

کورہ ہوفمن

h-DanesShmand.ir

اصول کار کوره های ریخته گری :

در فرایند استخراج ، تصفیه و ذوب مجدد ، معمولاً راه هائی وجود دارد که بسته به نوع کار طراحی می شوند و در این کوره ها عمل ذوب انجام می شود . در این جهت می توان از کوره بلند (کوره ای که در آن اکسید آهن تبدیل به چدن می شود) ، کنورتور که در آن چدن با دمش اکسیژن خالص به فولاد تبدیل می شود. و کوره های دیگر بعنوان کوره های ذوب Melting نامیده می شود ، در این درس بحث ما در روی کوره هائی که برای استخراج فلزات استفاده می شود دور نمی زند مثل کوره های استخراج آهن در اصفهان ، استخراج مس در سرچشمه کرمان ، استخراج سرب و روی در زنجان .

در این درس کوره هائی که مورد بررسی قرار می گیرند بیشتر کوره های مربوط به صنعت ریخته گری هستند. یعنی کوره هائی که شوشه ها Pigs در آنها ذوب می شود و با تنظیم آنالیز آنها مذاب برای ریخته گری قطعات آماده می شود.

اصطلاحاً به این کوره ها، کوره های دوباره ذوب (Re-Melting Furnaces) می گویند، کوره هائی که در ریخته گری برای ذوب مجدد فلزات و آلیاژها استفاده می شوند به ترتیب می توانیم به شرح زیر نام ببریم :

(۱) کوره های بوته ای Crucible Furnaces

(۲) کوره های تشعشعی Radiation or Reverberatory Furnaces

(۳) کوره های ایستاده (کوپل) Vatical Shaft (Cuple) Furnaces

(۴) کوره های برقی Electric Furnaces

(۵) کوره های با شعاع الکترونی Electron Furnaces

(۶) کوره های دیگر (استفاده از انرژیهای دیگر)

(Rotary Furnace) با ظرفیت های ۲۵۰ Kg تا ۱۵ تن مذاب چدن و تا ۱۲ تن مذاب آلومینیوم می سازد. سوخت این نوع کوره ها گاز ، گازوئیل و مازوت است . کوره هائی با ظرفیت کمتر با دست و کوره های با ظرفیت بیشتر به کمک جراثقیل شارژ می شوند. کوره روی جکهای مربوطه به اندازه ۴۵ درجه بلند می شود و بعد از شارژ دوباره به جای خودش بر می گردد.

جداره نسوز این کوره ها برای ذوب چدن ، خاک نسوز سیلیسی و برای ذوب آلیاژهای آلومینیوم خاک نسوز آلومینائی است .

اولین کوره در ایران در تسلیحات ارتش تهران توسط مهندس پسیان و مهندس گرنسر آلمانی ساخته شد و شروع به ذوب چدن نمود . در ایران ظرفیت ۵۰۰ Kg در ریخته گریهای چدن زیاد استفاده می شود ، زیرا خاک نسوز داخل آن خاک سیلیسی بوده و قابل تهیه در داخل کشور است . چون بوته های گرافیتی کوره های زمینی قیمت بالایی دارد بیشتر از این کوره ها در ایران استفاده می شود. در یک طرف مخروط ناقص مشعل و در طرف دیگر دودکش است ، در بعضی از طرح کوره ها دود از سقف کارگاه با کانالی خارج می

شود و در تعدادی از آنها نیز دود توسط کانالهایی به زیرزمین کارگاه کشیده شده و از گرمای آن برای پیش گرم کردن هوای ورودی استفاده می کنند .

تجربه نشان می دهد که به راحتی می توان با استفاده از گرمای دود ، هوای ورودی را حدود ۲۵۰- ۳۵۰ درجه سانتیگراد گرم کرد. این عمل باعث می شود راندمان حرارتی کوره بالا رفته و حدود ۵۰ درجه سانتیگراد مذاب با حرارت بیشتر تولید شود.

