



جلسه ششم ساختمان کوره بلند



مقدمه

- کوره بلند مهم ترین راکتور تولید آهن در جهان است. امروزه بیش از ۵۰ درصد آهن جهان در کوره های بلند تولید می شود. شایان ذکر است درصد آهن تولیدی در کوره های بلند در طول سه دهه گذشته روند رو به کاهشی داشته است. مهم ترین دلیل این کاهش سهم کوره بلند، در پیشرفت روش های جدید تر و باصرفه تر تولید آهن می باشد.
- با این وجود کوره بلند هنوز مهم ترین راکتور تولید آهن بشمار می رود. میزان تولید آهن در کوره های جدید تر ممکن است تا ۱۴۰۰۰ تن آهن خام در روز برسد.



آینده کوره بلند

- گر چه راندمان کوره‌های بلند به‌طور مداوم در حال تغییر است اما واکنش‌های داخل کوره بلند یکسان است. به گفته مؤسسه ی آهن و فولاد آمریکا کوره بلند تا هزاره بعدی باقی می‌ماند زیرا کوره‌های بلند بزرگ و پربازده می‌توانند فلز مذاب با هزینه قابل رقابت با سایر روش‌های تولید آهن تولید کنند.
- یکی از بزرگترین مشکلات کوره بلند تولید اجتناب ناپذیر دی‌اکسید کربن است.



کوره بلند در ایران

- در ایران اولین و بزرگ‌ترین کوره بلند متعلق به شرکت ذوب‌آهن اصفهان است که توسط شوروی سابق طراحی و ساخته شده است و کوره‌های بلند دیگر در ظرفیت‌های کوچک‌تر و با فناوری جدید توسط شرکت پوسکو کره جنوبی در ایران ساخته شده است.
- کوره‌های روسی به مدل‌های زنگ‌دار معروف هستند و کوره‌های کره‌ای بدون زنگ و با تکنولوژی به‌روزتری ساخته می‌شوند



- در ایران از آن جایی که گاز طبیعی به مراتب بیشتر از ذغال سنگ یافت می شود از فرآیند کوره ی بلند استفاده ی کمتری می شود و بخش عمده ی آهن از روش احیای مستقیم تولید می شود

- برخی از کوره های بلند ایران :

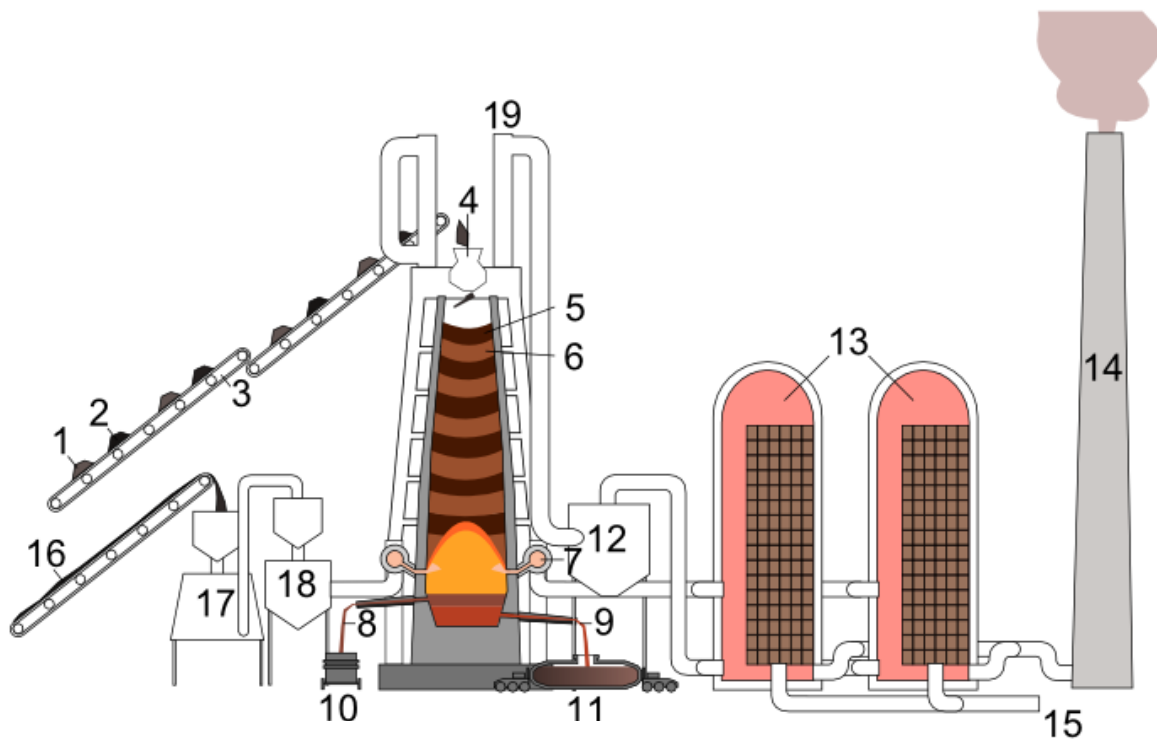
- کوره های بلند ذوب اصفهان که سه عدد هستند با ظرفیت کل $3/6$ میلیون تن
- کوره ی بلند شرکت فولاد میبد با ظرفیت تولید $1/4$ میلیون تن در سال



