شرکت ره آوران فنون پتروشیمی

(سهامی خاص)

اویل ایندااستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

بهره برداری و کنترل کوره‌ها

دانشگران صنعت پژوه

فروردین ماه ۱۳۸۵

فصل اول: کوره‌ها و انواع آن ۱
۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- دسته بندی کوره‌ها به لحاظ آرایش مشعل ها ۳
۱-۲-۱- کوره‌های ***Top Fire*** ۳
۱-۲-۲- کوره‌های ***Side Fire*** ۳
۱-۲-۳- کوره‌های ***Bottom Fire*** ۴
۱-۳- تقسیم بندی کوره ها بر اساس نوع ***Draft*** ۴
۱-۳-۱- کوره‌های ***natural draft*** ۴
۱-۳-۲- کوره‌ها با مکش طبیعی و هوای احتراق اجباری ۴
۱-۳-۳- کوره با مکش اجباری و هوای احتراق طبیعی ۵
۱-۳-۴- کوره با مکش با مکش اجباری و هوای احتراق اجباری ***(balance Draft)*** ۵
۱-۴- دسته‌بندی کوره‌ها بر مبنای هدف عملیاتی آن ۵
۱-۴-۱- کوره‌های تولید مدیای حرارتی ۵
۱-۱-۴-۱- کوره‌های ***Lean Oil*** ۷
۱-۱-۴-۲- کوره‌های حرارتی روغن ۷
۱-۱-۴-۳- کوره‌های آروماتیک ۷
۱-۱-۴-۴- کوره ***MTBE*** ۸

۵-۱-۴-۱- کوره استریپر ۸
۲-۴-۱- کوره‌های بخارسازی ۹
۱-۲-۴-۱- کوره بخار سازی سیکل ترکیبی ۹
۲-۲-۴-۱- بویلر ۱۰
۳-۴-۱- کوره‌های خشک کن ۱۳
۴-۴-۱- کوره‌های فرایندی ۱۳
۱-۴-۴-۱- کوره‌های کراکر ۱۳
۲-۴-۴-۱- کوره‌های کاتالیستی ۱۶
خودآزمایی) ۲۴
فصل دوم: کوره و متعلقات آن ۲۵
۱-۲- ساختمان کوره ۲۶
۱-۱-۲- بدنه کوره ۲۶
۲-۱-۲- مسیر تزریق هوا ۲۷
۳-۱-۲- مسیر مکش دود ۲۷
۴-۱-۲- نگهدارنده های تیوب ۲۸
۵-۱-۲- مشعلها ۲۹
۶-۱-۲- دریچه های بازرسی تیوب کوره ۳۶

۲-۱-۷- تیوبهای کوره ۳۶
۲-۱-۸- نازلهای تزریق خوراک ۳۷
۲-۱-۹- دریچه های ضد انفجار ۳۸
۲-۱-۱۰- مبدلهای مسیر دود ۳۸
۲-۱-۱۱- دیرگدازها و عایق های کوره ۳۹
۲-۱-۱۲- فن دمنده هوا ۴۴
۲-۱-۱۳- فن مکنده دود ۴۵
۲-۲- تجهیزات کوره‌ها ۴۶
۲-۲-۱- سیستم تزریق سوخت ۴۷
۲-۲-۲- سیستم تزریق خوراک ۴۸
۲-۲-۳- سیستم تزریق هوا ۵۴
۲-۲-۴- سیستم تنظیم فشار باکس کوره ۵۸
۲-۲-۵- سیستم خروج دود ۵۹
۲-۲-۶- سیستم بخار سازی ۶۱
۲-۲-۶-۱- سیستم ***polishing*** ۶۲
۲-۲-۶-۲- سیستم ***Dearator*** ۶۳
۲-۲-۶-۳- سیستم تزریق آب ***BFW*** ۶۴

۴-۶-۲-۲- سیستم *Steam Drum* و متعلقات آن ۶۴
۵-۶-۲-۲- سیستم *Dosing* مواد شیمیایی ۶۴
۷-۲-۲- سیستم های بازیابی حرارت ۶۵
۳-۲- کنترل فشار کوره ۶۷
۴-۲- سیستم کنترل کوره ۶۸
۱-۴-۲- سیستم کنترل فشار باکس کوره ۷۰
۲-۴-۲- سیستم کنترل سیستم بخار سازی ۷۱
۳-۴-۲- سیستم کنتزل دمای کوره و تزریق سوخت ۷۲
۵-۲- سیستم های ایمنی کوره ۷۵
۱-۵-۲- سیستم اینتر لاک واحد ۷۵
خودآزمایی) ۷۷
فصل سوم: عملیات نرمال کوره ۷۸
۱-۳- عملیات نرمال کوره ۷۹
۱-۱-۳- تنظیم سیستم شعله های کوره ۷۹
۲-۱-۳- تنظیم دمای خروجی کویل ۷۹
۳-۱-۳- تنظیم دماهای دیوار تیوب ۸۰
۴-۱-۳- تنظیم فشار ترین های مختلف ۸۱

۳-۱-۵- تنظیم بخار تزریقی به کویلها ۸۱
۳-۲- عوامل موثر در عملکرد کوره ۸۱
۳-۲-۱- میزان هوای تزریقی و دود خروجی ۸۲
۳-۲-۲- میزان اتلاف حرارتی از بدنه کوره ۸۲
۳-۲-۳- درصد هوای اضافی ۸۲
۳-۲-۴- دمای خوراک تزریقی به کوره ۸۳
۳-۲-۵- دمای هوای احتراق ۸۳
۳-۲-۶- وضعیت شعله مشعلها ۸۳
۳-۲-۷- دمای دود خروجی ۸۴
۳-۳- روتین چکها ۸۴
۳-۴- کک و اثرات ان بر عملکرد کوره ۸۸
۳-۴-۱- عملیات دی کک نمودن کوره ۸۹
۳-۴-۲- دستور العمل عملیات دی کک نمودن کوره ۹۱
۳-۴-۳- مراحل انجام عملیات دی کک کوره ۹۲
خودآزمایی) ۹۶
فصل چهارم: راه‌اندازی و توقف کوره ۹۷
۴-۱- راه اندازی نرمال کوره ۹۸

۴-۲- متوقف نمودن کوره ها ۱۰۴
۴-۲-۱- عوامل توقف اضطراری کوره ۱۰۴
۴-۳- خشک کردن کوره ۱۰۹
۴-۳-۱- عملیات ***Boil Out*** ۱۰۹
۴-۳-۲- عملیات ***Dry Out*** ۱۰۹
خودآزمایی) ۱۱۳

فصل اول: کوره‌ها و انواع آن

اهداف)

آشنایی با انواع مختلف کوره‌ها و دسته‌بندیهای گوناگون آن

۱-۱- مقدمه

برای راه اندازی ایمن و انجام عملیات نرمال هر واحد شناخت دقیق از سیستم ودستگاههای فرایندی که باید در سرویس قرار گیرند بسیار حیاتی است. در فرایند، کوره برای وظایف مختلف به شرح زیر در نظر گرفته می‌شود:

- تولید مدیا حرارتی
- خشک کردن
- بخار سازی
- کراکینگ و ریفرمینگ

در تقسیم بندی واحدهای شیمیایی و پتروشیمیایی، واحدهای مادر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند زیرا خوراک این واحدها از مواد طبیعی و پایه نفتی بوده و اساسا تغییر ماهیت این مواد در این واحدها صورت می‌گیرد به عبارتی مواد با کربن‌های بیشتر به مواد با کربن‌های کمتر شکسته می‌شوند. در این میان یکی از قسمت های پر اهمیت واحدهای مادر، قسمت تبدیل این مواد طبیعی به مواد میانی می‌باشد.

با توجه به اینکه برای تبدیل مواد فوق نیاز به شکست برخی پیوندهای موجود در خوراک بوده و نیز لازمه شکست یک پیوند، مصرف انرژی است، برای تامین این انرژی از کوره‌ها استفاده می‌شود.

در برخی موارد نیز در جهت کاهش مصرف انرژی برای شکست این پیوندها از کاتالیست‌ها نیز بهره گیری می‌گردد.

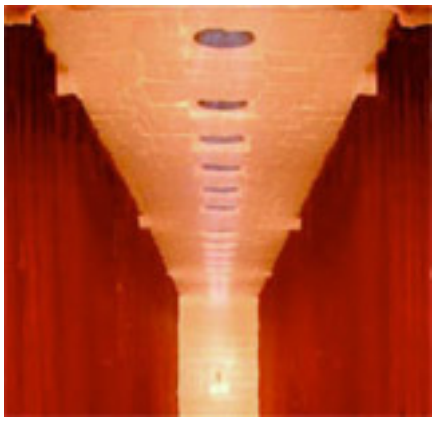
با توجه به موضوع فوق شناخت دقیق کوره‌ها می‌تواند راهنمای بسیار خوبی در جهت راه اندازی ایمنی و درست کارها باشد.

بر مبنای موارد عنوان شده، کوره‌ها را به صورت کلی به چند صورت دسته بندی می‌نماییم که در ادامه ذکر خواهند شد.

۲-۱- دسته بندی کوره‌ها به لحاظ آرایش مشعل ها

کوره‌ها به لحاظ طراحی جایگاه مشعل ها به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند.

۲-۱-۱- کوره‌های *Top Fire*



در این نوع کوره‌ها مشعل ها در قسمت بالای کوره نصب می‌شود و به تبع این دود تولید شده از قسمت پایین تخلیه می‌گردد. این کوره‌ها دارای یکنواختی بهتری نسبت به سایر کوره‌ها در گرادیان فلاکس حرارتی در طول کویل و کوره می‌باشند.

۲-۱-۲- کوره‌های *Side Fire*

در طراحی این نوع کوره‌ها مشعل ها در دیواره‌های جانبی کوره در نظر گرفته می‌شوند. توجه داشته باشید که با توجه به فاصله محدود تیوب ها با دیواره کوره که مشعل ها روی آن نصب شده اندزه‌های این مشعل ها کوچکتر می‌باشند.

جهت جلوگیری از برخورد مستقیم شعله با سطح کویل در این مشعل ها از یک صفحه جهت تغییر جهت مشعلی بهره گیری می‌شود.

۳-۲-۱- کوره‌های *Bottom Fire*

در این نوع کوره‌ها مشعل ها در قسمت کف کوره طراحی می‌شوند و دود حاصل از احتراق از بالای کوره خارج می‌شود. توجه داشته باشید که نوع طراحی کوره‌ها به لحاظ آرایش مشعل ها به عوامل مختلف از جمله عوامل فرایندی بستگی دارد.

۳-۱- تقسیم بندی کوره ها بر اساس نوع *Draft*

همان طور که می‌دانید کوره‌ها به لحاظ وضعیت هوا احتراق و دود خروجی به چند دسته تقسیم می‌شوند.

۱-۳-۱- کوره‌های *natural draft*

در این تزریق هوا و خروج دود به صورت جابجایی طبیعی صورت می‌گیرد به این نحو که نازل هایی جهت تزریق هوا طراحی می‌شود.

در جهت خروج دود نیز یک دود کش طراحی می‌گردد که با استفاده از اختلاف دانستیه گاز گرم جریان طبیعی به سمت بالا را ایجاد می‌نماید. طبیعی است در این کوره‌ها مشعل ها یا داکت یا در دیواره کوره باید طراحی نمود. توجه داشته باشید که دودکشی به لحاظ تعمیراتی به دلیل عدم هر گونه قطعه متحرک بسیار مناسب می‌باشد ولی هزینه ساخت اولیه آن کمی‌بالاست و همچنین فضای زیادتری را اشغال می‌نماید. توجه داشته باشید که با وجود جریان طبیعی دود باید از هر گونه عامل افت فشار در مسیر دودکشی پرهیز نمود.

۲-۳-۱- کوره‌ها با مکش طبیعی و هوای احتراق اجباری

در این نوع کوره‌ها همانند کوره‌های دودکش دار دودکش مناسب جهت تخلیه دود در نظر گرفته می‌شود ولی هوای احتراق توسط یک دمنده به کوره تزریق می‌گردد.

۳-۳-۱- کوره با مکش اجباری و هوای احتراق طبیعی

در این نوع کوره‌ها از دودکش بزرگ استفاده نمی‌شود و جهت تخلیه دود از یک فن مکنده استفاده می‌نماید. مشعل ها در این نوع کوره‌ها طوری طراحی می‌نمایند که هوای احتراق از اطراف آن توسط نازل ها مکیده شود.

۴-۳-۱- کوره با مکش با مکش اجباری و هوای احتراق اجباری *(balance Draft)*

در این کوره‌ها از یک فن دمنده جهت دمیدن هوای احتراق و یک فن مکنده جهت مکش دود بهره گیری می‌شود این کوره‌ها دارای قابلیت تنظیم بسیار خوب هوا و مکش دود و فشار باکس کوره می‌باشد زیرا که عوامل مختلفی در جهت کنترل مسائل کوره بهره گیری می‌نمایند.

۴-۱- دسته‌بندی کوره‌ها بر مبنای هدف عملیاتی آن

در این خصوص ابتدا در یک تقسیم بندی کلی کوره را به شرح زیر دسته بندی می‌نماییم.

- کوره‌های تولید مدیا حرارتی
- کوره‌های خشک کن
- کوره‌های بخار سازی
- کوره‌های فرآیندی

۱-۴-۱- کوره‌های تولید مدیای حرارتی

کوره های حرارتی را با توجه به نحوه عملکرد آن به دو دسته مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می‌نماییم. در کوره‌های غیرمستقیم ابتدا یک مدیای حرارتی در کوره گرم شده و سپس حرارت جذب شده توسط این مدیا در مبدل های خاص به سیال فرآیندی منتقل می‌گردد در حالیکه در کوره‌های مستقیم سیال فرآیندی به صورت مستقیم در کوره حرارت داده می‌شود.

این کوره‌ها موظف به تولید مدیا حرارتی می‌باشند. توجه داشته باشید که نوع این مدیا باید به گونه‌ای انتخاب شود که دارای ظرفیت حرارتی بالایی باشد تا بتواند حرارت بیشتری را جذب و انتقال دهد.

روغن های سنتزی از جمله مواردی می‌باشند که مصرف آنها به عنوان مذکور بسیار معمول می‌باشد. این روغن ها معمولا در سیستم هایی با شرایط دمایی $300\text{-}500^{o}C$ مورد بهره گیری قرار می‌گیرند. با توضیحات فوق حال این سئوال پیش می‌آید که چرا از بخار به جای روغن استفاده نمی‌شوددر حالیکه با توجه به تبدیل فازی گرمای نهان تبخیر آزادشده که انرژی فراوانی تولید می‌کند اما در صورت استفاده از روغن، گرمای منتقل شده از نوع محسوس است.

در انتقال حرارت با بخار، بخار اشباع دارای دمای $350^{o}C$ و فشار ۱۱۰ بار است. انتقال این بخار نیازمند استفاده از لوله‌ها و تجهیزاتی مطابق با شرایط مذکور است و همانگونه که می‌دانید با بالا رفتن فشار و دمای عملیاتی هزینه و تجهیزات جانبی به شدت افزایش می‌یابد. بنابراین با مقایسه بین قیمت تجهیزات استفاده شده در شرایط مذکور و سیستم مدیای روغن که دارای فشار پایین بوده و نصب یک کوره قابل دسترس است مشخص می‌گردد ملاحظات و محدودیتهای فرایندی و نیز اقتصادی در انتخاب بین دو سیستم عامل اصلی انتخاب بوده است.

کوره های حرارتی که بصورت معمول در صنایع نفت و گاز و پتروشیمی بکار می‌رود می‌توان بشرح زیر برشمرد:

- کوره لین اویل
- کوره حرارتی روغن
- کوره آروماتیک

- کوره ***MTBE***
- کوره استریپر

۱-۱-۴-۱- کوره‌های ***Lean Oil***

در این نوع کوره‌ها قسمت پایین برج که یک هیدروکربن سنگین است و معمولا در سیستم های جداسازی نفت خام از گازهای حل شده در آن است به کار می‌رود.

محصول ته برج به کوره هدایت شده و در آنجا گرم شده و پس از گرم شدن دوباره به برج بازگردانده می‌شود که همانا باعث انتقال حرارت در ته برج می‌گردد.

Lean Oil در این سیستم به عنوان ماده جاذب گاز استفاده می‌گردد که پس از رسیدن به این برج عملیات دفع به وسیله حرارتی که از کوره ناشی شده صورت می‌گیرد.

۱-۱-۴-۲- کوره‌های حرارتی روغن

از این کوره‌ها جهت گرم کردن روغن استفاده می‌گردد و در نهایت حرارت حمل شده به وسیله این روغن در مبدل ها به سیال فرآیندی انتقال می‌یابد.

۱-۱-۴-۳- کوره‌های آروماتیک

در این کوره‌ها عملیات گرم نمودن هیدروکربنها ودر نهایت تشکیل حلقه‌های بنزنی در راکتورهای مربوطه صورت می‌گیرد ترکیبات حلقوی تشکیل شده پس از تصفیه به قسمتهای مختلف ارسال می‌گردند. از آنجایی که راکتورهای حلقوی کننده هیدروکربنها در واحد آروماتیک معمولا بصورت سری بکار می‌روند و واکنش صورت گرفته در این راکتور ها از نوع گرماگیر می‌باشد ،این هیدروکربنها وارد این کوره های حرارتی شده و سپس وارد این راکتورها می‌شود. در واقع این کوره‌ها در مسیر ورودی راکتور اول تا راکتور آخر نصب می‌شوند.

با توجه به اینکه غلظت مواد اولیه شرکت کننده در واکنش راکتورهای سری کاهش می‌یابد می‌توان نتیجه گرفت که حرارت مورد نیاز جهت انجام واکنش کمتر و در نتیجه اندازه کوره مورد نیاز کاهش می‌یابد

۱-۴-۱-۴- کوره *MTBE*

در این کوره‌ها ایزوبوتان در یک فرایند پیچیده و تحت دمای حدود ۶۳۰ به ایزوبوتیلن تبدیل می‌شود در این واکنش ایزوبوتان اشباع به ایزوبوتیلن غیر اشباع تبدیل می‌شود سپس ایزوبوتیلن در واکنش با متانول ***MTBE*** را تولید می‌نماید.

توضیح فرایند: این کوره بعنوان پیش گرم کن خوراک راکتورهای واحد دی هیدروژناسیون ایزوبوتان مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این راکتورها ایزوبوتان طی یک فرایند گرماگیر به ایزوبوتیلن تبدیل می‌شود.

جهت کاهش انرژی مصرفی از کاتالیست پلاتین برپایه آلومینا بهره گیری می‌شود که بصورت گردشی می‌باشد(***OCR Catalyst Continues Regeneration***). ایزوبوتان ورودی پس از گرم شدن در اولین کوره وارد راکتور اول شده و سپس وارد کوره دوم شده و پس از گرم شدن بعنوان خوراک راکتور دوم تزریق می‌گردد. همین عملیات در خصوص کوره سوم و راکتور سوم صورت گرفته و در نتیجه مواد اولیه به میزان حدود ۴۳٪ به ایزوبوتیلن تبدیل می‌شوند. اندازه کوره های اول و دوم یکسان و از کوره سوم بزرگتر می‌باشد. با توجه به میزان محصول تولید شده طی فرایند و افزایش حجم مواد ورودی به کوره سوم، تفاوت سایز لوله های این کوره طبیعی میباشد.