کوره هوفمن :

کوره هوفمن یا کوره هوفمان (Hoffmann kiln) یکی از کورههای مورد استفاده در شاخههای مختلف صنایع سرامیک است. این کوره در سال ۱۸۵۶ توسط فردی به همین نام ابداع شد و در حال حاضر در صنایع آجر، سفال و مواد دیرگداز مورد استفاده قرار میگیرد. این کوره در گروه کورههای پیوسته یا مداوم قرار دارد. در این کوره، محصولات ثابت و آتش متحرک است.

➤ چگونگی پخت محصولات در کوره هوفمن:

کوره هوفمن، تونل طولی است که به شکل حلقه یا بیضی ساخته میشود و با استفاده از دیوارها یا تیغههایی به اتاقهایی تقسیم میشود. اتاقهای کوره هوفمن از کانال دریچهها یا درهایی که در تیغه های جداکننده اتاقها تعبیه شدهاست، با یکدیگر در ارتباط هستند. هر یک از اتاقها نیز یک درب خروجی به بیرون دارند که برای بارگیری و تخلیه کوره مورد استفاده قرار میگیرند .به این درها خمیره یا قمیره میگویند. اندازه کوره هوفمن با استفاده از این درها بیان میشود؛ مثلاً یک کوره ۳۲ قمیره ای، کوره ای است با ۳۲ درب که هر درب به یک اتاقک برای چیدن آجرها (یا سایر محصولات) مرتبط است. [محل استقرار سوختپاشها نیز در سقف قرار دارد.

در کوره هوفمن، محصولات قبل از آنکه مستقیماً توسط آتش پخته شوند، با حرارت سایر اتاقها گرم میشوند که اصطلاحاً پیشگرمایش نامیده میشود. این حرارت همراه با گاز خروجی اتاقک پخت و از طریق دریچههایی که قبلاً تعبیه شدهاست حرکت میکند و به اتاقهای مجاور وارد میشود و محصولات موجود در آنها را پیشگرم میکند. زمانی که در یک اتاق، عملیات پخت در جریان است، در اتاقک مقابل (دورترین اتاق)، عملیات تخلیه و بارگیری در جریان است. این کار با استفاده از دری که اتاقک به بیرون کوره دارد انجام میشود. ضمن بار گیری، هوای خنک نیز وارد کوره میشود که به وسیله آتش موجود در اتاقک پخت و از طریق دریچههای تعبیه شده بین اتاقها مکیده میشود. بنابراین هوا از اتاقهایی که عملیات پخت قبلاً در آنها صورت گرفتهاست حرکت میکند و باعث خنک شدن محصولات پختهشده میشود. به این ترتیب در حلقه کوره هوفمن دو جریان هوا وجود دارد؛

هوایی که در نیم دایره اول، از اتاق پخت به سمت بیرون جریان دارد و اتاقهای بعدی را پیشگرم میکند.

هوایی که در نیم دایره مقابل، از بیرون به سمت اتاقک پخت جریان دارد و اتاقهای قبلی را خنک میکند.

با اتمام عملیات پخت در اتاق پخت، در اتاق روبرویی حلقه هوفمن نیز عملیات بارگیری تمام میشود و درب آن به بیرون بسته میشود. در این مرحله، مشعلها از سقف اتاق پخت به سقف اتاق بعدی منتقل میشوند و درب اتاق روبرویی این اتاق (اتاق پخت جدید) برای تخلیه و بارگیری گشوده خواهد شد.

انواع کوره هوفمان :

کورههای هوفمان در چند مدل مختلف ساخته میشود :

(۱) کوره حلقوی

(۲) کوره زیگزاگ (zig-zag)

(۳) کوره بوکس (Bocks)

(۴) کوره هاریزن (Harrizon)

اما معمولاً به کوره حلقوی، کوره هوفمن اطلاق میشود.

h-Daneshmandan

کوره گامی

h-Daneshmand.ir

کوره های گامی :

کوره ها معمولا بسته به شکل قطعه و نوع انتقال ان در کوره طراحی و ساخته می شوند. به عنوان مثال در یک کارخانه لوله سازی ابتدا قطعه در قالب یک شمش ۱,۵ - ۱ متری در کوره پیش گرم کننده که بصورت دوار می باشد شارژ میشود اما بعد از اینکه شکل لوله را به خود گرفت , نیاز به کوره هایی با طول بیشتری پیدا میکند که در اینجا این مشکل توسط کوره های گامی حل گردیده است. دلیل اینکه این کوره ها گامی نام گرفته اند اینست که قطعه بعد از شارژ بصورت گام به گام و حرکت چرخشی به سمت درب دشارژ هدایت می شوند.

