداد لایه‌ها و تعیین وزن آجر مصرفی ۳۴
- ۱۳-۱- تلفات حرارتی و تعیین راندمان کوره‌های بوت‌های ۳۷
- ۱۴-۱- نمودار توازن گرما ۳۹
- ۱۵-۱- سرعت ذوب و عوامل موثر بر آن ۴۱
- ۱۶-۱- تبدیل سوخت مایع به پودر مایع و ایجاد شعله غیر گسسته ۴۳
- ۱۷-۱- تاثیر پیش گرم کردن مواد فلزی در سرعت ذوب ۴۳
- ۱۸-۱- قسمت‌های مختلف یک کوره زمینی بوت‌های ۴۷
- ۱۸-۱-۱- بدنه استوانه‌ای فلزی ۴۷
- ۱۸-۱-۲- جداره نسوز کوره ۴۷
- ۱۸-۱-۳- دم کوره ۴۸
- ۱۸-۳-۱- موارد مصرف الکتروموتورها در کارگاه‌ها و کارخانجات ریخته‌گری ۴۹
- ۱۸-۳-۲- الکتروموتورها در دمنده‌ها ۵۰
- ۱۸-۳-۳- مشخصات یک دمنده ۵۹
- ۱۸-۴- لوله فارسونگ ۵۹
- ۱۸-۵- درب کوره ۵۹
- ۱۸-۶- زیر بوت‌های ۶۰
- ۱۹-۱- نکاتی که جهت بالا بردن عمر و راندمان کوره‌های بوت‌های بهتر است رعایت گردد ۶۰
- ۲۰-۱- انواع بوت‌های مورد استفاده در ریخته‌گری ۶۱

- ۱-۲۰-۱- بوتنه چیست؟ ۶۱
- ۱-۲۱- جنس بوتنه‌ها ۶۱
- ۱-۲۱-۱- بوتنه‌های آهن خالص ۶۲
- ۱-۲۱-۲- آهن خالص تجاری ۶۲
- ۱-۲۱-۳- بوتنه‌های چدنی ۶۲
- ۱-۲۱-۴- بوتنه‌های فولادی ۶۲
- ۱-۲۱-۵- بوتنه‌های سیلکون کارباید ۶۳
- ۱-۲۱-۶- بوتنه‌های شاموتی ۶۳
- ۱-۲۱-۷- بوتنه‌های گرافیتی ۶۳
- ۱-۲۲- طرز ساخت بوتنه‌های ۶۴
- ۱-۲۳- سوخت کوره‌های بوتنه‌ای ۶۴
- ۱-۲۳-۱- مزایای سوخت‌های گازی ۶۴

فصل دوم: کوره کوپل (کوپلا)

- ۲-۱- مقدمه ۶۶
- ۲-۲- تشریح مختصر کوره کوپل ۶۶
- ۲-۳- قسمت‌های مختلف کوره کوپل ۶۶
- ۲-۴- تعمیر جداره نسوز کوره ۶۸
- ۲-۵- شارژ (charge) کوره کوپل ۶۹
- ۲-۶- محصولات کوره کوپل ۷۰
- ۲-۷- اندازه‌های اصلی کوره‌های کوپل معمولی ۷۱
- ۲-۸- محاسبه سرعت ذوب (ظرفیت) کوره کوپل ۷۳
- ۲-۹- تعیین حجم هوای دمیده شده بر حسب سرعت ذوب ۷۳
- ۲-۱۰- محاسبه حجم هوای لازم برای احتراق هر کیلو گرم کربن خالص ۷۵
- ۲-۱۱- تعیین حجم هوای دمیده شده بر حسب سرعت ذوب بکمک رسم نمودار ۷۹
- ۲-۱۲- سطح مقطع توپرها و نسبت سطح آنها به سطح داخلی کوره (مقطع کوره و قسمت‌های داخلی آن) ۸۲

