

کورہ زیمینس مارتین

[h-Danes.command.ir](http://h-danes.command.ir)

رئوس مطالب

- کوره های ریخته گری
- کوره های بوته‌ای
- قسمت های مهم کوره
- محاسن کوره بوته‌ای
- عیوب کوره بوته‌ای
- اندازه ضخامت جداره استوانه‌ای کوره
- درصد وزن آجر اضافی
- تلفات حرارتی و تعیین راندمان کوره های بوته‌ای
- ضریب
- نمودار توان گرما در یک کوره بوته‌ای
- سرعت ذوب
- تاثیر تنظیم مشعل ها در کوره ها گاز سوز و نفت سوز
- دمنده
- منابع و ماخذ

h-Daneshmandi

کوره زیمنس مارتین :

طرح اصلی این کورها توسط دانشمندان از قبیل امیل و پی یر مارتین فرانسوی در سالهای ۱۸۴۰ تا ۱۸۶۵ ارائه شد. این دانشمندان وقتی با فرضیه زیمنس در سال ۱۸۵۶ مبنی بر استفاده از گرمای گازهای خروجی برای گرم کردن سوخت و هوا آشنا شدند توانستند در کارهای خود به موفقیت‌هایی چشم‌گیری دست یابند. که از آن به بعد این کورها به نام کوره زیمنس مارتین شهرت یافت.

طرز کار کوره :

حرارت لازم برای ذوب شارژ در کوره زیمنس مارتین توسط گاز ویا سوخته‌های جامد نظیر ذغال سنگ ویا مایع تأمین میشود. سوخت در دو محفظه احتراق که در دوطرف کوره زیمنس مارتین قرار دارند محترق شده و از طریق مشعل‌هایی به کوره زیمنس مارتین وارد می‌گردد. دو مشعل قرار گرفته در دو طرف کوره زیمنس مارتین با یکدیگر عمل نکرده بلکه یکی برای حدود ۱۵ تا ۲۰ دقیقه کار کرده و سپس با متوقف شدن آن دیگری برای همین مدت کار می‌نماید واین عمل به تناوب تکرار می‌گردد.

برای رسیدن به درجات حرارتی بالا در کوره زیمنس مارتین هوای لازم برای احتراق قبلا توسط عبور از رژنراتور گرم میشوند. این قسمت از کوره زیمنس مارتین متشکل از محفظه‌هایی است شبیه لانه زنبور که توسط اجزای دیر گداز پوشش داده شده وحرارت حاصل گازهای خروجی از کوره زیمنس مارتین گرمای لازم در این گونه محفظه‌ها را تولید نموده و اجزای دیر گداز را گداخته می‌نماید. بدین ترتیب می‌توان درجه حرارت مذاب را تا ۸۰ الی ۱۰۰ درجه، بالای نقطه ذوب افزایش داد.

اجزای نسوز مورد استفاده در کوره زیمنس مارتین :

انواع مختلفی از سنگهای نسوز برای اجر چینی کوره زیمنس مارتین مورد استفاده قرار می‌گیرند. اجزای نسوز را می‌توان با توجه به خواص شیمیایی آنها تقسیم بندی کرد :

نسوزهای اسیدی یعنی آجرهایی که صرفا خواص اسیدی دارند مانند آجرهای سیلیسی، کوارتزیت و غیره.

نسوزهای بازی مانند سنگهای منیزی، آجرهای منیزی، کرمیتی با مقدار زیاد دولمیت و غیره

نسوزهای خنثی مانند آجرهای شاموتی، آجرهای کرمیتی و گرد شاموت

کوره زیمنس مارتین را نیز با توجه به نوع نسوز مورد استفاده تقسیم بندی و نام‌گذاری می‌کنند. بر این

اساس کوره زیمنس مارتین به دو نوع کوره زیمنس مارتین اسیدی و بازی تقسیم بندی میشوند. فرایند

کوره زیمنس مارتین اسیدی تنها برای تولید فولادها با کیفیت بسیار بالا مناسب است، بنابراین هزینه‌ی

تولیدی فولاد در کوره زیمنس مارتین بالاتر از کوره زیمنس مارتین بازی است.