مشخصات کوره مذکور :

کوره ای است به شکل مکعب مستطیل با طول ۱۵ و عرض ۷,۵ متر و با ارتفاع ۴,۵ متر (ارتفاع محفظه داخلی کوره حدودا ۱,۵ متر است).

- سوخت کوره گاز طبیعی می باشد.
- قدرت حرارتی کوره ۷۰۰۰۰۰۰۰ کالری در ساعت می باشد.
- دارای ۴۸ مشعل گازی در یک طرف کوره میباشد.
- ماکزیمم تولید در ساعت ۲۵۰ تن است.

قابلیت های کوره مذکور :

- قابلیت بالا بردن دما تا ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد.
- کنترل آسان دما و اتمسفر کوره.
- قابلیت نگهداری لوله ها در داخل کوره همراه با چرخاندن .
- هزینه نگهداری پایین.
- قابلیت ردیابی دقیق لوله ها در داخل کوره.
- قابلیت پایش وضعیت داخل کوره در حین کار.

مکانیزم کاری و تجهیزات مکانیکی کوره :

کوره از قسمتهای مختلف به شرح ذیل تشکیل شده است

- (۱) اسکلت کوره (steel structure)
- (۲) میز های گامی (walking beam unit) و سایر تجهیزات مربوط به انتقال لوله در داخل کوره
- (۳) سیستم سوخت و احتراق کوره (gas pipe system & air combustion)
- (۴) ایستگاه هیدرولیک , پنوماتیک و گریسکاری
- (۵) سیستم خنک کاری کوره
- (۶) کابین فرمان کوره

۷) نسوزهای داخل کوره

اسکلت کوره :

➤ اسکلت کوره شامل اسکلت نگهدارنده ، ورق های کف ، سقف وبدنه کوره ، درب ها ، کنالهای انتقال دود و... میباشد که اسکلت نگهدارنده خود از دو قسمت ثابت و متحرک تشکیل شده است. اسکلت ثابت به بدنه اصلی کوره متصل است و سایر اجزا روی آنها سوار هستند.

➤ اسکلت متحرک از دو قسمت تشکیل شده است که یکی از آنها حرکت افقی و دیگری حرکت عمودی میز گامی را به عهده دارد.

➤ میز با حرکت افقی توسط یک جک پنوماتیکی و غلطکهای که در زیر آن قرار دارد به حرکت درمی آید.

➤ میز با حرکت عمودی توسط یاتاقانهای خارج از مرکز و جکهای هیدرولیکی کمکی به حرکت در می آید.

میز های گامی (walking beam) :

که از دو مجموعه متحرک و ثابت تشکیل شده است و وظیفه انتقال لوله ها در عرض کوره را عهده دار میباشد. مجموعه ثابت آن به بدنه اصلی متصل است و هیچگونه حرکتی ندارد .

اما مجموعه متحرک آن به اسکلتی که حرکت افقی دارد متصل است که به واسطه آن حرکت عمودی و توسط خود آن حرکت افقی را اعمال می کند .

