

فصل سوم

مروری بر فرآیندهای قدیمی فولادسازی

الف) فرآیند کنورتور بسمر

- فرآیند کنورتور بسمر ابتدا در سال ۱۸۵۶ مطرح شد.
- نمونه اصلی این فرآیند که توسط هنری بسمر ابداع شد فقط برای تصفیه آهن فسفر پایین مناسب بود و از پوشش های دیرگذار اسیدی ساخته شده بود.
- فرآیند بسمر قلیایی مناسب برای چدن مذاب فسفر بالا بیست سال بعد توسط توماس توسعه یافت.



Henry Bessemer



Sidney Gilchrist Thomas

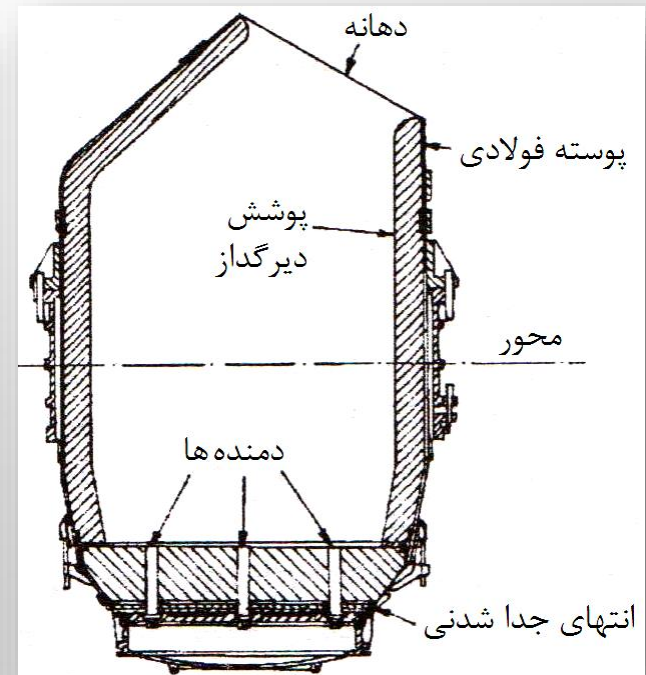
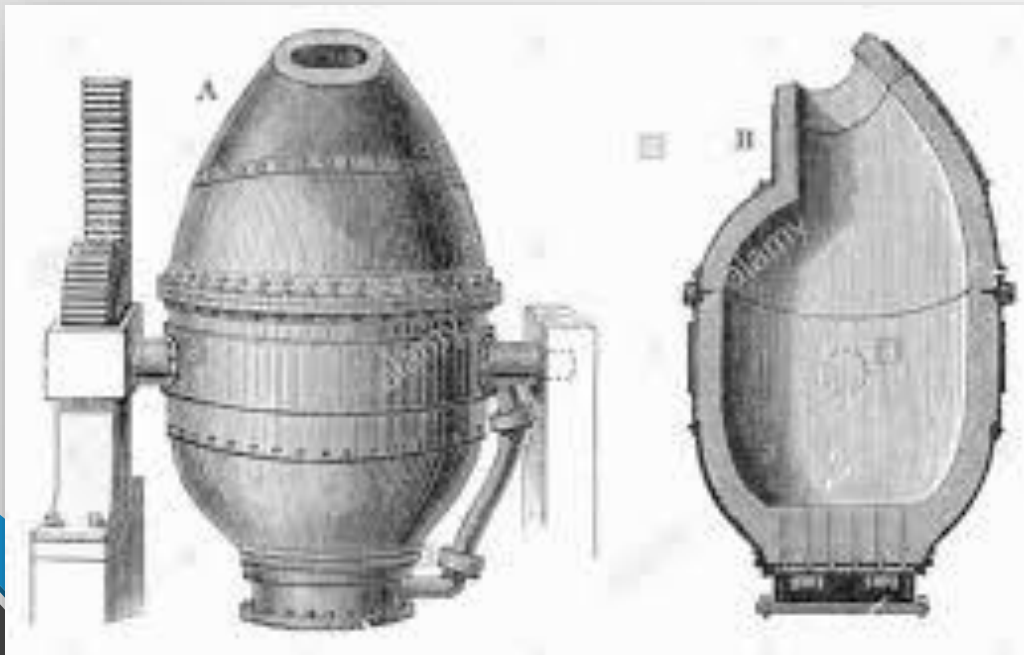
- امروزه در تمام دنیا کنورتورهای اکسیژنی قلیایی بطور کامل جایگزین فرآیند کنورتور بسمر شده است.

