

کوره زمینی (بوته ای) :

همانطور که از نامش پیداست برای عمل ذوب از بوته استفاده می شود. انتقال حرارت در این کوره بیشتر از طریق هدایت به شارژ داخل بوته انجام می گیرد.

حرارت به سه طریق انجام می شود :

۱- هدایت

۲- جابه جایی

۳- تشعشعی

کوره زمینی اگرچه از قدمت زیادی برخوردار است، اما این کوره ها به علت سادگی ساخت ، سهولت شرایط کار، ارزانی و کیفیت مذاب خوب تا به امروز در کارگاههای کوچک مورد استفاده قرار می گیرد.

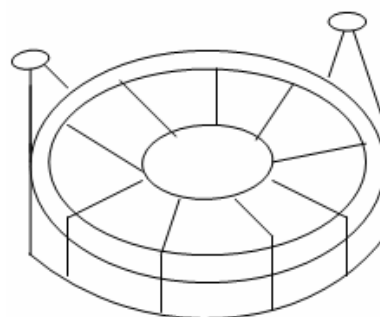
کوره های زمینی به دو قسمت تقسیم می گردند:

۱- کوره بوته ثابت

۲- کوره بوته متحرک



نمای کوره زمینی



درب کوره زمینی

جنس بوته ها :

جنس بوته هایی که استفاده می کنند به شرح زیر است :

۱- بوته های آهنی خالص :

برای فلزاتی که نقطه ذوب کمی دارند و از خوردگی کمی دارا می باشند. (مثلا عنصر منیزیم). البته باید فاکتور خوردگی را نیز در نظر بگیریم. چون عناصری مانند روی و آلومینیوم، بتدریج آهن را در خود حل می کنند.

۲- بوته های فولادی :

از این بوته ها برای ذوب آلیاژها با نقطه ذوب کم و آلیاژهایی که میل ترکیبی زیادی نسبت به اکسیژن دارند (آلیاژ های منیزیم) استفاده می کنند.

بوته های فولاد های معمولی خوردگی بیشتری دارند و مذاب به تدریج در آنها خوردگی ایجاد می کنند.

البته بوته هایی از جنس فولاد نسوز نیز موجود است که شامل ۲۵% کرم ، ۲۰% نیکل و بقیه عناصر جزئی دیگر است ، از آلیاژهای دیگر مانند ۵۰% کرم و ۵۰% نیکل . مقداری عنصر نیوبیوم می توان استفاده کرد.

۳- بوته های گرافیتی :

جنس این نوع بوته ها گرافیت (یکی از اشکال ۳گانه کربن (بی شکل- گرافیت- الماس)) است که نقطه ذوبی بالاتر از 3000°C را دارا می باشد. بوته های گرافیتی بدلیل اینکه نقطه ذوب بالا داشته وگرافیت نیز علاوه بر نسوز بودن از انتقال حرارت زیادی نیز برخوردار است. هدایت خوبی داشته و حرارت را از جداره خود به داخل بوته هدایت می کند. طرز ساخت این بوته ها بدین صورت است که گرافیت را همراه با کمی قیر و مواد چسبی آغشته کرده و با فشار زیاد پرس می کنند. سپس آن را در مدت زمانی طولانی در محیط بسته ای دور از هوا می پزند. (دما در حدود 1600°C) تا عمل تف جوشی (زینتر) روی آن انجام شود سپس به آرامی در کوره سرد می کنند.

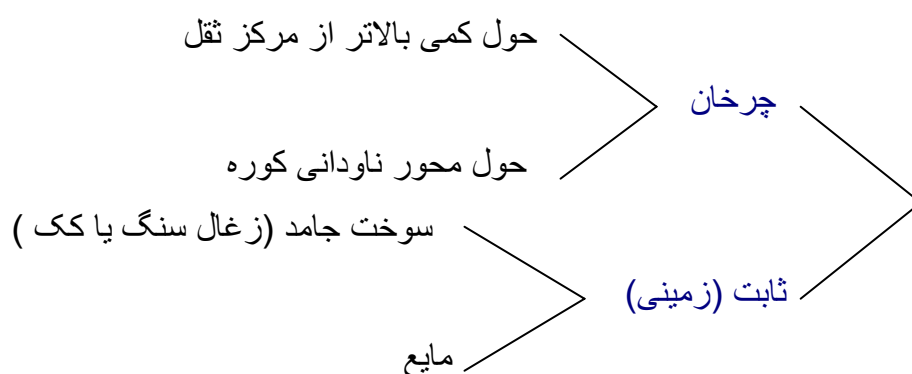
۳- بوته های سیلیکنی- کار باید:

این نوع بوته ها از استحکام بیشتری برخوردار هستند. نسبت به شوک حرارتی مقاوم بوده و برای ذوب چدن مناسب می باشند.

۴- بوته های شاموتی :

این بوته ها از خاک نسوز ساخته می شود. از ریختن رس نسوز در اثر حرارت اصطلاحاً "شاموت بدست می آید. البته درجه نسوز بودن بوته های شاموتی بستگی به درجه حرارت خلوص شاموت دارد. در بهترین حالت (تولید فازمولیت) $(3\text{Al}_2\text{O}_3+2\text{SiO}_2)$ تا 1800°C پایدار است. معمولاً دوام بوته های شاموتی تا 1650°C می باشد.

- دسته بندی کوره های بوتِه بر اساس شکلی و نوع سوخت :



سوخت مایع این کوره ها اغلب گازوئیل با ارزش حرارتی $300 \frac{kcal}{litr.c}$ و یا مازوت با ارزش حرارتی $1100 \frac{kcal}{litr.c}$.

راندمان (بازده) کوره زمینی :

یکی از تجربیات لازم و اساسی، تعیین بازده و راندمان کل کوره است که با اندازه گیری میزان مصرف سوخت (بدون در نظر گرفتن انرژی الکتریکی داده شده به الکتروموتور و دستگاه ونتیلاتور) و همچنین اندازه گیری مقدار حرارت مفید (از روی حجم مذاب تهیه شده) انجام می گیرد.

اگر راندمان کوره را با R و وزن سوخت مصرفی را M و مقدار حرارت مفید (برای ذوب فلز تا نقطه فوق ذوب) با Q_u و قدرت حرارتی وزنی سوخت را با Q_m نشان داده شود. در این صورت بازده کوره از رابطه زیر بدست می آید :

$$R = \frac{Q_u}{M \cdot Q_m} \times 100$$

بازده کوره های بوتِه ای معمولاً حدود ۱۵-۱۰٪ است. در صورتی که کوره ها خوب طراحی شده باشند می توان راندمان را تا حداکثر ۲۰٪ افزایش داد. در صورتی که راندمان کمتر از ۱۰٪ باشد بایستی کار متوقف و عیب یابی گردد.

مثال

برای ذوب 100 kg چدن با گرمای ویژه متوسط $0.12 \frac{kcal}{kg.c}$ و گرمای نهان گداز

$62 \frac{kcal}{kg}$ مقدار 14kg سوخت مایع به قدرت حرارتی $10000 \frac{kcal}{kg}$ مصرف شده

است، دمای محیط $20^{\circ}C$ و درجه حرارت ذوب $1360^{\circ}C$ می باشد :
الف) راندمان کوره

ب) اگر در مرحله ۲ برای ذوب 70kg از این چدن 12.5 kg از همان سوخت و در همان کوره مصرف شد راندمان کوره چقدر است؟

ج) چرا؟

$$Q_u = M (C_1 \Delta T_1 + \lambda + C_2 \Delta T_2) = 100 (0.12 \times (1360 - 20) + 62) \Rightarrow 22280 \text{ Kcal}$$

$$R = \frac{22280}{14 \times 10000} \times 100 = 15\% \text{ مرحله ۱}$$

$$R = \frac{70(0.12 \times (1360 - 20) + 62)}{14 \times 10000} \times 100 = 12.47\% \text{ مرحله ۲}$$

سرعت ذوب :

سرعت ذوب معادل زمانی است که ذوب فلز یا آلیاژ در یک مرحله انجام می گیرد. بدیهی است هر این زمان کوتاه تر باشد، سرعت ذوب بیشتر است و اصطلاحاً "کار کوره بهتر می باشد". عوامل زیر در یقین سرعت ذوب کوره نقش دارند. (Ton/hours)
 $S = \frac{M}{T}$

۱- تبادل حرارت بین شعله سوخت و فلز داخل بوته به صورت سهولت انجام گیرد.

۲- درجه حرارت داخل کوره بسرعت به درجه حرارت فوق ذوب یابش از آن برسد.

در مورد قسمت (۱) باید گفت که شعله به شکل مارپیچ به دور بوته حرکت چرخشی کرده و قسمتی از گرما و انرژی تشعشعی آن به طریق هدایت از جداره بوته به فلز درون آن انتقال می یابد. بنابراین بزرگی سطح جانبی بوته، کم بودن ضخامت جداره بوته، کوچک بودن ظرفیت گرمایی و بزرگ بودن ضریب هدایت گرمایی بوته در سرعت و کیفیت مبادله و انتقال حرارت تاثیر بسیار زیادی دارد.

از طرف دیگر با توجه به استاندارد بوته ها و همچنین دوام و کارکرد مفید آنها نمی توان مشخصات بوته را تغییر داد.

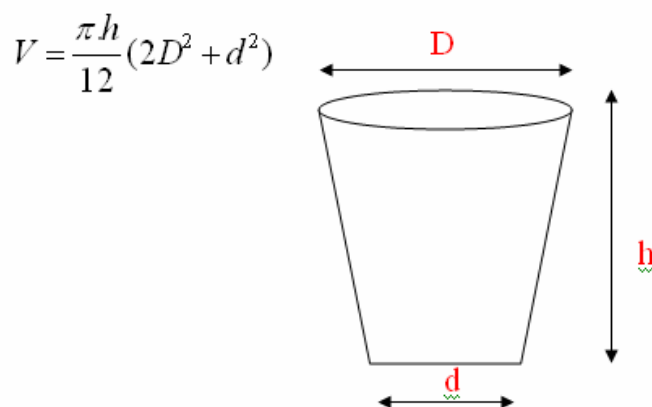
علاوه بر آن، بایستی توجه داشت که شکل مارپیچی شعله باید تا ارتفاع بوته و کمی بیش از آن ادامه داشته باشد در غیراین صورت هرگاه بوته کوتاه تر از طول مارپیچ باشد مقدار زیادی از حرارت از دست می رود. اگر بلندتر باشد در قسمت های فوقانی حرارت به کندی

نفوذ می کند و سرعت ذوب کاهش می یابد. با استفاده از زیر بوتله ای می توان همواره ارتفاع مناسب بوتله و طول ماریپیچ را تنظیم نمود. علاوه بر آن به علت فشار دم، شعله بلافاصله پس از لوله مشعل تشکیل نشده و در صورتی که از زیر بوتله ای استفاده نشود، در قسمت تحتانی بوتله منطقه سرد ایجاد می شود. زیرا بوتله ای می تواند مرکز ثقل حرارت شعله را بر مرکز ثقل بوتله منطبق نموده و حداکثر بهره وری از حرارت را حاصل نماید. و همچنین از برخورد مستقیم شعله به بوتله که فرسودگی بیشتر و سریعتر آن را حاصل می کند، جلوگیری نماید.

در قسمت دوم، ظرفیت گرمایی بوتله، زیر بوتله ای، آجرهای جداره داخلی، ظرفیت هدایت گرمایی دیوار کوره و نسبت حجمی آنها به حجم مذاب از عوامل موثر محسوب می گردد. در این قسمت نکته اصلی مهار کردن حرارت است و هر چه ابعاد کوره نسبت به حجم فلز متناسب تر باشد سرعت ذوب افزایش می یابد.

کوره و جداره داخلی و سایر ضمایم آن دارای ظرفیت گرمایی هستند که همواره مقداری حرارت را به خود اختصاص داده و در نتیجه راندمان حرارتی و سرعت ذوب را کاهش می دهد. در حالی که اگر هر یک از عوامل اصلی قسمتی از گرمای خود را به نوعی تامین کرده باشد، راندمان حرارتی و سرعت ذوب را افزایش می یابد.