غلطکهای ورودی (Inlet rollers) :

غلطکهای ورودی که وظیفه آنها انتقال لوله ها از خارج کوره به داخل کوره است ، انتقال در راستای طولی کوره را انجام می دهد . در این قسمت کار بازوهای شاخکی توسط خود غلطکها انجام می شود یعنی اینکه این غلطکها هم در راستای عمودی و هم در راستای افقی حرکت دارند . لازم به توضیح است که حرکت دوم توسط جکهای هیدرولیکی تامین می شود و به همین لحاظ از محل اتصال به خارج کوره مقدار اتلاف حرارتی داریم . . این غلطکها در تمام مدتی که کوره روشن است در حال چرخش می باشند و دائما آبگرد می شوند . نیروی محرکه این غلطکها توسط گاردانهای از الکتروموتورهایی خارج از کوره تامین می گردد. ضمناً تعداد این غلطکها بستگی به طول کوره دارد .

همچنین در هنگام ورود روی لوله ها پوسته اکسیدی تشکیل شده است که در برخورد با غلطکها جدا شده و به کف کوره می ریزد . به همین منظور در زیر هر کدام از غلطکها دریچه ای تعبیه شده که این اکسیدها را به زیر زمین کوره انتقال می دهد .

بازوهای شاخکی متحرک (mobile arms) :

این بازوها وظیفه هدایت لوله ها از روی رولیک ها به روی میز گامی را عهده دار هستند و نیروی محرکه آنها توسط جکهای هیدرولیکی خارج از کوره تامین می گردد و در حین کار آبگرد نمی شوند و مقدار اندکی اتلاف حرارتی از محل اتصال آنها به خارج کوره دارد .

غلطکهای خروجی (outlet rollers) :

این غلطکها نیز مانند غلطکهای ورودی هستند با این تفاوت که عمل خارج نمودن لوله از داخل کوره را انجام می دهند. از محل اتصال این غلطکها اتلاف حرارتی نداریم

مکانیزم کاری کوره :

مکانیزم کاری کوره به این صورت می باشد که پس از اینکه لوله ها توسط غلطکهای ورودی وارد کوره شدند توسط خود رولیک ها به روی میزهای گامی هدایت می شوند ، سپس در حرکتهای منظم ، آهسته و پیایی که چگونگی آن ذیلا شرح داده می شود به سمت بازو های شاخکی رانده می شوند. بازو ها لوله ها را به روی رولیک های خروجی انتقال می دهند و در نهایت توسط رولیک های خروجی به سمت درب دشارژ راهنمایی می شوند .

در مورد حرکت میزهای گامی باید گفت : نیرو ابتدا توسط دو الکتروموتور که در طرفین گیربکس مرکزی قرار گرفته اند تامین می شود گیربکس مرکزی نیرو را به دو گیربکس دیگر انتقال داده که این گیربکسهای ثانویه هر کدام به دو یاتاقان خارج از مرکز وصل می شوند که این یاتاقانها پس از چرخیدن حرکت عمودی اسکلت متحرک را تامین می نمایند . ضمنا در بین این یاتاقانها جکهای هیدرولیکی تعبیه شده اند که در هنگام بالا بردن اسکلت به یاتاقانها کمک می کنند .

همچنین تعدادی جک در اطراف اسکلت قرار داده شده اند که مانع از بر هم خوردن تعادل در هنگام عمودی اسکلت می شوند هنگامی که این یاتاقانها و جکها میز را به بالاترین نقطه ممکن رساندند میز افقی که مجهز به یک سری غلطک است توسط جکهای پنوماتیکی به سمت جلو رانده می شوند . بعد از انجام حرکت مجاز دوباره میز به پایین آمده و به عقب برمی گردد و همین حرکت تکرار می شود تا بدین ترتیب لوله ها به سمت درب خروجی هدایت شوند. لازم به ذکر است که کلیه تجهیزات فوق در زیر زمین کوره قرار گرفته اند.

سیستم سوخت و احتراق کوره (gas pipe system & air combustion) :

سیستم گاز این کوره بدین صورت می باشد که گاز طبیعی بعد از اینکه از فیلترهای مخصوص گذرانده شد به نسبت ۱ به ۱۱ با هوای احتراق مخلوط می گردد و توسط ونتیلاتورهای دمنده به مشعل های گاز رسانده میشود. ضمنا هوای احتراق از قبل با حرارت دود کشها داغ شده و مورد استفاده قرار میگیرد تا راندمان کوره بالا رود. همچنین با تغییر نسبت گاز به هوا می توان محیط کوره را احیایی یا اکسیدی نمود.