- دسترسی تجاری به گاز اکسیژن با قیمت مقرون به صرفه، انقلابی در صنعت فولادسازی ایجاد کرد.



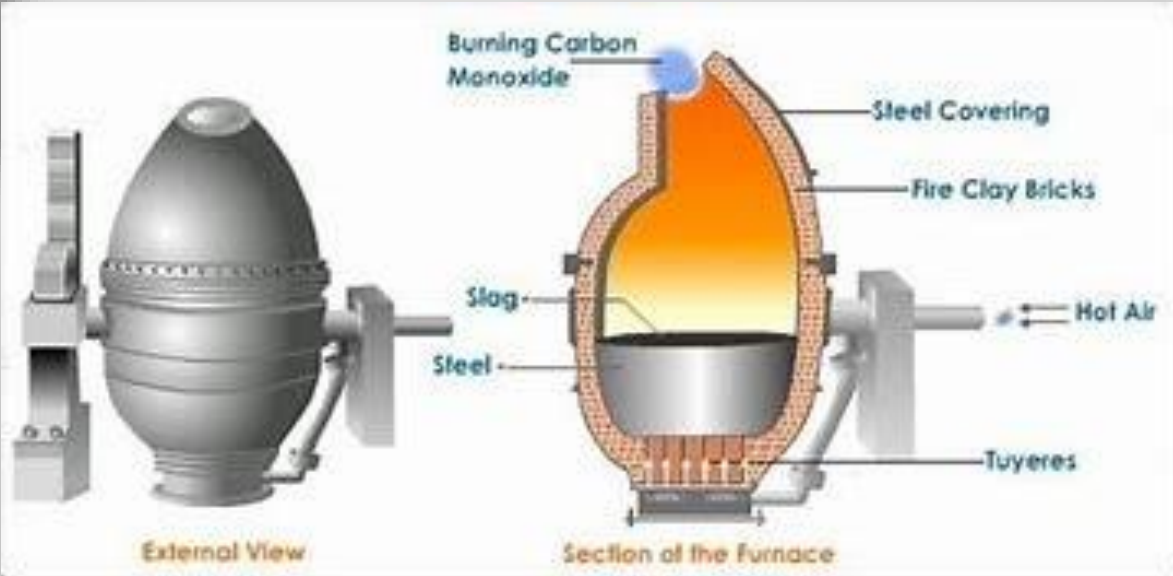
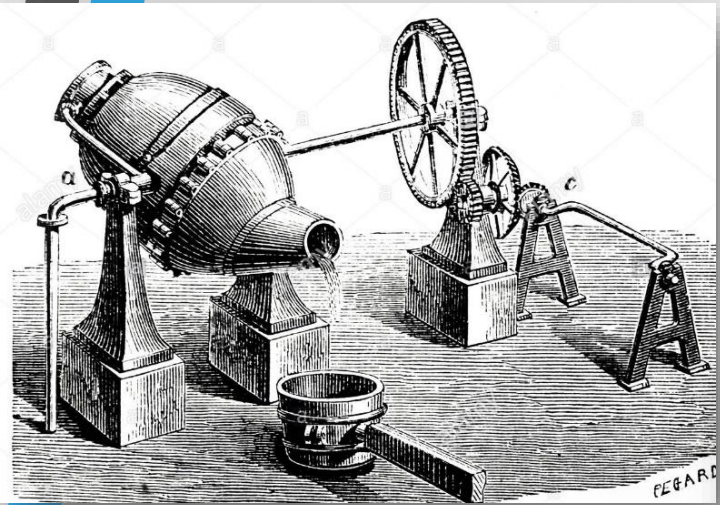
طرح کنورتور و عملکرد آن

- کنورتور بسمر یک مخزن گلابی شکل با انتهایی قابل جدا شدن می باشد.
- کنورتور روی یک تکیه گاه نصب شده است و قابلیت چرخش 360° را دارد.
- کنورتور آهسته به سمت بالا و موقعیت دمش می چرخد.