۱-۴-۱-۵- کوره استریپر

این نوع کوره نیز در سیستم های جداسازی گازهای حل شده در نفت خام بهره گیری می‌شود عملیات دفع گاز به وسیله حرارت دادن نفت خام در این کوره‌ها و سپس انتقال نفت به برج استریپر

جهت جداسازی این گاز از مایع می‌باشد. همان گونه که می‌دانید حلالیت گازها در مایعات با افزایش دما کاهش می‌آید و این خاصیتی است محدود این سیستم ها از آن بهره گیری می‌گردد.

۲-۴-۱- کوره‌های بخارسازی

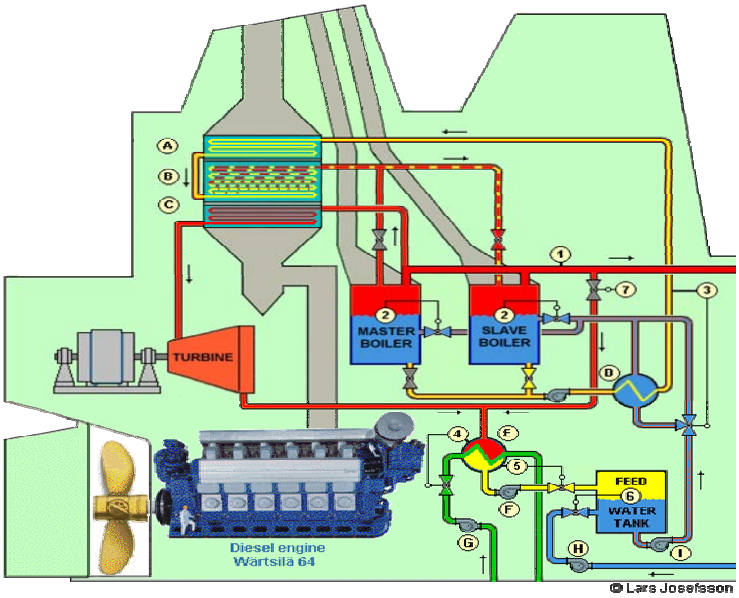
وظیفه اصلی این کوره‌ها تولید بخار برای یوتیلیتی سیستم تحت فشارهای مختلف می‌باشند این کوره‌ها به دو دسته عمده بویلرها و سیستم های بخار ساز ترکیبی نیروگاهی تقسیم می‌شوند.

۱-۲-۴-۱- کوره بخار سازی سیکل ترکیبی

همانطور که پیشتر به آن اشاره شد، استفاده از انرژی حرارتی در صنعت بسیار معمول است. در اغلب موارد، تبدیل مواد اولیه به نیازمند انرژی (برای شکست پیوندهای مواد اولیه و بوجود آمدن پیوند های جدید و پیدایش محصول) می‌باشد. همانطور که می‌دانید در بیشتر فرایندها، این انرژی بوسیله احتراق یک سوخت در کوره تامین می‌گردد و حرارت ایجاد شده بسته به نیاز در نقاط مختلف فرایند مصرف می‌شود. بدیهی است محصولات واکنش احتراق در کوره (دود ناشی از سوختن سوخت) دارای شرایط دمایی کوره می‌باشد.

جهت بهینه سازی سیستم در مصرف انرژی، استفاده از حرارت حمل شده توسط دود در کوره، بسیار ضروری می‌باشد. بطور معمول این فرایند در مسیر خروجی دود کوره‌ها و یا توربین‌های گازی صورت می‌گیرد. به این منظور، سیستم را باید بگونه‌ای طراحی نمود که حداکثر بازیافت انرژی در مسیر دود صورت گیرد و این کار با قراردادن مبدل های حرارتی مناسب در این مسیر صورت می‌گیرد. یک نوع از مبدل های استفاده شده در این مسیر، مبدل های بخار سازی می‌باشد که در این بحث به آن می‌پردازیم. در برخی شرایط خاص، برای بهینه سازی سیستم فوق، مشعل هایی را در این نقطه از داکت دود طراحی می‌کنند تا میزان و نیز سرعت بخار سازی را افزایش می‌دهند.

بنابراین برای این سیستم‌ها نیز باید کلیه متعلقات و تجهیزات مربوط به سیستم بخار سازی (از قبیل ***riser tube، down comer tube، mud drum، steam drum*** ....) را در نظر گرفت.



۲-۲-۴-۱- بویلر

بویلر کوره‌ای است بوسیله سیستم های مختلف و تجهیزات متعلقه، عملیات بخارسازی را با فشارهای مختلف حاصل می‌نماید. شکل شماتیک این بویلرها به صورت زیر نمایش داده شده است.

بویلر جهت بخار سازی نیاز به سیستم های نیاز دارد که در ادامه به آنها می‌پردازیم:

- کوره بویلر

کوره بویلر دارای تجهیزات کوره‌ها از جمله مشعل های باکس کوره، سیستم‌های دمنده هوای احتراق سیستم های مکنده دود سیستم های اتمایز نمودن سوخت های مایع می‌باشد.

در این راستا تجهیزات اختصاصی بویلرها شامل ***Mud Drum, Steam Drum*** تیوبهای ***Riser*** تیوب های ***Down Comer*** می‌باشند که هرکدام وظیفه خاصی را در تولید بخار ایفا می‌نمایند.

Down Comer ها وظیفه انتقال آب از ***Steam Drum*** به ***Mud Drum*** و در حین این عمل حرارت دادن آب به وسیله شعله را دارا هستند.

Riser ها آب گرم شده در سیستم را که به حالت دو فازی رسیده را به ***Steam Drum*** منتقل می‌نمایند.

Mud Drum وظیفه جداسازی رسوبات احتمالی را از سیستم به عهده دارد.

Steam Drum وظیفه جداسازی بخار از مایع را دارد به نحوی که بخارها در جهت خروجی بالا هدایت و مایعات نیز به وسیله ***Down Comer*** ها دوباره به محیط عمل بازگردانده شوند، به عهده دارند.

آب مورد استفاده در بویلر باید دارای شرایط ویژه‌ای باشد از آنجا که عملیات بخار سازی در دماهای بالا انجام می‌گیرد وجود این حرارت به همراه آب و بخار باعث خوردگی بیشتر در سیستم می‌گردد لذا نیاز به تصفیه آب مورد استفاده دربویلر از اهمیت خاصی برخوردار می‌گردد.

در ابتدا امر باید این آب به جهت جلوگیری از تشکیل رسوب روی این سیستم و نیز سیستم های پایین دست عاری از هر گونه مواد معدنی گردد که این امر توسط بسترهای آنیونی کاتیونی صورت می‌گیرد به این ترتیب که یون هایی با بار الکتریکی مثبت در بستر آنیونی و یونها با بار منفی در بستر کاتیونی گرفته می‌شود و در نهایت آبی بدون املاح معدنی تولید می‌گردد.

بعد از تصفیه آب در مرحله قبل نیاز است که جهت جلوگیری از خوردگی این آب اکسیژن زدایی گردد که این امر در ***Dearator*** صورت می‌گیرد. عمل اکسیژن زدایی مکانیکی معمولا توسط بخار انجام می‌شود.

بخار توسط نازل هایی در ***Dearator*** به آب عاری از املاح معدنی آن تزریق می‌گردد و با دو عامل افزایش دما (افزایش دما باعث کاهش حلالیت گازها در مایعات می‌شود) و استرپینگ باعث جدایی اکسیژن از آب می‌گردد. این عملیات تا حدودی زیادی مقصود مذکور را فراهم می‌نماید. ولی کافی نیست. جهت تکمیل عملیات مذکور استفاده از یک ماده شیمیایی که با اکسیژن واکنش دهد و ترکیب پایداری تولید نماید بسیار مفید میباشد. این ترکیب باید به گونه ای باشد که بعد از واکنش با اکسیژن یا کاملا خنثی باشد و یا بتوان به راحتی آن را از محیط عمل خارج نمود.

- سیستم سوخت بویلر

از آنجا که بویلرها در اغلب موارد جهت تولید بخار یوتیلیتی سیستم مورد بهره برداری قرار می‌گیرد و در ابتدای راه اندازی یک مجتمع راه اندازی می‌گردد. بنابراین باید به گونه ای طراحی شوند که با کمترین امکانات مورد نیاز مورد بهره برداری قرارگیرند. با توجه به توضیحات فوق در طراحی سیستم سوخت بویلر باید به این گونه طراحی شود. جهت احقاق این امر سیستم سوخت بویلر ها معمولا به صورت دو گانه یعنی سیستم سوخت گازی و سیستم سوخت مایع طراحی می‌شوند.

توجه داشته باشید که در سیستم سوخت مایع برای بهسوزی سوخت از هوای فشرده جهت اتمایز نمودن این سوخت استفاده می‌شود.

- سیستم هوای احتراق کوره

هوای مورد نیاز در سیستم بویلر معمولا از یک فن دمنده تامین می‌گردد. همچنین این فن در ابتدای راه اندازی مربوط به کوره جهت پرج نمودن باکس کوره و از بین بردن احتمال وجود سوخت در این باکس نیز بهره گیری می‌گردد.

- سیستم های کنترل و ایمنی

این سیستم ها تجهیزات ابزار دقیق می‌باشند که جهت حفظ شرایط بخار سازی و ایمنی بویلر نصب می‌گردند که خود شامل سیستم های کنترل و سیستم های اینتر لاک بویلر می‌باشند.

در بویلر میزان سوخت میزان هوا نسبت هوا و سوخت فشار باکس بویلر فشار سیستم بخار میزان آب ***BFW*** ورودی به بویلر سطح مایع ***Steam Drum*** باید کنترل گردد.

در جهت حفظ ایمنی بویلر نیاز است شیرهای اطمینان روی ***shout off Valve , Steam Drum*** روی مسیر سوخت سیستم های اینترلاک باز کردن دمپر بویلر در هنگام تریپ بویلر و ... نصب گردد.

۳-۴-۱- کوره‌های خشک کن

این کوره‌ها عمدتا در صنایع پتروشیمی‌در واحدهای پلیمری و در صنایع سیمان جهت خشک نمودن سیمان به کار می‌رود.

۴-۴-۱- کوره‌های فرایندی

برخی از واکنش های فرایند در این کورها صورت می‌پذیرد به این دلیل این نام برای این دسته کوره‌ها اطلاق می‌گردد. این کوره‌ها خود به دو دسته کوره‌های کراکر و کوره‌های کاتالیستی تقسیم بندی می‌گردند.

۱-۴-۴-۱- کوره‌های کراکر

این کوره‌ها تنها از عوامل فرایندی نظیر دما و فشار خصوصا شرایط دمایی جهت شکست پیوندهای بین مولکولی مواد اولیه بهره گیری می‌شود.

شکست پیوندها دراثر حرارت در این کوره‌ها و متعاقب آن ، تشکیل پیوندهای جدید، منجر به تولید مواد مختلفی می‌گردد. در برخی شرایط این شکست در جهت کاهش تعداد کربن ها یعنی کوچک

شدن مولکول های هیدروکربن می‌گرددکه کوره‌های الفین با خوراک نفتا نمونه مناسبی برای این کوره‌ها می‌باشد.

در این فرایند، نفتا شکسته شده و به اتیلن ، پروپیلن ، بوتادین و C^{+}_{5} تبدیل می‌شود در برخی شرایط شکست بین پیوندها تنها در جهت تولید هیدروکربن های غیر اشباع می‌باشد و هیدروکربن به لحاظ کربنی تغییر نمی‌کند که واحدهای الفینی با خوراک اتان نمونه بارزی از این کوره‌های می‌باشد به این ترتیب که پیوند بین هیدروژن و کربن شکسته شده و اتان به اتیلن تبدیل می‌گردد.

به صورت کلی از این قبیل واحدها در صنایع پتروشیمی می‌توان از کوره الفین ،کوره ***EDC/VCM*** , نام برد.

با توجه به اینکه تاکید این مقوله بر توضیح بیشتر در خصوص کوره های معمول مورد استفاده در صنعت نفت و گاز وپتروشیمی می‌باشد به شرح کوره های فوق الذکر می‌پردازیم.

- کوره‌های الفینی

همان گونه که قبلا توضیح داده شد واکنش اصلی که در واحد الفینی صورت می‌گیرد همانا تبدیل مواد اشباع به مواد غیر اشباع می‌باشد که این عملیات در کوره واحد الفینی تحت اثر دمایی صورت می‌گیرد.

دمای معمول در کوره های الفینی بین ۸۰۰ تا۹۰۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. در عملیات کراکینگ عملیات شکست مولکولی به انحا مختلف صورت می‌گیرد که بر همین مبنا (خوراک واحد) واحدهای الفینی به دو دسته واحدهای الفینی با خوراک مایع و واحدهای الفینی با خوراک گاز تقسیم می‌شوند.

خوراک مایع معمول مورد استفاده در واحدهای الفینی نفتا می‌باشد که در اثر شکست هم به مولکول های کوچکتر و غیر اشباع تبدیل می‌شود. بنابراین برای این دسته از واحدها محصولات جانبی بیشتری نسبت به کوره‌های گازی وجود دارد به طور مثال در کراکینگ نفتا علاوه بر تولید اتیلن، پروپیلین، بوتان، پروپان، بوتادین، بوتن و C^{+}_{5} نیز تولید می‌شود که باید آن را جداسازی و هرکدام را به قسمت مورد نظر انتقال داد.

در حال حاضر با توجه با افزایش قیمت نفتا و همچنین مصرف بیشتر اتیلن نسبت به سایر مواد تولید شده در کوره‌های مایع، تمایل به استفاده از خوراک گازی که معمولا به دلیل ارزانی اتان انتخاب می‌شود روز به روز در حال افزایش می‌باشد بر این مبنا واحدهای جدید بر مبنای این خوراک طراحی می‌گردند.

همان طور که می‌دانید در طراحی واحدهای جدید مسائل اقتصادی از اهمیت ویژه ای برخوردار است و طراحان تمام تلاش خود را در جهت کاهش هزینه‌های کل نصب یک واحد می‌نمایند براین مبنا یکی از مواردی که در حال حاضر از آن بهره گیری می‌شود استفاده از یک داکت دود و به طبع آن مبدل های مشترک در داکت دود برای چند کوره می‌باشد.

بر این مبنا واحدهای الفینی را به دو دسته ***Twin , Single*** تقسیم بندی می‌نمایند. در کوره‌های ***single*** داکت دود و مبدل های مربوطه برای دو گروه به صورت مشترک طراحی می‌گردد. در انتخاب طراحی کوره به صورت ***Twin , single*** عامل اصلی مسائل اقتصادی در مشترک طراحی کردن داکت دود و ***Reliability*** مناسب کوره‌ها می‌باشد.

شرایط عملیاتی کوره‌ها باعث هدایت مواد اولیه در تبدیل به محصولات واکنش می‌شود. همچنین کوره های الفین به لحاظ زمان اقامت هیدرو کربن در کویل به دو دسته کوره با زمان اقامت کوتاه (***short residence time***) و کوره با زمان اقامت بلند (***long residence time***) تقسیم می‌شود.

- کوره‌های ***VCM***

در کوره‌های ***VCM*** ، ***EDC*** تحت شرایط دمایی(دما بصورت معمول ***500^oC***) شکسته شده و به یک مولکول ***VCM,HCL*** تبدیل می‌گردد که خود ***VCM*** ماده اولیه برای تولید ***PVC*** می‌باشد.

۲-۴-۴-۱- کوره‌های کاتالیستی

♦ کوره‌های متانول

واکنش های اصلی در واحد متانول به منظور تولید متانول یا تغییر شکل متان به گاز سنتز در مجاورت بخار آب و در مرحله بعدی سنتز متانول از گاز سنتز می‌باشد. با این وصف واکنش تغییر شکل متان به گاز سنتز به وسیله بخار آب و در کوره صورت می‌گیرد که به همین دلیل نام این تیپ کوره‌ها ریفرمر نامگذاری شده است.

در این کوره‌ها به جهت کاهش انرژی مصرفی و نیز افزایش سرعت واکنش از کاتالیست اکسید نیکل بهره گیری می‌شود توجه داشته باشید که گاها برای حفظ ***Flux*** حرارتی در کوره کاتالیست را به دو صورت با فعالیت بالا و فعالیت پایین تر انتخاب می‌کنند. این کاتالیست در تیوب های ریفرمر در یک شرایط خاص پر می‌گردند.

توجه نمایید که تیوب های این کوره‌ها معمولا به صورت ۱۲ متری قطر ٤ از جنس نیکل ساخته می‌شوند و ظرفیت واحد را در طراحی با تعداد این تیوب ها تنظیم می‌نمایند.

♦ کوره‌های آمونیاک

واکنش های اصلی در واحد آمونیاک جهت تولید آمونیاک تغییر شکل گاز متان به وسیله بخار و تولید گاز سنتز و در مرحله بعد سنتز گاز هیدروژن و نیتروژن و تولید آمونیاک می‌باشد.

در این میان واکنش تغییر شکل گاز متان به وسیله بخار در کوره صورت می‌گیرد که به همین دلیل این کوره‌ها به ریفرمر مشهور شده اند.

به جهت کاهش انرژی مصرفی و نیز افزایش سرعت واکنش از کاتالیست اکسید نیکل در این کوره‌ها بهره گیری می‌شود توجه داشته باشید که گاها به جهت حفظ ***Flux*** حرارتی در کوره کاتالیست را به دو صورت با فعالیت بالا و فعالیت پایین انتخاب می‌کنند. این کاتالیست در تیوب های ریفرمر در یک شرایط خاص پر می‌گردند.

توجه نمایید که تیوب های این کوره‌ها معمولا به صورت ۱۲ متری قطر ٤ از جنس نیکل ساخته می‌شوند و ظرفیت واحد را در طراحی با تعداد این تیوب ها تنظیم می‌نمایند.

راه اندازی کوره متانول

همان طور که می‌دانید معمولا واحدها به قسمت های مختلف تقسیم بندی می‌شوند و معمولا مرز بین سکشن های مختلف قابل جداسازی است.

واحد متانول از چند لوپ به شرح زیر تشکیل شده است.

۱- لوپ ریفرمر

که شامل ریفرمر سیستم بخارسازی سیستم بازیافت حرارت می‌شود.