تعیین ظرفیت بوتله :



مشخص کردن ظرفیت بوتله به صورت مقایسه ای با شارژ فلزی دیگر

فرض کنید که ما میدانیم که بوتله گنجایش Pa کیلوگرم از فلز a با دانسیته d1 را دارد. حال میخواهیم بدانیم چند کیلو از فلز b با دانسیته Pb جای میگیرد.

$$P = V \times d \quad \longrightarrow \quad \frac{P_a}{P_b} = \frac{d_a}{d_b}$$

وزن مذاب
بوتله
جگالی فلز

مثال :

ظرفیت یک بوته براساس گنجایش آب 8160gr است ظرفیت آن را برای یک نوع برنز با

وزن مخصوص $7.5 \frac{gr}{cm^3}$ حساب کنید.

$$d = 1 \frac{gr}{cm^3} \quad \frac{8160g}{X} = \frac{1}{7.5} \rightarrow \frac{8.16}{X} = \frac{1}{7.5}$$

آب P=8160g

برنز X = 7.5 × 8160g = 61. 2kg

جدول گنجایش بوته براساس آب و شماره :

شماره	آب (kg)
000	0.11
1	0.23
10	2.18
20	4.5
50	10.9
100	20
400	72.6

مثال :

در صورتیکه قطر داخلی فوقانی و تحتانی یک بوته گرافیتی به ترتیب 240 و 170 میلیمتر و

ارتفاع داخلی آن 355 میلی متر باشد:

الف) حجم آن را بر اساس dm^3 حساب کنید.

ب) چند کیلوگرم چدن مذاب باچگالی $7.1 \frac{gr}{cm^3}$ گنجایش دارد؟

$$V = \frac{\pi \cdot h}{12} (2D^2 + d^2)$$

$$V = \frac{\pi \times 335}{12} (2 \times 240^2 + 170^2) \Rightarrow 115200 + 28900 = 126315666 \text{ mm}^3$$

$$V = 126315666 \text{ mm}^3 = 12.6 \text{ dm}^3$$

$$\text{ب) } p = \frac{m}{v} = m = 7.1 \times 12631 \text{ cm}^3 = 89000 \text{ g} \Rightarrow 89 \text{ kg}$$

چدن مذاب گنجایش دارد

گرم کردن کوره (راهکارهای افزایش سرعت و راندمان در کوره های زمینی)

۱- همواره سرعت ذوب در کوره های سرد کمتر از کوره هایی است که قبلاً در آنها ذوب به عمل آمده و درجه حرارت هنوز کاهش عمده نیافته (کوره برای بار دوم و سوم در یک روز شارژ شده است).

۲- پیش گرم کردن سوخت و هوای دم، راندمان و سرعت ذوب را افزایش می دهد.

۳- پیش گرم کردن مواد بار: یکی از عوامل مهم در افزایش سرعت ذوب و همچنین راندمان کوره گرم کردن فلز یا آلیاژ در هنگام شارژ و نحوه بار کردن بوته می باشد. چون در بعضی از شارژها، نمی توان تمامی مواد را شارژ کرد، شارژ در چندین مرحله انجام می شود که این عمل باعث کاهش سرعت ذوب و کاهش راندمان می گردد. و برای این موضوع می توان قطعات را پیش گرم کرد.

مثال:

برای ۸۰ kg چون مطابق آن چه در مثال قبل آمده قدرت حرارتی $10000 \frac{kcal}{kg}$

$$\theta_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ , } \theta_m = 1360 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ , } C = 0.12 \frac{kcal}{kg.c} \text{ , } \lambda = 62 \frac{kcal}{kg} \text{ , } R=16\%$$

با استفاده از مشعل با نازل $7 \frac{liter}{h}$ (وزن مخصوص 0.80 کیلو گرم بر لیتر)

(۱) اگر بار به یکباره در کوره شارژ شود

(۲) اگر ۴۰ کیلوگرم شارژ سرد شود و از بارهای پیشگرم شده به صورت 15kg اول به ترتیب در درجه حرارت $370 \text{ } ^\circ\text{C}$ و 15 kg دوم در درجه حرارت $580 \text{ } ^\circ\text{C}$ و 10 کیلوگرم آخر در درجه حرارت $740 \text{ } ^\circ\text{C}$ به بوته افزوده شود تعیین کنید.

(الف) تعیین میزان حرارت مورد نیاز برای ذوب شارژ در حالت اول

(ب) تعیین درصد کاهش مصرف سوخت در صورتیکه راندمان، کوره و سایر مشخصات ثابت باشد.

(ج) تعیین درصد کاهش زمان ذوب (یا افزایش سرعت ذوب)

$$Q = M (C_1 (T_M - T_i) + \lambda + C_2 (t - t))$$

حرارت لازم برای ذوب ذوب محیط

الف: محاسبه میزان حرارت مورد نیاز در حالت اول

$$Q = 80(0.12(1360 - 20) + 62) = 178241 \text{ Kcal}$$

ب: محاسبه میزان حرارت لازم در صورتی که از شارژهای پیشگرم شده استفاده گردد

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= 40(0.12(1360 - 20) + 62) = 8912 \text{ Kcal} \\ Q_2 &= 15(0.12(1360 - 370) + 62) = 2712 \text{ Kcal} \\ Q_3 &= 15(0.12(1360 - 580) + 62) = 2334 \text{ Kcal} \\ Q_4 &= 10(0.12(1360 - 740) + 62) = 1364 \text{ Kcal} \end{aligned} \right\} = 15322 \text{ kcal}$$

میزان حرارت صرفه جویی شده در حالت دوم : $Q_{save} = 178241 - 153221 = 2502 \text{ kcal}$
 حال اگر کوره با راندمان 16% کار کند ، میخواهیم ببینیم با توجه حرارت صرفه جویی شده ، چه مقدار در سوخت صرفه جویی کرده ایم (از فرمول راندمان استفاده میکنیم)

$$R = \frac{Qu(save)}{M(save).Qm} \times 100 \Rightarrow 0.16 = \frac{2502 \text{ kcal}(save)}{M(save) * 10000 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}} \Rightarrow M(save) = 1.5 \text{ kg}$$

مقدار 1.5 کیلوگرم سوخت صرفه جویی شده است.

محاسبه : زمان صرفه جویی شده :

با توجه به سرعت سوخت پاشی نازل: باید حساب کنیم که با توجه به اینکه 1.5 کیلوگرم سوخت صرفه جویی شده است ، چه مدت زمانی برای پاشیدن این سوخت نیاز بوده است (که آن زمان هم صرفه جویی شده است)

با توجه به اینکه سرعت سوخت پاشی نازل (لیتر بر ساعت) میباشد . ابتدا باید وزن سوخت صرفه جویی شده را به لیتر تبدیل کنیم .

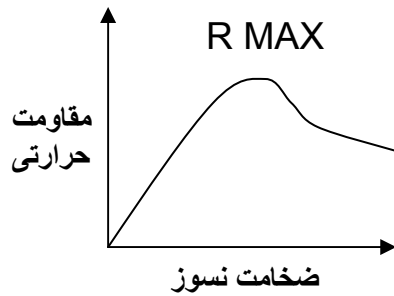
$$\rho = \frac{m}{v} \Rightarrow 0.8(\text{kg} / \text{lit}) = \frac{1.5 \text{ kg}}{v(\text{litter})} \Rightarrow v = 1.8 \text{ liter}$$

حال باید ببینیم برای سوخت پاشی مقدار 1.8 لیتر چه مقدار زمان نیاز بوده است(که این زمان نیز صرفه جویی شده است .)
 15 دقیقه صرفه جویی شده است .

1h=60min	7L
X min	1.8 L

نمودار ضخامت و مقاومت حرارتی:

یکی از مسایل مهم در طراحی کوره ها، میزان حرارت انتقال یافته (تلف شده) از جداره کوره میباشد . هرچه مقاومت حرارتی آجر بیشتر باشد (تا حد بهینه) . میرزان حرارت تلف شده کمتر خواهد بود . اگر از این میزان بهینه ، ضخامت بیشتر شود ، مجدداً مقاومت حرارتی آجر کاهش یافته و تلفات حرارتی بیشتر میشود (نمودار زیر)



به حر حال پیشگرم کردن سوخت و اختلافات کامل سوخت با هوا از عوامل مهم در تغییر سرعت ذوب و راندمان می باشد. با انتخاب مشعل روشن صنعتی و همچنین با استفاده از سیستم رکوپراتور می توان با این هدف رسید.

اندازه ضخامت جداره کوره و مقدار حرارت انتقال یافته:

$$Q_c = \pi \cdot K_m \cdot L \cdot T \cdot \Delta \theta$$

Q_c : حرارت ناتقال یافته (تلف شده) بر حسب کالری

$\Delta \theta$: اختلاف حرارت جداره درونی و بیرونی کوره

L: ارتفاع جداره بر حسب سانتیمتر

km: ضریب متوسط هدایت حرارتی جداره (جداره ها) بر حسب $\frac{cal}{cm \cdot c \cdot s}$

T: زمان انتقال حرارت بر حسب ثانیه

$$k_m = \frac{1}{\frac{1}{k_1} \left(\frac{D_2 - D_1}{D_2 + D_1} \right) + \frac{1}{K_2} \left(\frac{D_3 - D_2}{D_3 + D_2} \right) + \dots}$$

ترتیب قطر ها از درون کوره به بیرون میباشد.

مثال:

دریک کوره زمینی از دولایه آجر نسوز $K_1 = 0.003 \frac{Cal}{cm \cdot c \cdot s}$ و ماسه به هدایت

$k_2 = 0.00113 \frac{cal}{cm \cdot c \cdot sec}$ با توجه به اینکه $D_2 = 96CM$ و $D_3 = 100CM$ و $L = 90cm$

و اختلاف دمای داخل و خارج $\Delta \theta = 1000^\circ C$ باشد مطلوب است:

۱) مقدار حرارت هدایت شده از جداره کوره بر حسب $kcal/min$

۲) در صورتی که کوره یک جداره باشد، از میان آجر نسوز ولایه ماسه حذف شود. قطر جدید کوره چقدر خواهد بود؟ (اتلاف حرارت معادل حالت قبل باشد.)

۳) تعیین وزن آجر مصرفی اضافه شده در حالت دوم. وزن مصرفی آجر نسوز $\frac{gr}{cm^3}$ 2.1

می باشد؟

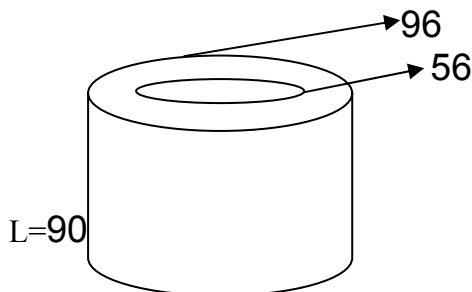
الف:

$$Q = 3.14 \times \frac{1}{\frac{1}{0.003} \left(\frac{96-56}{96+56} \right) + \frac{1}{0.00113} \left(\frac{100-96}{100+96} \right)} = 90 \times 1000 \times 60 = 178.106 kcal/min$$

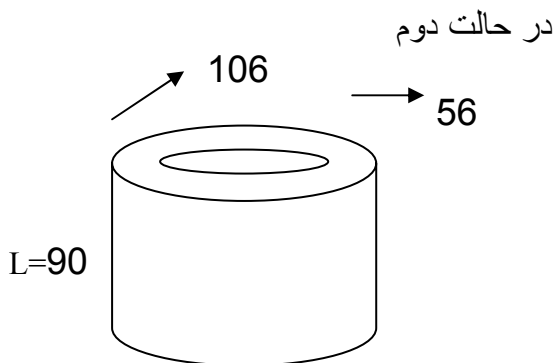
ب: چون اتلاف حرارت باید مانند قبل باشد پس

$$k_{m_1} = k_{m_2} \Rightarrow \frac{1}{0.003} \left(\frac{96-56}{96+56} \right) + \frac{1}{0.00113} \left(\frac{100-96}{100+96} \right) = \frac{1}{0.003} \left(\frac{D_2-56}{D_2+56} \right)$$

$$D_2 \Rightarrow 0.69 D_2 = 736 \Rightarrow D_2 = 106 CM$$



حجم آجر مصرف شده در حالت اول $429552 cm^3$



حجم آجر مصرف شده در حالت دوم $57226 cm^3$

اختلاف حجم آجر مصرفی $\longrightarrow 142713 cm^3$

$$p = \frac{m}{v} \Rightarrow 2.1 = \frac{m}{142713} \cong 299967 g = 299 kg$$

آجر اضافه شده است

کوره کوپل :

این کوره به دلیل دارا بودن مزایای زیر، در کارخانجات چدن ریزی در دنیا به فراوانی استفاده می گردد.