• از طریق دمنده ها در کف دمش آغاز می گردد.

• بعد از پایان دمش که برای مخزن با ظرفیت ۲۰-۲۵ تنی معمولاً حدود ۲۵-۲۰ دقیقه طول می کشد، کنورتور دوباره به سمت پایین چرخید، و فلز مذاب و سرباره خارج می شوند.

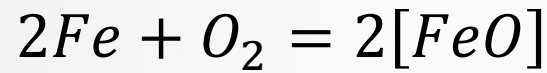


- کنوتور بسمر اسیدی با مواد اسیدی پوشش داده می شود. (پوششی از جنس آجر سیلیکا یا یک پوشش فشرده شده از مواد نسوز اسیدی)
- در قسمت انتهایی که قابل جدا کردن است تعداد زیادی دمنده (معمولاً تا ۳۰ عدد) قرار دارد.
- قسمت انتهایی در کوره های مخصوص خشک شده و پخته می شوند و معمولاً پس از هر بار ۱۰-۲۵ بار حرارت دهی تعویض می گردند.
- در کنوتور بسمر قلیایی، پوسته کنورتور توسط یک آستر دیرگداز دولومیتی بصورت یکپارچه پوشش داده می شود.
- قسمت انتهایی نیز از دولومیت فشرده ساخته شده است. پوشش کنورتور می تواند تا ۲۰۰ بار حرارت دهی استفاده شود.

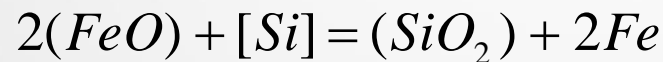
- فرآیند کنورتور بسمر کاملاً خودسوز است و به حرارت خارجی نیاز ندارد.
- در فرآیند بسمر اسیدی، اکسیداسیون سیلیسیوم منبع اصلی تأمین حرارت است و در فرآیند بسمر قلیایی در اثر اکسیداسیون فسفر بعد از دوره دمش، حرارت قابل توجهی آزاد می شود.
- اکسیداسیون کربن با ظهور یک شعله بلند در دهانه کنورتور شناخته می شود.
- در هر دو فرآیندهای اسیدی و قلیایی، فلز با فرومگنز و فروسیلیس اکسیژن زدایی می شود.
- در فرآیند قلیایی، اکسیژن زدایی باید بعد از جدا کردن سرباره از فلز مذاب انجام شود. این عمل برای جلوگیری از برگشت فسفر از سرباره به فلز ضروری است.

شیمی تصفیه

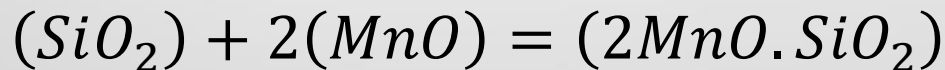
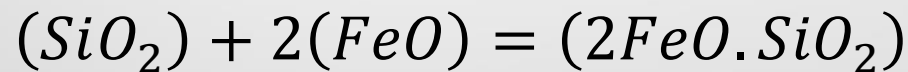
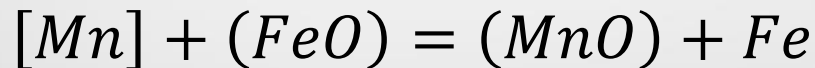
- آهن به سبب مقدار وزنی خیلی زیاد زودتر اکسید می شود. واکنش:



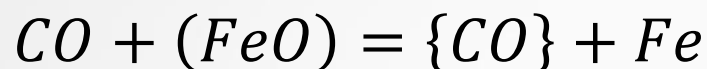
- FeO تشکیل شده سریعاً به سیلیسیوم موجود در فلز واکنش می دهد:



- در هر دو فرآیند قلیایی و اسیدی، اکسیداسیون سیلیسیوم در ابتدا رخ می دهد و بعد از آن واکنش منگنز آغاز می گردد.