کوره بلند به طور کلی

- کوره بلند جز انواع کوره عمودی است. مواد جامد شامل کنسانتره آگلومره شده، مواد سرباره ساز، مواد روانساز و کک از بالا کوره شارژ می شوند. از منطقه دمنده ها که در پایین کوره واقع شده است هوای داغ بداخل کوره دمیده می شود .
- هوای داغ پس از برخورد با کک در این ناحیه باعث بوجود آمدن گاز CO می شود. این گاز به سرعت در کوره بالا می رود و عمل احیا و گرم کردن شارژ را انجام می دهد. پس نحوه عمل کوره بلند به صورت جریان یافتن سیال در خلاف جهت حرکت مواد جامد می باشد.
- پروسه تولید آهن در کوره بلند بصورت شبانه روزی است. ممکن است چندین سال طول بکشد تا یک کوره بلند برای انجام تعمیرات خاموش شود. در زمان هایی که کوره به هردلیل تولید ندارد می توان صرفا با وارد کردن کک خالص کوره را گرم نگهداشت.





- ۱- سنگ آهن+پودر سنگ آهن-۲-کک-۳-تسمه نقاله
 ۴-ورودی مواد اولیه-۵-لایه کک-۶-سینتر سنگ
 معدن و سنگ آهک-۷-انفجار گرم-۸-حذف سرباره-۹-
 بهر برداری از ۱۰ pig iron-گلدان سرباره-۱۱-انتقال
 به سمت ۱۲ torpedo cars-گرد و غبار سیلیکون
 ۱۳-اجاق-۱۴-دودکش-۱۵-COWPER (پیش گرم
 کن)-۱۶-پودر ذغال سنگ-۱۷-اجاق کک-۱۸-کک
 ۱۹-کاهنده ی گاز کوره ی بلند

- سیستم های بوجود آمده در کوره بلند سیستم بسیار پایداری است استفاده از دمش هوای پیشگرم شده که اولین بار در سال ۱۸۲۸ صورت گرفت در حقیقت آخرین عاملی را که ممکن بود باعث بوجود آمدن ناپایداری در کوره بلند شد از میان برد.

- نرخ تولید آهن خام در یک کوره بستگی به نرخ دمش اکسیژن بداخل آن دارد.

- نرخ دمش هوای دم بداخل کوره از مقدار مشخصی نمی تواند بیشتر شود. در صورت افزایش بیش از حد نرخ دمش، گاز کوره بجای آنکه بطور یکنواخت از میان بستر عبور کند از میان کانال ها یا مجراهای مشخصی در میان کوره عبور خواهد کرد و در نتیجه قسمت اعظم مواد موجود در کوره به اندازه کافی با گاز برخورد نخواهد کرد.

- معمولا زمان پایین رفتن مواد جامد در کوره بلند بین ۴ الی ۶ ساعت است.



شکل کوره بلند

- مقطع طولی کوره بلند بصورت یک استوانه نیست. شکل خاص مقطع کوره بلند بر اثر تکامل طراحی ها و در طول سال های استفاده از این دستگاه بوجود آمده است. در این مقطع می توان پنج قسمت را تشخیص داد