الف: ذوب چدن به طور مداوم و سریع انجام می گیرد.

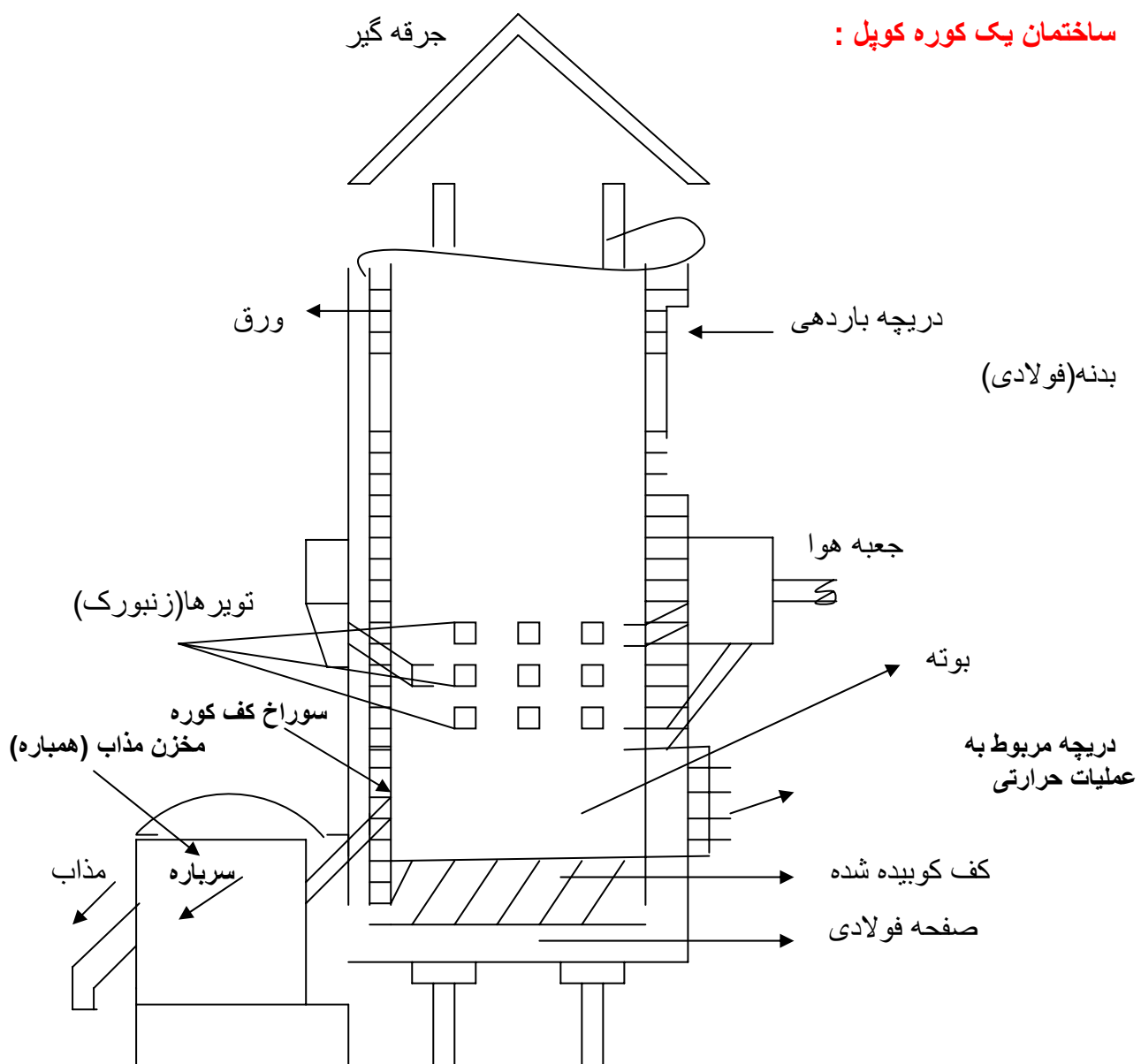
ب: قیمت تمام شده چدن مذاب پایین است.

ج: استفاده و کارکرد با این نوع کوره ساده است.

د: کنترل ترکیب مذاب عملی است.

ه: امکان کنترل درجه حرارت مذاب وجود دارد.

ساختمان یک کوره کوپل :



ساختمان یک کوره کوپل شامل :

الف: بدنه **ب: تویرها** **ج: جرقه گیر**

بدنه:

این بدنه از ورقه های فولادی به ضخامت تقریبی 5-8 mm ساخته شده است. داخل این استوانه فولادی توسط مواد دیرگداز آجرچینی یا جرم کوبی شده است. این استوانه روی صفحه فولادی قرار گرفته و کل این مجموعه روی چهارپایه فولادی نصب می گردد.

تویرها :

تویرها سوراخ ها و محفظه هایی در جداره ی دیرگداز کوره هستند که از طریق یک کانال هوا که به صورت کمربندی اطراف تویرها را احاطه کرده است. هوای فشرده را وارد کوره می سازد. این هوا توسط دمنده ای تامین شده را از طریق لوله ای به کانال هوا مرتبط می گردد.

جرقه گیرها:

در جریان کار کوره ها؛ گازهای خروجی از دودکش محتوی مقادیر قابل توجهی غبارات سوختی هستند که روی بام و سقف های کارخانه می نشینند. برای گرفتن این غبارات و جلوگیری از آتش گرفتن آنها، بر روی قسمت بالای دودکش یک غبارگیر نصب می گردد. همچنین برای جلوگیری از آلوده شدن فضای کارگاه استفاده از فیلترهای غبارگیر در اکثر کارخانجات اجباری است.

ابعاد کوره کوپل:

قطره خارجی 900~2700 mm

قطره داخلی 500~2700 mm

ارتفاع تا حدود 12 mm

مناطق کوره کوپل:

- ۱- بوته یا انباره
- ۲- منطقه تویرها
- ۳- منطقه اکسیداسیون یا احتراق کوره
- ۴- منطقه احیاء
- ۵- منطقه ذوب
- ۶- منطقه پیش گرم

بوته یا انباره :

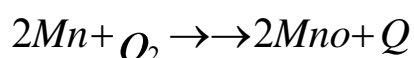
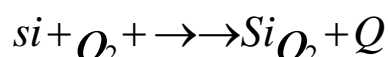
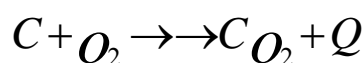
در این قسمت مذاب چدن جمع شده و از کف کوره شروع و تا قسمت زیرین تویرهای هوا امتداد دارد.

منطقه تویرها :

منطقه ای است از محیط کوره که توسط تویرها اشغال شده است.

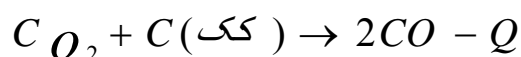
منطقه اکسیداسیون یا احتراق کوره :

این منطقه از بالای تویرهای هوا شروع می شود. احتراق سوخت در تماس با اکسیژن دمیده شده توسط هوا انجام شده که حرارت لازم برای ذوب شارژ را تأمین می سازد. مقداری حرارت نیز از طریق سوختن سلسیم و منگنز محتوی مذاب تأمین می گردد. حرارت زیادی که از طریق می شود، باعث ذوب شدن فشار کوره و ریختن قطرات مذاب چون به طرف پایین و جمع شدن آن در بوته می گردد. فعل و انفعالاتی که در این منطقه انجام می شود، بقرار زیر است.



منطقه احیاء :

این منطقه از بالای منطقه احتراق شروع شده و تا سطح فوقانی کک ادامه می یابد. در این منطقه احیاء CO_2 به CO انجام شده و در درجه حرارت از $1600^\circ C$ تا $2000^\circ C$ می باشد. بدلیل وجود این اتمسفر احیاء کننده، شارژ محتوی آن از تاثیرات اکسیداسیون درامان می ماند، در واقع باعث کاهش دما می شود.



منطقه ذوب:

قشری از چدن موجود در بالای کک بستر است. در این منطقه، شارژ شروع به ذوب شدن کرده و قطرات مذاب از لابه لای کک عبور کرده و در ته کوره جمع می شوند. بر مبنای واکنش زیر مقدار قابل توجهی کربن در این



منطقه پیشگرم :

بخش وسیعی از کوره از قسمت های فوقانی منطقه ذوب تا درجه بارریزی را شامل می شود. در این منطقه رطوبت شارژ گرفته شده و مواد فرار آزاد شده و شارژ کوره پیشگرم می گردد.

جداره دیرگداز کوره :

دیرگداز مصرفی در کوره کوپل در نقاط مختلف تحت شرایط متنوعی قرار می گیرد.

دیرگداز منطقه ذوب :

در این منطقه دیرگداز در درجات حرارتی بالا قرار گرفته ، تحت حملات سرباره و سایش مکانیکی و اثر سیاله آهکی ، خاکستر کک و ماسه قرار می گیرد . همچنین در این منطقه جداره دیر گداز تحت سایش شارژ و هوای دمیده شده به کوره قرار می گیرد.

دیرگداز منطقه بوته :

در این منطقه تاثیرات خوردگی حرارتی سرباره توسط شارژ و هوای دمنده کمتر از منطقه ذوب است. چون در این منطقه سرباره وجود ندارد.

به هر حال سایش شدید جداره کوره در این منطقه بارریزی به ویژه در زیر درجه بارریزی به دلیل ریختن بار به داخل کوره وجود دارد. دیرگداز بالای درجه بارریزی تنها باید در برابر گازهای خروجی مقاومت کند.

برای جلوگیری از سایش شدید ، دیرگداز از این منطقه را معمولاً " زیر درجه بارریزی از طریق بلوک های چدنی می سازند.

۱- جداره اسیدی

۲- جداره بازی

جداره کوره کوپل

جداره اسیدی را می توان از مواد دیرگداز زیر تهیه کرد.

۱- آجرهای سیلیسی (90%~96 سیلیس و Al_2O_3 1~5%)

۲- آجرهای شاموتی (SiO_2 52~60% و Al_2O_3 35~43%)

۳- آجرهای شاموتی مرغوب (SiO_2 53~51% و Al_2O_3 44~43%)

۴- آجر با آلومینای بالا (SiO_2 20~50% و Al_2O_3 50~80%)

ذوب در کوره های کوپل با جداره اسیدی دارای مزایای زیر هستند:

مزایا :

۱- به علت اکسیده بودن منطقه ذوب ، عناصر ناخواسته در شارژ بعضی از انواع چدن نظیر نشکن ، نظیر بور، منگنز، آنتی موان ، هیدروژن تقلیل می یابد.

محدودیت ها :

۱- افزایش میزان گوگرد باتوجه به نوع کک ، و این افزایش گوگرد باعث مشکلاتی خواهد شد. وقتی که بخواهیم از این مذاب چدن نشکن بگیریم.
۲- حداقل استفاده از 40% شارژ به صورت شمش چدن پر کربن.

منابع بازی یا اسیدی بودن سرباره :

سرباره اسیدی :

- خاکستر کک
- ماسه سیلیس از قطعات برگشتی
- سیلیسم اکسید شده در شارژ
- اکسید آهن از شارژ

سرباره بازی :

- سنگ آهک
- آجرهای منیزیته
- mgo فلوسپار مصرفی
- مواد اولیه مصرفی در کوره کوپل :
- ۱- شمش چدن ۲ - قراضه ۳- افزودنیهای آلیاژی ۴- کک ۵- هوا
- ۶- سیاله

مواد خروجی ۱- شمش چدن ۲- سرباره ۳- گازهای گرم

جداره ی بازی :

در تولید چدن با کیفیت بالا ، همانند چدن نشکن ، و قطعات مهندسی که لزوم تقلیل گوگرد و فسفر وجود دارد از جداره های بازی استفاده می گردد.

- در این نوع جداره ها از مواد دیرگداز زیر استفاده می گردد.

۱- مگنزیته (mgo 83% ~ 93 و 2 تا 7% Al_2O_3)

۲- آجرهای دولومیتی نیمه پایدار (mgo 38% ~ 40 ، cuo 36% ~ 40)

(SiO_2 3% ~ 1 ، Al_2O_3 3% ~ 1 ، Fe_2O_3 3% تا 1)

۳- آجرهای دولومیتی پایدار (mgo 40.6% ، cuo 39.1% ، si O₂ 15.1% ،
 (F e₂O₃ 2% ، Al₂O₃ 3.2%

۴- ستریت (mgo 57.3% ، si O₂ 42.7%)

بازسپته :

یکی از تفاوت های اساسی در فرآیند های ذوب در جداره های اسیدی و بازی ، ترکیب کوره می باشد. این سرباره در روش اسیدی si O₂ و F e₂O₃ می باشد. درحالی که سرباره بازی mgo+cuo می باشد.