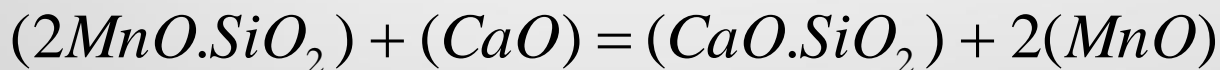
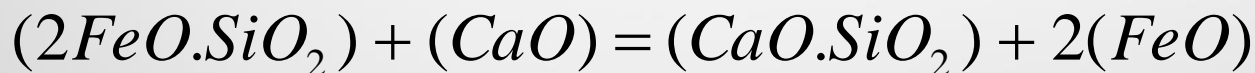


- واکنش کربن پس از آنکه سیلیسیوم و منگنز:



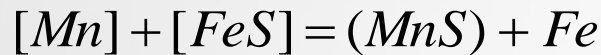
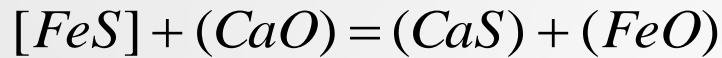
- نیتروژن موجود در هوا به شکل حباب از حمام خارج می شود که سطح این حبابها مکان های مناسبی برای واکنش کربن-اکسیژن خواهند بود.

- با نزدیک شدن واکنش کربن به نقطه پایانی، کنورتور چرخیده و فرومگنز و فروسیلیس برای اکسیژن زدایی و تنظیم ترکیب اضافه می شوند.

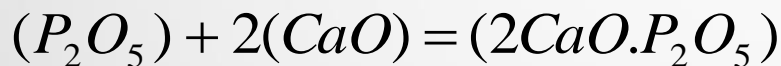


- اکسیداسیون فسفر پس از فروکش کردن شعله کربن اتفاق می افتد.

- سرباره قلیایی نیز تا حدودی با گوگرد موجود در فلز واکنش می دهد:



- در دوره پسادمش، فسفر به P_2O_5 اکسید می شود.



- از آنالیز بالا مشخص است که سرباره قلیایی پتانسیل اکسیژن خیلی بالاتری دارد.

فرآیند اسیدی	فرآیند قلیایی	آنالیز سرباره %wt
۶۳/۶۸-۰/۰	۹/۱۰-۰/۰	SiO ₂
۱۲/۱۸-۰/۰	۳۰/۰۰	FeO
۱۲/۱۸-۰/۰	مقدار ناچیز	MnO
۲/۴-۰/۰	۱۰/۰۰	Al ₂ O ₃
<۱/۰	۵/۶-۰/۰	Fe ₂ O ₃
مقدار ناچیز	۲۵/۲۸-۰/۰	CaO
مقدار ناچیز	۱۵/۱۶-۰/۰	MgO

زوال فرآیند بسمر

- فرآیند کنورتور بسمر بیش از یکصد سال در صنعت فولاد استفاده شد.
- محدودیت های اصلی:

الف- هدر رفت بخش زیادی از حرارت تولیدی از واکنش های گرمازا توسط گاز نیتروژن
ب) مقدار نیتروژن فولاد بسمر بالا و در حدود ۰.۱۲٪ بود.
ج) نیاز به تعویض متعدد بخش انتهایی کنورتور یک مشکل جدی است.
د) عدم توانایی تصفیه در یک مرحله آهن سیلیسیوم بالا و فسفر متوسط

- با ظهور فرآیند فولادسازی اکسیژنی قلیایی دمش از بالا (فرآیند LD) روند زوال فرآیند بسمر سریع تر شد.