علت افزایش هزینه ها نسبت به کوره زیمنس مارتین بازی این است که مواد اولیه باید فسفر و گوگرد بسیار کمتری داشته باشند ، چون در کوره زیمنس مارتین اسیدی نمی توان عملیات فسفر زدایی و گوگرد زدایی را انجام داد . این در حالی است که در کوره زیمنس مارتین با جداری با زی می توان به راحتی عملیات فسفر زدایی و گوگرد زدایی را انجام داد. شارژ مورد استفاده در کوره زیمنس مارتین اسیدی می بایست از چدن خام با درجه مرغوبیت بسیار بالا که ۰.۱۵ تا ۰.۲۰ درصد فسفر و ۰.۱۰ تا ۰.۲۵ درصد گوگرد دارند استفاده می شود.

مواد شارژ کوره زیمنس مارتین :

(۱) آهک : آهک هم در کوره زیمنس مارتین اسیدی وهم در کوره زیمنس مارتین بازی به عنوان گداز اور مورد استفاده میشود. ترکیبات مضر ان عبارتند : سیلیس و گوگرد. سیلیس مقدار آهک پخته را تقلیل می دهد و در نتیجه مقدار سرباره را افزایش می یابد. گوگرد عنصر نا مطلوبی در فولادها است بنابراین نباید سنگهای اهکی که بیشتر از ۰.۸۰ - ۰.۵۰ درصد گوگرد دارند ، داخل کوره زیمنس مارتین ریخت. سنگهای اهک ماده ی مناسبی برای جوش مذاب محسوب می شوند زیرا در اثر حرارت تجزیه شده و گاز دی اکسید کربن از انها متصاعد میشود . این غلیان اهک شرایط انتقال گرما را در داخل کوره زیمنس مارتین بهتر کرده ونیز به عمل تصویه ، توسط اکسیژن دی اکسید کربن کمک می کند.

(۲) کلسیم فلورید (فلوئورین) :

این گداز اور دارای ۹۰ تا ۹۵ درصد CaF_2 و ۳ تا ۹ درصد سیلیس است. از این گداز اور برای سیال کردن سرباره های خیلی غلیظ استفاده میکنند . این گداز اور خاصیت گوگرد زدایی دارد . تجربیات نشان داده که این گداز اور اثر تخریبی روی جداری سیلیسی دارد.

(۳) بوکسیت ها : به طور وسیع در کوره زیمنس مارتین بازی برای کنترل سیالیت سرباره مورد استفاده قرار می گیرد . اثر سیال کنندگی ان به افزایش غلظت آلو مینا در سرباره بستگی دارد ولی شدت اثر انها به مراتب کمتر از فلدسپار است.

(۴) آجرهای شکسته ی شاموتی : این ماده به سرباره ی کوره زیمنس مارتین اسیدی اضافه میشود تا سیالیت سرباره را افزایش دهد.

(۵) سنگ آهن : این ماده برای سوزاندن ناخالصی ها و برای کمک به انحلال اهک به کوره زیمنس مارتین اضافه می شود . در ضمن سیلیس نبا ید از یک حد مجازی در سنگ های آهن فراتر رود چراکه منجر به افزایش مصرف اهک می شود.

۶) قراضه فولاد: قراضه هایی که به بار کوره زیمنس مارتین اضافه می شوند نباید به ماسه، گوگرد، سرب، روی، قلع و غیره الوده باشند.

قراضه هایی که با قلع نازک و روی، رو کشی شده است، از پست ترین نوع قراضه است. روی همراه قراضه به هنگام ذوب به صورت بخار اکسید روی متصاعد شده و بر جداره کوره زیمنس مارتین، رژنراتورها، لوله های، مشعل، دیگ های بخار نشسته و آنها را خراب می کند.

وقتی سرب وارد کوره زیمنس مارتین بشود به علت پایین بودن نقطه ذوب فوراً ذوب شده و به علت سنگینی به قسمت تحتانی مذاب جاری و در انجا به داخل سوراخ های باریک آجرها نفوذ کرده و موجبات خرابی سینه کوره زیمنس مارتین را فراهم می آورد. گذشته از آن که سرب ممکن است سبب شکسته گی سینه کوره زیمنس مارتین و جاری شدن مذاب بشود. قراضه سبک وزن، تراشه های سبک فولادی و سرقیچهای ورق را در بر می گیرد.