رابطه بین اسیدی و بازی بودن سرباره توسط رابطه زیر مشخص میگردد.

$$I = \frac{mgo + cao}{si O_2 + F e_2 O_3}$$

بازی $i > 1.5$ خنثی $i = 1.5$ اسیدی $i < 1.5$

محاسبه سرعت ذوب کوره کوپل (ظرفیت) :

ظرفیت یا سرعت ذوب در یک کوره برابر مقدار چدنی است که در یک ساعت تولید می شود. بنابراین اگر کوره ه ای در t ساعت چدنی معادل m تن را ذوب نماید ، سرعت ذوب آن با رابطه زیر مشخص می شود :

$$S = m / T$$

چنانچه برای ذوب هر تن مذاب ، معادل m کیلوگرم کک حاوی C درصد کربن خالص مصرف شود و برای احتراق هر کیلوگرم کربن V متر مکعب هوا لازم باشد. در این صورت حجم هوای لازم برای تهیه 1 تن چون برابر است با :

$$\text{جم هوای لازم برای تهیه 1 تن چدن مذاب} = \frac{C}{100} \times m \times v$$

بدیهی است حجم کل هوای لازم برای ذوب M تن چدن می توان از رابطه زیر تعیین کرد.

$$V = M \left(\frac{C}{100} mV \right) = \frac{C}{100} MmV$$

برای محاسبه سرعت ذوب ، ابتدا مقدار M (وزن مذاب) از رابطه زیر استخراج می شود.

$$M = \frac{V}{\frac{c}{100}mv}$$

و با توجه به رابطه سرعت ذوب $s = \frac{M}{t}$ داریم :

$$S = \frac{M}{t} = \frac{\frac{V}{t}}{\frac{c}{100}mv}$$

$\frac{v}{t}$ در حقیقت حجم هوای لازم بر حسب متر مکعب (V) در ساعت است و چون در محاسبات معمولاً "مقداری هوای لازم بر حسب متر مکعب بر دقیقه بیان می شود. لذا داریم :

$$S = 60V / \frac{C}{100}mv$$

با توجه به رابطه فوق چنین استنباط می گردد که همواره سرعت ذوب در یک کوره با حجم هوای دمیده شده رابطه مستقیم و با مصرف سوخت رابطه معکوس دارد.

مثال :

در یک عملیات ذوب در کوره کوپل برای تهیه هر تن چدن مقدار $m=125\text{kg}$ کک با نسبت کربن $c=88\%$ مصرف شده است. حجم هوای لازم برای احتراق هر کیلوگرم کربن خالص 6.5 m^3 بوده که در این کوره در هر دقیقه $v = 23.4$ مترمکعب هوا دمیده می شود. مطلوب است :

الف) تعیین سرعت ذوب در عملیات فوق

ب) در صورتیکه تمام مشخصات ذوب ثابت بماند و فقط وزن کک مصرفی برابر 160kg منظور گردد. نسبت تغییرات سرعت ذوب چقدر است.

ج) اگر بخواهند سرعت ذوب را با مصرف 160kg کک به مقدار قسمت الف برسانند حجم هوای دمیده شده در دقیقه چقدر باشد؟

حل

$$S = 60v / \frac{c}{100}mv \Rightarrow S = \frac{(60 \times 23.4)}{\left(\frac{88}{100} \times 125 \times 6.5\right)} = 1.96 \text{ } t/h$$

الف

ب :

$$S = \frac{60 \times 23.4}{\frac{88}{100} \times 160 \times 6.5} = 1.53 \text{ } t/h$$

نسبت سرعت مرحله دوم به مرحله اول که کاهش سرعت ذوب را نشان می دهد . $\frac{1.53}{1.96} = 0.78$

ج : برای آنکه سرعت ذوب در مرحله دوم با مرحله اول برابر باشد باید یا استفاده از رابطه :

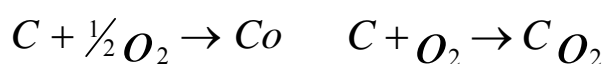
$$V = \frac{\frac{c}{100}mv.s}{60} \Rightarrow V = \frac{88}{100} \times 160 \times 6.5 \times 1.96 / 60 = 29.91 \text{ } m^3 / \text{min}$$

حجم هوای لازم در مرحله دوم :

نکته : همانگونه که ملاحظه می شود، تغییرات مقدار سوخت باید با تغییرات هوای دمیده شده متناسب باشد. چون در غیر اینصورت علاوه بر آنکه سرعت ذوب شدیداً کاهش می یابد (الف) مقدار سوخت کمتر از هوای دمیده شده باشد اکسیده شده عناصر بارصورت میگیرد (ب) مقدار سوخت بیش از هوای دمیده شده باشد کاهش درجه حرارت مذاب و ایجاد محیط احيایی را بر دارد.

محاسبه حجم هوای لازم برای احتراق هر کیلوگرم کربن خالص :

از آنجا که کربن می تواند هم به صورت ناقص و هم به صورت کامل محترق شود، با دانستن حجم گازهای اکسیدکربن یا گاز کربنیک در گازهای حاصله ، به سهولت می توان حجم هوای لازم را برای هر کیلوگرم کربن را تعیین کرد. معمولاً این نسبت را با درصد گاز $C O_2$ در کل گاز تولید شده در نظر گرفته وبا η نشان می دهند در حقیقت ، η میزان درصد احتراق کل کربن را نشان می دهد که با توجه به فعل و انفعالات احتراق کامل و ناقص کربن یعنی :



$$\Rightarrow \eta = \frac{VC_{O_2}}{VC_{O_2} + VC_{CO}} \times 100$$

می توان مقدار آن را از رابطه که بر حسب وزن احتراقی نوشته شده تعیین کرد :

$$\eta = \frac{\text{وزن قسمتی از کربن که کاملا مصرف شده}}{\text{وزن کل کربن احتراقی}} \times 100$$

اکنون می توان (v) حجم هوای مورد نظر را مطابق عملیات زیر بدست آورد.
ابتدا فرض می شود که احتراق 100% کامل است. در اینصورت :

12 kg	22.4 m ³
1kg	X m ³

$$\longrightarrow X = 1.866 M^3$$

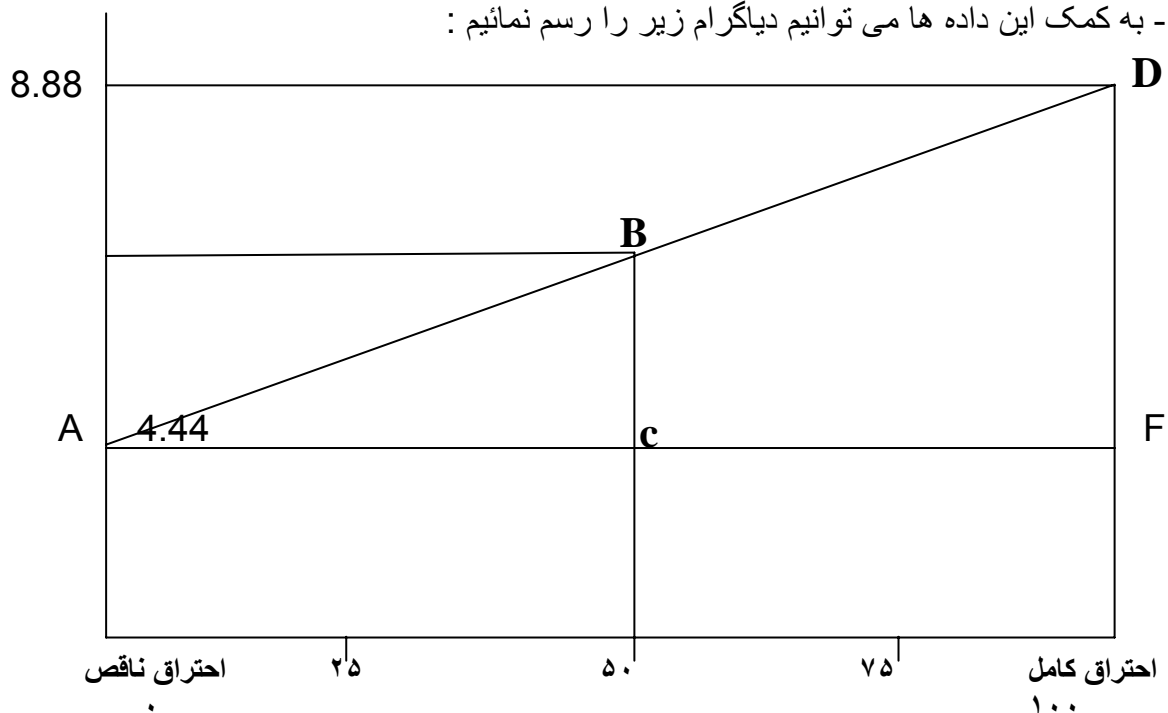
$$\Rightarrow 1.866 \times \frac{100}{21} = 8.88 m^3$$

چون اکسیژن موجود در هوا 21% است پس :

چنانچه فرض شود احتراق 100% ناقص است. پس حجم اکسیژن نصف حالت یعنی :

$$8.88 \times \frac{1}{2} = 4.44 m^3 \text{ هوا}$$

- به کمک این داده ها می توانیم دیاگرام زیر را رسم نمائیم :



با استفاده از این دیاگرام ، به سهولت می توان حجم هوای احتراقی را بر حسب مقادیر مختلف η بدست آورد.

با استفاده از قوانین مثلثات :

$$\frac{Bc}{AC} = \frac{FD}{AF} \Rightarrow \frac{v - 4.44}{\eta} = \frac{8.88 - 4.44}{100}$$

فرمول حجم هوای لازم برای احتراق هر کیلوگرم کربن بر حسب η

$$v \Rightarrow 4.44 \left(1 + \frac{\eta}{100} \right)$$

مثال :

در یک کوره کوپل مقادیر زیر داده شده است

M = 150kg کک مصرفی برای هر تن چدن

C=%85 درصد کربن خالص کک

S=2.2 سرعت ذوب

η =%46 درجه احتراق کامل کربن کک

مطلوب است تعیین حجم هوای دمیده شده در کوره در هر دقیقه توسط دستگاه دم (V) :

حل :

حجم هوای لازم برای احتراق (کامل و ناقص) هر کیلو گرم

$$v = 4.44 \left(1 + \frac{\eta}{100} \right)$$

$$v = 4.44 \left(1 + \frac{46}{100} \right) = 4.44 \times 1.46 = 6.48 \text{ m}^3$$

با معلوم شدن این حجم و فرمول سرعت ذوب می توان حجم خواسته شده را اینگونه محاسبه

نمود :

$$S = \frac{60 V}{\frac{c}{100} mv} \Rightarrow 2.2 = \frac{60 V}{\frac{85}{100} \times 150 \times 6.48} \Rightarrow V \approx 30 \text{ m}^3/\text{min}$$

رابطه سرعت ذوب (ظرفیت) با قطر داخلی کوره :

ظرفیت یا سرعت ذوب یک کوره برابر است با مقدار مذابی که در یک ساعت از آن گرفته می شود و بر حسب t/h بیان می شود.

بر حسب تجربیات و مطالعات انجام یافته در کوره های کوپل سرعت ذوب ثابتی برای هر مترمربع از سطح داخلی در نظر می گیرند (mr) که معمولاً در استانداردهای مختلف بین $6 \approx 8 \frac{t}{m^2}$ تغییر می کنند. بنابراین اگر سطح مقطع داخلی کوره برابر A مترمربع منظور شود ، سرعت ذوب کوره در یک ساعت برابر است با :

$$S = m_r \times A \Rightarrow A = \frac{S}{m_r}$$

که در آن S ظرفیت یا سرعت ذوب کوره بر حسب t/h و mr سرعت ذوب کوره بر حسب $1m^2$ از سطح مقطع داخلی منظور شده است و چون مقطع داخلی به صورت دایره است ، لذا

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{S}{Mr} \Rightarrow D^2 = \frac{4S}{\pi Mr} \Rightarrow D(m) = 2 \sqrt{\frac{S}{16 Mr}}$$

مثال :

در یک کارخانه هدف آن است که در یک نوبت ۸ ساعته و به مدت ۶ ساعت ۳۰ تن مذاب تولید شود. با فرضه اینکه سرعت ذوب در واحد سطح برابر ۶ تا ۸ منظور شود. (الف) حداقل و حداکثر قطر داخلی کوره بر حسب cm .