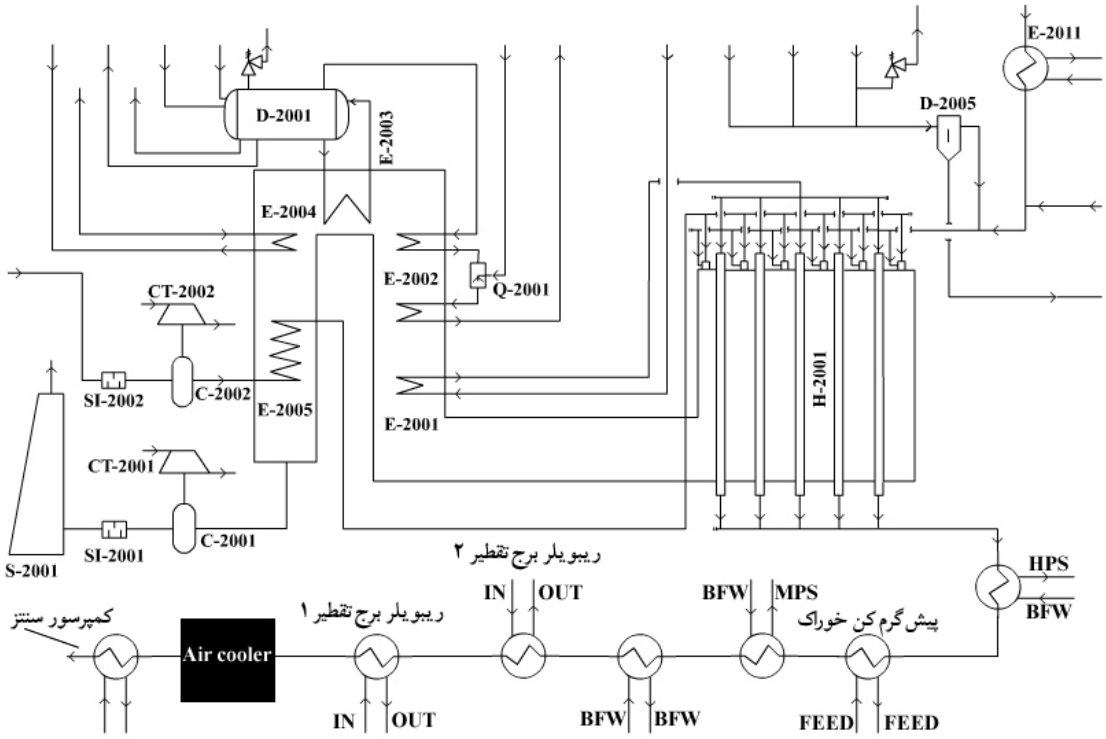
۲- لوپ سنتز

که شامل کمپرسور سنتز، راکتورهای سنتز و جداسازی گاز سنتز از متانول تولیدی می‌شود.

۳- لوپ تقطیر

این لوپ شامل برج های تقطیر جهت خالص سازی متانول می‌باشد با توجه به توضیحات فوق به شرح راه اندازی کوره متانول می‌پردازیم.

شمای کلی واحد متانول به شرح زیر می‌باشد.



همان گونه که می‌دانید واکنش ریفرمرمینگ و تبدیل گاز متان به گاز سنتز در مجاورت بخار آب در فشار ***18 bar*** و دمای حدود ۷۵۰ درجه آغاز و در دمای ۸۵۰ به شرایط نرمال خود می‌رسد بنابراین ضروری است که برای راه اندازی این سیستم ابتدا آن را گرم نماییم.

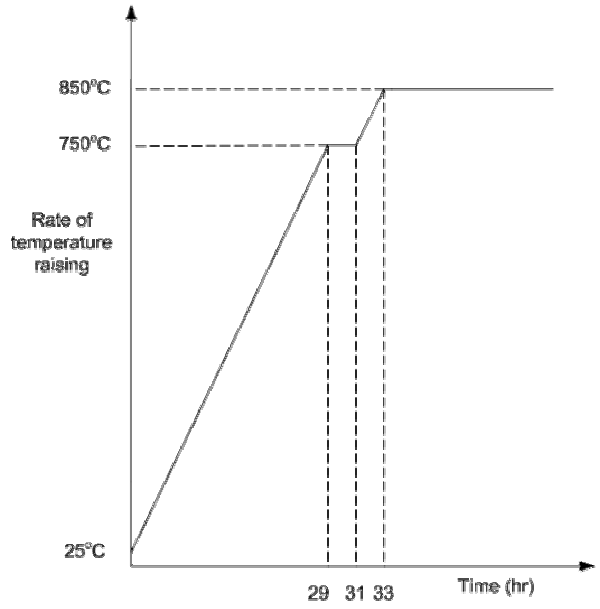
گرم نمودن بستر کاتالیست و تیوب ها و کل تجهیزات کوره مستلزم روشن نمودن مشعل ها می‌باشد که این کارا به روش زیر انجام می‌دهیم.

۱- تمامی مقدمات راه اندازی را فراهم می‌نماییم. برای این کار نیاز است که در ابتدا سیستم بخارسازی لول‌گیری شود تا ***LSLL (level switch low low)*** مربوط به ***Steam Drum*** رفع شود.

فن دمنده هوای احتراق و فن مکنده هود را روشن می‌نماییم و فشار باکس کوره تا حدود mmH_2 ۳- تنظیم می‌نماییم. سیستم سوخت را فشار گیری می‌نماییم و مسیر سوخت را تا سر **Stop Valve** مربوط به سیستم سوخت انجام می‌دهیم و در صورت موفق بودن عملیات سیستم اجازه بازشدن ولوهای سوخت را به ما می‌دهد.

مسیر سوخت و هوا تا سر مشعل برقرار شده است و سیستم آماده روشن نمودن مشعل ها می‌باشد چند مشعل را در نقاط مختلف کوره روشن می‌نماییم و شعله آن را به گونه‌ای که دود حاصل نشود تنظیم می‌نماییم. جهت گرم کردن تجهیزات مربوط به کوره باید یک مدیا از درون بسته کاتالیست عبور نماید. این عملیات به وسیله چرخش گاز نیتروژن در سیستم صورت می‌گیرد. به این ترتیب آهسته آهسته سیستم را گرم می‌نماییم.

توجه نمایید که گرم نمودن سیستم محدودیت هایی دارد. بنابراین طبق دستورالعمل طرح سیستم این عملیات را انجام می‌دهیم. نمونه ای از این گرافها در گرم نمودن سیستم به شرح زیر می‌باشد.



از آنجا که عملیات ریفرمینگ در حضور بخار صورت می‌گیرد تزریق بخار به سیستم باید از دمایی که از کندانس نشدن آن مطمئن هستیم آغاز گردد.

توجه داشته باشد که کاتالیست ها در حضور آب با آب دچار اضمحلال ساختاری می‌گردد بنابراین از عدم تشکیل کندانس روی سطح کاتالیست باید مطمئن شویم.

با توجه به این که فشار عملیاتی سیستم ریفرمر ***18 bar*** می‌باشد دمای مطمئن برای تزریق بخار به ریفرمر حداقل ***250°C*** می‌باشد. عملیات گرم نمودن کوره را به وسیله مخلوط بخار آب و ازت دمای ***500°C*** ادامه می‌دهیم.

توجه نمایید که از انتهای مسیر لوپ ریفرمر، گاز ازت به ورودی کمپرسور برگرداننده ازت در سیستم برقرار می‌گردد. بنابراین باید کلیه بخارات تزریقی جریان مرحله از ازت جدا گردد. در حین این عملیات سیستم بخار سازی نیز شروع به تولید بخار می‌نماید که آن را یا می‌توان در سیستم استفاده و یا ونت نمود.

عملیات چرخشی ازت در دمای حدود ***500°C*** پایان می‌یابد زیرا وجود ازت در این دما باعث ایجاد سنتزهای نیتریل های فلزی در تجهیزات کوره‌ها می‌گردد. همان گونه که قبلا اشاره شد تزریق گاز به کوره باید در دمای ***750°C*** صورت گیرد بنابراین این ادامه گرم کردن کوره از ۵۰۰ تا ۷۵۰ تنها به وسیله بخار صورت می‌گیرد.

توجه داشته باشید که قبلا از تزریق گاز همه مشعل های مربوط به کوره باید روشن باشد و حرارت کوره فقط به وسیله فشار سیستم سوخت تنظیم گردد.

در دمای ۷۵۰ با تزریق گاز واکنش ریفرمینگ آغاز می‌گردد که این امر موجب پایین آمدن دمای خروجی تیوب های کوره می‌گردد. که باید با افزایش فشار سوخت و حرارت تزریقی به کوره این دما تنظیم و آهسته آهسته به ***850°C*** رسانید.

توجه نمایید تزریق گاز تا مرحله ***Turn Down Ratio*** ریفرمر باید در زمان محدود صورت گیرد و افزایش ظرفیت کوره تا ۱۰۰٪ را می‌توان به آرامی‌انجام داد. در حین این عملیات بخار بیشتری در سیستم بخار سازی تولید می‌شود که باید تمهیدات لازم را برای آن در نظر گرفت.

توجه داشته باشید که در ***Turn Down Ratio*** برای مدت محدود توقف می‌نماییم و به تنظیم سیستم های مختلف موجود در کوره می‌پردازیم و از صحت عملکرد کوره تا این مرحله اطمینان حاصل می‌نماییم.

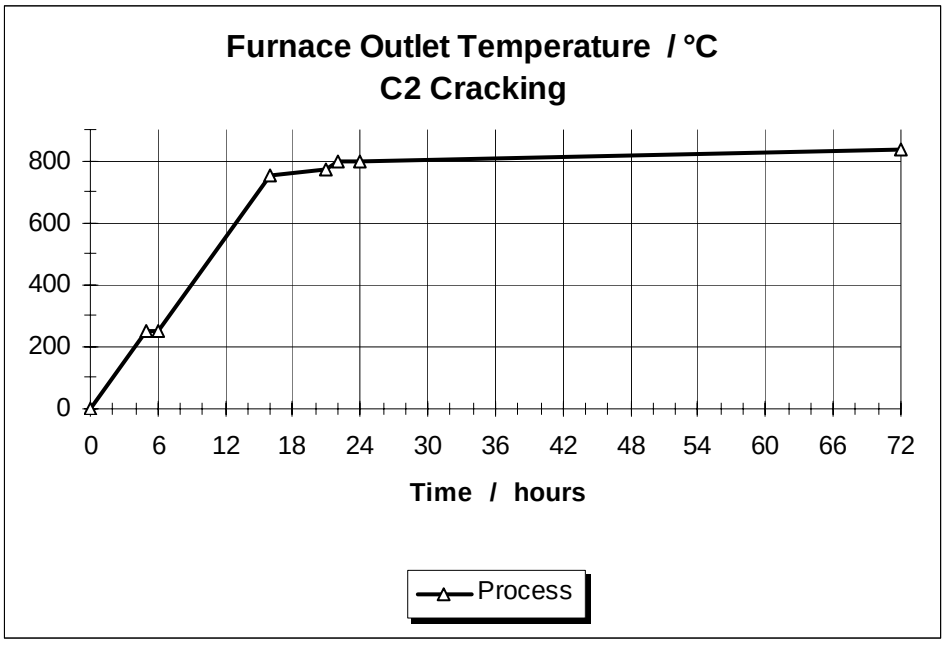
در خصوص سیستم تزریق خوراک باید گفت که هر کوره با توجه به شرایط فرایندی خود تجهیز مناسب و ابزار دقیق لازم را داراست. یکی از مواردی که در سیستم تزریق خوراک متفاوت است نازل های تزریق خوراک می‌باشند.

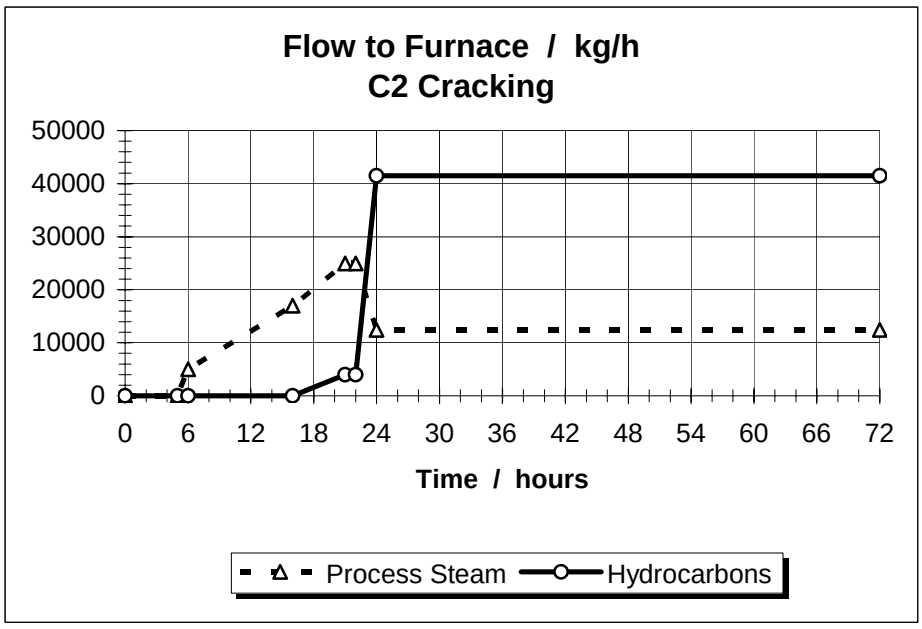
برای کوره‌های یک پارچه مانند متانول که تعداد تیوب ها و به تبع آن نازل های تزریق خوراک زیاد هستند، خوراک در یک هدر هدایت شده و توسط نازل ها به تیوب های کوره تزریق می‌گردند.

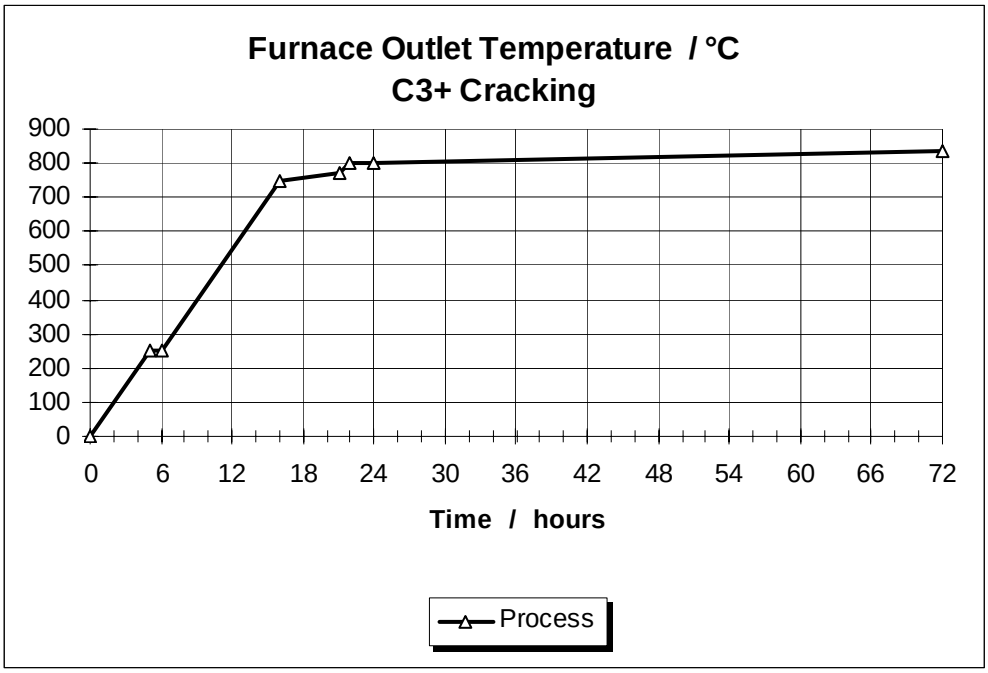
در برخی شرایط از یک نوع طراحی به نام ***pig Tail*** استفاده می‌نمایند. در این طراحی هم ***Expansion*** مربوط به لاین نازل و هم در صورت خرابی سهل الوصول بودن مسائل تعمیراتی آن دیده می‌شود. از آنجا که کوره‌ها در دماهای بالا کار می‌کنند طبیعی تر است که جنس تیوب هایی که در معرض این حرارت قرار می‌گیرند باید در برابر حرارت مقاوم باشد.

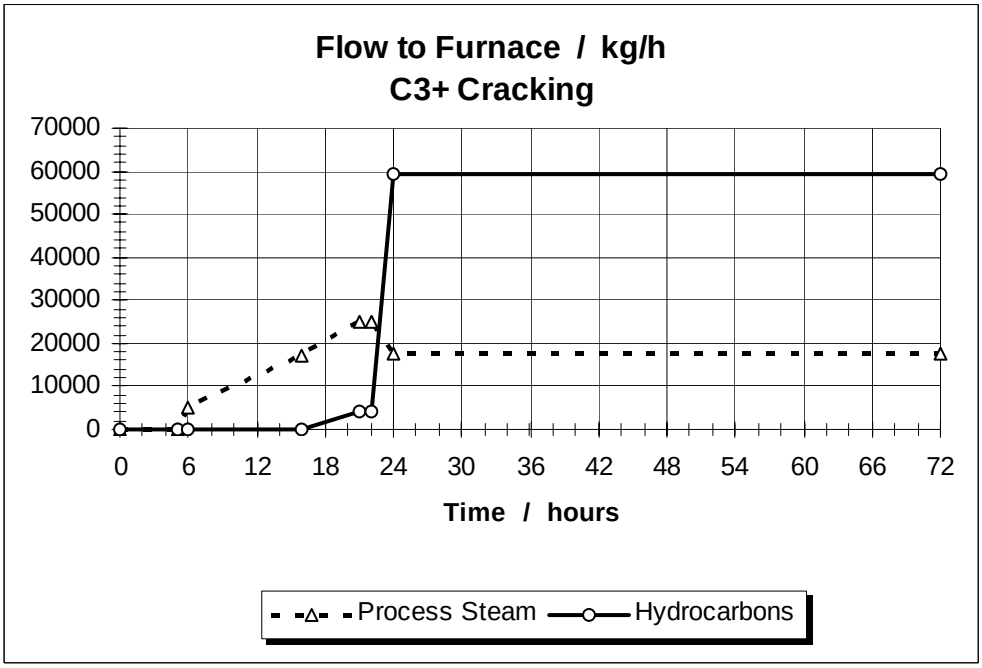
ترکیبات نیکلی آلیاژهای مناسبی جهت تحمل دماهای بالا می‌باشند. با توجه به توضیحات بالا آلیاژ معمول مورد استفاده در تیوب ها و کویل های مربوط به کوره‌ها از آلیاژ های نیکل می‌باشد قبلا توضیح داده شد که اکسید نیکل در فرایندهای تولید گاز سنتز به عنوان کاتالیست مورد استفاده قرار می‌گیرد با توجه به این موضوع می‌توان به این نتیجه رسید که وجود نیکل در تیوب ها در کوره‌های

کراکر باعث تولید کک می‌گردد که واکنشی ناخواسته در فرایند کوره های کراکر می‌باشد. جهت حذف این سطوح فعال معمولا از یک ماده سولفوری جهت مسموم نمودن این سطوح و کاهش میزان تشکیل کک می‌گردد. علاوه بر این ترکیبات باعث ایجاد یک لایه مقاوم در برابر خوردگی نیز می‌شوند. در زیر نمونه‌هایی از چارتها و گرافهای عملیاتی کوره دیده می‌شود:






Furnace Outlet Temperature / °C
C3+ Cracking
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0 6 12 18 24 30 36 42 48 54 60 66 72
Time / hours
Process


Flow to Furnace / kg/h
C3+ Cracking
70000
60000
50000
40000
30000
20000
10000
0
0 6 12 18 24 30 36 42 48 54 60 66 72
Time / hours
Process Steam
Hydrocarbons

خودآزمایی)

۱- کوره برای چه اهدافی در واحد در نظر گرفته می‌شود؟

۲- کوره را بر اساس چه دیدگاههایی تقسیم بندی می‌کنند؟

۳- انواع مختلف کوره‌ها را بر اساس نوع ***draft*** با یکدیگر مقایسه کنید.

٤- تفاوت کوره‌های حرارتی مستقیم و غیر مستقیم در چیست؟

۵- اجزاء بویلر و وظایف هر یک را بیان کنید.

٦- انواع کوره‌های فرآیندی را نام برده و نحوه عمل هر یک را توضیح دهید.