اگر مقدار قراضه سبک وزن در بار کوره زیمنس مارتین زیادتر شود در این صورت زمان باردهی افزایش یافته و در نتیجه بهره وری کوره زیمنس مارتین کاهش می یابد. اما این عیب را می توان با پرس کردن قراضه در ماشین های پرس بر طرف کرده و شرایط باردهی را بهتر کرد.

تراشه هایی که در کوره زیمنس مارتین مورد استفاده قرار می گیرند باید تازه بوده و اکسید نشده باشند (در غیر این صورت حمام مذاب بیش از حد لزوم اکسید شده و گازهای فراوانی در آن تجمع پیدا می کنند) قراضه ها را باید به دقت درجه بندی کرد. بدین علت قراضه های گوگرد دار را باید به دقت از سایر قراضه ها جدا کرد زیرا در ساختن فولادهای عالی این نوع قراضه ها بسیار نامناسب هستند.

چدن خام: قسمت مهمی از بار کوره زیمنس مارتین را چدن خام تشکیل میدهد. در کارخانه های فولاد سازی که فاقد کوره بلند هستند. چدن خام به صورت شمشهای جامد در کوره شارژ می شوند و در هر صورت از لحاظ اقتصادی برخی اوقات به صلاح است که شمشهای منجمد را قبل از ریختن به درون کوره زیمنس مارتین در یک کوره کوپل ذوب کنند.

نقش برخی از عناصر موجود در چدن خام در فرایند فولاد سازی کوره زیمنس مارتین:

طبیعت و بازده کوره زیمنس مارتین شدیداً به مقدار فسفر چدن خام بستگی دارد. در فرایند کوره زیمنس مارتین اسیدی، که در آن امکان تصویه فسفر وجود ندارد، مقدار درصد فسفر در چدن خام باید حداقل ننگه داشته شود.

تنها زمانی که ۲۰ تا ۳۰ درصد کل شارژ را چدن خام تشکیل می دهد می توان به روش اسیدی فولادی با ۰۱۵.۰ تا ۰۲۰ درصد فسفر تهیه کرد.

در فرایند کوره زیمنس مارتین بازی می توان چدن خام را با مقدار دلخواه فسفر را به فولاد تبدیل کرد چدن خام مناسب کوره زیمنس مارتین تا ۰.۲۰۰ فسفر دارد اگر مقدار فسفر چدن خام بالاتر از ۰.۱ درصد باشد در این صورت سرباره تولیدی به عنوان کود شیمیایی مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

گوگرد عنصری بسیار مضر برای فولاد سازی محسوب می شود چون برطرف کردن قسمتی از آن حتی در کوره زیمنس مارتین بازی نیز بسیار مشکل است.

تصویه مذاب توسط کوره زیمنس مارتین :

کار کوره زیمنس مارتین تصویه مذاب به فولاد است . ترکیب شارژ فلزی می تواند بین ۱۰۰ درصد چدن خام تا ۱۰۰ درصد قراضه تغییر کند. در کوره ی زیمنس مارتین برای سوزاندن عناصر مضر اکسیژن به کوره زیمنس مارتین دمیده می شود در نتیجه یک اتمسفر اکسید کننده در بالای مذاب به وجود می آید . پس از دمش اکسیژن ناخالصی های شارژ به همراه مقداری آهن ، اکسید می شوند که در سرباره تجمع می یابند .

فسفر زدایی : فسفر یکی از عناصر مضر در فولاد محسوب می شود . همان طور که در قسمت فوق توضیح داده شد برای تصویه ناخالصی ها از اکسیژن استفاده میشود پس از دمش اکسیژن فسفر به صورت ترکیب O_2P_5 وارد سرباره می گردد . ترکیب $5O_2P$ در دماهای بالا نا پایدار است که در صورت بالا بودن زمان ذوب فسفر وارد مذاب می شود.

گوگرد زدایی در کوره زیمنس مارتین :

گوگرد از جمله عناصر مضر است که خواص مکانیکی ، مقاومت به خوردگی و قابلیت جوشکاری را کاهش می دهد. منگنز از جمله عناصری است که خاصیت گوگرد زدایی دارد که از این عنصر جهت تقلیل اثرات مضر گوگرد استفاده می شود.