ب) با فرض آنکه در حداکثر قطر، ۲۰ cm جداره بندی و ۱ cm پشت بند ماسه منظور شود مطلوب است قطر خارجی کوره از فولاد (از ضخامت ورق فولادی صرفه نظر شود).

$$S = \frac{30}{6} = 5 \frac{t}{h} \quad \text{سرعت ذوب کوره}$$

$$D = 2 \sqrt{\frac{S}{\pi mr}} = 2 \sqrt{\frac{5}{3.14 \times 6}} = 103 \text{ cm}$$

حداکثر قطر داخلی

$$D = 2 \sqrt{5 / 3.14 \times 8} = 89 \text{ Cm}$$

حداقل قطر داخلی

$$(20+1) \times 2 = +103 = 145 \text{ cm}$$

قطر خارجی کوره

رابطه بین قطر داخلی کوره و ارتفاع مؤثر :

ارتفاع مؤثر کوره ی کوپل (H) برابر فاصله اولین ردیف تویر تا لبه تحتانی دریچه باردهی است. اگر زیاد باشد باعث آسیب رسیدن به کف و خرد شدن دیواره ها می شد و اگر کم باشد، بار فرصت پیشگرم کافی را نیافته و احتمال پل زدن مذاب وجود دارد.

$$\frac{H}{D} = 4 \sim 6$$

اندازه و تعداد تویرها:

مجموع سطوح مقاطع تویرها نسبت به سطح و داخل کوره ی کوپل سنجیده می شود . اگر مجموع سطوح تویر ها را at و سطوح مقطع داخلی کوره را برابر A بگیریم.

$$\Rightarrow \frac{at}{A} \approx \frac{1}{4}$$

در کوره ها چون با یک ردیف تویر در جداره خوردگی ایجاد می شود. معمولاً " این تویرها را در چند ردیف ایجاد می کنند. در عمل 80% از سطح مقطع تویرها مربوط به ردیف اول و ردیف های دوم . سوم هر کدام 10% را به خود اختصاص می دهند.

مثال :

سطح مقطع تویرها برای کوره ای به ظرفیت 1.5 t برای $98 C m^2$ برای ردیف اول و $12 C m^2$ برای ردیف های دوم و سوم می باشد.

از طرف دیگر نسبت عرض به ارتفاع تویرها نیز متفاوت می باشد و به طور کلی در تویرهای ردیف اول این نسبت حدود 4 به 2 و برای ردیف های دیگر 1.3 تا 1.9 برابر است . فاصله ردیف های متوالی تویرها برحسب قطر داخلی کوره بین 20 تا 30 سایز تغییر می کند. این در حالیکه فاصله اولین ردیف تویر از کف کوره حدود 40~80 cm است

مثال :

در یک کوره استاندارد به قطر داخلی $70cm^2$

$$1- تعیین سطح مقطع تویرها با توجه به رابطه $\frac{at}{A} = . / 25$$$

2- با توجه به اینکه در این کوره 3 ردیف تویر و در هر ردیف 4 تویر به کار رفته است. سطح مقطع تویرها در ردیف اول و دوم و سوم به چه اندازه است (80% ردیف اول و 10% ردیف دوم و 10% ردیف سوم).

۳- تعیین عرض و ارتفاع هر توپر در ردیف اول و دوم و سوم به طوری که نسبت آنها در ردیف اول ۳ و در ردیفهای بعدی 1.5 باشد.

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = 3564.5C \text{ m}^2 \quad \text{سطح داخلی کوره}$$

$$\frac{at}{A} = . / 25 \Rightarrow at = 0.25 \times 38465 = 960C \text{ m}^2$$

(ب) چون 80% ردیف اول است .

$$960 \times \frac{80}{100} = 768 \text{ cm} \quad \text{ردیف اول}$$

$$\rightarrow 768/6 = 192 \quad \text{هر توپر}$$

$$960 \times \frac{10}{100} = 96 \text{ CM} \quad \text{ردیف دوم و سوم}$$

$$\frac{W_1}{h_1} = 3 \Rightarrow w = 3 h_1 \Rightarrow \frac{at_1}{4} = w_1 \times h_1 \Rightarrow \frac{a_1}{4} = 3 h_1^2$$

$$3 h_1^2 = 1.2 \rightarrow h_1 = \sqrt{64} = 8 \text{ cm}, w_1 = 3 \times 8 = 24 \text{ cm}$$

$$\frac{w_2}{h_2} \quad \text{مانند حالت اول} \quad \frac{w_2}{h_2} = \frac{w_3}{h_3} = 1.5 = \begin{cases} w_2 = 1.5 h_2 \\ w_3 = 1.5 h_3 \end{cases}$$

$$\frac{a_2}{4} = w_2 \cdot h_2 = 1.5 h_2^2 = 24 \quad \mathbf{H=4}$$

$$w_2 = 1.5 \times 4 = 6 \text{ cm}$$

در کوره کوپل ابتدا کک بستر آماده می گردد. و پس تناوب فلاکس (سنگ آهک) بار فلزی و کک ریخته می شود و کوره را تا درجه باردهی شارژ می کنند. به این ترتیب در کوره کوپل همواره از دو نوع کک یاد می شود.

کک بستر: با این کک که از نوع مرغوب و با استحکام خوب انتخاب می شود که از احتراق آن حرارت لازم برای ذوب تامین می شود.

کک بار که به تناوب شارژ شده و مقدار آن برابر با مقدار کاهش یافته کک بستر است که از طریق احتراق، کم شده و لذا ارتفاع بستر و مقدار کک محترق شده آن، به وسیله کک بار جبران می شود.

بعد از ریختن کک بستر تنظیم ارتفاع آن، به ترتیب انواع سیاله شامل سنگ آهک و گاه همراه با کربنات سدیم و یا فلوراسپار در روی کک بستر ریخته می شود. بعد از آن بار فلزی متشکل از شمش چدن، قراضه آهن و فرو آلیاژهای نظیر فروسلیم یا فرومنگنز و پس کک بار را به منظور جبران افت ارتفاع بستر به طور متناوب در کوره شارژ می شود و کوره را تا زیر دریچه بازدهی پر می کند.

مطلوب ترین اندازه هر بار بوسیله اندازه کوره و یا سرعت ذوب آن تعیین می شود. که هر بار فلزی معمولاً $\frac{1}{8}$ یا $\frac{1}{6}$ ظرفیت کوره را در بر می گیرد. و بدین ترتیب در هر ساعت ۸ تا ۱۰ بار از دهانه کوره کوپل بارگیری می شود.

به طور مثال اگر کوره به ظرفیت $6 \frac{t}{h}$ باشد، مقدار فلزی که در هر مرتبه شارژ می شود برابر $750 \text{ kg} \sim 600$ است. مناسب تر آن است که همواره وزن هر شارژ را کمتر و دفعات شارژ را بیشتر منظور نمود تا یکنواختی بیشتری در کار کوره و همگنی بیشتر در ترکیب مذاب وجود داشته باشد.

کک بار:

تعیین وزن کک بار نیز در بهره گیری از کوره کوپل حائز اهمیت است. محاسبه مربوط به کک بار به دو طریق انجام می گیرد.

الف)

نسبت فلز/کک، در جداول و نمونه های تجربی، معمولاً "نسبت وزنی فلز به کک مشخص می شود. این نسبت $6:1$ ، $8:1$ ، $10:1$ ، $12:1$ داده شده است. همچنین هرچه نسبت فلز به کک بیشتر باشد، سرعت ذوب افزایش می یابد. در حالیکه باید توجه داشت که درجه حرارت مذاب نیز متناسب با آن کاهش پیدا می کند. پس وزن کک بار به کمک فرمول زیر محاسبه می گردد.

$$G_m (\text{وزن فلز در هر شارژ}) = \frac{S}{h}$$

سرعت ذوب \nearrow
تعداد باردهی در ساعت \searrow

مثال

مطلوب است محاسبه وزن کک بار برای کوره ای به ظرفیت $4 \frac{t}{h}$ در حالیکه در هر ساعت $n=8$ بار از کوره مذاب گرفته می شود. نسبت فلز - کک $\frac{10}{1}$ می باشد.

$$G_m = \frac{4}{8} = 0.5 \text{ Kg} \rightarrow 500 \div 10 = 50 \text{ kg} \quad \text{وزن کک بار}$$

ب) کاهش ارتفاع متر

اگر ارتفاع کاسته شده کک بهتر را h در نظر بگیریم ، حجم کک سوخته شده (v)

$$V = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \times h \rightarrow m^3$$

حال با فرض اینکه هر m^3 را می توان با 450kg کک پر نمود. وزن کک بار برابر است با

$$C_c = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \times h \times 450$$

مثال :

در یک کوره به قطر داخلی 90cm مطلوب است تعیین وزن کک بار در هر مرتبه در حالیکه ارتفاع کک بار 18cm منظور شود. همچنین اگر در این کوره سرعت ذوب

منظور شود و در هر ساعت 8 بار مذاب گیری شود. نسبت فلز کک را $mr = 7 \frac{t}{m^2 \cdot h}$

تعیین کنید؟

$$C_c = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \times h \times 450 \Rightarrow \frac{\pi \times 0.9^2}{4} \times 0.18 \times 450 \Rightarrow C_c = 51.5 \text{ Kg} \quad \text{وزن کک بار}$$

$$S = A \cdot mr = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \times mr \Rightarrow S = \frac{\pi \times 0.9^2}{4} \times 7 = 4.45 \frac{t}{h} = 4450 \frac{kg}{h}$$

$$G_m = \frac{S}{n} \Rightarrow \frac{4450}{8} = 556 \text{ kg}$$

وزن بار فلزی در هر شارژ

$$\text{نسبت فلز کک} = \frac{556}{51.5} = 10.7$$

مثال از طراحی ابعادی کوره کوپل

برآنکه در یک کارخانه در مدت 6 ساعت بارریزی ، 42t مذاب ریخته شود مطلوب است

اندازه های زیر برحسب cm

$$1- \text{ قطر داخلی کوره با توجه به اینکه } mr = 6 \frac{\text{ton}}{m^2}$$

$$S = \frac{42}{6} = 7 \frac{\text{ton}}{h}$$

$$S = A \cdot mr \Rightarrow \frac{D^2 \cdot \pi}{4} = \frac{S}{mr} \Rightarrow D = 2 \sqrt{\frac{S}{\pi \cdot mr}} = 2 \sqrt{\frac{7}{\pi \times 6}} = 120 \text{ cm}$$

۲- قطر داخلی کوره 25cm ضخامت جداره ی نسوز و لایه ها

$$2 \times 25 = 50 + 120 = 170cm$$

$$\frac{H}{D} = 4 \text{ ارتفاع مؤثر با نسبت}$$

$$\frac{H}{D} = 4 \Rightarrow H = 4D = 4 \times 120 = 480cm$$

۴: ارتفاع H (کف کوره تا زیر منطقه تویر ها) و همچنین کل ارتفاع کوره با توجه به رابطه

$$\frac{H}{HC} = 8$$

$$\frac{H}{HC} = 8 \Rightarrow Hc = \frac{480}{8} = 60cm \text{ ارتفاع}$$

$$\text{ارتفاع کل} = 480 + 60 = 540 \text{ CM}$$

مثال از اندیس بازی

در یک کوره با سرعت ذوب $4 \frac{ton}{h}$ در 8 مرحله ، مقدار کک مصرفی ۱۰ درصد وزن بار بوده و دارای ۱۰ درصد خاکستر می باشد. این خاکستر نیز دارای 55% سیلیس می باشد. اگر خوردگی جداره کوره که شامل 60% سیلیس می باشد به مقدار 1.5% باشد. در صورتیکه اندیس بازی را 0.8 در نظر بگیریم. نسبت سنگ آهک مورد نیاز به فلزو سنگ آهک را به کک