ایستگاه هیدرولیک ، پنوماتیک و گریسکاری :

تجهیزات فوق الذکر در زیر زمینی پایین تر از زیرزمین اصلی کوره قرار گرفته اند و هر کدام وظایفی را به عهده دارند.

➤ ایستگاه هیدرولیک که شامل یکسری پمپ های قوی است که توسط لوله هایی با جکهای

هیدرولیکی در تماس است و نیروی مربوط به آنها را تامین می کند.

➤ ایستگاه پنوماتیک نیز با جکهای پنوماتیکی در ارتباط است و در بعضی موارد هوای فشرده جهت خنک کاری را نیز تامین می کند.

➤ ایستگاه گریس نیز کار گریسکاری تجهیزات را بطور اتومات انجام می دهد مثل گریسکاری یاتاقانهای خارج از مرکز.

سیستم خنک کاری کوره :

خنک کاری به دو صورت انجام میشود : با آب و با هوا

➤ خنک کاری با هوای معمولی برای زیر زمین کوره استفاده میشود اما با هوای فشرده برای خنک نگهداشتن دوربینها هنگامی که برای پایش وارد کوره میشوند.

➤ اما از خنک کاری با آب برای خنک نگه داشتن رولیکهای داخل کوره که دائم در حال چرخیدن هستند استفاده می شود.

➤ آب مصرفی توسط لوله هایی با فشار معینی به محل رسانده و بعد از خنک کاری در کولین تاور هایی سرد میشوند.

نسوزهای مربوط به کوره :

➤ نسوز های این نوع کوره ها به دلیل پایین بودن دمای کاری از حساسیت بالایی برخوردار نیست. لذا از نسوز های معمولی استفاده می کنند.

➤ نسوز های کف کوره: از دو لایه بتن تشکیل شده که اولی بتن عایق و دومی شاموت از نوع ریختنی می باشد.

➤ نسوز های مربوط به سقف: از نوع پشم سرامیک می باشد که تا دمای ۱۲۶۰ درجه تحمل دارد و توسط نگهدارنده هایی به نام استات که از نوع فولاد گرمکار می باشد به سقف متصل میشود.

➤ نسوزهای مربوط به بدنه که از سه لایه تشکیل شده است: لایه اول یک عایق دست ساز از سرباره ریخته گری بنام فنوپانل است به ضخامت حدود ۲ سانتیمتر. بعدی یک لایه بتن عایق و در نهایت هم یک لایه اجر شاموتی بکاربرده شده است.

➤ نسوز مربوط به زونها هم از نوع بتن ۹۴٪ الومینا میباشد.

کابین فرمان :

از داخل این کابین کلیه قسمتهاعم از نسوز های داخل, الکتروموتور ها, آب هوا, فشار, پایش داخل کوره و..... امکان پذیر است. چون سیستم توسط برنامه های الکترونیکی (plc) کنترل و راهبری میشود.

کورہ مقاومتی

h-Danesimand.ir

مکانیزم کلی این کوره ها :

مکانیزم عملکرد این کوره ها بر اساس مقاومت الکتریکی کوره استوار است. المنتهای این کوره از آلیاژی با نقطه ذوب بالا و مقاومت به خوردگی و اکسیداسیون بالا استفاده میشود. جریان الکتریسیته را با شدت جریان بالا از این المنت ها عبور می دهند و از حرارت ایجاد شده و کنترل شده جهت ذوب فلزات استفاده می شود. جهت تنظیم حرارت این کوره ها از یک سیستم کنترل کننده استفاده می شود که با ارائه درجه حرارت به دستگاه تله رانسی حرارتی که خود دستگاه دارد حرارت را با قطع و وصل کردن جریان برق کنترل می کند کمی کمتر یا کمی بیشتر از درجه حرارت مذکور شده به دستگاه.