اکسیژن زدایی در کوره زیمنس مارتین :

با توجه به این که برای تصویه مذاب از اکسیژن استفاده می شود حجم بالایی از اکسیژن در داخل مذاب حل می شود وهمین موضوع عملیات اکسیژن زدایی لازم و ضروری می گرداند. روش های مختلفی جهت اکسیژن زدایی مذاب موجد است که در این بین عملیات اکسیژن زدایی رسوبی بیشترین کاربرد را دارد در این روش از عناصری که قدرت اکسیژن زدایی بالایی دارند استفاده می شود که عبارتند از :



فولاد سازی در کوره های زیمنس مارتین :

پیشرفت سریع میزان تولید آهن و فولاد مساله تولید انواع مختلف فولادها را که امکان تولید آنها در کنورتور های بسمر و توماس وجود ندارد به همراه دارد .مقادیر زیاد قراضه انباشته شده در کارخانه ها و استفاده

صحیح از آنها و کاربرد آهن مذاب غیر متناسب در کنورتورها نیازمند حل این مشکلات است. این نظر که فولاد نرم کم کربن را با فرو بردن آن در داخل چدن خام به فولاد تبدیل می کنند و سپس چدن خام و قراضه در یک کوره استوانه دوار تصویه شده و به فولاد تبدیل میشود در سال ۱۷۲۲ توسط شخصی به نام امور پیشنهاد شد .

پیشرفت سریع میزان تولید آهن و فولاد مساله تولید انواع مختلف فولادها را که امکان تولید آنها در کنورتور های بسمر و توماس وجود ندارد به همراه دارد. مقادیر زیاد قراضه انباشته شده در کارخانه ها و استفاده صحیح از آنها و کاربرد آهن مذاب غیر متناسب در کنورتورها نیازمند حل این مشکلات است. این نظر که فولاد نرم کم کربن را با فرو بردن آن در داخل چدن خام به فولاد تبدیل می کنند و سپس چدن خام و قراضه در یک کوره استوانه دوار تصویه شده و به فولاد تبدیل میشود در سال ۱۷۲۲ توسط شخصی به نام امور پیشنهاد شد. و مبنای تحقیقات دانشمندان امیل و پی یر مارتین فرانسوی در سالهای ۱۸۴۰ تا ۱۸۶۵ قرار گرفت این دانشمندان وقتی با فرضیه زمینس در سال ۱۸۵۶ مبنی بر استفاده از گرمای گازهای خروجی برای گرم کردن سوخت و هوا آشنا شدند می توانستند در کارهای خود به موفقیتهایی دست یابند در کوره زمینس شکل ۷۷ رژنراتورها از اجزای نسوز به اشکال مختلف به صورت لانه زنبوری پر شده و گاز های خروجی متصاعد شده از محفظه فعل و انفعال از داخل آن عبور می کنند. گازهای خروجی به هنگام عبور از داخل رژنراتورها مقادیر زیادی از گرمای خود را به اجزای نسوز پس می دهند و در نتیجه دمای رژنراتور بالا می رود پس از ۱۰ تا ۱۲ دقیقه شیر مخصوص گازها بر گردانده شده و گازهای گرم به داخل دو رژنراتور دیگر که در جهت مخالف دو رژنراتور اول در طرف دیگر کوره قرار گرفته اند راه پیدا می کند همزمان با این عمل سوخت و هوا وارد جفت اول روژنا تور شده و پس از گرم شدن به محفظه فعل وانفال برای گرم کردن کوره هدایت می شود با این ترتیب افزایش دمای محفظه فعل وئانفعال تا آن حد ممکن می شود تا بتوان قراضه و چدن خام را ذوب کرد و درجه حرارت کوره را حتی ۸۰ تا ۱۰۰ درجه بالای نقطه ذوب آهن بالا برد. در دو طرف محفظه فعل و انفعال این نوع کوره های بازیاب دو سوراخ به طور قرینه وجود دارد. هر دو جفت از این سوراخها امکان دخول هوا و گاز و نیز خروج گازهای خروجی را از محفظه فعل انفعال ممکن مسازند اولین کوره زمینس مارتین در روسیه به گنجایش ۲,۵ تن در کارخانه سورنو در فوریه سال ۱۸۷۰ شروع به کار کرد.