۱- دهانه

۲- بدنه

۳- شکم

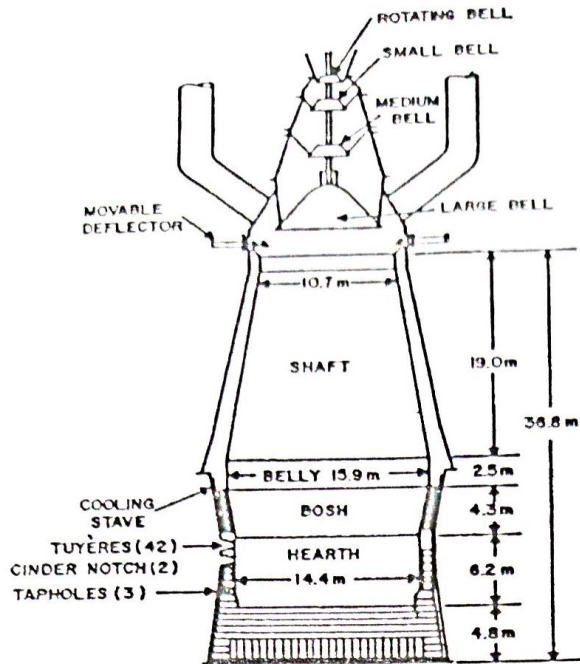
۴- کارگاه

۵- بوته

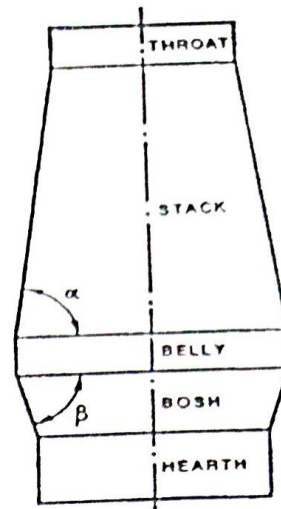
و برخی قسمت های مهم دیگر عبارتند از:

۶- پوسته کوره بلند

۷- پی کوره بلند



اندازه های کوره شماره ۵ Fukuyama



قسمتهای مختلف کوره بلند

پوسته کوره بلند

- جنس پوسته ورق فولادی است. برای اتصال ورق ها به هم از جوشکاری استفاده می شود. ضخامت پوسته حدود ۵۰ میلی متر می باشد. برای خنک کردن پوسته از روش های مختلف در قسمت های مختلف کوره استفاده می شود. این روش ها شامل شبکه های آبگرد، پره و یا حتی آب به جداره خارجی کوره بلند می باشد.



دهانه

- دهانه بصورت یک استوانه کوتاه است. مواد جامد ورودی به کوره از طریق دهانه وارد می شود.
- برای محافظت پوسته در منطقه دهانه از ورق های فولادی استفاده می شود. بین ورق های محافظ و پوسته کوره یک ردیف آجر رس نسوز قرار می گیرد.
- شایان ذکر است که محافظت از عایقهای کوره اهمیت بسزایی دارد. در حال حاضر عمر مفید کوره های بلند به طور متوسط ۴ تا ۵ سال هست. پس از این مدت کوره خاموش می شود تا عایق های آن تعمیر شوند و تعمیرات کلی در آن صورت گیرد.
- پروسه تعمیر کوره بلند طولانی و پرهزینه است. با محافظت بهتر و بیشتر می توان زمان استفاده از کوره را افزایش داد.



بدنه

- قسمت بدنه در پایین دهانه قرار دارد. بدنه بزرگترین قسمت کوره بلند است. همان طور که در شکل قبل دیده می شود بدنه کوره بشکل یک مخلوط می باشد. **مواد جامد ورودی** به کوره بلند در حین پایین آمدن بر اثر افزایش دما دچار انبساط می شوند. برای آنکه این انبساط باعث گرفتگی کوره نشود بدنه کوره بشکل مخروط ساخته می شود.
- همچنین گازهای کوره بلند در مسیر خود بطرف بالا دچار کاهش دما می شوند و حجم آنها کاهش می یابند.
- **شکل مخروطی بدنه از کاهش بیش از حد گاز جلوگیری می کند.** زاویه مخروط با افق معمولاً بیش از ۸۳ درجه است. هرچه کنسانتره مورد استفاده مرغوب تر و پرعیار تر باشد این زاویه بیشتر و در نتیجه شیب بدنه تند تر طراحی می شود. برای کنسانتره های بسیار مرغوب زاویه مخروط با افق ممکن است تا ۸۷ درجه سانتیگراد برسد.