(ب) فرآیند فولادسازی کوره اجاق باز

- اواخر قرن نوزدهم توسط زیمنس (آلمان) و مارتین (فرانسه) ابداع شد.
- فرآیند اجاق باز بصورت گسترده توسط فرآیند کنورتور LD در سراسر جهان جایگزین شده است.
- فرآیند اجاق باز نمی تواند با فرآیند فولادسازی کنورتور LD چه از نظر بازدهی گرمایی و چه تولید مقابله کند.

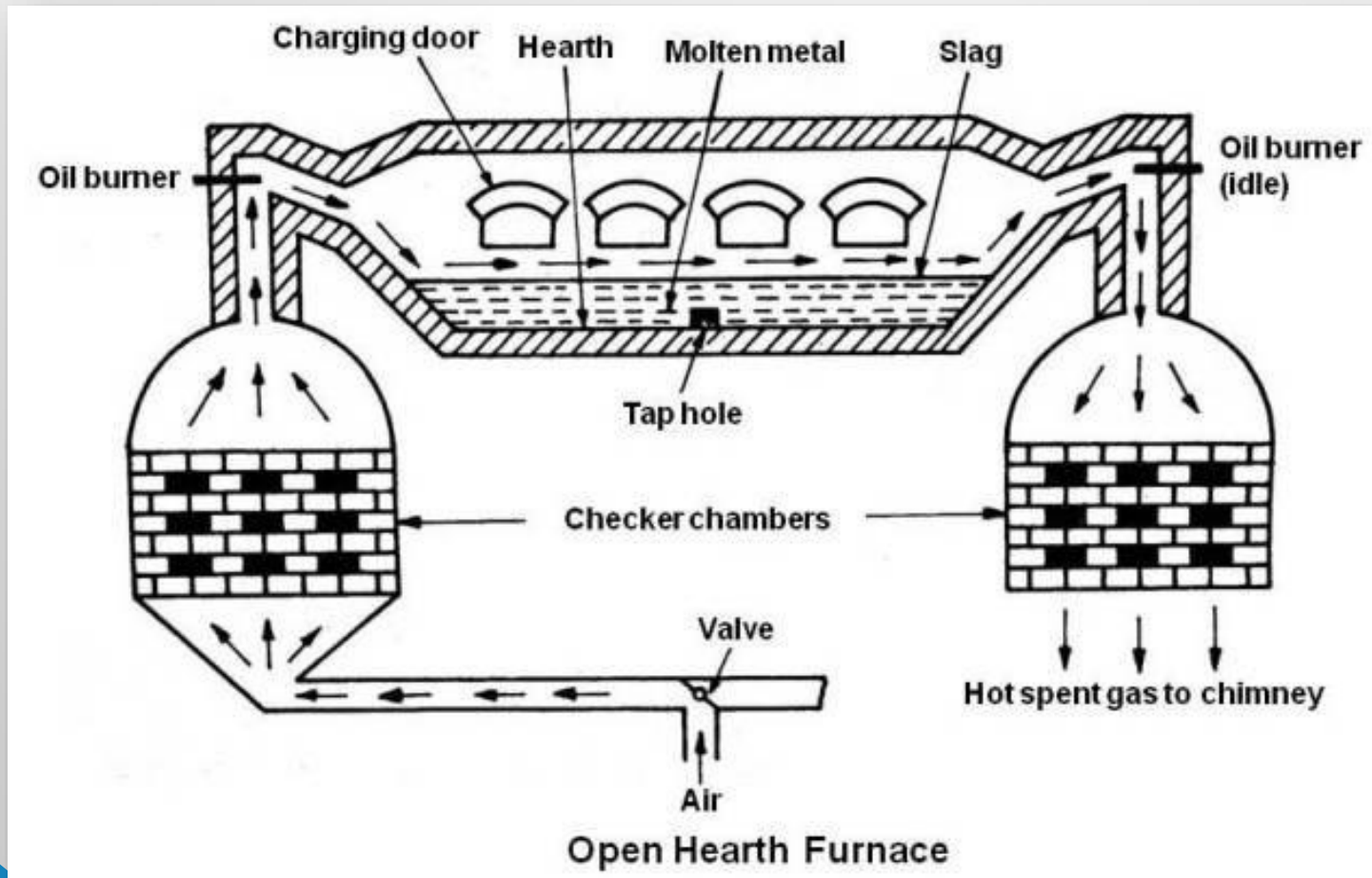


Carl Wilhelm Siemens



Pierre-Émile Martin

ساختمان کوره اجاق باز



- ظرفیت یک کوره اجاق باز ممکن است تا حدود ۵۰۰ تن در هر حرارت دهی باشد.
- هوای احتراق و سوخت گازی از دریچه های یک سمت کوره وارد می شوند.
- اجاق بصورت یک تابه از جنس ورق های فولادی است. ورق های فلزی با صفحات آزبست که آنها نیز خود توسط یک لایه آجرهای شاموتی متخلخل شده اند پوشش داده شده است.
- آسترکاری معمولاً از جنس دیرگداز منیزیایی فشرده است.
- برای جلوگیری از واکنش اسیدی با سقف آجر سلیکاتی، لایه های بالایی دیواره پشتی ضرورتاً از جنس آجرهای کروم- منیزیم می باشد.

- سقف معمولاً از نوع قوسی فلزی است و از آجرهای سیلیکاتی ساخته می شود.
- گاز و هوا از دریچه ها و نفت یا قیر سوختی مستقیماً از طریق مشعل ها وارد محفظه کوره می شوند.
- لوله های حامل گاز، محصولات احتراق را خارج می کنند. کارکرد لوله های دودگیر و حامل گاز به تناوب معکوس می شود.
- گاز خروجی داغ از مجموعه دیگری از کوره بازیابی به طرف دیگر کوره هدایت می شود.