➤ اکسیژن زدائی :

به هنگام ساختن فولادهای آرام برای کاهش ناخالصیهای غیر فلزی فولاد از اکسیژن زدائی اولیه زیادی استفاده می شود. درز مانی مناسب بین این مرحله و اکسیژن زدائی نهایی لازم است تا این امکان فراهم آید

که محصولات حاصل از اکسین زدائی به طرف سرباره شناور بشوند همچنین از اتلاف فرو الیاژها که بعداً اضافه می شوند جلوگیری به عمل آید.

انواع اکسیژن زدا :

Mn-Si-Al-Ti-V-ZR-Br-Ca و اکسیژن زدهای مرکب (کمپلکس)

قراضه فولاد :

قراضه هایی که به بار کوره زیمنس مارتین اضافه می شوند نباید به ماسه سیمان گوگرد سرب روی قلع و غیره الوده باشند . قراضه هایی که با قلع نازک و روی کثی شده است از پست ترین نوع قراضه است . روی همراه قراضه به هنگام ذوب به صورت بخار اکسید روی متصاعد شده و بر جداره کوره رزتراتورها لوله های مشعل دیک های بخار نشسته و آنها را خراب می کند .

قلع باعث به وجود آمدن ترک سرخ در فولادها می شود اکسایش قلع و برداشت آن به وسیله سرباره تنها با مشکلات فراوان امکان پذیر است . وقتی سرب وارد کوره بشود به علت پایین بودن نقطه ذوب فوراً ذوب شده و به علت سنگینی به قسمت تحتانی مذاب جاری و در آنجا به داخل سوراخ های باریک باریک نفوذ کرده و موجبات خرابی سینه کوره را فراهم می آورد . گذشته از آن که سرب ممکن است سبب شکسته گی سینه کوره و جاری شدن مذاب بشود . قراضه سبک وزن و تراشه های سبک فولادی و سرفیچیهای ورق را در بر می گیرد .

اگر مقدار قراضه سبک وزن در بار کوره زیادتر شود در این صورت زمان باردهی افزایش یافته و در نتیجه بهره وری کوره کاهش می یابد . اما این عیب را می توان با پرس کردن قراضه در ماشین های پرس بر طرف کرده و شرایط باردهی را بهتر کرد .

تراشه هایی که در کوره ها مورد استفاده قرار می گیرند باید تازه بوده و اکسید نشده باشند (در غیر این صورت حمام مذاب بیش از حد لزوم اکسید شده و گازهای فراوانی در آن تجمع پیدا می کنند) اگر تراشه هایی به صورت بریکت بسته بندی شوند و بازدهی دا بالا خواهند برد. قراضه های سنگین وزن را قبل از ریختن به داخل کوره به وسیله اره یا چکشهای برقی به تکه های کوچکی تقسیم می کنند . قراضه ها را باید به دقت درجه بندی کرد . بدین علت قراضه های گوگرد دار را باید به دقت از سایر قراضه ها جدا کرد زیرا در ساختن فولادهای عالی این نوع قراضه ها بسیار نامناسب هستند.

چدن خام :

قسمت مهمی از بار کوره زیمنس مارتین را چدن خام تشکیل میدهد . کارخانه فولادسازی دارای یک مخلوط کن است که چدن خام کوره بلند را در خود ذخیره کرده و ترکیبات آن را همگن می کند . در

کارخانه های جدید از پاتیل‌های بمبی شکل بسیار حجیم به جای مخلوط کن های بسیار حجیم به جای مخلوطکن های ساکن قدیمی استفاده می کنند آهن مذاب را قبل از ریختن به داخل کوره به منظور گوگرد زدایی تحت تاثیر سودا یا اهنک قرار میدهند. عناصر دیگر مانند کاربید کلسیم منیزیم و غیره نیز مورد استفاده قرار می گیرد .

در کارخانه های فولاد سازی که فاقد کوره بلند هستند. چدن خام به صورت شمشهای جامد حمل در کوره بار می شوند و در هر صورت از لحاظ اقتصادی برخی اوقات به صلاح است که شمشهای منجمد را قبل از ریختن به درون در یک کوره کوپل ذوب کنند . چدن خام مورد استفاده باید مشخصات ویژه ای را دارا باشند چدن خام مرغوب امروزه در کوره های بلند کک سوز با گوگرد و فسفر آن با چدن خام تهیه شده در کوره های بلند بوسیله زغال چوب برابری میکند.