- بدنه کوره بلند از آجرهای شاموتی پوشیده می شود. ضخامت این آجرها در مقاطع مختلف بدنه فرق می کند. معمولا ضخامت آجرها در این منطقه بین ۶۹۰ میلی متر تا ۱۰۲۰ میلی متر می باشد.
- معمولا بین پوسته و آجرها، فضایی به ضخامت ۵۰-۶۰ میلی متر از ذرات شاموت - آزبست (پنبه نسوز) پر می شود. این فضا ضمن عایق بودن، هر گونه انبساط آجرها در اثر دما را در خود جا می دهد.
- برای خنک کردن قسمت های پایین بدنه معمولا از شبکه آبگرد یا سطوح پره دار استفاده می شود. قسمت های بالاتر بدنه را می توان با پاشیدن اسپری آب بر سطح خارجی پوسته خنک نگه داشت.
- آجر شاموتی یکی از انواع آجر نسوز است که از اکسید سیلیسیوم و اکسید آلومینیوم ساخته می شود



شکم

- در پایین بدنه قسمت شکم قرار دارد که مقطع استوانه ای شکل دارد.
- اگر شکم وجود نداشت و منطقه بدنه بطور مستقیم به کارگاه متصل شود بخاطر زاویه تندی که بین آنها بوجود می آید سیستم در آن منطقه دارای منطقه مرگ می شود. به عبارت دیگر موادی که به آن منطقه وارد می شوند ممکن است در آن گیر کنند و مدت زیادی در آن باقی بمانند.
- آجرهای قسمت شکم معمولا از جنس شاموت هستند و ضخامت آنها ممکن است تا ۶۹۰ میلی متر برسد. روش خنک کردن این قسمت نیز بستگی به طراحی دارد. معمولا از شبکه آبگرد و یا سطوح پره دار استفاده می کنند.



کارگاه

- قسمت کارگاه یا استراحتگاه در پایین شکم قرار گرفته است. مقطع کارگاه بصورت مخروط برعکس می باشد. زاویه آن با افق معمولاً بیش از ۸۱ درجه است. مشخص است که این شکل خاص بدلیل ذوب شدن و احیا شدن مواد جامد و سوختن قسمت اعظم کک طراحی شده است.
- همچنین بر اثر واکنش سوخت کک در قسمت‌های بالاتر کارگاه دمای گاز ورودی ممکن است به ۲۰۰۰ درجه سانتیگراد برسد و در نتیجه افزایش حجم شود. به عبارت دیگر این شکل خاص برای جبران تغییر حجم ناشی از واکنش های فوق طراحی شده است.



- آجرهای عایق (معمولا کربنی - بلافاصله بعد از پوسته) در قسمت کارگاه معمولا بصورت یک ردیف آجر عایق هستند. ضخامت آنها ممکن است تا ۳۴۵ میلی متر برسد.
- آجرهای نسوز این قسمت در معرض دمای بالا و فرسایش می باشند و در نتیجه سرعت آسیب می بینند.
- در عمل معمولا، لایه هایی از سرباره و یا سایر مواد روی این عایق ها منجمد می شود و از آنها حفاظت می کند.
- برای خنک کردن این قسمت معمولا از سطوح پره دار استفاده می شود هر چند در برخی طراحی ها از شبکه آبگرد نیز استفاده شده است.