حل: ابتدا باید SiO_2 موجود در کوره را محاسبه کنیم

مقداری SiO_2 از طریق افزودن کک وارد کوره می شود که برابر است با

$$G_m = \frac{S}{n} = \frac{4000kg}{8} = 500kg \text{ بار فلزی}$$

چون مقدار کک 10% این بار است پس $500kg \times \frac{1}{10} = 50kg$ مقدار کک

از این مقدار کک 10% آن به خاکستر تبدیل می شود یعنی خاکستر $50 \times \frac{1}{6} = 5kg$
این خاکستر دارای 55% سیلیس است پس :

$$50 \times \frac{55}{100} = 2.75kg \text{ سیلیس وارد شده توسط کک} \leftarrow$$

حال باید سلیس وارد شده به مذاب را که ناشی از خوردگی جداره است محاسبه کنیم :

$$500 \times 1.5 = 7.5 \text{ kg} \quad \text{وزن جداره خورده شده در هر شارژ}$$

حال باید سلیس موجود در این جداره خورده شده را حساب کنیم

$$7.5 \times \frac{60}{100} = 4.5 \text{ kg} \leftarrow$$

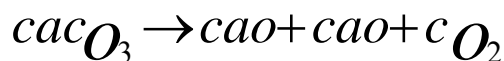
کل $si O_2$ وارد شده به مذاب در هر شارژ:

$$4.5 \text{ kg} + 2.75 \text{ kg} = 7.25 \text{ kg}$$

حال حساب می کنیم که چه مقدار cao نیاز داریم :

$$0.8 = \frac{cao}{7.25} \Rightarrow cao = 5.8 \text{ kg} \quad \text{مورد نیاز در هر شارژ}$$

حال این cao باید از طریق افزودن سنگ آهک (سلیس) به کوره تامین شود.



$$cac O_3 = \frac{100 \times cao(\text{kg})}{56} = 10.35 \text{ kg} \quad \text{وزن سنگ آهک}$$

مورد نیاز هر شارژ

$$\frac{10.35}{500} \times 100 = 2.07 \quad \text{نسبت سیاله به فلز}$$

$$\frac{10.35}{50} \times 100 = 20.7 \quad \text{نسبت سیاله به کک}$$

مثال : سوال چرا ذوب کوره ی کوپل مشکل کربن و گوگرد بالا را دارد؟

سرعت ذوب در یک کوره ی کوپل $5 \frac{t}{h}$ است که در هر ساعت از آن 8 ذوب گرفته می شود. مقدار کک مصرفی 10% وزم بار فلزی است و دارای 8% خاکستر بوده (این خاکستر

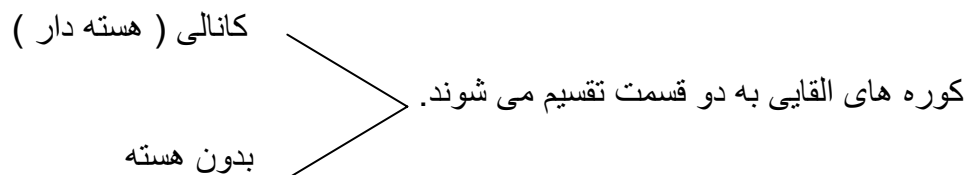
حاوی 52% سلیس است). اگر خوردگی جداره (با $65\% si O_2$) برابر 1.2% باشد. وزن

سنگ آهک مورد نیاز را محاسبه کنید. $I = 0.9$

کوره القایی:

اصولا کارکوره ی القایی تشابه زیادی به ترانسفورماتوری دارد که سیم پیچ های اولیه آن کوئل کوره و سیم پیچ ثانویه آن بار کوره می باشد. جریانی یه مراتب بزرگتر است دربار کوره القاء می شود. مقاومت بارکوره در مقابل عبور جریان القایی ، اثر گرمایی قابل توجهی را ایجاد می کند.

حوزه ی القایی موجود در بار ، مانند ترانسفورماتور ، مخالف جریان وارد شده است که باعث بهم خوردن وتلاطم مذاب شده که یکی از امتیازات کوره القایی به شمار می رود. هرچه فرکانس جریان پائین تر بیاید عمل هم خوردن مذاب بیشتر خواهد بود که این بخودی خود در حین ذوب باعث یکنواخت تر گشتن مذاب شده و در آلیاژ سازی یک فاکتور بسیار مهم می باشد.

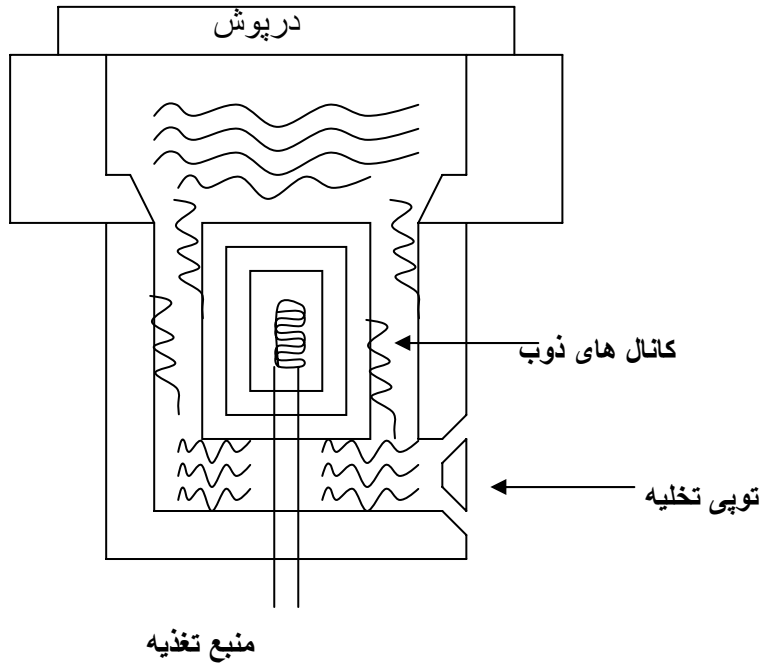
کوره های القایی به دو قسمت تقسیم می شوند.  (هسته دار) کانالی
بدون هسته

مزیت دیگری که کوره القایی دارد این است که در آن گاز وشعله و اکسید کننده در آن وجود ندارد و اغلب کوره ها دارای درپوشی هستند که تا حد زیادی مانع تماس هوا با داخل کوره شده ولذا احتمال آلودگی و اکسید شدن مذاب به حداقل می رسد.

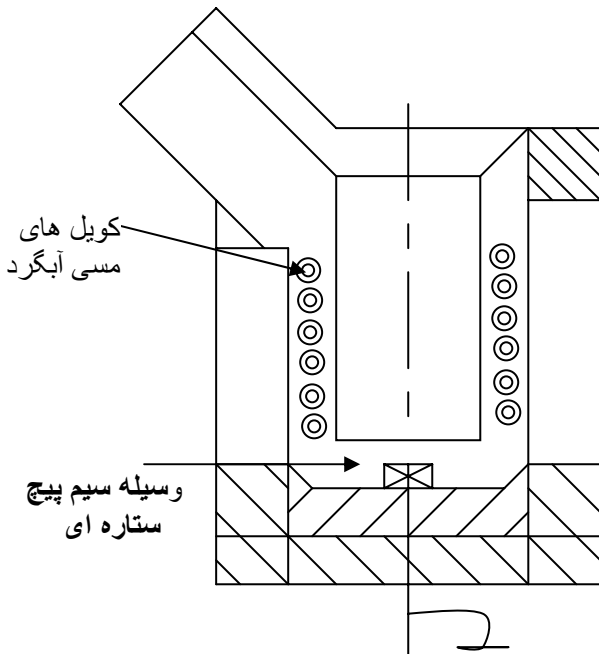
کوره های کانالی (هسته ای) :

در این گونه کوره ها جریان برق شهر مستقیما" از طریق ترانسفورماتور متصل می شود. (فرکانس 50~60Hz) کوره کانالی نمی تواند قراضه سرد شروع به کار نماید. چون فلز موجود در کانال فقط می تواند گرم شود. چنانچه بخواد کار را سرد شروع کنند بایستی ابتدا کوره را با استفاده از شعله گاز یا نفت گرم کرده و بعد فلز را به صورت سیال درآورند که بتواند کانال را پر کند. سپس مواد جامد را به آرامی به کوره اضافه می کند. بدین ترتیب در اصل کوره کانالی فقط برای نگهداری مذاب کاربرد دارد. استفاده از این کوره برای آلیاژهایی مناسب است که جذب گاز در آنها مشکلی ایجاد نکند. (درجه حرارت در کانال بیشتر از 1700°C است).

نمایی از کوره القایی کانالی (هسته دار) فرکانس پایین:



کوره بدون هسته : (فرکانس بالا 1000Hz)



همانند شکل رو به رو این کوره شامل یک بوته دیرگدازی می باشد که یک کویل مسی با قابلیت هدایت حرارتی زیاد (که به صورت آبگرد هستند) به دور آنها پیچیده شده است. حلقه های این سیم پیچ با فیبر شیشه و پنبه سوز عایق شده است. این لایه های عایق از اتصال کوتاه شدن جریان برق جلوگیری می کنند. در نوع خاصی از این کوره ها که با دو فرکانس کار می کنند. فرکانس زیاد را برای شروع به کار کوره هنگامی که هنوز سرد است استفاده می کنند و فرکانس شبکه را هنگامی که ذوب تهیه شده به کار می برند.

ایمنی کوره

نکته بسیار مهم در این کوره ها این مطلب است که چگونه می توان فهمید که ضخامت جداره یا بوته که از اهمیت زیادی برخوردار است، نازک شده است. برای این کار یک سیم پیچ ستاره ای شکل غیر مغناطیسی با آلیاژی از جنس کرم و نیکل در کف کوره تعبیه شده و به زمین اتصال داده می شود. در این مسیر آمپر سنج نصب گردیده است. وقتی که جریان از آستر گذشته به زمین برسد، این دستگاه شدت جریان کمی را نشان می دهد که نشانگر نازک شدن جداره است.

البته به طریق تجربی و بازدید نسوز کوره و مقایسه آن با حالت اولیه و دستگاههای ضخامت سنج و وسایل اندازه گیری نیز می توان ضخامت نسوز را اندازه گرفت.

مشکل پل زدن سرباره در کوره های القایی:

با استفاده از سیاله و فلاکس، ناخالصی های نامحلول از مذاب جدا گشته و روی مذاب غوطه ور شده و اگر ارتفاع آن از حد معین بیشتر باشد سرد شده و پل می زند پس باید ارتفاع را کنترل کنیم. با توجه به سبک بودن سرباره، هنگامی که سر باره به بالای مذاب بیاید، چون خاصیت مغناطیسی ندارد سرد گشته و جامد می شود و به طور مرتب باید شکسته شود.

راندمان کوره های القایی و قدرت الکتریکی کوره بر حسب سرعت و ظرفیت ذوب :

اساسی ترین مشخصه این کوره ها بدون توجه به راندمان آنها در مورد تمام کوره ها نیز مطرح بوده و حائز اهمیت است، قدرت الکتریکی است که باید مقدار آن بر حسب سرعت ذوب و حجم مذاب تعیین گردد.

محاسبه و تعیین این قدرت به کمک روابط الکتریسیته و حرارت (قانون ژول - لنز) انجام می گیرد.

$$W = 4.18 Q$$

۱- رابطه ژول و گرما

$$P = \frac{W}{t}$$

۲- توان تبدیل شده به گرما

$$P = 4.18 Q/T$$

۳- با توجه به دو رابطه فوق

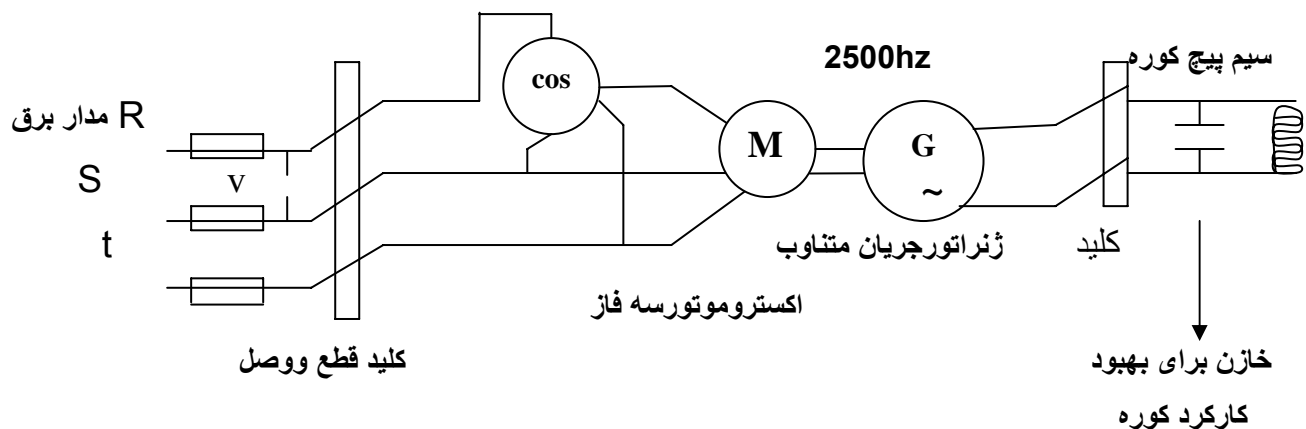
در این روابط چنانچه Q بر حسب کیلوکالری و t بر حسب ثانیه P بر حسب کیلووات بیان می شود نحوه محاسبه Q در مسائل گرمایی با در نظر گرفتن وزن مذاب، گرمای نهان ویژه و نهان گذار می باشد.