نقش تک تک عناصر موجود در چدن خام در فرایند فولاد سازی زیرمنس مارتین :

زیرمنس مارتین مقدار در صد کربن چدن خام به عناصر دیگر همراه آن بستگی دارد. عناصری مانند منگنز کرم وانادیم و تیتانیوم که کاربرد تشکیل می دهند. کربن چدن خام را افزایش می دهند. بر عکس عناصر دیگر مانند سیلیسیم و فسفر و گوگرد مقدار آن را کاهش می دهند. طبیعت و بازده کوره زیرمنس شدیداً به مقدار فسفر چدن خام بستگی دارد. در فرایند اسیدی که در آن امکان تصویه فسفر وجود ندارد مقدار درصد فسفر در چدن خام باید حداقل ننگه داشته شود .

تنها زمانی که ۲۰ تا ۳۰ درصد کل شارژ را چدن خام تشکیل می دهد می توان به روش اسیدی فولادی با ۱,۵ تا ۰,۲ درصد فسفر تهیه کرد. در فرایند بازی می توان چدن خام را با مقدار دلخواه فسفر را به فولاد تبدیل کرد اما چدن خام مناسب کوره های زیرمنس مارتین تا ۰,۲ فسفر دارد اگر مقدار فسفر چدن خام بالاتر از ۱,۵ درصد باشد در این صورت سرباره تولیدی به عنوان کود شیمیایی مورد استفاده قرار خواهد گرفت . گوگرد عنصری بسیار مضر برای فولاد سازی محسوب می شود چون برطرف کردن قسمتی از آن حتی در کوره های بازی نیز بسیار مشکل است .

منابع گوگرد عبارتند :

عبارتند: از چدن خام و قراضه و اهنک و کلسیم فلورید با آن که سیلیسیم یک عنصر مفید در تولید گرما محسوب می شود اما مقدار بیش از حد آن حاصل تولید را کمتر می کند. زیرا باعث اکسایش بیش از حد آهن و در نتیجه اتلاف آن می شود. در کارخانه های مدرن فولاد سازی مقدار درصد سیلیسیم در چدن خام با اضافه کردن پوسته های اکسیدی با دمیدن اکسیژن به پاتیل آهن کمتر می شود .

منگنز به عنوان یک عنصر مفید چدن خام تلقی می شود منگنز به عنوان یک عامل گوگرد زدا در مخلوط کن عمل کرده و گوگرد زدایی حمام مذاب را افزایش می دهد. اگر چدن خام منگنز کمتری

داشته باشد در این صورت با اضافه کردن سنگهای کانی منگنز این کمبود را جبران می کند. منگنز سنگهای کانی از سرباره احیاء شده و داخل مذاب می شوند.

فرو الیاژها :

تخلیه فرایند های جدید فولادسازی با افزودن الیاژهای آهنی برای اکسیژن زدایی خاتمه پیدا می کند. افزودن الیاژها گذشته از اکسیژن زدایی برای الیاژ کردن فولاد نیز مورد استفاده قرار می گیرد .

سوختها و خواص آنها :

کوره های زیمنس هم با سوختهای گازی وهم با سوختهای مایع کار می کنند در کارخانه های ذوب آهن کوره های زیمنس به وسیله مخلوطی از گازهای کوره های کک سازی و کوره بلند که قبلا در رژنراتور گرم شده است کار میکنند برخی از کوره ها از گاز های خالص کوره های کک سازی استفاده می کنند گاز های خروجی کوره بلند نمی توانند به تنهایی برای گرم کردن کوره های زیمنس مارتین مورد استفاده قرار بگیرد چون ارزش حرارتی آنها کم است (۹۰۰ تا ۱۱۰۰ کیلو کالری بر حسب هر متر مکعب گاز) این گازها به صورت سرد بمانند مورد گازهای کوره های کک سازی در گکوره زمینس مارتین استفاده می شود .

سوختهای مایع مانند گازوئیل و قطران (۸۷۰۰-۱۰/۲۰۰ کیلو کالری کیلو گرم) معمولاً قبل از مصرف گرم می شوند تا پودر شدن آنها در مشعلها به آسانی انجام شود (گرم کردن آنها معمولاً به وسیله بخار انجام می گیرد) محاسبات نشان می دهند که اگر گرد سوختهای جامد به وسیله اکسیژن در کوره سوزانده شوند در این صورت احتیاج به گرم کردن هوا نبوده و کوره می تواند بدون رژنراتور کار کند.