بوته کوره بلند

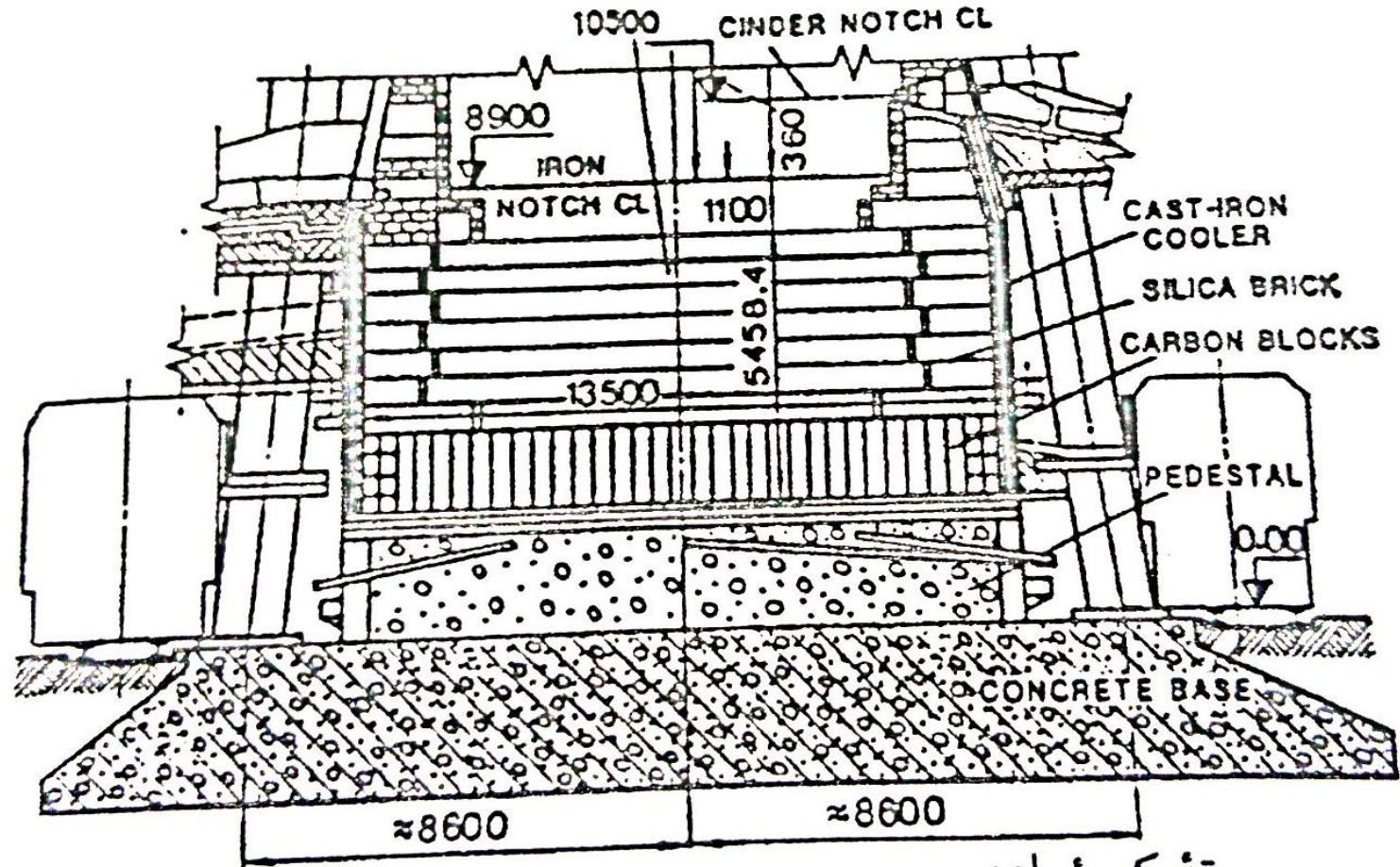
- در پایین ترین قسمت بوته، آهن مذاب و کمی بالاتر سرباره قرار می گیرد. دیواره این قسمت را مواد عایق تشکیل می دهد. در قسمت خارجی یعنی بلافاصله داخل پوسته بلوکهای کربنی قرار گرفته اند.
- این بلوک های کربنی به عنوان عایق بکار برده می شوند اما نکته جالب در مورد آنها ضریب انتقال گرمای بالای آنها است. در حقیقت یکی از مهم ترین وظایف این بلوکها انتقال گرما از آجرهای نسوز به شبکه آبگرد است.



- کف بوته نیز از آجرهای نسوز از جنس سیلیکا پوشیده شده است که روی بلوک های کربنی چیده شده اند. معمولا این اجرها بشکل ذو زنقه می باشند. در اولین دوره آغاز به کار کوره، آهن مذاب بداخل خلل و فرج درزهای بین اجرها می رود. در نتیجه در ابتدای شروع بکار میزان فرسایش کف بوته بسیار زیاد است. به مرور زمان این فرسایش کاهش می یابد.
- برای محافظت از نسوزهای کف بوته معمولا لایه ای از آهن مذاب بصورت لایه مرده روی نسوز ها نگهداری می شود. این لایه هیچگاه از کوره تخلیه نمی شود و با قرار گرفتن روی نسوزها از فرسایش آنها جلوگیری می کند. این لایه آهن اصطلاحا آهن سالاماندر می نامند.
- ضخامت آهن سالاماندر بستگی به طراحی کوره دارد و در کوره های بزرگ ممکن است تا حدود ۱/۸ متر برسد.
- ضخامت لایه های نسوز دیواره بوته در قسمت های پایین ممکن است تا ۱۵۰۰ میلی متر برسد. در قسمت های بالای بوته ضخامت نسوزها کمتر است و ممکن است حدود ۳۵۰ میلی متر برسد.