- ۱۳-۲- رابطه سرعت ذوب (ظرفیت) با قطر داخلی کوره..... ۸۴
- ۱۴-۲- رابطه سرعت ذوب (ظرفیت) با قطر داخلی کوره و ارتفاع موثر..... ۸۶
- ۱۵-۲- فاصله تویرها تا کف کوره..... ۸۶
- ۱۶-۲- اندازه و تعداد تویرها..... ۸۸
- ۱۷-۲- ابعاد اصلی کوره‌های کوپل استاندارد..... ۹۰
- ۱۸-۲- حجم هوا..... ۹۱
- ۱۹-۲- فشار هوای دمیده شده به کوره..... ۹۶
- ۲۰-۲- ارتفاع کک بستر..... ۹۷
- ۲۱-۲- باردهی..... ۹۹
- ۲۲-۲- کک بار..... ۱۰۰
- ۱-۲-۲۲- نسبت فلز-کک..... ۱۰۰
- ۲-۲-۲۲- کاهش ارتفاع بستر..... ۱۰۰
- ۲۳-۲- سنگ آهک سیاله..... ۱۰۱
- ۲۴-۲- اندیس بازی..... ۱۰۳
- ۲۵-۲- مسائل و مشکلات مربوط به تهیه چدن در کوره‌های کوپل..... ۱۰۶
- ۲۶-۲- کوره کوپل گازی (بدون کک)..... ۱۰۷
- ۱-۲-۲۶- مشخصات کلی کوره کوپل گازی..... ۱۰۷
- ۲-۲-۲۶- نحوه ذوب و شارژ در کوره کوپل گازی..... ۱۰۸
- ۳-۲-۲۶- نحوه جبران کربن در کوره کوپل گازی..... ۱۰۸
- ۴-۲-۲۶- فرایند ذوب و تزریق کربن در کوره کوپل گازی..... ۱۰۸
- ۵-۲-۲۶- روش کار کوره کوپل گازی..... ۱۰۸
- ۶-۲-۲۶- مزایای کوره کوپل گازی..... ۱۰۹
- ۷-۲-۲۶- معایب کوره کوپل گازی..... ۱۱۰
- ۸-۲-۲۶- مواد مصرفی کوره کوپل گازی..... ۱۱۰
- ۹-۲-۲۶- موارد استفاده از کوره کوپل گازی..... ۱۱۰

فصل سوم: کوره‌های تشعشعی (شعله‌ای) (Reverbratory Furnace)

- ۳-۱- انواع کوره‌های تشعشعی ۱۱۱
- ۳-۱-۱- کوره‌های تشعشعی ثابت ۱۱۱
- ۳-۱-۲- کوره‌های تشعشعی متحرک (Rotary Furnace) ۱۱۲
- ۳-۲- دیر گذاز کوره ۱۱۵
- ۳-۳- ساختمان کوره با سوخت مایع و تأسیسات آن ۱۱۸
- ۳-۴- نحوه شارژ ۱۱۹
- ۳-۵- جداره‌های کوره ۱۲۰
- ۳-۶- ترکیب جداره نسوز ۱۲۰
- ۳-۷- کوبیدن جداره اسیدی ۱۲۰
- ۳-۸- زینتر کردن ۱۲۱
- ۳-۹- پیش گرم کردن هوای دمیده شده ۱۲۱
- ۳-۱۰- نحوه بارگیری از کوره ۱۲۲
- ۳-۱۱- ظرفیت، سرعت ذوب و راندمان کوره ۱۲۳
- ۳-۱۲- کوره دوار با سوخت جامد پودری ۱۲۳
- ۳-۱۳- سوخت و هوای مصرفی ۱۲۴
- ۳-۱۴- شارژ کوره ۱۲۴
- ۳-۱۵- سیکل عمل ۱۲۴
- ۳-۱۶- کوره دوار با سوخت گازی (Natural Gaz Rotary Funace) ۱۲۵
- ۳-۱۶-۱- فوائد مهم استفاده از کوره‌های دوار با گاز طبیعی ۱۲۵
- ۳-۱۶-۲- فوائد اجرایی استفاده از این کوره‌ها ۱۲۵
- ۳-۱۶-۳- فوائد عملی استفاده از این نوع کوره‌ها ۱۲۶
- ۳-۱۶-۴- قابلیت این نوع کوره ها ۱۲۶
- ۳-۱۶-۵- اساس کار این نوع کوره ها ۱۲۶
- ۳-۱۶-۶- دو ویژگی عمده مشعل‌های گازی و یا مازوت سوز ۱۲۶