فصل دوم: کوره و متعلقات آن

اهداف)

۱) آشنایی با ساختمان کوره

۲) آشنایی با سیستمهای مختلف کنترل و ایمنی کوره و دستگاههای در ارتباط با آن

۱-۲- ساختمان کوره

کوره های معمول مورد استفاده در صنایع نفت و گاز و پتروشیمی دارای استراکچری فلزی با پایه‌های فلزی و یا بتنی می‌باشد. طراحی شکل کوره به عوامل مختلفی از جمله شرایط فرآیندی، تعداد کویلهای عبوری از کوره، نحوه تزریق هوا و مکش دود، ... بستگی دارد. کوره ها به لحاظ ساختاری دارای تجهیزات مختلفی به شرح زیر می باشند.

۱- بدنه کوره

۲- مسیر تزریق هوا

۳- مسیر مکش دود

٤- نگهدارنده های تیوب

۵- مشعلها

٦- دریچه های بازرسی تیوبهای کوره ***pipe hole***

۷- تیوبهای کوره

۸- نازلهای تزریق خوراک

۹- مبدلهای مسیر راکت دود

۱۰- دریچه های ضد انفجار ***Expansion Door***

۱۱- عایق های داخلی کوره

۱۲- فن دمنده هوا

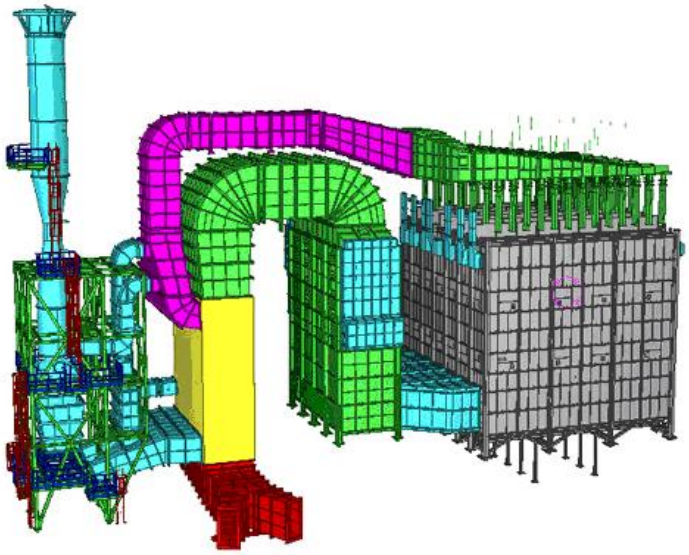
۱۳- فن مکنده دود

۱-۱-۲- بدنه کوره

بدنه کوره ها معمولاً از ساختار فلزی تشکیل می شود و نیز به دلیل ارزانی ومقاومت ساختاری, آهن بیشترین استفاده را در این مقوله داراست. بدنه کوره معمولاً در سایت فابریکیت شده و سپس روی هم نصب می‌شود. برخی قطعات کوره نیز مانند دریچه ها از پیش ساخته شده‌اند و در جای مناسب خود نصب می‌گردند. شکل این کوره ها بطور معمول، باکسی و یا استوانه ای می‌باشد.

۲-۱-۲- مسیر تزریق هوا

مسیرهای تزریق هوا به دلیل بزرگی و فشار پائین موجود در آن معمولاً بصورت داکت ساخته می شوند و به هدرهای مختلف تقسیم شده وبه روی باکس هر مشعل هدایت می شوند.



۲-۱-۳- مسیر مکش دود

این مسیر نیز مانند مسیر تزریق هوا به دلیل بزرگی و نیز فشار پائین آن بصورت داکت ساخته بستگی دارد. در صورتیکه مشعلها روی دیواره و ته کوره نصب شدند مسیر خروجی دود در بالا نصب می‌شود. در برخی شرایط از یک داکت برای چند کوره استفاده می‌شود که این خود باعث طراحی خاص در آرایش مسیر دود خروجی می‌گردد.

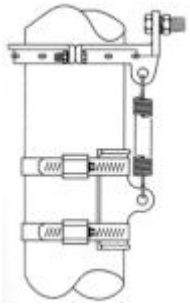
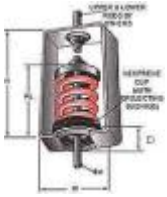
در صورتیکه مشعلها در بالای کوره نصب شوند و از سیستم مکش اجباری جهت خروج دود استفاده گردد، مسیر دود در قسمت پائین باید طراحی شود. از آنجائیکه دود باید بصورت یکنواخت از کوره خارج شود و همچنین جریان دود در بین ردیفهای کویل بصورت یکنواخت برقرار گردد، در کف کوره باید کانالهایی طراحی و این کانالها را به مسیر دود خارجی متصل نمود.

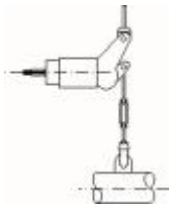
از آنجائیکه مکش دود در نقاطی که به ورودی فن مکنده نزدیک تر است بیشتر می باشد به جهت یکنواخت خارج شدن دود باید در روی کانالهای مسیر دود دریچه هایی را به نسبت این مکش طراحی نمود.

۴-۱-۲- نگهدارنده های تیوب

طراحی تیوبها درکوره ها بنا به نیاز شرایط فرآیندی در فراهم نمودن زمان اقامت مناسب سیال فرایندی در کویلها وتیوبها طراحی می‌شوند. از آنجائیکه این کویلها فلزی می‌باشند و فلزات تحت اثر دمایی دارای انبساط حرارتی قابل ملاحظه‌ای می‌باشند جهت مهار این افزایش طول، از نگهدارنده هایی استفاده می‌کنند که این افزایش طول را مهار نماید.

در کوره هایی متانول با تیوب های مجزا این افزایش طول بوسیله فنرهایی به خارج از کوره هدایت می شود. در برخی کوره ها این افزایش طول بوسیله وزنه های مخصوصی کشیده شده ومهار می گردد.

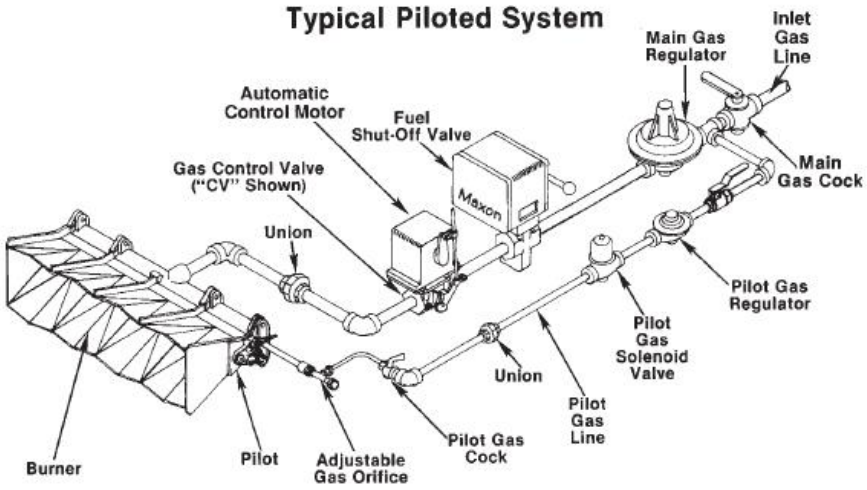



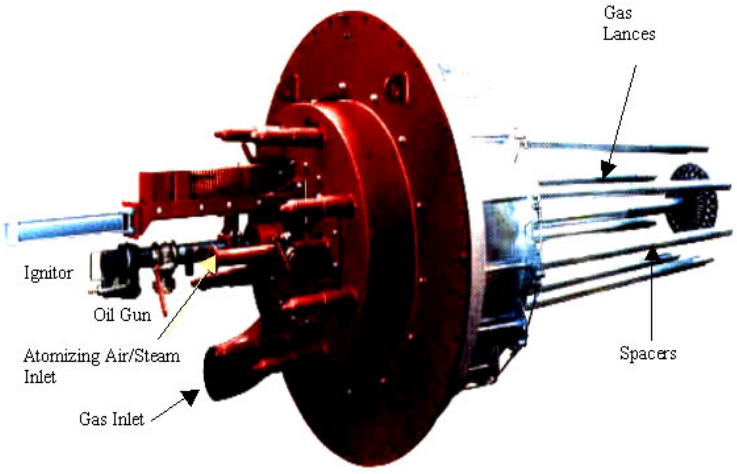


۵-۱-۲- مشعلها

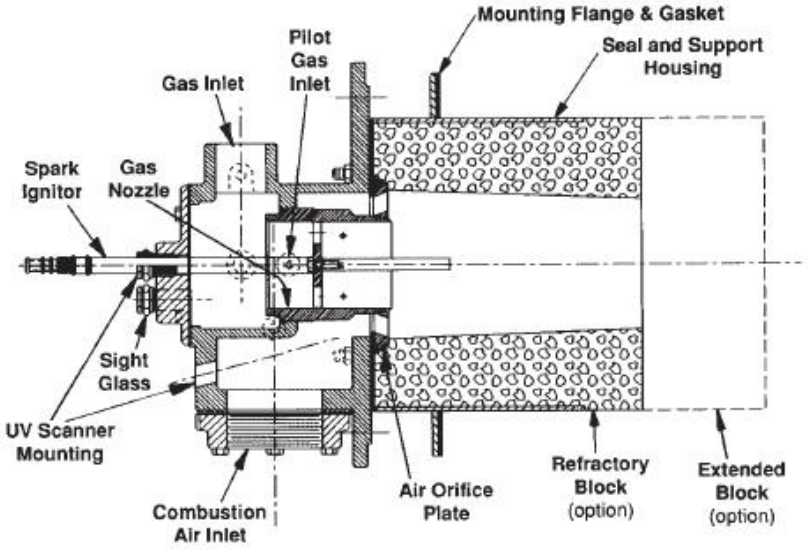
با توجه به اینکه کوره ها وظیفه انتقال حرارت تابشی از احتراق را به سیال فرایندی دارند، این مهم در مشعلها صورت می‌گیرد.

شکل شماتیک سیستم مشعل و پایلوت آن به شرح زیر نمایش داده شده است





نمونه ای از یک مشعل صنعتی



برش عمودی از یک مشعل و متعلقات آن

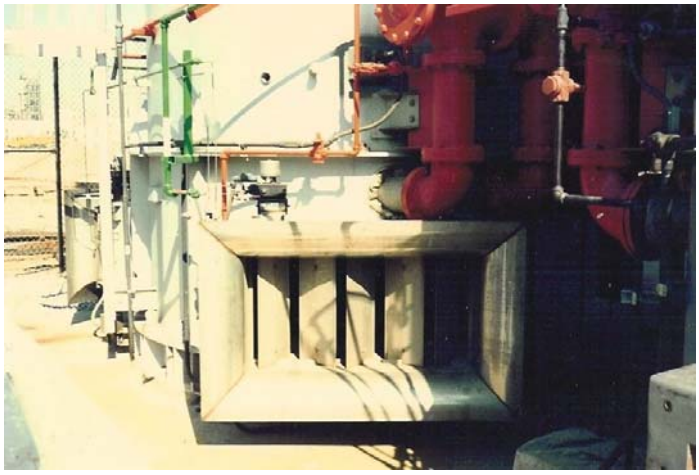
مشعلها بصورت عمده از تجهیزات زیر تشکیل می گردد.

- هدایت کننده های شعله
- نازل خروجی شعله
- محفظه شعله
- باکس مشعل
- دریچه های ورود هوا

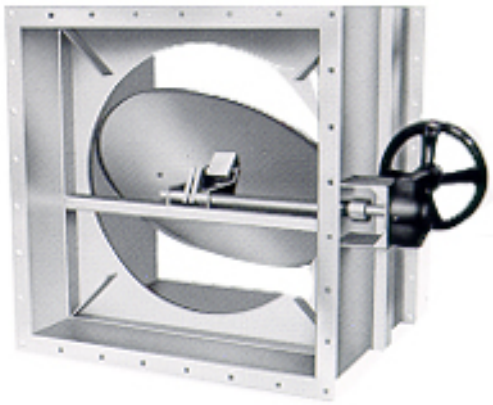
- دریچه های ورود سوخت
- ***PILOT***

♦ دریچه های هوا

این دریچه ها معمولاً از دو تنظیم کننده تشکیل می شوند. دریچه اول مسیر تزریق هوا را قطع و وصل می نماید و معمولاً بصورت دمپر می باشد.



دریچه دوم معمولاً درجهت تنظیم نسبت سوخت و هوای مشعل بکار می رود و بصورت عام از یک ولو با وضعیت مدرج تشکیل شده است.

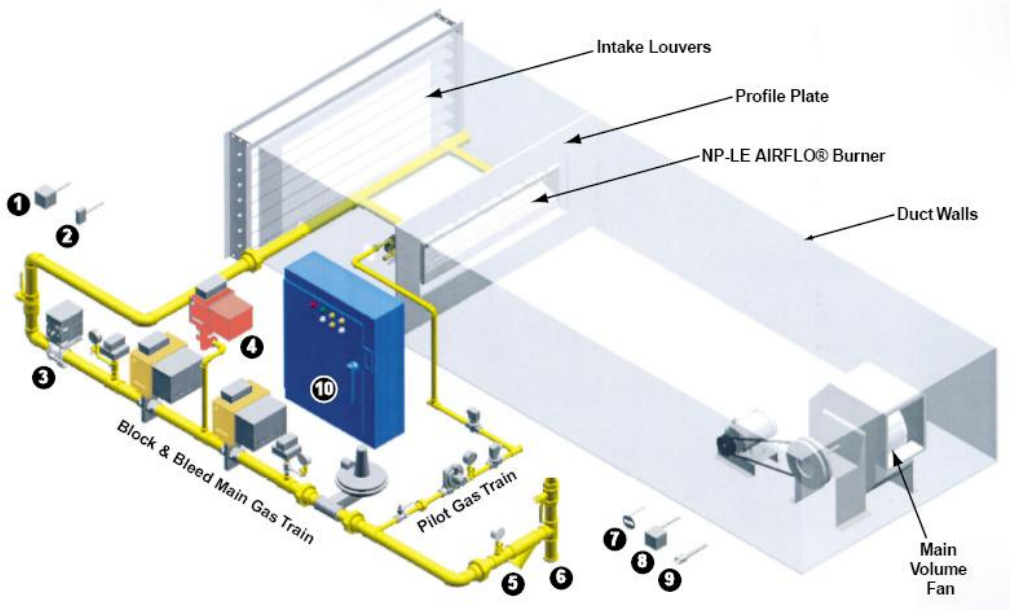


♦ دریچه های ورود سوخت

مسیر سوخت از هدر سوخت به مشعل، معمولاً بوسیله ***flexible line*** برقرار شده و بوسیله یک کاک ولو از مشعل جدا می شود.

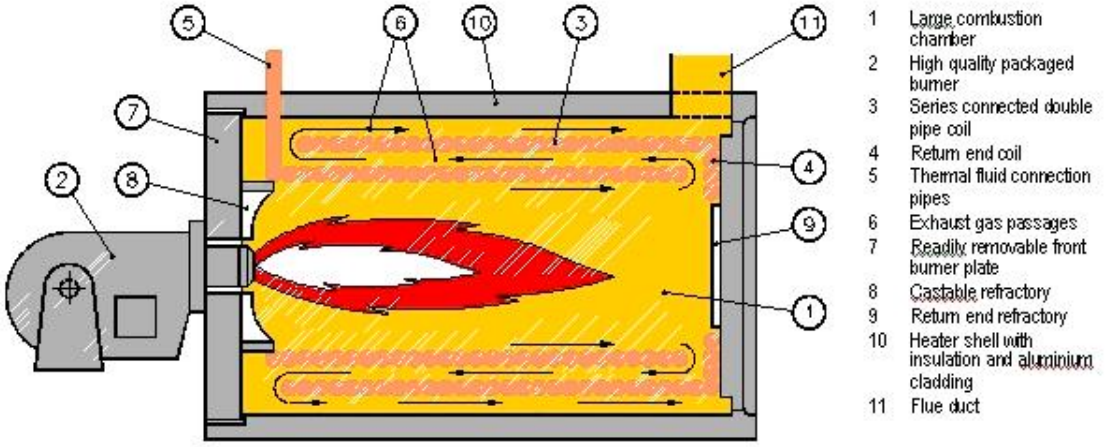
♦ باکس مشعل

در این محفظه سوخت ورودی با هوای تزریقی مخلوط شده و بوسیله نازلی به مسیر خروجی مشعل هدایت می شود



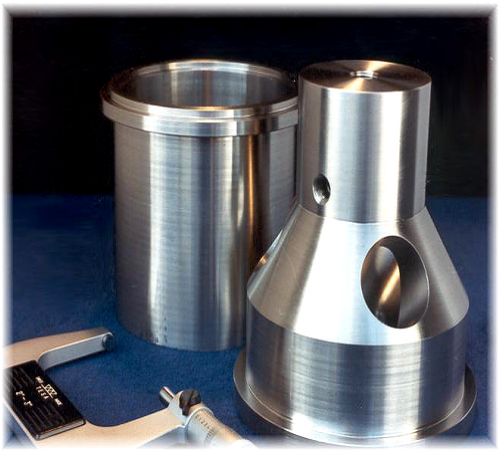
♦ محفظه مشعل

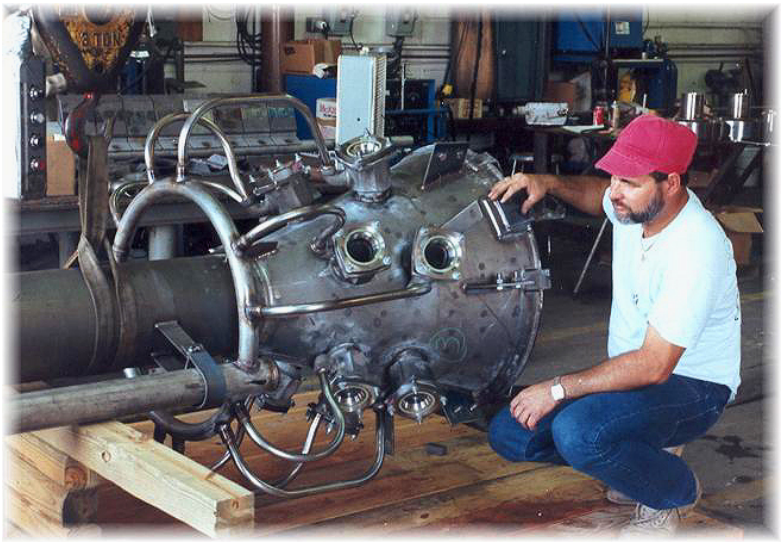
این محفظه از نازلی تشکیل شده که گاز رابه تیپ مشعل هدایت نموده و مانع از بازگشت شعله از کوره به محفظه مشعل می شود.



♦ تیپ مشعل یا نازل خروجی شعله

این قسمت از مشعل معمولاً دارای جنس قویتری نسبت به سایر قسمتهای مشعل می باشد و از چند سوراخ هدایت کنند مخلوط هوا وسوخت تشکیل شده است.

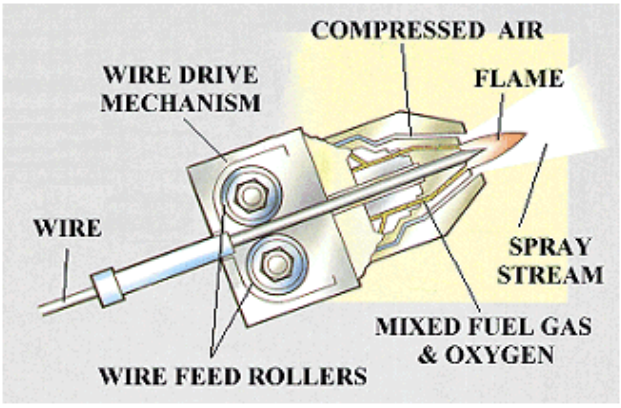




توجه داشته باشید مشعلهایی که در دیواره نصب می شوند دارای یک صفحه در قست جلوی نازل مشعل درجهت هدایت شعله به اطراف وعدم برخورد با تیوب می باشند.