انواع کوره های مقاومتی :

الف) کوره های مقاومتی با گرم کنندگی غیر مستقیم

ب) کوره های مقاومتی با گرم کنندگی مستقیم

نوع الف: این نوع از کوره ها جریان برق هیچ ارتباطی با شارژ کوره ندارد یعنی حرارت توسط المنت های فنری شکل که دور بوتنه وجود دارد و جریان برق از آنها می گذرد که ابتدا به بوتنه و بعد از بوتنه به شارژ انتقال می یابد. این نوع کوره بر اساس جنس مقاومت به انواع زیر تقسیم می شوند.

۱- کوره های مقاومتی با مقاومت فلزی جامد :

در این نوع از کوره ها المنت های حرارتی بصورت مارپیچ (فنری شکل) به دور محفظه کوره پیچیده شده و حرارت ایجاد شده در اثر عبور جریان ، به فلز شارژ منتقل می گردد. جنس این المنت ها بیشتر از آلیاژهای نیکرم که تشکیل شده از نیکل- کروم- و آهن می باشد و کرمل از کرم- آهن و آلومینیوم تشکیل شده است.

۲- کوره های مقاومتی با مقاومت مایع :

در کوره های نوع «الف» حرارت ایجاد شده نسبتاً پائین (حدود ۱۲۰۰ الی ۱۳۰۰ درجه سانتیگراد) می باشد. لذا جهت ایجاد درجه حرارت بالاتر از کوره های با مقاومت بالاتری استفاده می شود. اکثر عناصر در حالت مایع هدایت الکتریکی کمتری دارند. لذا از این خاصیت جهت ذوب فلزات دیگر می توان بهره برداری کرد. به این صورت که مثلاً در یک نمونه از این کوره ها از سیلیس مایع استفاده می شود. یعنی سیلیس مایع در بستر کوره واقع بر روی فلز شارژ تحت تاثیر عبور جریان الکتریکی قرار می گیرد و با ایجاد حرارتی که از انعکاس و انتقال به شارژ می رسد و شارژ مورد نظر ذوب می شود. که امروز در این صنعت استفاده چندانی ندارند.

۳- کوره های مقاومتی گرافیتی:

بطور کلی این نوع کوره ها دارای میله گرافیتی می باشد که بر روی دو تکیه گاه قرار گرفته است. با عبور جریان الکتریسیته از این میله گرافیتی حرارت ایجاد می شود که باعث ذوب شارژ می شود. این میله های

گرافیتی به مرور زمان مصرف می شود مصرف این الکترودهای گرافیتی برای هر 1000 Kwh (کیلووات ساعت) جریان برق 2 Kg می باشد. اتمسفر ذوب در این کوره ها معمولاً خنثی بوده . یعنی ذوب در خلاء واقع می شود و بیشتر برای ذوب فلزات غیر آهنی و چدن ها مورد استفاده قرار می گیرد و در مواردی فولادها.

نوع ب) کوره های مقاومتی با گرم کننده مستقیم :

در این نمونه از کوره های مقاومتی . مقاوم مورد نظر که جریان برق از آن می گذرد همان فلز شارژ است که در اثر عبور جریان الکتریسیته با ولتاژ کم و جریان زیاد (آمپراژ زیاد) گرم شده و موجب ذوب آن می شود. از این نوع از کوره ها جهت ذوب فلزات کمتر مورد استفاده قرار می گیرد و بیشتر جهت گرم نگهداشتن فلزات استفاده می شود. جنس نسوز جداره ایرفکس H تنها عیب آن مصرف برق زیاد است . (سه فاز- تک فاز) و مخصوص عملیات حرارت (بر روی چدن‌ها و فولاد انجام می گیرد).

مزایا :

- (1) آلودگی کم.
- (2) کارکردن راحت تر نسبت به بقیه کوره ها و در موسسه های آموزش بزرگ و همچنین در دانشگاه ها بزرگ جهت ذوب ، یا نگه داشتن ذوب استفاده میشود.
- (3) همچنین کار اصلی این کوره ها بهبود خواص مکانیکی در فلزات می باشد.