بوته کوره بلند



بوته کوره بلند

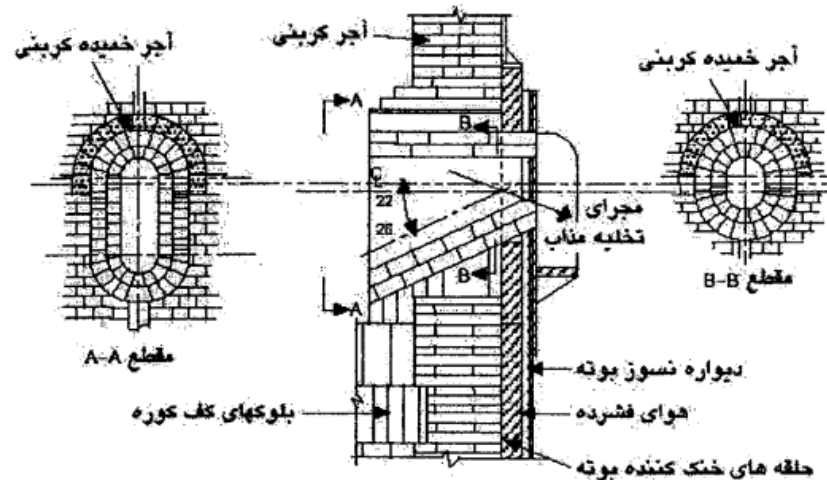


مجرای خروج آهن

- آهن خام از طریق سوراخهای خروج آهن تخلیه می گردد. تعداد سوراخ های خروج آهن بستگی به حجم کوره دارد. برای کوره هایی که حجم مفید آنها حداکثر ۲۰۰۰ متر مکعب است، یک مجرا کافی است. با ازدیاد حجم کوره تعداد مجراها زیاد می شود. کوره های بزرگ ممکن است تا ۴ مجرای تخلیه آهن داشته باشد.
- ممکن است یک کوره بلند در روز ۱۸ - ۲۰ دفعه تخلیه شود. مجرای تخلیه آهن در داخل یک مجرای فولادی قرار دارد که در پوسته کوره جاسازی شده است. داخل مجرای فولادی آجرهای آلومینایی قرار داده شده اند.
- تخلیه آهن از طریق سوراخی به قطر ۵۰ - ۸۰ میلی متر که در این مجرا ایجاد می شود صورت می گیرد. پس از پایان تخلیه مجرا مجددا توسط مواد عایق پوشیده و پر می گردد.

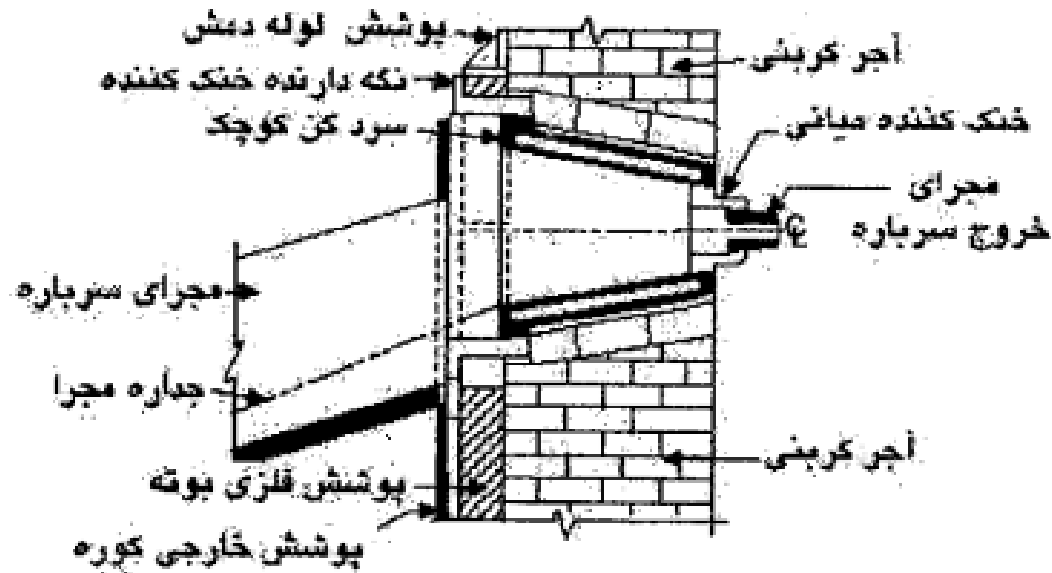


وضعیت عمومی مجرای خروج مذاب در شکل زیر نشان داده شده است و جزئیات آن ممکن است از کوره‌ای به کوره دیگر تغییر کند. مجرا، زاویه شیبی در حدود ۲۲ تا ۲۶ درجه دارد. این شیب برای سادگی باز شدن مجرا و کیفیت خروج مذاب می‌باشد. مجرای خروج مذاب حدود ۹۰ سانتیمتر (۳ فوت) بالاتر از کف بوته قرار دارد. سرباره مذاب بایستی از طریق مجرای جداگانه تخلیه شود. چون سرباره سبک‌تر از چدن مذاب است، مجرای خروج سرباره حدود ۱ تا ۱/۵ متر بالاتر از مجرای خروج مذاب قرار دارد. شکل بعد وضعیت عمومی مجرای خروج سرباره را نشان می‌دهد.