توجه داشته باشید در عملیات مشعل یکنواختی شعله، طول شعله، رنگ آن از اهمیت خاصی برخوردار است.

شعله باید در طول کشیده و در امتداد تیوب امتداد یابد و این تداوم یکنواخت باشند و در هیچ نقطه ای شعله به تیوب برخورد ننماید زیرا در صورت بروز چنین موردی در همان نقطه ***Hot spot*** خواهیم داشت و سطح تیوب بیش از حد (درآن نقطه) گرم می‌شود.

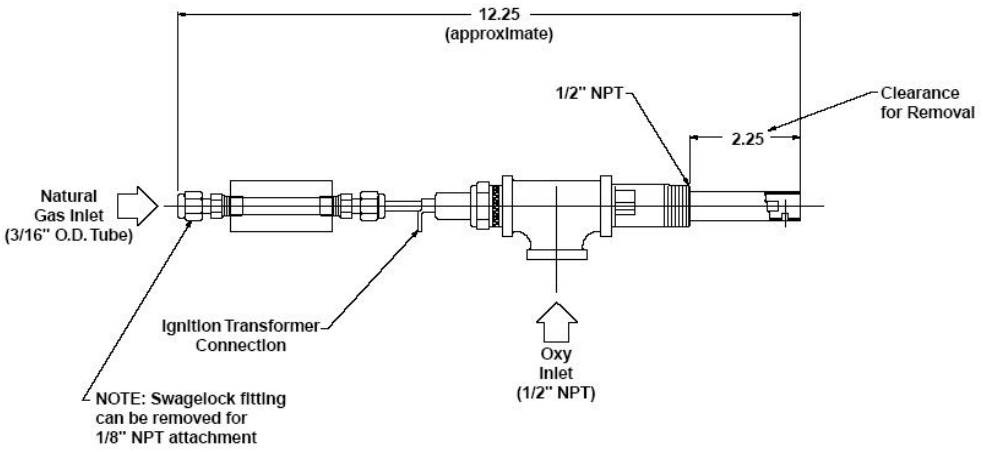


هر چه طول شعله کشیده تر باشد قسمت تابش شعله که خود عامل اصلی انتقال حرارت در این دما می‌گردد بیشتر می‌شود در نتیجه باتنظیم فشار هوا و سوخت و نیز مکش دود خروجی و فشار باکس می‌توان طول شعله را تنظیم نمود.

رنگ شعله مشخصه بسیار خوبی در جهت بهسوزی و راندمان احتراق می‌باشد اگر رنگ شعله بصورت آبی کمرنگ باشد مشعل بهترین وضعیت خود واقع شده است.

جهت تنظیم رنگ شعله و در نتیجه افزایش راندمان احتراق می‌توان از سوختهای ترکیبی استفاده نمود هیدروژن یکی از بهترین سوختهای ترکیبی با گازهای دیگر است که می‌تواند این وظیفه را عمل نماید.

PILOT ♦

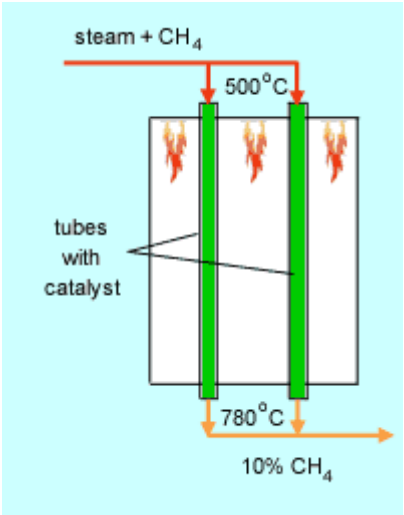


۶-۱-۲- دریچه های بازرسی تیوب کوره

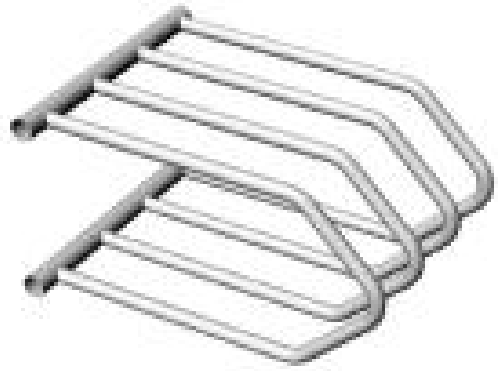
در روی کوره دریچه های تعبیه می‌شود تا در حین کارکرد کوره بتوان شرایط داخلی کوره را بصورت چشمی مورد بازرسی قرار داد. از این دریچه ها جهت دیدن وضعیت تیوبها و تیز مشعلها استفاده می شود.

۷-۱-۲- تیوبهای کوره

تیوبهای کوره بسته نوع فرآیندو زمان اقامت سیال فرآیندی به شکل های مختلف طراحی می شوند مثلاً در کوره های متانول و آمونیاک ، کوره ها با تیوبهای ۱۲ متری و قطر "٤ طراحی و ظرفیت واحد را با تعداد این تیوبها تنظیم می نمایند.



کوره های الفین نیز بصورت سری طراحی شد. به این نحو که چند تیوب بصورت دو به یک پس از هر مرحله گذر از کوره بهم اتصال یافته و در خروجی بصورت یک لوله از سری خارج می‌شود.



ظرفیت واحد بسته به تعداد این سری لوله ها دارد و با تعداد آنها تنظیم می شود. با مقایسه این دو فرایند مذکور ولحاظ زمان اقامت می توان تفاوت طول تیوب در کوره ها و آمونیاک، متانول و الفین را توجیه کرد.

۸-۱-۲- نازلهای تزریق خوراک

با توجه به اینکه انبساط حرارتی در طول تیوب و کویلهای کوره باید مهار گردد نازلهای تزریق خوراک باید بگونه ای طراحی شوند که با این مقوله سازگاری داشته باشند.

در رسیدن به حصول مذکور، در برخی طراحی ها از نازلهایی به طول لوله بلند و دارای قوس استفاده می نمایند.

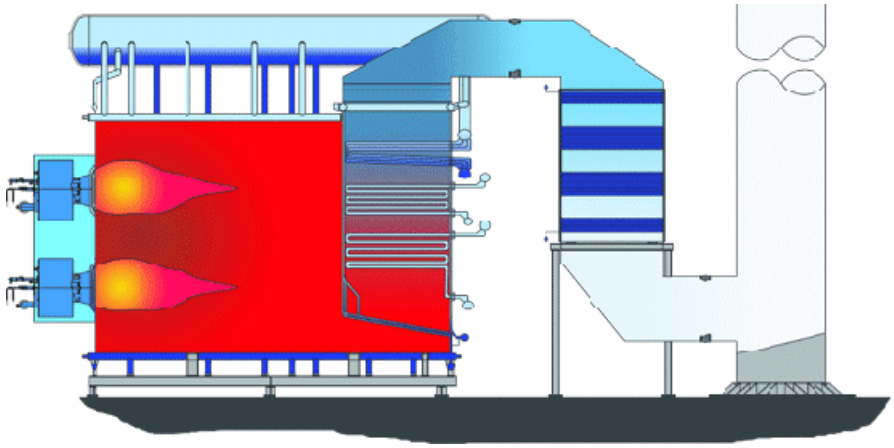
۹-۱-۲- دریچه های ضد انفجار

از آنجایی که فشار باکس کوره همواره حدود $3mmH_2O$- نگه داشته می‌شود و در صورت بالا رفتن فشار باعث انتشار شعله به بیرون می‌گردد و در برخی شرایط اگر این افزایش فشار بصورت ناگهانی باشد فن‌های مکنده قادر به کنترل فشار سیستم نمی‌باشند در این راستا دربهایی روی کوره طراحی می‌گردند که در شرایط اضطراری و فشار بالای کوره باز و دود را به خارج از کوره هدایت نمایند تا در نتیجه از بروز خسارت به کوره جلوگیری بعمل آید.

۱۰-۱-۲- مبدلهای مسیر دود

از آنجایی که در طراحی واحدهای جدید به حداقل مصرف یوتیلیتی مد نظر است استفاده از مبدلها جهت استفاده از حرارتهای موجود در واحد بسیار مورد توجه می‌باشد. در این راستا، یکی از مسیر این که می‌توان در بازیافت انرژی مورد استفاده قرار داد دود خروجی از کوره می‌باشد که معمولاً دارای دمای بالا می‌باشد.

با توجه به این که فشار سیستم مکش دود پائین می‌باشد به افت فشار ایجاد شده در جریان دود عبوری از این مبدلها باید توجه نمود.



۱۱-۱-۲- دیرگدازها و عایق های کوره

همانطور که می‌دانید یکی از راههای جلوگیری از اتلاف حرارتی در دیواره کوره (به منظور افزایش راندمان حرارتی کوره)، جلوگیری از اتلاف حرارت از طریق دیواره کوره می‌باشد. به این منظور در صنعت از وجود عایق ها و دیرگدازهای عایق استفاده می‌گردد. در این راستا با توجه به اهمیت استفاده از این مواد در صنعت نفت و گاز و پتروشیمی و نیز استفاده های روز افزون در صنایع

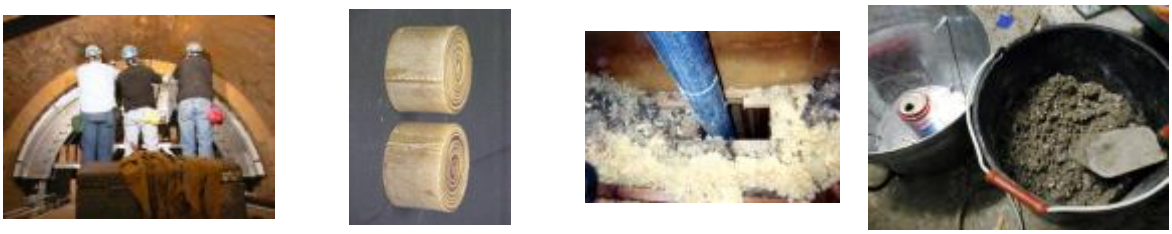
ساخت کوره به شرح مختصری راجه به این مواد می‌پردازیم. در اولین گام مزایای استفاده از دیر گدازها و نیز عایق ها را بشرح زیر برمی‌شماریم.

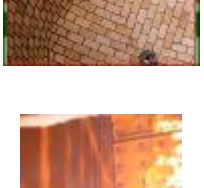
۱- جلوگیری از اتلاف حرارتی از طریق دیواره کوره

۲- جلوگیری از اتلاف حرارتی در مسیر مبدلهای فرآیندی

۳- استفاده از مواد با مقاومت حرارتی پائین تر در ساخت دیواره کوره

عایق‌های حرارتی شامل ترکیبی از موادی با ضریب هدایت حرارتی که برای دستیابی به محصولاتی با ضریب حرارتی خیلی کوچک بکار می‌روند. در دیرگدازهای عایق حرارت، هوا بصورت زیر در سرتاسر یک حجم مشخص از مواد جامد مختلف (الیاف،پودر ورقه) پخش شده‌اند. این مخلوط ماده دیرگداز و هوا، مانع هدایت حرارت می‌شود.





۱- جلوگیری از اتلاف حرارتی کوره از طریق دیواره

همانطور که می‌دانید در نصب عایقها در دیواره ها، یک دیواره مرکب ساخته می‌شود و مقاومت حرارتی بیشتری را در جریان انتقال حرارت از کوره به خارج ایجاد می‌نمائیم. با توجه به موضوع فوق طبیعی بنظر می‌رسد که از موادی که دارای مقاومت حرارتی بالاتر می‌باشند استفاده نمود. توجه داشته باشید که این اتلاف در حدود ۲۵ درصد در حالت عادی می‌باشد.

بنابراین مقاومت حرارتی کل دیواره مرکب ساخته شده (دیواره کوره + عایق) افزایش یافته و در نتیجه از شدت انتقال حرارت کاسته می‌گردد.

۲- جلوگیری از اتلاف حرارتی در مسیر مبدلهای فرآیندی

همانگونه که قبلاً نیز بحث گردید سیال فرآیندی با دمای کوره خارج می‌گردد. طبیعی است که این سیال میزان زیادی انرژی مصرف شده در کوره را با خود حمل می‌نماید در نتیجه استفاده از این انرژی در مبدلهای مختلف منطقی بنظر می‌رسد. بنابراین هر چه میزان اتلاف حرارتی در این مبدلها کمتر باشد راندمان حرارتی کوره بالاتر خواهد بود .

از دیرگدازها بصورت معمول در قسمتهای داخلی اولین مبدلهای فرآیندی پس از کوره بهره‌گیری می‌شود.

۳- استفاده از مواد با مقاومت حرارتی پائین تر در ساخت کوره

همانطور که قبلاً بحث شد در شرایط عادی دمای دیواره کوره به یک تعادل با دمای داخل کوره می‌رسد بنابراین می‌توان انتظار داشت که دمای دیواره دمای حدود دمای باکس کوره را داشته باشد. این امر به دلایل مختلف مطلوب نمی‌باشد. اولین دلیل این امر، اجبار در استفاده از فلزی با مقاومت حرارتی بالا جهت ساخت دیواره کوره می‌باشد.

با توجه به اینکه ملاحظات اقتصادی یکی از فاکتورهای مهم در ساخت طراحی یک کوره می‌باشد استفاده از این مواد که عمدتاً بسیار گران نیز میباشند مقرون بصرفه نیست. بنابراین با استفاده از یک عایق مناسب دمای سطح فلز را کاهش می‌دهیم و به این ترتیب مجاز خواهیم بود از یک فلز با مقاومت حرارتی کمتر استفاده نمائیم. دومین دلیل، حفاظت انسانی می‌باشد. همانطور که به منظور اطمینان از عملکرد درست کوره نیاز است که شرایط عملیاتی کوره مورد بازرسی قرار گیرد.در این راستا بالا بودن دمای سطح فلز دیواره کوره مانع از انجام عملیات فوق می‌گردد بنابراین نیاز است که دمای سطح دیواره کوره به دمای معقولی برسد تا بتوان عملیات فوق را انجام داد. در انتخاب دیرگدازها عایق مناسب باید به موارد زیر توجه نمود.

- دانسیته و تخلخل
- استحکام فشاری سرد
- استحکام خنثی سرد و گرم
- انبساط حرارتی
- هدایت حرارتی
- شوک حرارتی و تغییر طول پایدار
- خوردگی

دیرگدازها به لحاظ ساختاری و نوع مواد به انواع زیر تقسیم می‌شوند.

۱- دیرگداز فلزی: به فلزاتی دیر گداز گویند که نقطه ذوب آنها بالاتر از ***1650 ℃*** باشد.

۲- دیرگداز سرامیکی: سرامیک هایی که دیرگدازی آنها بالاتر از ***1520 ℃*** باشد.

تقسیم بندی دیرگدازها به لحاظ شیمیایی

- دیرگدازهای اسیدی
- دیرگدازهای خنثی
- دیرگدازهای بازی

تقسیم بندی عایق از نظر دانسیته و تخلخل

- متراکم با در صد تخلخل کمتر از ۳۰٪
- سبک با عایق با درصد تخلخل بالاتر از ٤٥٪

تقسیم بندی عایق از نظر دانه بندی

- در اندازه میلیمتری ***Coorse***
- دانه بندی کمتر از میلیمتر ***Fine***

تقسیم بندی عایق از نظر شکل

- شکل دار
- بی شکل

تقسیم بندی به لحاظ پخت

- خام
- زینتری
- ذوبی

در استفاده از دیرگدازها در کوره ها ، حتماً باید به خواص عایق و نیز شرایط کوره توجه نمود مثلاً گازهای خروجی دود کوره معمولاً از گازهای اسیدی و بخار آب حاصل شده اند بنابراین حتماً جنس عایق باید بگو نه ای انتخاب شود که نسبت به این محیط خنثی باشد. به این ترتیب برای این

قسمت کوره از عایق های با خواص اسیدی باید استفاده شود. به همین نحو در انتخاب عایق های نصب شده در مسیر مبدّل های فرآیندی نیز باید مورد فوق مورد توجه قرار گیرد.

توجه نمایید که در صورت عدم توجه به موضوع فوق ، عایق بسرعت متلاشی شده و از بین می‌رود.

از آنجاییکه دیرگدازها و عایق ها عمدتاً از مواد سرامیکی ساخته شده اند و این مواد لوله‌ای ضریب انبساط حرارتی پائینی می‌باشند. در کارکرد با کوره با عایق های مذکور نیاز است که گرادیان حرارتی در حین راه اندازی و توقف کوره متناسب با شرایط عایق رعایت گردد.

همچنین در برخی موارد که از دیرگدازها به صورت آجر در کوره استفاده می‌شود و اتصال این آجرها بوسیله سیمانهای ویژه (دیرگدازهای بی‌شکل) صورت می‌گیرد عملیات خشک نمودن این دیرگدازها و عایقهای درونی کوره اهمیت خاصی می‌یابد. این عملیات را باید مطابق دستور العمل سازنده عایق انجام داد. عایق ها در اشکال مختلف بشرح زیر در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- محصولات الیافی: این مواد خود به مواد تقسیم می‌شوند:

  ۱- حالت توده ای ***bulk***

  ۲- پتو یا بلانکت ***blanket***

  ۳- ضخامت ***plate***

  ٤- نمد بوریا ***mat and felt***

  ٥- بلوک ***block***

- پودر و اشکال شکل داده شده پیچیده ***board & VFS***

۱۲-۱-۲- فن دمنده هوا

این فن ها به منظور تامین دبی هوای مورد نیاز برای احتراق کوره نصب می‌شود. با توجه به اینکه هوای مورد نیاز کوره های بزرگ و یکپارچه بسیار زیاد می‌باشد ، به دلیل محدودیت های جانمایی و فرایندی و نیز ساختاری کوره، نمی‌توان با افزایش تعداد مشعل ها و در نتیجه افزایش سطح ورود هوا به مشعل‌های کوره، این مقدار هوا را با جریان طبیعی تامین نمود و در نتیجه سیستم ما را به تامین این مقدار هوا بوسیله یک فن دمنده هدایت می‌نماید. در این راستا محدودیت های مربوط به اندازه مشعل و نیز دریچه های ان نیز به سیستم تحمیل می‌گردد و نتیجتا استفاده از سیستم تزریق طبیعی هوا، برای مقدار زیاد هوا جوابگو نمی‌باشد و جای خود را به سیستم تزریق اجباری هوا می‌دهد. نمونه هایی از این فن ها در زیر آورده شده است:

۱۳-۱-۲- فن مکنده دود

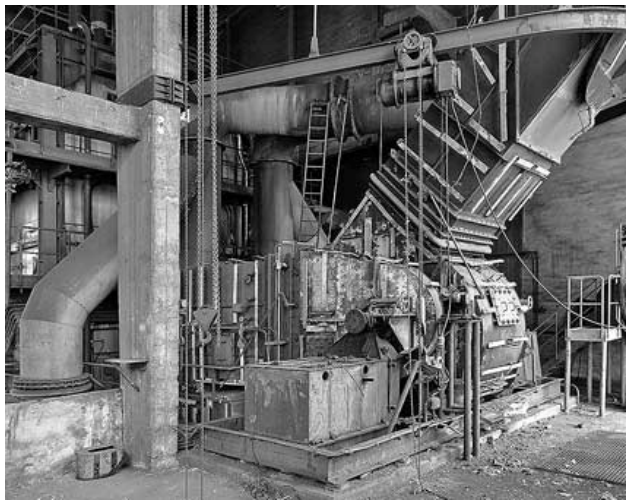
همانگونه که می‌دانید محصولات واکنش احتراق به لحاظ حجمی و مولی از مواد اولیه آن بیشتر می‌باشد در نتیجه در کوره های بزرگ سیستم خروج دود از اهمیت ویژه ای برخوردار می‌گردد.