- ۱۶-۷-۳- مشکلات مشعل‌های کوره ذوب چدن..... ۱۲۷
- ۱۶-۸-۳- مشعل گاز سوز با مشخصات فنی..... ۱۲۸
- ۱۶-۹-۳- مزایای گاز سوز نمودن کوره دوار ذوب چدن..... ۱۲۸
- ۱۶-۱۰-۳- مشکلات عمده در فرایند گاز سوز کردن کوره..... ۱۲۹
- ۱۶-۱۱-۱۳- رفع مشکل تشعشعی نبودن شعله گاز طبیعی..... ۱۲۹
- ۱۶-۱۲-۳- جبران پائین بودن درجه حرارت شعله..... ۱۴۰
- ۱۶-۱۳-۳- ویژگیهای سیستم سوخت رسانی..... ۱۳۲
- ۱۶-۱۴-۳- نتایج اولیه تست مشعل و سیستم سوخت رسانی..... ۱۳۲
- ۱۶-۱۵-۳- نتایج نهایی تست مشعل و سیستم سوخت رسانی از نظر مصرف سوخت و زمان ذوب دهی..... ۱۳۲
- ۱۶-۱۵-۱-۳- تغییر فشار گاز ورودی از $4/4 \text{ psi}$ به $2/2 \text{ psi}$ ۱۳۲
- ۱۶-۱۵-۲-۳- افزایش درجه حرارت کوره و کاهش زمان ذوب دهی..... ۱۳۳
- ۱۶-۱۵-۳-۳- کاهش انرژی حرارتی و زمان ذوب دهی..... ۱۳۳
- ۱۶-۱۵-۴-۳- کاهش صدای مشعل..... ۱۳۴
- ۱۶-۱۶-۳- بهبود کیفیت مذاب..... ۱۳۵
- ۱۶-۱۷-۳- کاهش هزینه سوخت مصرفی..... ۱۳۶
- ۱۶-۱۸-۳- نتایج..... ۱۳۶

فصل چهارم: کوره‌های الکتریکی

- ۴-۱- مقدمه..... ۱۳۷
- ۴-۲- مزایای استفاده از انرژی الکتریکی نسبت به سایر سوخت ها..... ۱۳۷
- ۴-۳- اساس کار کوره‌های الکتریکی..... ۱۳۸
- ۴-۴- جریان الکتریسته، تولید و ایجاد آن..... ۱۳۸
- ۴-۵- جریان اتصال و القایی..... ۱۳۹
- ۴-۶- گرمای القایی بر اساس القاء الکترو مغناطیسی و مقایسه آن با ترانسفور ماتور جریان..... ۱۴۱
- ۴-۷- تقسیم بندی کوره‌های الکتریکی..... ۱۴۲
- ۴-۷-۱- کوره‌های مقاومتی (Resistor Furnace)..... ۱۴۳

- ۱-۷-۴-۱- گرمای ایجاد شده در این نوع کوره ها..... ۱۴۳
- ۲-۷-۴-۱- نحوهٔ سیم بندی مقاومت ها..... ۱۴۴
- ۳-۷-۴-۱- جدارهٔ داخلی کوره..... ۱۴۸
- ۴-۷-۴-۱- محدودیت این نوع کوره‌ها برای ذوب فلزات..... ۱۴۸
- ۵-۷-۴-۱- کاربرد کوره‌های مقاومنی..... ۱۴۸
- ۲-۷-۴- کوره‌های قوس الکتریک (Arc Furnace)..... ۱۴۹
- ۱-۲-۷-۴- دسته بندی کوره‌های قوس الکتریکی..... ۱۴۹
- ۲-۲-۷-۴- ساختمان کوره..... ۱۵۲
- ۳-۲-۷-۴- جریان ولتاژ کوره..... ۱۵۲
- ۴-۲-۷-۴- الکترودهای کوره (جنس، قطرها، تئیرات آن در آلیاژها)..... ۱۵۳
- ۵-۲-۷-۴- جدارهٔ داخلی کوره (Lining Of Furnace)..... ۱۵۳
- ۱-۵-۲-۷-۴- سقف کوره (Roof)..... ۱۵۳
- ۲-۵-۲-۷-۴- دیواره‌های جانبی کوره (Side-Walls)..... ۱۵۴
- ۳-۵-۲-۷-۴- کف کوره (Bottom)..... ۱۵۴
- ۴-۵-۲-۷-۴- چار چوب و قوس دریا..... ۱۵۴
- ۵-۵-۲-۷-۴- ملاترها (Morlars)..... ۱۵۵
- ۶-۲-۷-۴- تاسیسات الکتریکی..... ۱۵۵
- ۷-۲-۷-۴- سیستم خنک کنندهٔ این کوره ها..... ۱۵۵
- ۸-۲-۷-۴- مسائل سرباره و نحوهٔ جرقه زدن الکترودها..... ۱۵۵
- ۹-۲-۷-۴- کوره‌های قوس الکتریکی تک فاز..... ۱۵۶
- ۱۰-۲-۷-۴- مزایا و محدودیت‌های کوره قوس الکتریکی..... ۱۵۶
- ۳-۷-۴- کوره‌های القائی (Induction Furnace)..... ۱۵۷
- ۱-۳-۷-۴- تعیین قدرت الکتریکی کوره بر حسب سرعت و ظرفیت ذوب..... ۱۵۷
- ۲-۳-۷-۴- توزیع و تراکم جریان در سطح مقطع هادی‌ها (اثر پوستی)..... ۱۶۱
- ۳-۳-۷-۴- توزیع و تراکم فرضی جریان..... ۱۶۷
- ۴-۳-۷-۴- ضریب بهرهٔ کوره القائی..... ۱۶۹