راندمان کوره های القایی (η) نسبتاً خوب بوده و به 80% نیز می رسد. نکته مهمی که در این کوره با تعیین شدن مقادیر فوق، اکنون می توان هزینه ذوب هر کیلوگرم چدن را مستقلاً در این کوره محاسبه کرد و با هم مقایسه نمود.

ضریب قدرت کل ($\cos \phi$) مدار کوره است. مقدار ماکزیم این ضریب یک است. تاثیر راندمان و ضریب قدرت کوره با توجه به ۳ فاز بودن شبکه به شکل زیر است.

$$P = \frac{4.18\phi}{\sqrt{3} * t \cos \phi}$$

توضیح: چنانچه جریان شبکه ۱ فاز باشد، ضریب $\sqrt{3}$ از رابطه فوق حذف می گردد.



باید دانست که هرچه ظرفیت کوره های القایی بیشتر باشد، این هزینه کمتر می شود. لذا جز در مواردی که مرغوبیت آلیاژ و دقت در ساخت آن مد نظر است تهیه مذاب در کوره های کوچک القایی مقرون به صرفه نمی باشد. البته در مقابل معایب مذکور، **مزایای این کوره ها** به شرح زیر است:

- ۱- تمرکز یک انرژی زیاد در حجم کوچک
- ۲- سهولت در کنترل درجه حرارت و توزیع آن در فضای کوره که باعث یکنواختی گرما در قطعات و توده های بزرگ شارژ می شود
- ۳- عملیات الکترو دینامیک (به هم خوردن مذاب) برای آلیاژسازی بسیار مهم است.
- ۴- بعلت وجود نداشتن سوخت و در نتیجه عدم محصولات احتراقی، محیط کوره تمیز است و اکسیداسیون فلزی در کوره های غیرالکتریکی بسیار کمتر است.

مثال:

موتور ژنراتور سه فاز یک کوره القایی دارای مشخصات زیر است. چنانچه این کوره بتواند به طور متوسط در هر ۳۰ دقیقه 20kg چدن ذوب کند، مطلوب است.

الف) قدرت لازم برای کل تاسیسات کوره با در نظر گرفتن معلومات زیر

$$t_i = 25^\circ C \quad \text{درجه حرارت محیط}$$

$$t_m = 1150^\circ C \quad \text{نقطه ذوب چدن}$$

$$t_s = 1350^\circ C \quad \text{درجه حرارت فوق ذوب}$$

$$l_1 = 85\% \quad \text{راندمان الکتروموتور}$$

$$l_2 = 74\% \quad \text{راندمان ژنراتور}$$

$$l_3 = 80\% \quad \text{راندمان کوره}$$

$$\lambda = 60 \text{ cal / gr} \quad \text{گرمای نهان گداز}$$

$$C = 0.12 \text{ cal / g.c} \quad \text{گرمای ویژه چدن جامد}$$

$$C = 0.16 \text{ cal / g} \quad \text{گرمای ویژه چدن جامد}$$

$$\cos \phi = 85\% \quad \text{ضریب قدرت متوسط کل شبکه}$$

ب) چنانچه مقدار 100kg از همین چدن در یک کوره بوته ای که با همان سوخت مازوت به قدرت حرارتی 8000 kcal / l.h کار می کند ذوب شود و به همان درجه حرارت فوق ذوب برسد. در صورتی که هر لیتر مازوت ۳ ریال و قسمت هر کیلو وات ساعت برق صنعتی (۳ فاز) 8 ریال فرض شود. عملیات ذوب در کدامیک از این دو کوره مقرون به صرفه است؟ (راندمان کوره زمینی را 20% فرض کنید)

حل قسمت الف) مقدار حرارت لازم برای ذوب 20kg چدن تا نقطه فوق ذوب برابر است با:

$$Q = m(C(t_m - t_i) + \lambda + C(t_s - t_m))$$

$$Q = 20(0.12(1150 - 25) + 60 + 0.16(135 - 1150)) = 4540 \text{ KCal}$$

راندمان کل

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = 0.85 \times 0.74 \times 0.8 = 0.5$$

بدین ترتیب قدرت اخذ شده از شبکه برابر است با :

$$P = \frac{4.18Q}{\sqrt{3} \cdot \eta \cdot t \cdot \cos Q} = \frac{4.186 \times 4540}{1.73 \times 0.5 \times (30 \times 60) \times 0.85} = 14.36 \text{ KW}$$

حل قسمت ب :

چون گرمای لازم برای به فوق ذوب رساندن چدن در هر دو حالت (کوره القایی و کوره زمینی) تفاوتی ندارد، پس

$$4540 \div 20 = 227 \text{ KCal} \quad \text{گرمای لازم برای ذوب هر کیلوگرم چدن}$$

$$227 \times 100 = 22700 \text{ kCal} \quad \text{گرمای لازم برای ذوب 100 کیلوگرم چدن}$$

با توجه به راندمان 20 درصدی کوره داریم :

$$22700 \div \%20 = 113500 \text{ kCal}$$

از طرفی در اثر احتراق هر لیتر مازوت 8000 Kcal گرما ایجاد می شود در نتیجه برای ذوب 100kg چدن داریم :

$$113500 \div 8000 = 14.2 \text{ l.H}$$

زمان ذوب در کوره القایی: $30 \text{ min} = \frac{1}{2} \text{ h}$

$$w = P \cdot t = 14.36 \times \frac{1}{2} = 7.18 \text{ kwh} \quad \text{برای 20Kg چدن}$$

پس انرژی الکتریکی لازم برای ذوب هر کیلوگرم چدن عبارت است از

$$7.18 \div 20 = 0.36 \text{ kwh} \times 8R = 2.88R \quad \text{ریال برای هر کیلوگرم چدن}$$

در کوره بوته ای

حجم مازوت مورد نیاز برای ذوب هر کیلوگرم چدن

$$14.2 \div 100 = 0.142L$$

$$0.142 \times 3 = 0.426 \text{ ریال} \quad \text{هزینه ذوب}$$

$$2.88 / 0.426 = 6.76 \quad \longrightarrow \quad \text{هزینه ذوب کوره القایی نسبت به زمینی}$$

کوره های دوار :

کوره های دوار جهت ذوب آلیاژ های آهنی و گاهی اوقات آلیاژ های غیر آهنی مورد استفاده قرار می گیرند. کوره های دوار که برای ذوب چدن در سال 1930 در آلمان ساخته شده است.

طرح ساختمان کوره :

این کوره دارای یک اسکلت فلزی که به شکل استوانه متصل به دو مخروط ناقص است و توسط فلج روی استوانه و مخروط ها به یکدیگر متصل می شود .
به طرف دهانه بزرگ مخروط ها و دو ردیف استوانه فلج نصب شده و روی استوانه دو غلطک نصب شده است. غلطک های محرک کوره را با سرعت 1 دور در دقیقه می چرخانند. دهانه کوره باید طوری طراحی شود که شمشهای معمولی بتوانند از آن عبور کنند. در امتداد قطر و در وسط استوانه سوراخ جهت خروج مذاب ایجاد گردیده است.
در طراحی کوره دوار نکته هائز اهمیت این است که طراحی این کوره ها کمتر از ظرفیت مشخص امکان پذیر نیست. زیرا تا بین هوای لازم برای کامل شدن سوخت کوره در ظرفیتهای کم امکان پذیر نیست.

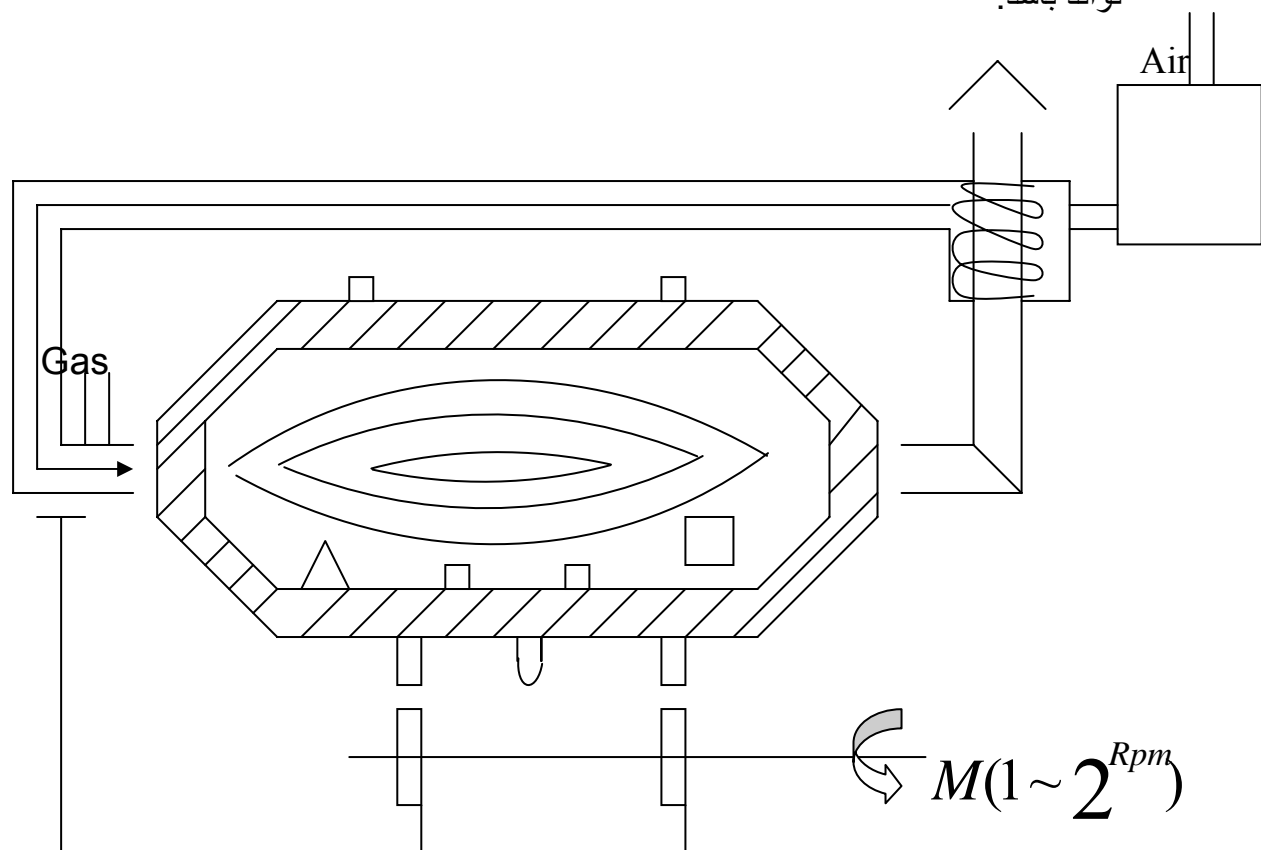
جداره کوره دوار:

در کوره دوار شارژ کوره به صورت شمشهایی از دهانه کوره به داخل آن پرتاب می گردد. بنابراین جداره داخلی کوره باید آنقدر محکم باشد تا در مقابل ضربه ای که از پرتاب شمش هایی به وزن 8 تا 10kg به آن وارد می شود مقاومت کند. برای این کار در درجه اول نسوز های جداره داخلی بایستی خوب کوبیده شود و پس از آن کوبیده شدن کاملاً "زینتر گردد و درجه دوم بارگیری و شارژ کوره هم به آهستگی صورت گیرد.