توجه نمائید که خروج این مقدار دود در کوره های بزرگ با یک دود کش بزرگ مسائل مختلفی را به لحاظ جابجائی برای واحد ایجاد می‌نماید. همچنین باید به این نکته توجه نمود که وقتی که حجم

دود خروجی زیاد می‌شود، استفاده از انرژی حمل شده بوسیله آن به لحاظ اقتصادی مقرون بصرفه خواهد شد و طراحی دودکش در این مورد دارای محدودیتهای افت فشار در مسیر خروج می‌باشد.

به این معنی قرار دادن هر مبدل در مسیر دود خروجی، افت فشار ایجاد می‌نماید و با توجه به اینکه نیروی محرکه در دودکش اختلاف سرعت و اختلاف وابسته گاز گرم نسبت به گاز سرد می‌باشد، نمی‌توان از مبدلهای بازیافت حرارت در این مسیر به اندازه کافی استفاده نمود.

محدودیت فوق در خصوص مکثی طبیعی بوسیله دودکش و ایجاد شعله با طول مناسب نیز وجود دارد با توجه به موارد فوق استفاده از یک فن مکنده که نیروی مکش مناسب را در کوره های بزرگ ایجاد نماید مقرون بصرفه خواهد بود با وجود این مکش، می‌توان از مبدلهای بیشتری در داکت دود و در نتیجه بازیافت حداکثر انرژی دود خروجی استفاده نمود.

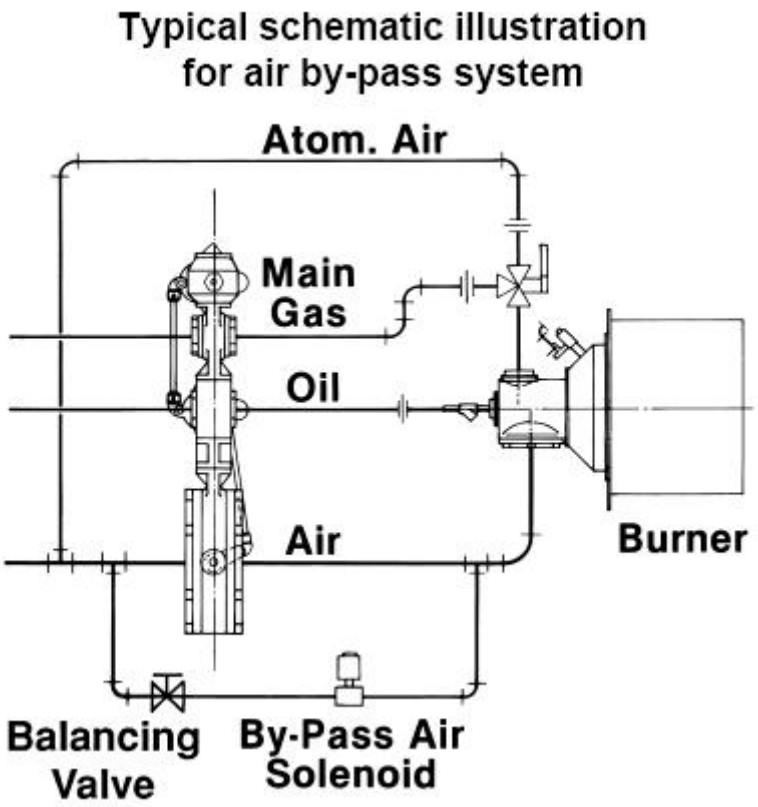


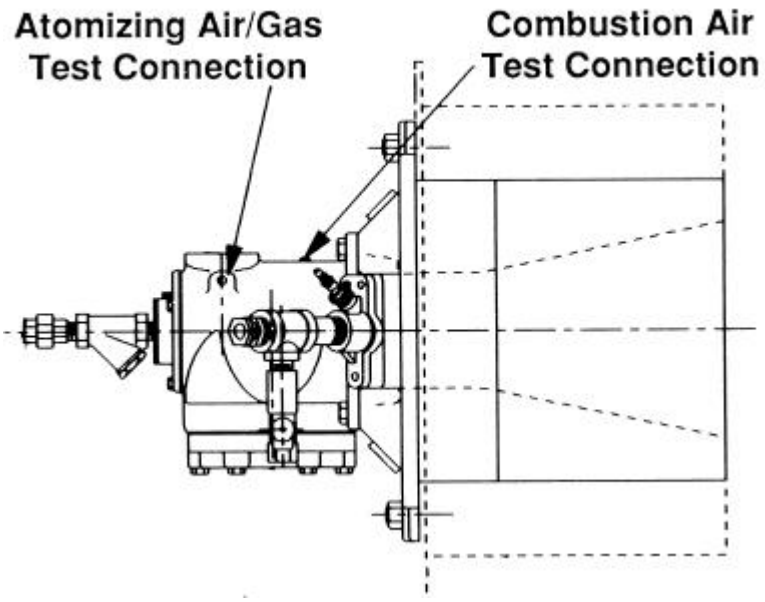
۲-۲- تجهیزات کوره‌ها

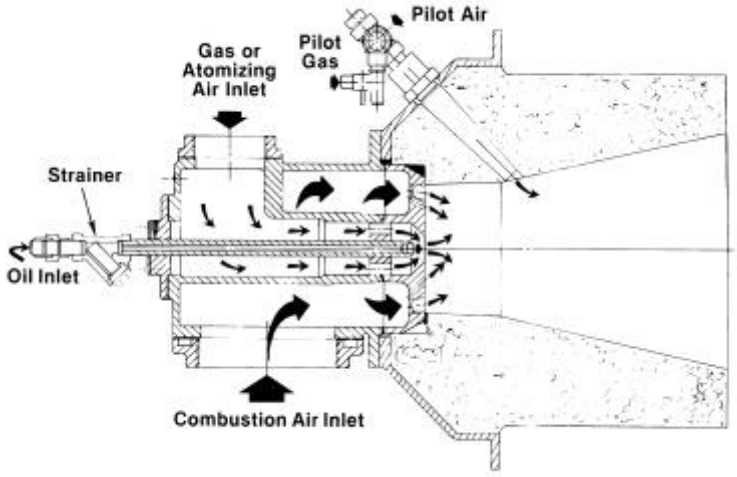
کوره‌ها از تجهیزات مختلفی تشکیل شده اند که مهمترین آنها عبارتند از: سیستم تزریق خوراک، سیستم تزریق سوخت، سیستم تزریق هوا، سیستم بخار سازی، سیستم بازیافت حرارت، سیستم تنظیم فشار باکس کوره و عایق های کوره.

۱-۲-۲- سیستم تزریق سوخت

سوخت کوره به صورت عام به سه دسته سوخت گازی، سوخت مایع و سوخت واحد تقسیم می‌شود. ارزان ترین و معمول ترین سوخت گازی مورد استفاده در کوره‌ها گاز طبیعی می‌باشد. در برخی شرایط نیز از سوخت مایع به عنوان سوختی قابل ذخیره استفاده می‌شود.







معمولا مواد هیدروکربنی مازاد در سیستم های مختلف را در یک قسمت جمع آوری نموده به عنوان سوخت استفاده می‌نمایند.

۲-۲-۲- سیستم تزریق خوراک

خوراک را به کوره‌های مختلف می‌توان تزریق نمود. در انجام عمل فوق شرایط عملیاتی کوره و نیز مسائل اقتصادی از اهمیت خاصی برخوردار است. در برخی از شرایط خوراک بصورت خالص و در برخی از شرایط خوراک بصورت ترکیبی با یک ماده دیگر تزریق می‌گردد. بعنوان مثال خوراک

تزریقی به کوره‌های ***VCM***، از ***EDC*** خالص تشکیل شده است و ناخالصی ها باعث ایجاد محصولات فرعی و نیز بهم خوردن شرایط کوره می‌شوند.

نمونه دیگر کوره های الفین می‌باشند که خوراک (نفتا یا اتان) با بخار آب مخلوط شده و سپس به کوره تزریق می‌شوند. بخار آب در کوره‌های الفینی نقش رقیق‌کننده و یکی از عوامل تنظیم‌کننده زمان اقامت ماده هیدروکربنی در طول کویل بوده و در واکنش کراکینگ شرکت نمی‌نماید.

در برخی شرایط خوراک کوره خود ترکیبی از مواد مختلف می‌باشد. بطور مثال خوراک کوره های آمونیاک و متانول مخلوطی از هیدروکربن و بخار آب می‌باشد. این بخار به عنوان جزئی از مواد شرکت کننده در واکنش ریفرمینگ و هم به عنوان تنظیم کننده می‌باشد.

یکی دیگر از موارد این زمینه حالت و فاز خوراک می‌باشد که مسائل جنبی را به طراحی یک کوره تحمیل می‌نماید. در برخی شرایط خوراک در فاز مایع به کوره تزریق می‌گردد. ولی در اغلب شرایط، خوراک به صورت فاز گاز به خوراک تزریق می‌گردد.

با توجه به موارد مطروحه فوق طبیعی است که خوراک باشد با شرایط خاصی وارد کوره گردد و تمهیدات لازم را در جهت رسیدن به شرایط مذکور باید پیش بینی شود. اولین مورد در خصوص خوراکهای مخلوط تنظیم نسبت اختلاط در آنها می‌باشد و باید توجه داشته باشید که این نسبت های اختلاط بر مبنای عملیات ایمن و نرمال کوره در نظر گرفته شده‌اند و باید به دقت تنظیم شوند. در همین خصوص همه موارد مربوط به برگشت یکی از اجزا به سیستم جزء دیگر خوراک و مسائل ایمنی آن نیز باید دیده شود.

مورد بعدی فاز خوراک تزریقی به کوره می‌باشد. همانگونه که می‌دانید در برخی شرایط خوراک بصورت مایع وارد کوره می‌شود و این امر باعث تغییر فاز در تیوبهای کوره ، باعث افزایش حجم و

در نتیجه سرعت سیال عبوری می‌گردد. با توجه به محدودیتهای فرآیندی و مکانیکی در سرعت سیال عبوری از کوره، تغییر اندازه قطر لوله ها در طول کوره اجباری بنظر می‌رسد.

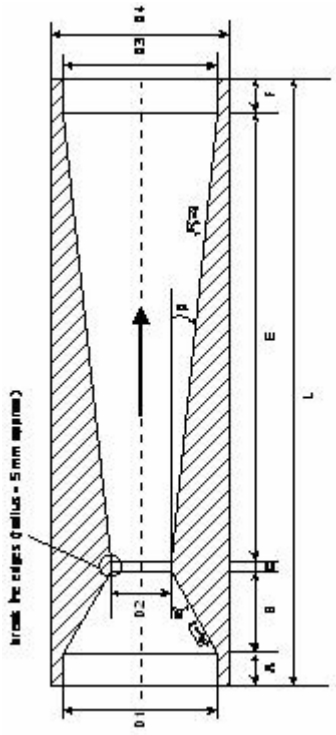
مورد فوق در خصوص کوره با خوراک گازی از اهمیت کمی برخوردار است زیرا حین عملیات و در طول کویل کوره ، شاهد تغییر فاز و در نتیجه افزایش حجم نخواهیم بود و افزایش حجم حاصله فقط در اثر تغییر دما صورت می‌گیرد.

مورد بعدی تنظیم فلو تزریقی به هر کویل می‌باشد. همانطور که قبلاً توضیح داده شد در طراحی کوره‌ها، ظرفیت کوره را با تعداد کویلهای چیده شده در آن تغییر می‌دهند و اندازه قطر تیوبها را تغییر نمی‌دهند. با توجه به موضوع فوق تنظیم فلوی عبوری از این کویلها خصوصاً در کوره های بزرگ و تعداد تیوب بالا از اهمیت خاصی برخوردار می‌گردد.

در گذشته برای برخی کوره ها اقدام به شیرهای کنترل جهت فلوی عبوری به کویل مربوطه می‌نمودند که این خود باعث تحمیل افزایش میزان و گستردگی سیستم ابزار دقیق می‌شده است.

در حال حاضر جهت رفع این مشکل از یک سری نازل استفاده می‌شود که نحوه عملیات آن بشرح زیر می‌باشد. این نازلها بصورت شیپوری ساخته می‌شوند و در نتیجه افزایش سرعت سیال در قسمت باریک شیپور می‌گردد.

با توجه به اینکه سیال می‌تواند تا حداکثر سرعت صوت در لوله ها جریان یابد و بعد از آن جریان متوقف می‌شود (اصطلاحاً جریان ختم می‌شود) از این خاصیت استفاده نموده و مانع از عبور جریان بیش از حد در یک تیوب یا کویل جریان در سایر کویلها می‌شود. به این ترتیب فلو عبوری از اولین کویل حداکثر تا مقدار فوق عبور نوده و اضافه جریان به سایر کویلها هدایت می‌شود و در نتیجه فلو خوراک عبوری از هر کویل و یا تیوب کوره تنظیم می‌گردد.



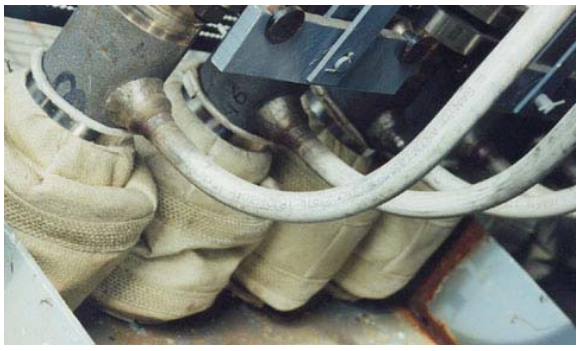
در خصوص شرایط خوراک تزریقی به کوره باید اشاره نمود که خوراک برای رسیدن به شرایط فرآیندی کوره باید از تجهیزات خاصی عبور داده شود که میتوان بصورت اختصار برشمرد. در خصوص سیستم تزریق خوراک باید گفت که هر کوره با توجه به شرایط فرایندی خود تجهیز مناسب و ابزار دقیق لازم را داراست. یکی از مواردی که در سیستم تزریق خوراک متفاوت است نازل های تزریق خوراک می‌باشند.

برای کوره‌های یک پارچه مانند متانول که تعداد تیوب ها و به تبع آن نازل های تزریق خوراک زیاد هستند، خوراک در یک هدر هدایت شده و توسط نازل ها به تیوب های کوره تزریق می‌گردند.

در برخی شرایط از یک نوع طراحی به نام ***pig Tail*** استفاده می‌نمایند. در این طراحی هم ***Expansion*** مربوط به لاین نازل و هم در صورت خرابی سهل الوصول بودن مسائل تعمیراتی آن دیده می‌شود.

از آنجا که کوره‌ها در دماهای بالا کار می‌کنند طبیعی تر است که جنس تیوب هایی که در معرض این حرارت قرار می‌گیرند باید در برابر حرارت مقاوم باشد.

ترکیبات نیکلی آلیاژهای مناسبی جهت تحمل دماهای بالا می‌باشند. با توجه به توضیحات بالا آلیاژ معمول مورد استفاده در تیوب ها و کویل های مربوط به کوره‌ها از آلیاژ های نیکل می‌باشد قبلا توضیح داده شد که اکسید نیکل در فرایندهای تولید گاز سنتز به عنوان کاتالیست مورد استفاده قرار می‌گیرد با توجه به این موضوع می‌توان به این نتیجه رسید که وجود نیکل در تیوب ها در کوره‌های کراکر باعث تولید کک می‌گردد که واکنشی ناخواسته در فرایند کوره های کراکر می‌باشد. جهت حذف این سطوح فعال معمولا از یک ماده سولفوری جهت مسموم نمودن این سطوح و کاهش میزان تشکیل کک می‌گردد. علاوه بر این ترکیبات باعث ایجاد یک لایه مقاوم در برابر خوردگی نیز می‌شوند.



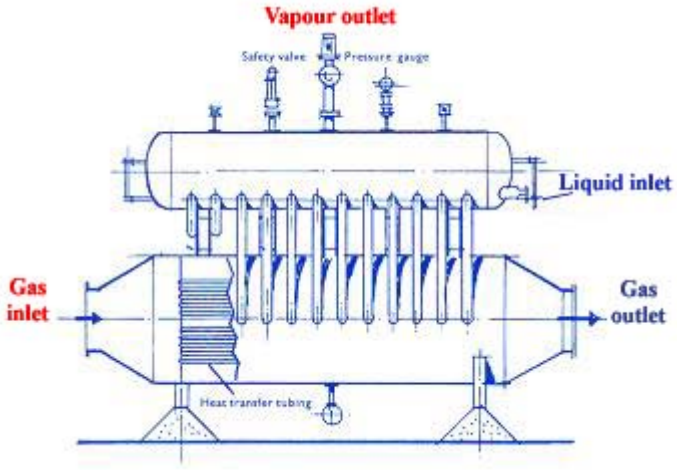
- تبخیر کننده های خوراک

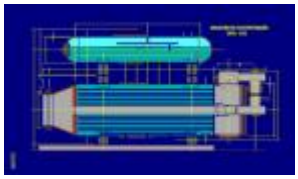
خوراک مورد استفاده در برخی از فرایند ها بصورت مایع است. با توجه به اینکه واکنشهای فرایندی در کوره ها در دمای بالا انجام می‌شود، لذا ضروری است که خوراک قبل از انجام واکنش ابتدا به شرایط دمایی کوره برسد. امروزه با توجه به قیمت بالای سوخت های فسیلی و نیز بهای روز افزون انرژی در دنیا، بهینه سازی سیستم سوخت و مصرف انرژی از اهمیت ویژه ای برخوردار گردیده

است. در راستای استفاده بهینه از انرژی تولیدی در کوره، استفاده از انرژی سیال فرایندی خروجی کوره ضروری می‌باشد و این امر مورد توجه طراحان قرار دارد. نکته دیگر این امر مصرف بهینه سوخت برای حفظ شرایط فرایندی می‌باشد و رسانیدن شرایط خوراک به لحاظ دمایی و فازی به شرایط کوره بسیار مهم می‌باشد.

برای انجام اینکار، از مبدل‌های مختلف در مسیر فرایند و داکت دود، جهت رساندن خوراک ورودی کوره به دمای کوره استفاده می‌شود و این امر موجب کاهش مصرف سوخت (خوراک بجای کرم شدن در کویل کوره در مبدل های پیش گرم کن گرم می‌شود) می‌گردد.

به عنوان نمونه می‌توان تبخیر کننده خوراک کوره ***VCM*** رامثال زد که ***EDC*** سرد پس از پیش گرم شدن در چند مبدل،وارد این تبخیر کننده شده و بوسیله سیال خروجی از کوره تبخیر می‌شود و پس از گرم شدن در یک مبدل دیگر(این گرم نمودن به دلیل دور کردن شرایط بخار از نقطه اشباع می‌باشد) به کویل های کوره هدایت می‌شود،نتیجه کلی این امر، کاهش مصرف سوخت می‌باشد.