مراحل فرآیند:

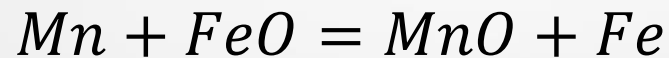
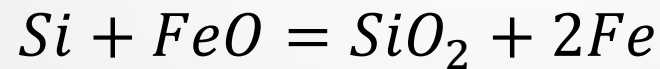
۱. بارگیری
۲. ذوب
۳. اکسیداسیون
۴. تکمیل کاری

بارگیری

- قراضه فولادی، خاکه آهن، آهک / سنگ آهک به کوره ریخته می شود.
- چدن مذاب مستقیماً بارگیری می شود.

ذوب

- مشعل ها بطور کامل روشن هستند. با ذوب بار، سیلیسیوم و منگنز اکسید می شوند:



- ترکیب بار به گونه ای است که مقدار کربن حمام حدود ۰/۳-۰/۲ بیشتر از مقدار کربن نهایی باشد.
- تشکیل مونوکسید کربن از اکسیداسیون کربن در حمام تلاطم ایجاد میکند.

اکسیداسیون و تصفیه

- تأمین مداوم اکسیژن با افزودن خاکه آهن مهیا می شود.
- تجزیه Fe_2O_3 یک فرآیند گرماگیر است.
- به دلیل انتقال حرارت از طریق لایه سرباره از اتمسفر کوره به حمام، معمولاً فرآیندی آهسته است.
- تولید منوکسید کربن از طریق اکسیداسیون کربن تلاطم شدیدی در حمام ایجاد می کند که به نام پدیده جوشش کربن نامیده می شود.
- جوشش کربن سبب: الف) انتقال حرارت، ب) واکنش سرباره- فلز و ج) فلوتاسیون ناخالصی ها

- با افزایش دما، آهک بیشتری در سرباره حل شده و در نتیجه بازیسیته آن افزایش خواهد یافت.
- واکنش های اصلی سرباره-فلز عملیات فسفرزدایی و گوگرد زدایی است.
- فسفرزدایی مطلوب: ۱- سرباره اکسید کننده، ۲- بازیسیته بالای سرباره، ۳- دمای پایین
- گوگرد زدایی مطلوب: ۱- سرباره احیا کننده، ۲- بازیسیته بالای سرباره، ۳- دمای بالا