جداره نسوز این کوره ها برای ذوب چدن خاک نسوز سیلیسی و برای ذوب آلومینیوم خاک نسوز آلومینیایی است. پس از کوبیدن و افقی قرار دادن کوره بایستی نسوز خشک و زینتر شود. این عمل در زمان طولانی انجام می شود. بطوریکه ابتدا با هوای گرم درون آن خشک کرده و پس با شعله گازی ملایمی به آرامی درون آن را خشک می کنند تا ترک بر ندارد. پس از خشک کردن با گاز، کوره را روشن کرده و آهسته شعله را زیاد می کنند تا به

بهترین حالت کوره را زینتر کنند. (پاشیدن شیشه خرد سده در این مرحله می تواند به غیر قابل نفوذ شدن و زینتر بهتر لایه سطحی کمک نماید.) در تمام این مدت از ابتدای خشک کردن تا زینتر نهایی بایستی کوره به آرامی دوران کند تا تمام نقاط کوره به طور هماهنگ خشک و زینتر شود

کوره های دوار با ظرفیت های 25kg تا 150ton مذاب چدن و تا 12ton مذاب آلومینیوم موجود است. ساختمان کوره دوار به شکل زیر می باشد. سوخت کوره با گاز یا گازوئیل می تواند باشد.



روشن کردن کوره دوار:

در ابتدا دهانه های خروج مذاب را با مقداری ماسه مسدود نموده و سپس کوره را به طور یکنواخت شارژ نموده و مشعل را روشن می کنیم به طوری که مرکز شعله در میانه کوره واقع شود. پس از حالت خمیری شدن شارژ، چندمین دور آن را چرخانده و سپس در حالت عادی استارت می کنیم .

تخلیه :

کوره را ثابت کرده و یک پوته در زیر ناودانی بارگیری قرار داده و سوراخ را توسط میله باز نموده و کوره را خم می کنیم تا مذاب از آن خارج شود. وقتی که پوته پر شد کوره را $\frac{1}{4}$ دور می چرخانیم تا سوراخ باردهی بالاتر از سطح مذاب واقع شود.

مزایا و معایب کوره های دوار:

مزایا:

- ۱- ارزان بودن سوخت و اپراتوری آسان
- ۲- ظرفیت بالای ذوب
- ۳- با توجه به در تماس بودن مستقیم شعله ، راندمان بالاست و سرعت سوختن ناخالصی ها نیز سریع است.
- ۴- در زمانی که نیاز به انجام عملیات کیفی مذاب باشد، مذاب در کوره آماده و سپس در پوته یا پاتیل میانی ریخته می شود و عملیات بهسازی صورت می گیرد.
- ۵- به علت حذف زمان خروج از پوته و سرباره گیری (نسبت به کوره زمینی) افت دما کنترل و سرعت کار بیشتر است .

معایب :

- ۱- برای آلیاژها و فلزات با درجه اکسیداسیون بالا از این کوره نمی توانی استفاده کنیم . چون این مواد مستقیماً با سوخت و احتراق در تماس هستند و عناصر آلیاژی سریعاً سوخته و از بین می روند.
- ۲- قبل از تخلیه ، پوته حتماً باید کاملاً پیشگرم شود. زیرا ریختن مذاب در پوته سرد باعث ترکیدن پوته و یا انجماد سریع مذاب در درون پوته می گردد.
- ۳- استفاده در ظرفیتهای کم بارگیری مقرون به صرفه نمی باشد.

کوره های قوس الکتریکی :

در این کوره ها به جهت ذوب شارژ از حرارت ایجاد شده توسط قوس الکتریکی استفاده می گردد.

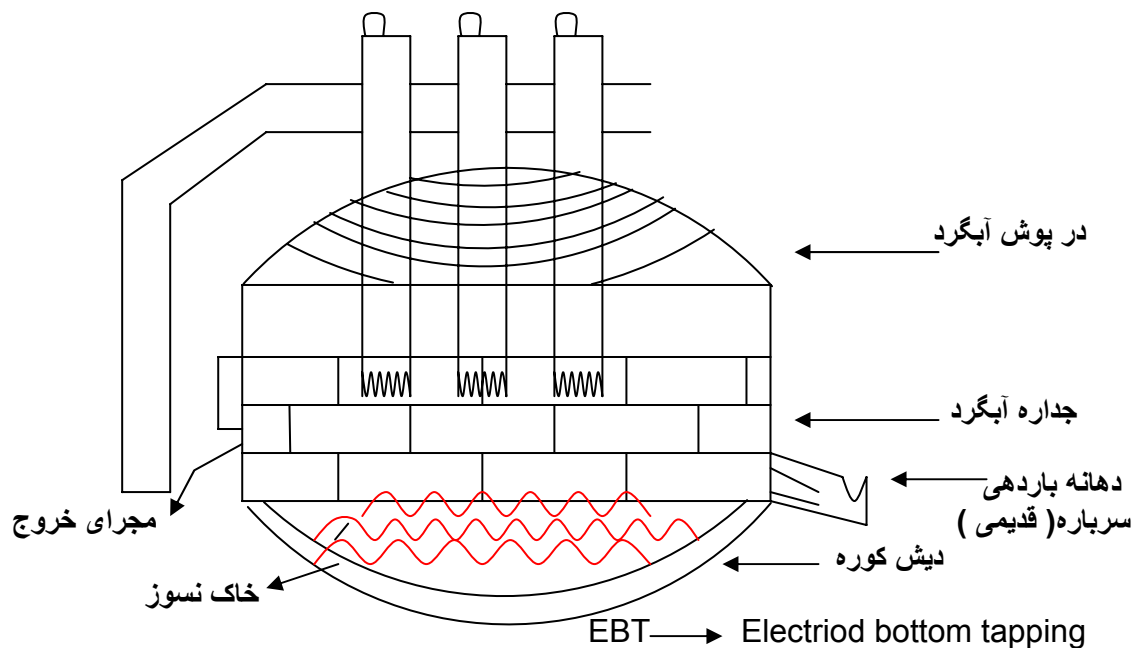
مستقیم : فولاد

انواع کوره های قوس الکتریکی

غیر مستقیم : آلیاژهای غیر آهنی و چدن

کوره های قوس الکتریکی مستقیم که به طور گسترده در صنعت تولید فولاد کاربرد دارند. توانایی ایجاد درجه حرارت بسیار بالایی (تا 4000°C) دارند که صرف ذوب کردن شارژ می شود

ساختمان آنها به شکل زیر می باشد:



شارژ این کوره ها می تواند آهن اسفنجی (آهن احیاء شده) و یا قراضه فولادی و یا مخلوطی از این دو باشد با توجه به کارکرد این کوره ها، از قراضه آلوده نیز می توان استفاده نمود. با توجه به دمای این کوره ها، هر نوع آلودگی سریعاً سوخته و مذاب بسیار تمیزی ارائه می دهد.

این کوره ها توان بالایی داشته و می توانند ظرف مدت ۱ ساعت تا 200 ton مذاب فولاد تهیه نمایند. عملیات سر باره گیری با خم شدن کوره 15° به جلو انجام شده و سرباره از مجرای تخلیه سرباره خارج می شود. در نوع قدیمی این کوره ها، کوره 45° چرخیده به عقب و بازدهی انجام می شده است. ولی در مدل جدید تخلیه کوره از کف انجام گرفته که مذاب بسیار تمیزی نیز ارائه می دهد.

عملیات بارگیری و استارت کوره

در زمانی که اولین ذوب کوره را بخواهیم بگیریم، قراضه های سبک فولادی توسط زنبیل قراضه توسط جرثقیل به آرامی در کف کوره ریخته شده و سپس الکترودها پایین آمده و عملیات قوس شروع مس شود هنگامی که مقداری ذوب در کف کوره تولید شد، قراضه ها باز شارژ کوره شده و همچنین آهن اسفنجی به طور پیوسته در کوره شارژ می گردند. سیاله (آهک) و کک و مواد فرو آلیاژ نیز توسط بلت های حمل مواد به آرامی درون کوره شارژ می گردند.

با توجه به سطح وسیع کوره ها (نسبت به عمق) باعث می گردد ناخالص ها سریعاً به سطح آمده و وارد سرباره شوند از دریچه تخلیه سرباره خارج گردند که باعث می شود مذاب دهی بسیار تمیزی انجام دهند.

درون کوره را توسط آجرهای گرانیته می پوشانند.

هنگامی که مقداری مذاب در کوره تولید گردید، الکترودها را پایین تر آورد تا عملیات قوس در درون مذاب و در زیر سرباره ایجاد شده انجام گردد.

عملیات بالا و پایین آوردن الکترودها باید کاملاً به آرامی و با دقت صورت گیرد. زیرا در اثر اثابت الکتروود به قراضه و یا شارژ ذوب شده باعث شکستن الکترودها می گردد.

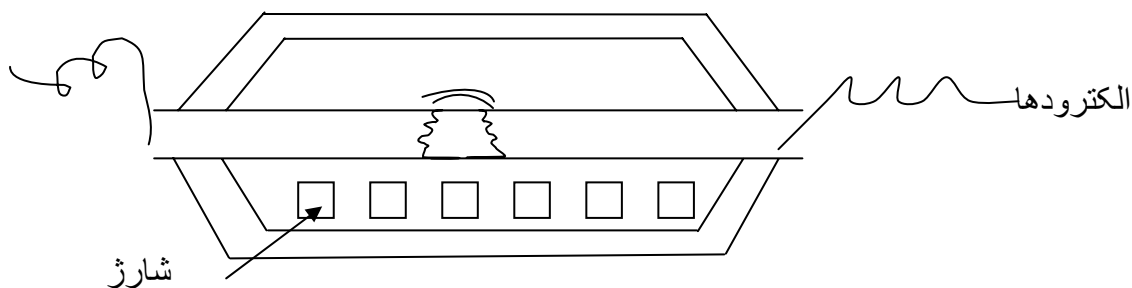
مزایا:

- ۱- راندمان بسیار بالا
- ۲- ذوب سریع
- ۳- تصفیه عالی مذاب از ناخالصی ها
- ۴- امکان استفاده از قراضه کثیف
- ۵- آلیاژ سازی آسان
- ۶- سهولت کنترل درجه حرارت مذاب

معایب:

- ۱- هزینه ای بالای راه اندازی- نگهداری - قیمت بالای آجرهای نسوز و الکتروود های گرافیتی
- ۲- نیاز به تاسیسات بسیار گران قیمت
- ۳- نیاز به تخصصهای بالا
- ۴- سر و صدا و آلودگی زیاد
- ۵- خطرناک بودن و انفجار کوره ها در اثر نشست آب به درون کوره
- ۶- نیاز به پرسنل زیاد برای هر کوره (حدوداً ۱۰ نفر)

کوره قوس الکتریکی غیر مستقیم



در این کوره ها قوس الکتریکی بین دو الکتروود صورت گرفته و از حرارت ایجاد شدن توسط آنها که به صورت تشعشعی باعث گرم شدن و در نهایت ذوب شدن شارژ می گردد. معایب استفاده از این کوره ها علاوه بر معایب ذکر شده در کوره های الکتریکی مستقیم می توان به خم شدن و دفرمگی و شکسته شدن الکترودها اشاره کرد. از این کوره ها برای ذوب فلزات غیر آهنی چدن استفاده می کنند.

کوره های متالورژی ثانویه (LF)

تکنولوژی مورد استفاده در این کوره ها همان قوس الکتریکی است. با این تفاوت که ۳ الکتروود گرافیتی در پاتیل مذاب فرو میرود و عملیات قوس الکتریکی آغاز می شود. یعنی بدنه کوره همان پاتیل مذاب میباشد

به نوعی خود پاتیل مذاب نقش کوره را بازی می کند. در این کوره ها دمای مذاب تنظیم گشته و با دمش گاز آرگن از زیر پاتیل به خروج گازها و ناخالصی ها کمک گشته و مواد افزودنی (فرو آلیاژها) نیز اضافه گشته و کنترل شیمیایی و حرارتی بهتری بر روی مذاب انجام می شود.

به نوع دیگری می توان گفت مذاب تخلیه شده از کوره قوس الکتریکی در پاتیل در این کوره ها آورده شده و پس از انجام عملیات کیفی مذاب و تنظیم درجه حرارت به ایستگاههای ریخته گری فرستاده می شود.