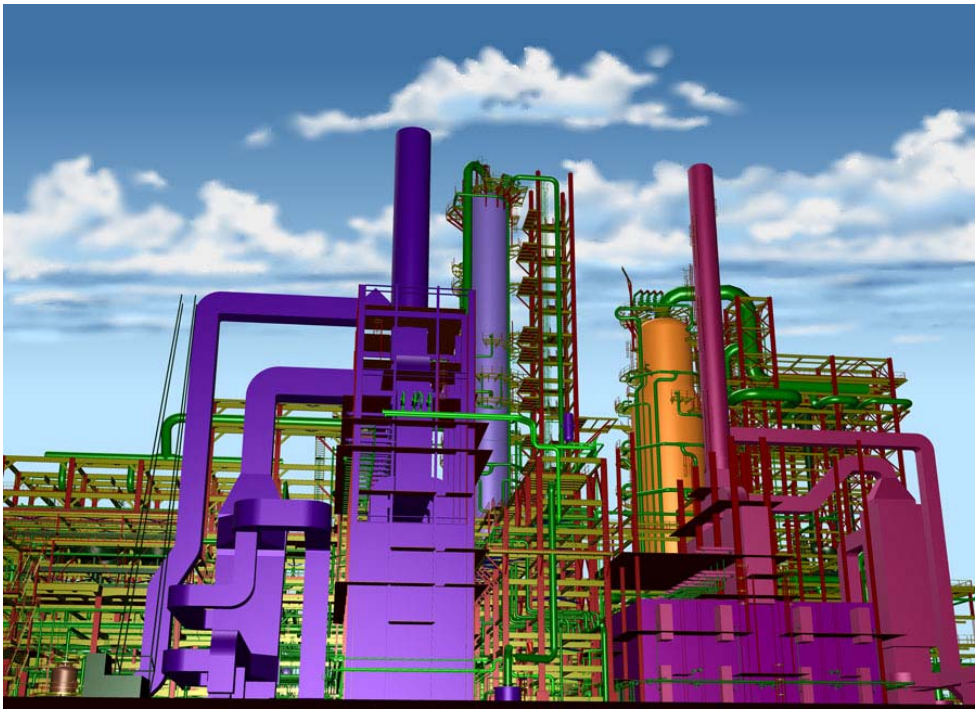




شکل صنعتی چند تبخیر کننده خوراک

۳-۲-۲- سیستم تزریق هوا

سیستم های تزیق هوا در کوره به دو دسته کلی سیستم های طبیعی تزریق هوا و سیستم های اجباری تزریق هوا تقسیم می‌شوند:



شکل شماتیک یک کوره با مسیر هوای احتراق

- سیستم های طبیعی تزریق هوا

در این سیستم ، هوا بوسیله مکش ایجاد شده بوسیله تزریق سوخت به مشعل و از طریق دریچه های مخصوص هوا که در مشعل تعبیه شده اند،به محفظه مشعل تزریق می‌گردد.

بطور معمول، در مسیر هوای ورودی مشعل (در سیستم تزریق طبیعی هوای احتراق) دو نوع دریچه تنظیم طراحی می‌شود. دریچه نوع اول برای تنظیم حداقل هوای مورد نیاز مشعل و نیز پرج مشعل طراحی می‌شود. شکل این دریچه‌ها بگونه ای است که همواره یک جریان کم هوا از آن عبور نماید و بطور کامل ایزوله نیست و در واقع با مکش ایجاد شده بوسیله فن مکنده دود و یا دودکش هوا از این مسیر برقرار می‌شود.

این مورد باعث ایمنی بیشتر در کوره می‌گردد زیرا کوره همواره پرج شده و از تجمع سوخت در کوره جلوگیری بعمل می‌آید.

برای روشن نمودن مشعل کوره، شیر روی مسیر سوخت را کمی باز و بصورت دستی (بوسیله یک فندک) و یا بطور اتوماتیک (با سیستم ***BMS***) جرقه‌ای را ایجاد می‌نماییم، به این ترتیب شعله بوسیله سوخت تزریقی، هوای مکش شده و جرقه ایجاد شده بوجود می‌آید. به این مقدار هوای اولیه تزریقی، هوای اولیه و یا ***Primary air*** گویند.

در ادامه تزریق سوخت و با افزایش ظرفیت مشعل، باید هوای بیشتری به مشعل تزریق گردد که این کار بوسیله دریچه‌های نوع دوم تنظیم می‌گردد. این دریچه ها بصورت دمپر بوده و دارای دسته مدرج است. به هوای تزریقی در این مرحله هوای ثانویه و یا ***Secondary air*** گویند.

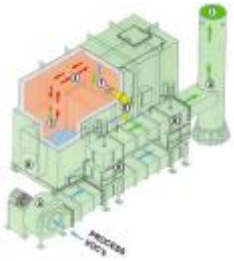
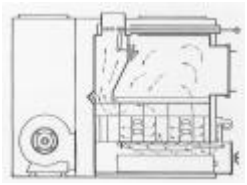
- سیستم های اجباری تزریق هوا

این سیستم از قسمت های مختلف زیر تشکیل شده است:

۱. کانال هواکش
۲. فیلتر های هوا
۳. فن دمنده هوای احتراق
٤. مسیر هوای احتراق
۵. مبدل های پیش گرم کن هوای احتراق
٦. دریچه های تنظیم هوای مشعل

کانال هواکش

بطور معمول این کانال ها به منظور پرهیز از هرگونه افت فشار در مسیرورودی فن دمنده (فشار خروجی و مکش دمنده های هوا، معمولا پایین است) بصورت داکت های فلزی بزرگ، طراحی می‌شوند.

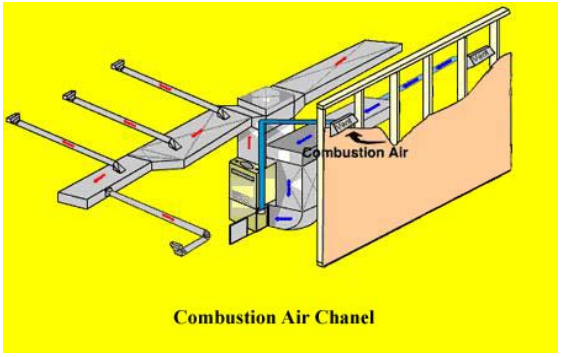



شکل شماتیک سیستم تزریق هوا به کوره

فیلترهای هوا

این فیلترها، برای تمیز نمودن و غبار گیری هوا ورودی به فن دمنده هوا، جهت جلوگیری از هر گونه گرفتگی در تیپ مشعل و آسیب رسیدن به پروانه های فن دمنده هوا نصب می‌شود.

شکل شماتیک فیلتر های هوای کوره



فن دمنده هوا

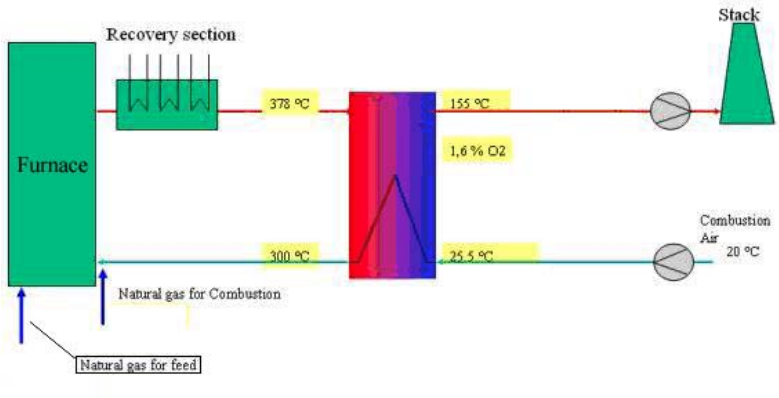
این فن ها به منظور تامین دبی هوای مورد نیاز برای احتراق کوره نصب می‌شود. با توجه به اینکه هوای مورد نیاز کوره های بزرگ و یکپارچه بسیار زیاد می‌باشد، به دلیل محدودیت های جانمایی و

فرایندی و نیز ساختاری کوره، نمی‌توان با افزایش تعداد مشعل ها و در نتیجه افزایش سطح ورود هوا به مشعل های کوره، این مقدار هوا را با جریان طبیعی تامین نمود و در نتیجه سیستم ما را به تامین این مقدار هوا بوسیله یک فن دمنده هدایت می‌نماید.

در این راستا محدودیت های مربوط به اندازه مشعل و نیز دریچه های آن نیز به سیستم تحمیل می‌گردد و نتیجتا استفاده از سیستم تزریق طبیعی هوا، برای مقدار زیاد هوا جوابگو نمی‌باشد و جای خود را به سیستم تزریق اجباری هوا می‌دهد. نمونه هایی از این فن ها در زیر آورده شده است.

مبدل های پیش گرم کن هوا

با توجه به اینکه بخشی از حرارت تولیدی در فرایند احتراق،صرف گرم نمودن سوخت و هوای واکنش احتراق می‌شود، یکی از راه های موثر افزایش راندمان حرارتی کوره، پیش گرم نمودن هوای احتراق می‌باشد. این عملیات بصورت معمول در داکت دود صورت می‌گیرد و مبدل مربوط به پیش‌گرم نمودن هوای احتراق بوسیله دود در داکت دود نصب می‌شود. نوع این مبدل ها بصورت معمول از نوع پلیت تایپ می‌باشد.



دریچه تنظیم هوای مشعل

این دریچه ها به منظور تنظیم هوای مشعل تعبیه می‌شود. بصورت معمول این دریچه ها بصورت دمپر طراحی می‌شود، لذا نمی‌تواند بطور کامل از ورود هوا به مشعل جلوگیری نماید. به منظور تنظیم مقدار اکسیژن مورد نیازمشعل، با توجه به ظرفیت هر مشعل، می‌توان از این بوسیله دریچه ها استفاده نمود.

۴-۲-۲- سیستم تنظیم فشار باکس کوره

همانطور که قبلا توضیح داده شده در راستای بهینه محصول ، حفظ شرایط فرایندی و نیز یکنواختی فلاکس حرارتی کوره، از اهمیت خاصی برخوردار است و برقراری چنین شرایطی مستلزم اجرای مقدمات مختلف می‌باشد.

یکی از این ملزومات، انجام یکنواخت و بهینه واکنش احتراق در مشعل های کوره می‌باشد که خود بستگی دبی هوای ورودی، دبی دود خروجی و فشار باکس کوره دارد. شرایط بهینه عملکرد مشعل زمانی اتفاق می‌افتد که دبی هوای تزریقی به مشعل، متناسب با میزان سوخت باشد.

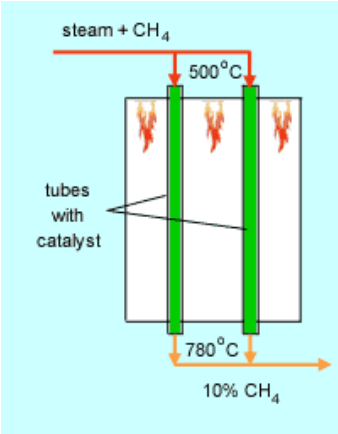
همچنین برای تنظیم طول شعله (که اثر مهمی در انتقال حرارت تابشی درون کوره دارد) فشار باکس کوره از اهمیت خاصی بر خوردار می‌گردد. توجه داشته باشید که در حین عملیات نرمال کوره، فشار سوخت و نیز فشار باکس کوره، در یک مقدار ثابت حفظ می‌شوند و اختلاف بین این دو فشار بطور مستقیم روی اندازه شعله اثر می‌گذارد. طول شعله از این جهت اهمیت پیدا می‌کند که مکانیزم غالب انتقال حرارت در نقطه ورودی سیال فرایندی به کوره، انتقال حرارت تابشی است.

توجه داشته باشید که به دلیل غلظت بالای مواد اولیه در این نقطه و نیز پایین تر بودن دمای آن نسبت به دمای کوره، حرارت رسیده به این نقطه باید بالاتر باشد. در نتیجه هر چه طول شعله بیشتر باشد، شعله قسمت بیشتری از تیوب را می‌بیند و نتیجتا حرارت تابشی بیشتری انتقال می‌یابد.

بنابراین تنظیم هوای ورودی و دود خروجی (انجام مناسب واکنش احتراق) و فشار باکش کوره (ایجاد طول مناسب برای شعله) برای افزایش راندمان حرارتی کوره ضروری است.

۵-۲-۲- سیستم خروج دود

یکی از قسمت هایی که باید در جهت بهینه سازی مصرف انرژی و نیز فلاکس حرارتی کوره به آن توجه نمود، نحوه و مسیر خروج دود کوره می‌باشد. همانگونه که قبلا توضیح داده شد، شعله کوره باید دارای اندازه مناسبی باشد تا حداکثر میزان تشعشع، در بوجود بیاید.



طبیعی است که فشار کوره در نقطه مکش و نزدیک به فن مکنده و یا دودکش، پایین تر از بقیه نقاط کوره است و این فشار باید بطور یکنواخت در کوره توزیع شود. حال اگر به هر دلیلی سیستم خروج دود نتواند این کار را بدرستی انجام دهد ، شعله به یک سمت منحرف می‌گردد.

انحراف شعله می‌تواند در جهت تیوب (به تیوب برخورد نماید که باعش افزایش دمای بیش از حد تیوب در نقطه فوق می‌گردد که باید از آن پرهیز نمود) و یا در خلاف جهت تیوب (شعله از تیوب

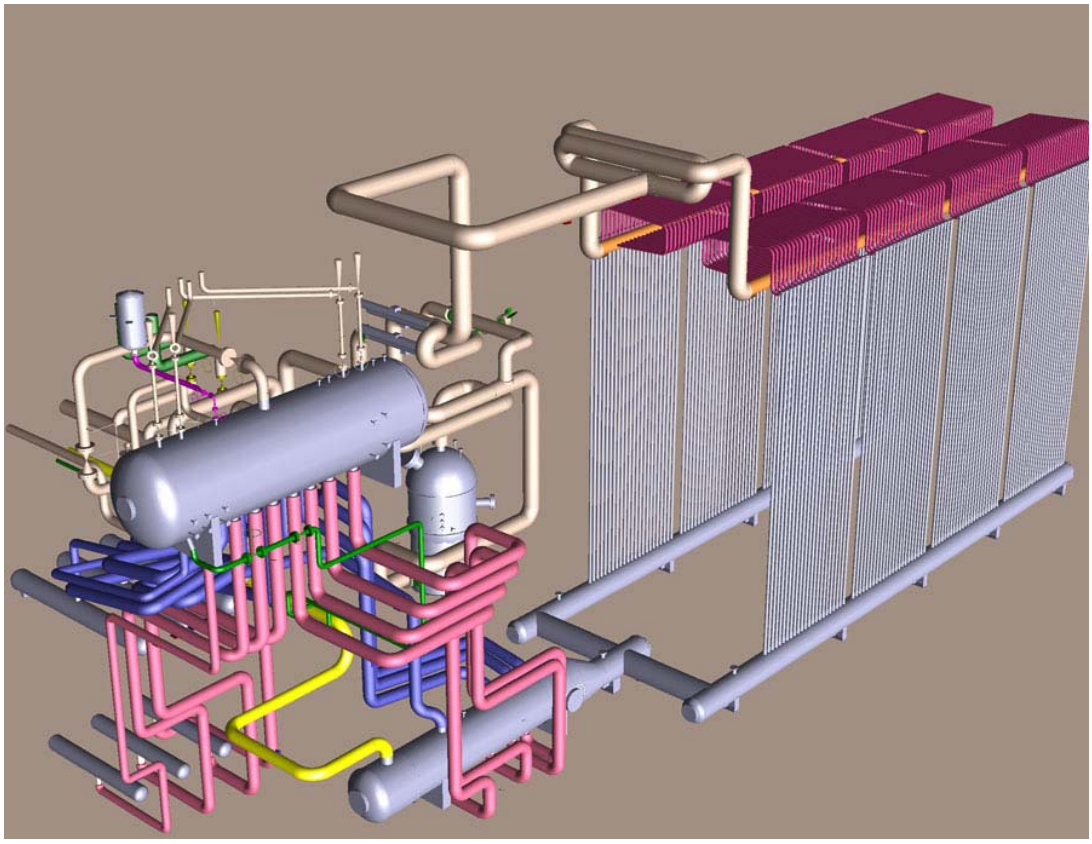
دور شود و در نتیجه میزان حرارت رسیده به سیال فرایندی در نقطه فوق کم شود که این امر خود منجر به کاهش بهره واکنش در نقطه مورد نظر می‌شود) صورت می‌گیرد. در هر دو حال انحراف شعله باعث غیر یکنواختی در توزیع حرارت و رسیدن آن به سیال فرایندی می‌شود. برای دوری از شرایط مذکور، کانال‌های ویژه‌ای (مطابق شکل زیر) در کوره طراحی می‌نمایند که بتواند دود را بصورت یکنواخت از کوره خارج نماید و در نتیجه سبب انتشار شعله در جهت تیپ مشعل می‌شود.

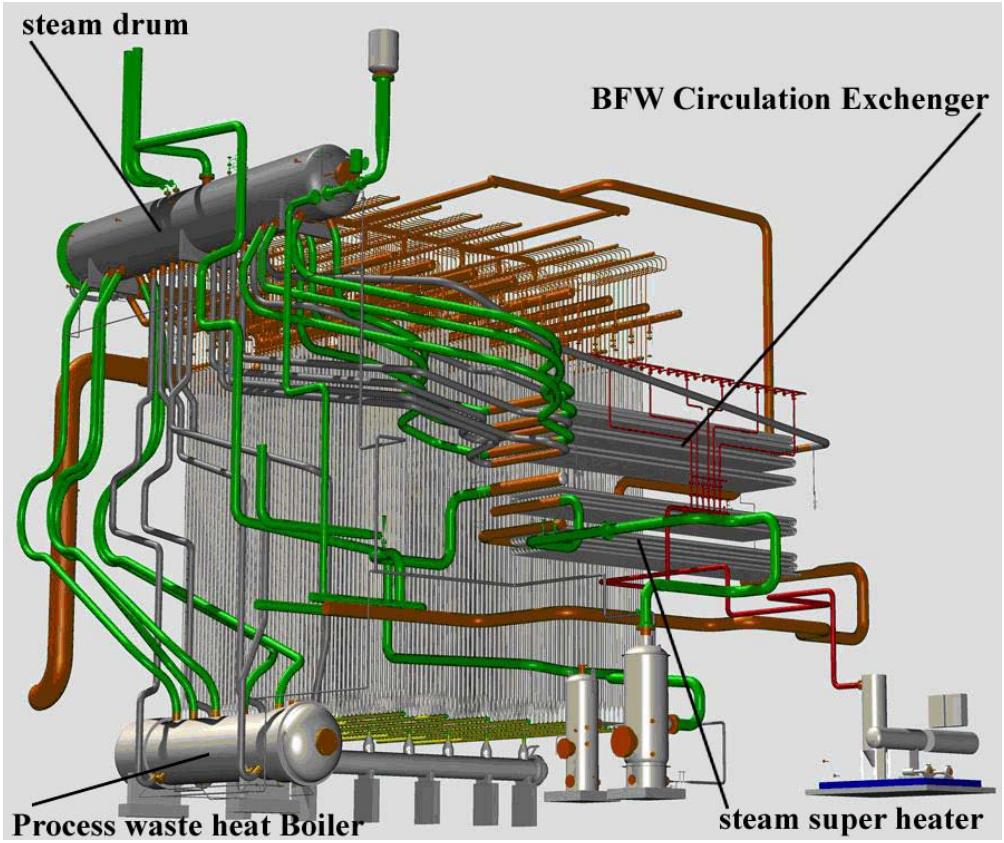
بطور مثال در کوره های ***top fire*** ، این کانال ها در کف کوره نصب می‌شوند روی دیواره آنها سوراخ های را جهت خروج دود طراحی می‌نمایند. تعداد این سوراخ ها را بسته به نزدیکی و یا دوری آن از فن مکنده و یا دودکش تنظیم می‌کنند، به این نحو که تعداد سوراخ ها در نقاط نزدیک به دودکش کمتر و در نقاط دورتر نسبت به دودکش بیشتر در نظر می‌گیرند.