مقطعی از مجرای خروج چدن مذاب

نمایی از خروج سرباره



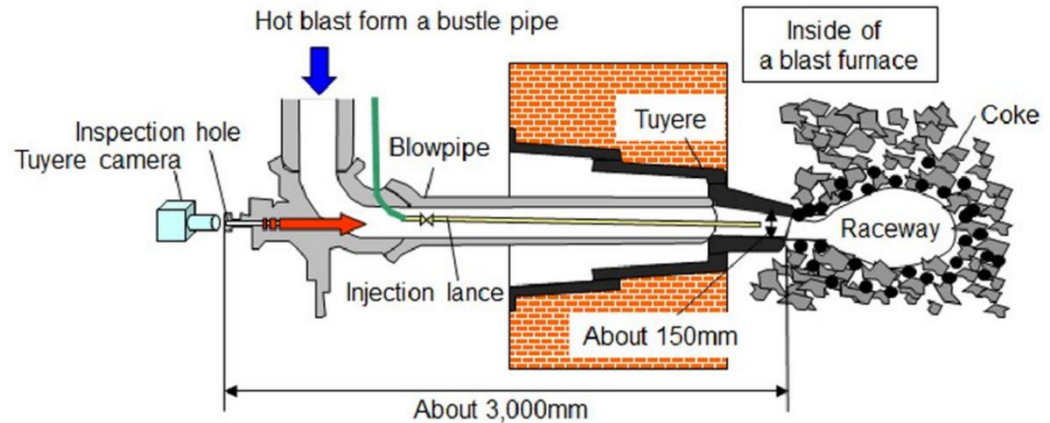
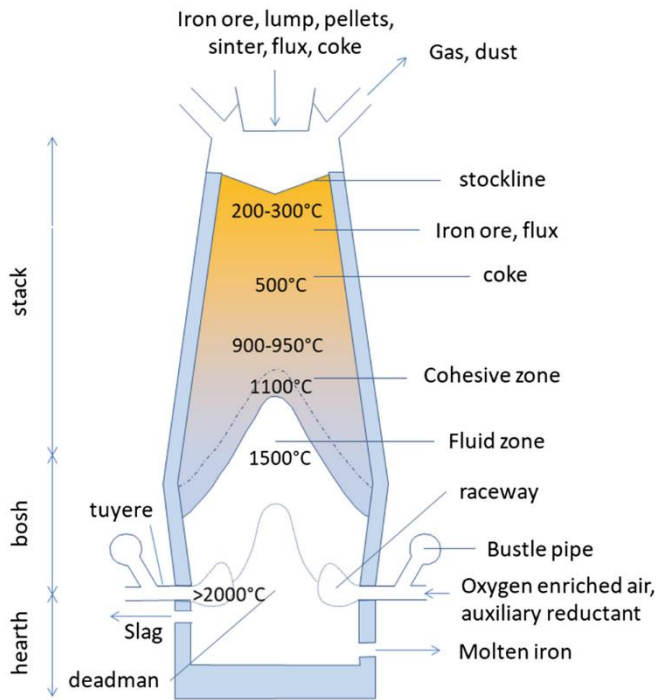
نمایی از مقطع مجرای خروجی سرباره

دمنده ها

- دمنده های هوا در بالای بوته قرار می گیرند. این دمنده ها هوای دم را به همراه هر گونه مواد اضافی بدرون کوره می دمند. تعداد دمنده ها بستگی به حجم مفید کوره دارد. این تعداد معمولاً بین ۱۸ تا ۴۲ عدد می باشد.
- مواد عایق اطراف آنها که تحت تاثیر بالاترین دما و شدیدترین فرسایش در کوره هستند باید عمر زیادی داشته باشند. بنابراین دمنده ها مجهز به سیستم خنک کننده می باشند