- ۱۷۱ ۴-۷-۳-۵- تقسیم بندی کوره‌های القائی
- ۱۷۶ ۴-۷-۳-۶- دسته بندی کوره‌های کانالی
- ۱۷۸ ۴-۷-۳-۷- کاربرد کوره‌های القائی در صنعت
- ۱۷۸ ۴-۷-۳-۸- مزایای کوره‌های القائی نسبت به سایر کوره‌ها
- ۱۷۹ ۴-۷-۳-۹- معایب کوره‌های القائی
- ۱۷۹ ۴-۷-۳-۱۰- تاسیسات مختلف یک کوره القائی
- ۱۸۱ ۴-۶-۳-۱۱- کوره‌های القائی با فرکانس بالا وبدون هسته
- ۱۸۱ ۴-۷-۳-۱۲- کوره‌های القائی با فرکانس پائین وبا هسته
- ۱۸۲ ۴-۷-۳-۱۳- کوره‌های القائی با فرکانس پائین وبدون هسته
- ۱۸۳ ۴-۷-۳-۱۴- کوره‌های القائی ذوب فلز بافرکانس بالا
- ۱۸۴ ۴-۷-۳-۱۵- پدیده تحلل ویر آمدگی مذاب در داخل بوته کوره القائی
- ۱۸۵ ۴-۷-۳-۱۶- پدیده چرخش الکترو دینامیکی کوره و اثر آن بر آلیاژ مذاب (stirring)

فصل پنجم: کوره‌های زیمنس-مارتین

- ۱۸۷ ۵-۱- مقدمه
- ۱۸۷ ۵-۲- انواع کوره‌های زیمنس-مارتین
- ۱۸۸ ۵-۳- مزایای این نوع کوره ها

فصل ششم: کوره‌ها

- ۱۸۹ ۶-۱- مقدمه
- ۱۹۰ ۶-۲- کوره با اکسیژن دمنده (ال-د)

- ۱۹۲ منابع

پیشگفتار

زیر بنای صنایع سنگین هر کشور، صنایع ذوب فلزات است و زیر بنای صنایع ذوب نیز صنایع، کوره سازی است. لذا از اینجا اهمیت صنایع کوره سازی بوضوح روشن می گردد.

در فرایند استخراج، تصفیه و ذوب مجدد، معمولاً کوره‌هایی وجود دارند که بسته به نوع کار طراحی میشوند و در این کوره‌ها عمل ذوب انجام می‌شود. بدین جهت می‌توان از کوره بلند (کوره‌ای که در آن اکسید آهن تبدیل به چدن می‌شود)، کورتور (که در آن چدن با دمش اکسیژن خالص به فولاد تبدیل می‌شود) و کوره‌های دیگر نام برد که به عنوان کوره‌های ذوب (melting) نامیده می‌شوند، در این کتاب بحث ما درباره کوره‌هایی که برای استخراج فلزات استفاده می‌شوند مانند، کوره‌های استخراج آهن در اصفهان، استخراج مس در سرچشمه کرمان، استخراج سرب و روی در زنجان نمی‌باشد. بلکه کوره‌هایی که در این کتاب مورد بررسی قرار می‌گیرند بیشتر کوره‌های مربوط به صنعت ریخته‌گری هستند. یعنی کوره‌هایی که شوشه‌ها (pigs) در آنها ذوب می‌شود و با تنظیم آنالیز آنها مذاب برای ریخته‌گری قطعات آماده می‌شود. اصطلاحاً به این کوره‌ها، کوره‌های ذوب مجدد (Re-Melting Furnaces) می‌گویند. کوره‌ها نیز مانند تجهیزات دیگر، یک سیر تکاملی داشته و با پیشرفت دانش مهندسی و با طراحی‌های جدید روز به روز کارآیی و ایمنی آنها افزوده شده است. بالا بردن هر چه بیشتر راندمان، افزایش بیش از پیش ایمنی، ساده سازی و بکارگیری ساده و قابلیت استفاده از سوخت‌های مختلف در کوره‌ها از جمله مشغله‌های فکری مهندسين در زمینه طراحی و ساخت انواع کوره‌ها میباشد.