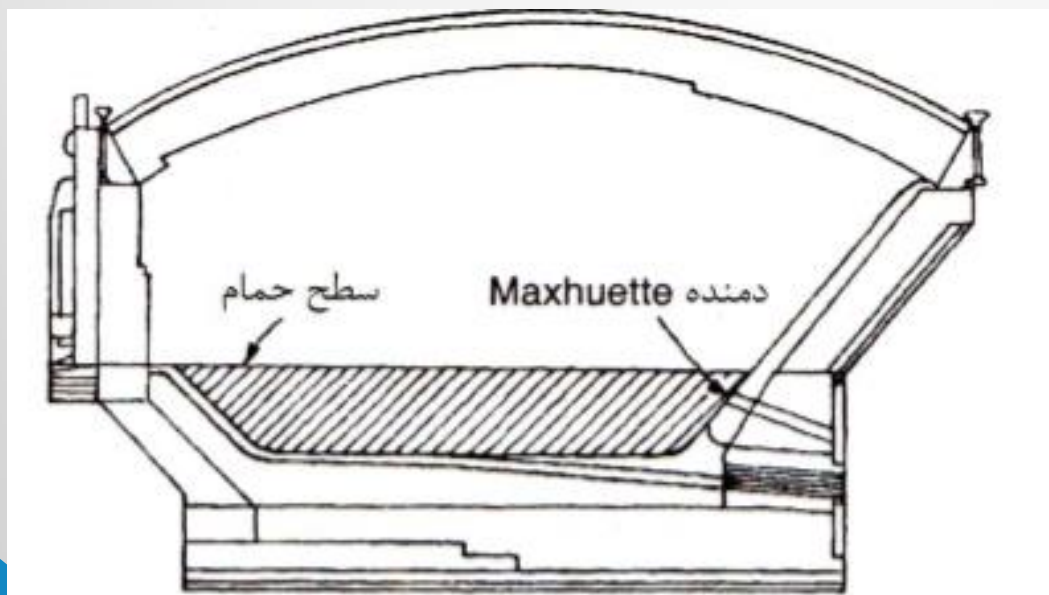
تکمیل کاری

- اکسیژن اضافی از حمام توسط افزودن اکسیژن زداها حذف می گردد.
- به منظور جلوگیری از برگشت فسفر، حمام کوره بصورت جزئی با افزودن فروسیلیس و فرومنگنز اکسیژن زدایی می شود.
- اکسیژن زدایی نهایی، با افزودن آلومینیوم در پاتیل و بعد از هر بار تخلیه فولاد مذاب به پاتیل انجام می شود.
- فروآلیاژها ممکن است با هدف تنظیم ترکیب نیز به پاتل اضافه گردند.

توسعه در عملکرد کوره اجاق باز

تزریق مستقیم اکسیژن به داخل حمام:

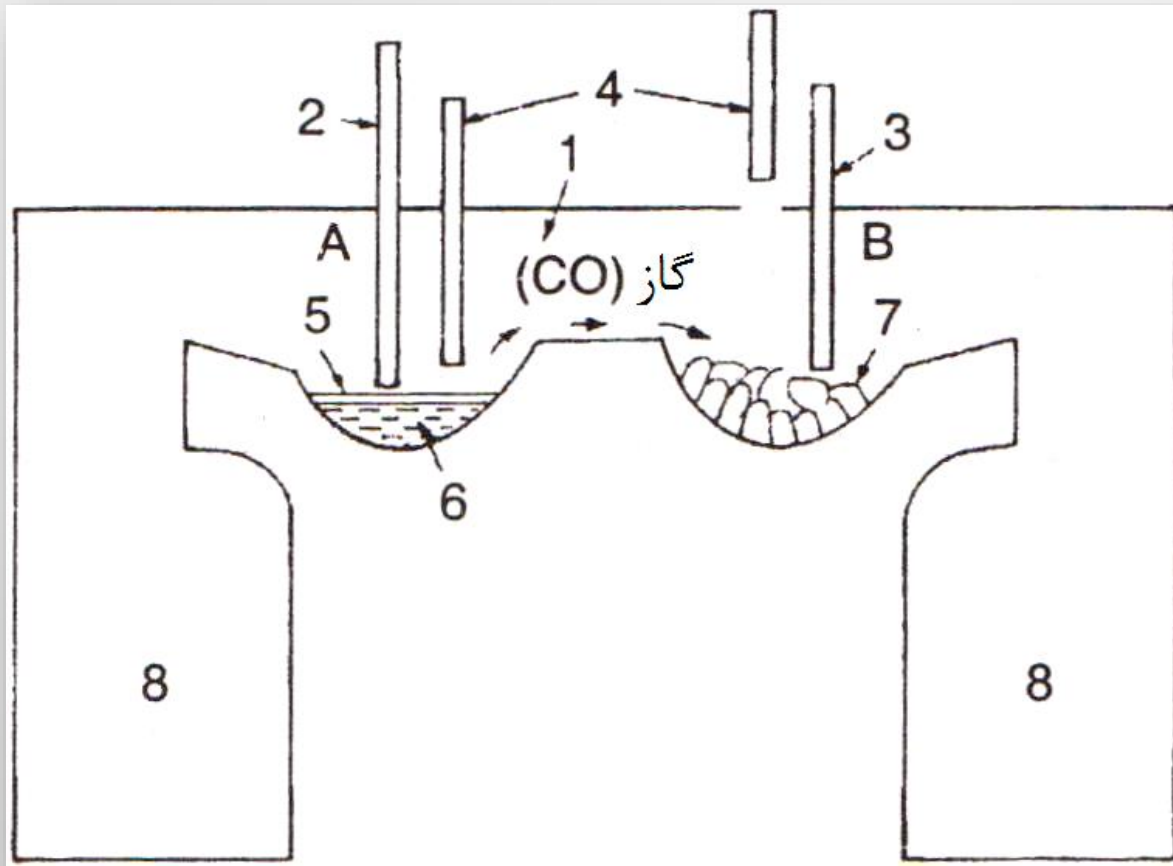
- اکسیژن از طریق یک حفره جداگانه در زیر نازل سوخت
- اکسیژن توسط لانس مصرف شدنی در فصل مشترک سرباره-فلز مذاب و یا با لانس های آبگرد از سقف وارد و در محل بالای سطح سرباره



توسعه در عملکرد کوره اجاق باز

- اکسیژن در کوره اجاق باز جهت کاهش مصرف سوخت و بهبود تولید استفاده می گردد. صرفه جویی در سوخت تحت تأثیر الف) ذوب کمکی قراضه و ب) تزریق مستقیم به داخل حمام می باشد.
- برای کمک به ذوب، اکسیژن از طریق یک حفره جداگانه در زیر نازل سوخت و یا از طریق هوای احتراق قبل از ورود آن به سیستم کنترل کننده به مشعل اضافه می گردد.
- البته ممکن است اکسیژن توسط لانس مصرف شدنی در فصل مشترک سرباره-فلز مذاب و یا با لانس های آبگرد از سقف وارد و در محل بالای سطح سرباره به حمام مذاب تزریق شود.
- استفاده از اکسیژن زمان کل حرارت دهی و مصرف سوخت را کاهش میدهد. در این شرایط یک سقف قلیایی برای کوره جهت تزریق اکسیژن به حمام نیاز است.

• فرآیند اجاق دوقلو



دلایل زوال فرآیند اجاق باز

- ۱- فولادسازی با اجاق باز یک فرایند خیلی آهسته ای است
- ۲- وابستگی به تأمین سوخت خارجی
- ۳- ساختمان، نگهداری و تعمیر سقف و زیر ساخت کوره اجاق باز پیچیده است.

پایان