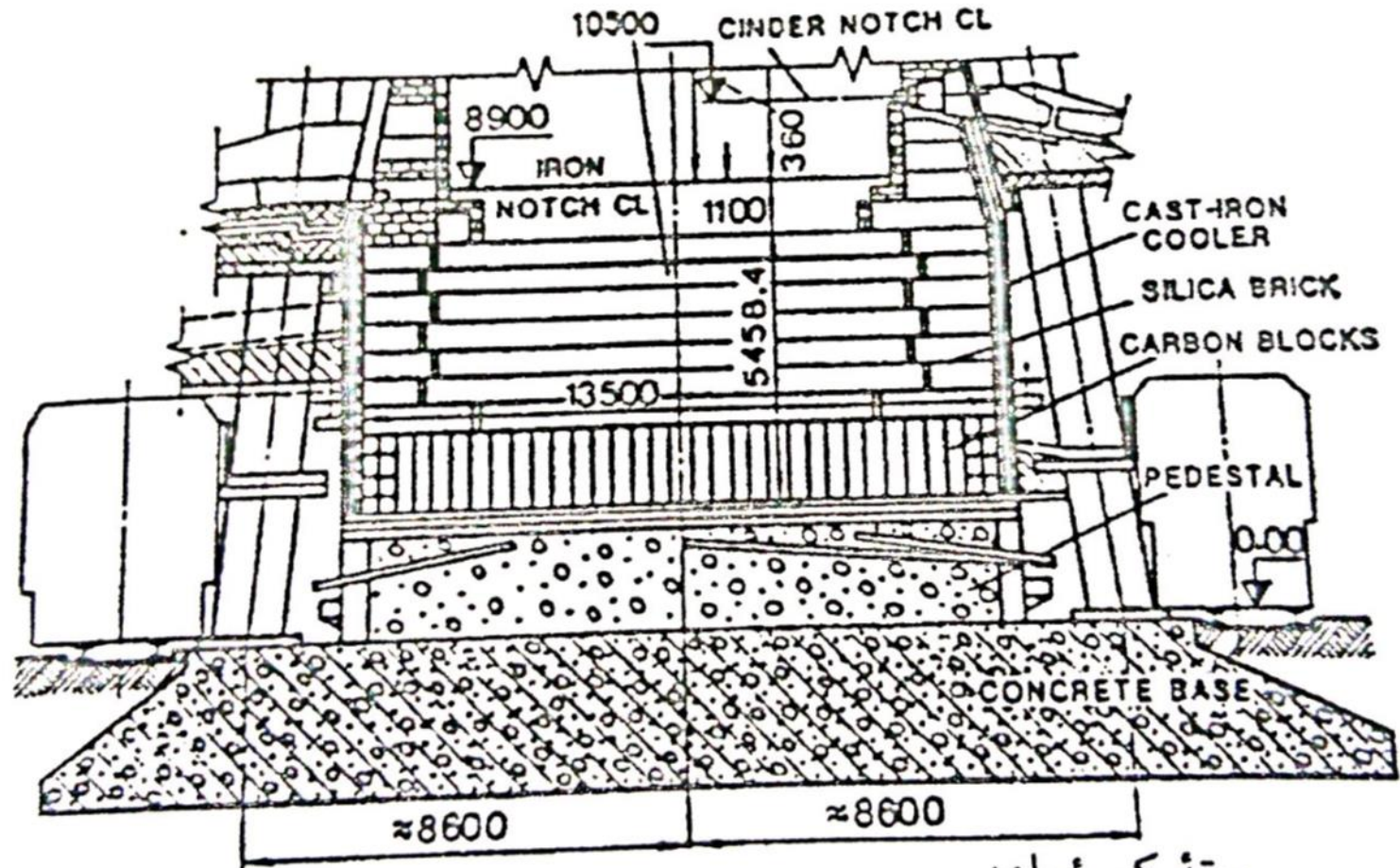
- طراحی دمنده ها به شکلی است که می توان بسرعت انها را تعویض نمود. با توجه به شرایطی که دمنده ها دارند عمر انها از سایر قسمت ها کمتر است و باید روش تعویض آنها ساده و سریع باشد. شکل زیر نمای یک دمنده را نشان می دهد.



پی کوره بلند

- پی کوره بلند باید بتواند وزن کوره بلند و مواد داخل آن را تحمل کند. این وزن ممکن است بیش از ۳۰۰۰۰ تن باشد. علاوه بر این عملکرد کوره بلند باعث بوجود آمدن مقدار زیادی لرزش می شود. پی کوره بلند بتواند تمام این شرایط را تحمل کند و بطور یکنواخت به زمین منتقل شود.
- معمولاً پی کوره بلند به شکل هشت ضلعی از بتن ساخته می شود. ضخامت پی ممکن است به ۴ متر برسد. روی پی سکویی از عایق گرما ساخته می شود و کوره روی این سکو قرار می گیرد.





بوته كوره بلند