تصویر نمونه هایی از فن مکنده و کانال دود

۶-۲-۲- سیستم بخار سازی

این سیستم خود به اجزای جزیی تر به شرح زیر تقسیم می‌شود که عبارتند از: سیستم ***polishing*** ، سیستم ***Detractor*** ، سیستم تزریق آب ***BFW*** ، سیستم ***Steam Drum*** و متعلقات آن و سیستم ***Dosing*** مواد شیمیایی.

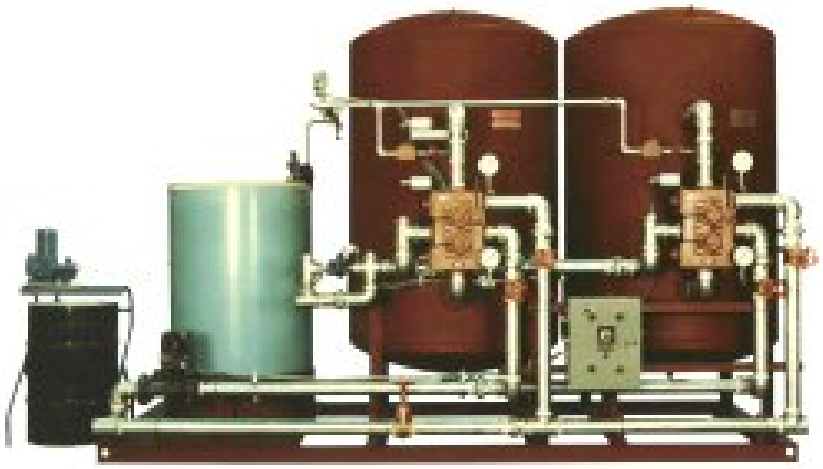




۱-٦-۲-۲- سیستم *polishing*

آب مورد استفاده در سیستم های بخار سازی باید عاری از مواد معدنی باشد. وجود املاح معدنی در آب باعث ایجاد رسوب در مبدل ها و سایر تجهیزات سیستم بخارسازی می‌گردد. در خیلی از شرایط این رسوبات تثبیت شده که باعث کاهش انتقال حرارت و میزان بخار تولیدی می‌شود که برای حذف املاح معدنی موجود آب را از بسترهای آنیونی ، کاتیونی عبور می‌دهند.

یون های مثبت در بستر آنیونی و یون های منفی موجود در آب در بستر کاتیونی جدا می‌گردد. این آب اصطلاحا آب ***DM (De-mineral)*** نامیده می‌شود. شکل شماتیک این سیستم به صورت زیر می‌باشد.



آب مورد استفاده در سیستم های بخار سازی با فشار بالاتر، نیاز به تصفیه بیشتر دارد، مثلا برای سیستم های بخار سازی واحد الفینی و یا متانول آب ***DM*** دریافتی از واحدهای تصفیه آب در بسترهای تکمیلی که اصطلاحا ***polisher*** نامیده می‌شوند، تصفیه می‌گردد.

۲-۶-۲-۲- سیستم *Dearator*

وجود هرگونه اکسیژن در آب باعث خوردگی در سیستم بخار سازی می‌گردد لذا باید تمهیدات لازم در جهت حذف اکسیژن در نظر گرفته شود. عملیات اکسیژن زدایی به دو روش ***Mechanical (physical) dearation*** و ***Chemical dearation*** صورت می‌گیرد.

- ***Mechanical (physical) dearation***

عملیات اکسیژن زدایی مکانیکی (فیزیکی) به این صورت انجام می‌شود که با تزریق بخار به آب ***BFW*** عملیات ***Striping*** آب صورت می‌گیرد.

این عملیات تحت عامل افزایش دمای آب (افزایش دما در آب باعث کاهش قابلیت انحلال گازها در مایعات می‌گردد) و ایجاد قلیان و ***Strip*** نمودن آب صورت می‌گیرد. این عملیات علاوه بر جداسازی اکسیژن CO_2 محلول در آب را نیز جدا می‌نماید.

- ***Chemical dearation***

از آنجاییکه عملیات هوا زدایی مکانیکی(فیزیکی)، غلظت اکسیژن حل شده را تا میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد اما از آنجا که وجود هرگونه اکسیژن باعث خوردگی می‌گردد باید مقدار باقیمانده اکسیژن را با استفاده از یک ماده شیمیایی کاهش داد. ماده شیمایی انتخاب شده باید به گونه‌ای باشد که با اکسیژن ترکیب پایداری تولید و در ضمن این ترکیب، به لحاظ شیمیایی خنثی و نیز قابل جداسازی باشد.

این سیستم ها معمولا دارای یک برج جهت افزایش راندمان جداسازی اکسیژن یک درام جهت ***Hold up*** آب ***BFW*** و تجهیزات جانبی آن می‌باشد.

۳-٦-۲-۲- سیستم تزریق آب *BFW*

به طور معمول سیستم تزریق آب از چند پمپ تشکیل شده است. با توجه به اهمیت وافر تزریق آب به سیستم بخار سازی، دو پمپ به صورت موازی استفاده می‌نمایند که سیستم گردانده یکی ازاین پمپ ها، توربین بخار و دیگری را برقی طراحی می‌نمایند.

۴-٦-۲-۲- سیستم *Steam Drum* و متعلقات آن

هر سیستم بخارسازی دارای ***Steam Drum*** و متعلقات مربوطه است. ***Steam Drum*** وظیفه جداسازی بخار و آب را به عهده دارد. از ***Steam Drum*** به وسیله لوله‌هایی به نام ***Down Comer*** به قسمت مبدل و یا کوره حرارتی انتقال می‌یابد. آب گرم شده تحت عامل حرارتی کوره یا سیال فرآیندی خروجی توسط لوله‌هایی به نام رایزر به ***Steam Drum*** انتقال می‌یابد.

۵-٦-۲-۲- سیستم *Dosing* مواد شیمیایی

با توجه به اینکه وجود هر گونه خوردگی و نیز رسوب در سیستم بخار سازی ایجاد مشکل می‌کند، باید سیستم از وجود هرگونه اکسیژن و رسوبات حفاظت گردد. این کار توسط تزریق مواد شیمیایی

خاصی صورت می‌گیرد. با تزریق مواد شیمیایی خاص سیستم بخار و سیستم، ***pH*** را در فاز بخار بالای ۸ نگه می‌داریم.

انتخاب این ماده باید به گونه‌ای باشد که این ماده در دمای ***Steam Drum*** بخار شده و به فاز بخار منتقل شود که به صورت معمول از موادی با پایه‌های آلی استفاده می‌گردد. مرفولین معمولی ترین نوع تنظیم کننده ***pH*** در فاز بخار می‌باشد. برای تنظیم ***pH*** در فاز مایع بیشتر از ترکیبات معدنی استفاده می‌شود. فسفات سدیم نمونه مناسبی برای حصول به مقصود فوق می‌باشد.

به جهت تنظیم غلظت املاح موجود در سیستم بخار سازی درصدی از آب جبرانی را به عنوان آب دور ریز از سیستم خارج می‌نمایند. برای این کار معمولا از دو سیستم دور ریز استفاده می‌نمایند.

- سیستم دور ریز مداوم

در این سیستم بخشی از آب تزریقی به سیستم به عنوان دور ریز و به صورت مداوم از سیستم خارج می‌گردد. این کار توسط نازل هایی که معمولا در لول ***Steam Drum 30%*** قرار دارند صورت می‌گیرد.

- سیستم دور ریز مقطعی

در جهت حذف رسوبات احتمالی تشکیل شده در سیستم بخار سازی با استفاده از ایجاد قلیان در قسمت پایین ***Steam Drum*** و ***Mud drum*** یا مبدل بخار سازی استفاده می‌نمایند. نازل های این سیستم در کف ***Steam Drum*** و ***Mud drum*** قرار داده می‌شوند. این کار را معمولا به صورت متناوب و هر ۸ ساعت یک بار انجام می‌دهند.

۷-۲-۲- سیستم های بازیابی حرارت

به طور معمول این قسمت دارای مبدل های پیش گرم کن خوراک، مبدل های بخار سازی، مبدل سیرکولیشن آب ***BFW***، مبدل پیش گرم کن آب ***BFW*** و مبدل پیش گرم کن هوا احتراق می‌باشد.

- مبدل هایی پیش گرم کن خوراک

امروزه با توجه به قیمت بالای سوخت های فسیلی و نیز بهای روز افزون انرژی در دنیا، بهینه سازی سیستم سوخت و مصرف انرژی از اهمیت ویژه ای برخوردار گردیده است. در راستای استفاده بهینه از انرژی تولیدی در کوره، استفاده از انرژی سیال فرایندی خروجی کوره ضروری می‌باشد و این امر مورد توجه طراحان قرار دارد. نکته دیگر این امر مصرف بهینه سوخت برای حفظ شرایط فرایندی می‌باشد و رسانیدن شرایط خوراک به لحاظ دمایی و فازی به شرایط کوره بسیار مهم می‌باشد.

برای انجام اینکار، از مبدل‌های مختلف در مسیر فرایند و داکت دود، جهت رساندن خوراک ورودی کوره به دمای کوره استفاده می‌شود و این امر موجب کاهش مصرف سوخت (خوراک بجای گرم شدن در کویل کوره در مبدل های پیش‌گرم‌کن گرم می‌شود) می‌گردد. در برخی شرایط بخار به خوراک هیدروکربنی تزریق می‌گردد و به لحاظ فرآیندی و نیز مسائل خوردگی که مخلوطهای بخار در سیستم ایجاد می‌نمایند، فاز این مخلوط باید از حالت اشباع دور گردد. برای فراهم نمودن چنین شرایطی می‌توان از وجود یک مبدل در داکت دود، برای گرم نمودن مخلوط هیدروکربنی- بخار خوراک، استفاده نمود.

- مبدل های بخار سازی

این مبدل ها را می‌توان در نقاط مختلف و با توجه به نیاز به بخار با فشاری خاص در داکت دود طراحی نمود. این سیستم نیز مانند هر سیستم بخارسازی نیاز به تجهیزات خود دارد به این لحاظ که دارای یک ***Steam Drum*** مبدل و سیستم های چرخش آب ***BFW*** می‌باشد .

- مبدل سیرکولیشن آب ***BFW***

در برخی شرایط برای کمک به سیستم بخار سازی فرایندی از چرخش آب***BFW*** در مبدلی که در داکت دود (دمای دود دراین نقطه از داکت باید متناسب با دمای اشباع سیستم بخار سازی فرایندی باشد) تعبیه شده، استفاده می‌شود.

- مبدل پیش گرم کن آب ***BFW***

در برخی شرایط برای کمک به سیستم بخار سازی در کوره از مبدلی که در داکت دود تعبیه شده، برای پیش‌گرم کردن آب ***BFW*** به منظور افزایش راندمان حرارتی سیستم بخارسازی کوره استفاده می‌شود.

- مبدل پیش گرم کن هوا احتراق

با توجه به اینکه بخشی از حرارت تولیدی در فرایند احتراق، صرف گرم نمودن سوخت و هوای واکنش احتراق می‌شود، یکی از راه های موثر افزایش راندمان حرارتی کوره، پیش گرم نمودن هوای احتراق می‌باشد. این عملیات بصورت معمول در داکت دود صورت می‌گیرد و مبدل مربوط به پیش‌گرم نمودن هوای احتراق بوسیله دود در داکت دود نصب می‌شود. نوع این مبدل ها بصورت معمول از نوع پلیت تایپ می‌باشد.

۳-۲- کنترل فشار کوره

با توجه به اینکه درحین عملیات زمان کوره، تیوبها و مشعلها و وضعیت عایق تبدیل کوره باید از طریق دریچه‌های مورد نظر مورد بازرسی قرار گیرند و همچنین به لحاظ ایمنی کوره و عدم انتشار شعله از کوره به خارج، فشار باکس کوره معمولاً در ***۳mmH$_2$O***- نگه داشته می‌شود.

جهت کنترل این فشار می توان از عوامل مختلف از جمله دور فن دمنده هوا، دور فن مکنده دود، دمپر فن دمنده هوا، دمپر فن مکنده دود بشرح زیر بهره گیری نمود.

توجه داشته باشید فشارهای پائین باکس نیز می‌تواند باعث بروز صدماتی از قبیل جمع شدن بدنه کوره، ریختن عایق های درونی کوره و ... گردد.

باز کردن دمپر فن دمنده هوا	افزایش فشار باکس کوره	افزایش دور فن دهنده هوا
ثابت ماندن دمپر فن مکنده دود		ثابت ماندن دور فن مکنده دود
بستن دمپر دمنده هوا	کاهش فشار باکس کوره	کاهش دور فن دمنده هوا
ثابت ماندن دمپر فن مکنده دود		ثابت ماندن دو فن مکنده دود
ثابت ماندن دمپر فن دمنده هوا	کاهش فشار باکس کوره	ثابت ماندن دور دمنده هوا
باز کردن دمپر فن مکنده دود		افزایش دور فن مکنده هوا
ثابت ماندن دمپر فن دمنده هوا	افزایش فشار باکس کوره	ثابت ماندن دور دمنده هوا
بستن دمپر فن مکنده دود		کاهش دور فن مکنده هوا

۴-۲- سیستم کنترل کوره

همان گونه که قبلا توضیح داده شد وظیفه مهندسی فرایند نگهداری و حفظ شرایط فرایندی واحد است. حفظ شرایط فرایندی از قبیل دما، فشار و شدت جریانات فرایندی به وسیله سیستم کنترل صورت می‌گیرد. در این راستا سیستم‌های کنترل کوره را نیز به سیستم‌های زیر تقسیم می‌نماییم.

۱- سیستم های کنترل مربوط به خوراک واحد

۲- سیستم ها کنترل مربوط به سیستم سوخت و دمای کوره

۳- سیستم کنترل مربوط به سیستم فشار باکس کوره

٤- سیستم کنترل مربوط به سیستم بخار سازی

شرایط خوراک باید به حالتی که نزدیک‌ترین شرایط را برای ورود به فرایند داشته باشد، برسد. در این راستا، نیاز است که شرایط خوراک به شرایط واکنش در کوره نزدیک گردد.

با توجه به مطالب فوق، نیاز است که دمای خوراک تزریقی و یا فاز خوراک تزریقی (بخار و یا مایع بودن خوراک) به شرایط واکنش نزدیک شود. مثال عینی این شرایط پیش گرم نمودن ***EDC*** تزریقی به کوره در چند مبدل و سپس بخار نمودن این ***EDC*** در سیستم بخار ساز ***EDC*** می‌باشد. طبیعی است که میزان فلوی خوراک تزریقی و میزان دما و فشار سیستم کوره بر مبنای شرایط واکنش تنظیم گردد.

به عنوان نمونه‌های دیگر می‌توان، به تزریق بخار رقیق ساز به خوراک گازی واحدهای الفینی نیز اشاره نمود، این بخار برای تنظیم زمان ماند گاز در کویل های کوره تزریق می‌گردد. با توجه به مطالب یاد شده تنظیم نسبت بخار به گاز برای حفظ شرایط واکنش ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین در این نوع سیستم تزریق خوراک، علاوه بر تنظیم میزان دمای نهایی، دبی خوراک مورد نظر، فشار سیستم و نسبت بخار به گاز نیز باید تنظیم گردد.

توجه نمایید که در واحدهای الفینی، بخار به عنوان یک رقیق کننده تزریق می‌گردد ولی تنظیم مقدار دقیق بخار که زمان اقامت را در کوره تنظیم می‌نماید، از اهمیت خاصی برخوردار است. توجه داشته باشید که در واحدهای آمونیاکی و متانولی، بخار به عنوان یک عنصر شرکت‌کننده در واکنش می‌باشد و تنظیم مقدار دقیق بخار بسیار اهمیت دارد.

توجه نمایید در این نوع کوره خوراک مخلوط بخار و گاز می‌باشد، در نتیجه، مقدار خوراک و نیز درصد مولی مواد تشکیل دهنده خوراک را باید با توجه به حساسیت های فرایندی، بطور دقیق تنظیم نمود.

۱-۴-۲- سیستم کنترل فشار باکس کوره

با توجه به نیاز به بازرسی عملیاتی کوره که از طریق دریچه‌های مخصوص که بطور نرمال و متناوب توسط اپراتور کوره صورت گیرد، فشار باکس کوره باید در مقدار پایینتری از فشار اتمسفر حفظ شود، تا از انتشار شعله و دود داغ به بیرون کوره جلوگیری گردد. رعایت شرایط در جهت حفظ ایمنی کارکنان و کارخانه از ضروریات طراحی می‌باشد.

همان گونه که قبلا توضیح داده شد حفظ شرایط احتراق در کوره به وسیله فن‌های دمنده هوای احتراق و مکنده دود صورت می‌گیرد. فشار داخل باکس کوره را می‌توان به روش های زیر تنظیم نمود.

- دور فن مکنده
- دریچه‌های نصب شده روی فن مکنده
- دریچه‌های نصب شده روی فن دمنده
- دور فن دمنده

با افزایش دور فن مکنده و ثابت ماندن دور دمنده فشار باکس کوره کاهش می‌یابد با افزایش دور دمنده و ثابت ماندن دور مکنده فشار باکس افزایش می‌یابد این عملیات را می‌توان با ثابت نگهداشتن دور فن دمنده و مکنده و تغییرات دریچه‌های فن‌های دمنده و مکنده صورت داد.

توجه نمایید که در شرایط فوق همواره باید میزان باز بودن ولوهای بخار ورودی به توربینهای راننده این فن ها توجه نمود. اگر محرک این فن‌ها برقی باشند، باید به میزان شدت جریانی که موتور درخواست می‌نماید نیز توجه داشت.

۲-۴-۲- سیستم کنترل سیستم بخار سازی

همان گونه که قبلا توضیح داده شد سیستم بخارسازی خود از سیستمهای کوچکتری تشکیل می‌شود که باید مورد کنترل قرار گیرد.

آب موجود در ***Steam Drum*** به قسمت حرارتی کوره منتقل و در آنجا در تبادل حرارت با سیال فرایندی یا یک سیال داغ به بخار تبدیل می‌شود. این عمل در تیوب های مبدل بخار ساز صورت می‌گیرد و در صورت خالی ماندن این تیوب های این مبدلها، سیستم بیش از حد گرم شده و در نتیجه از بین می‌رود.

بنابراین برای جلوگیری از مورد فوق همواره جریان آب باید به ***Steam Drum*** برقرار باشد به گونه‌ای که این درام همواره دارای یک سطح مناسب از ارتفاع مایع باشد. در صورت افزایش ارتفاع مایع ***Steam Drum*** مقداری آب به همراه سیستم بخار خارج می‌شود. با توجه به تفاوت کیفیت آب و بخار با یکدیگر، وجود آب به همراه بخار باعث ایجاد رسوب در سیستم بخار می‌گردد.

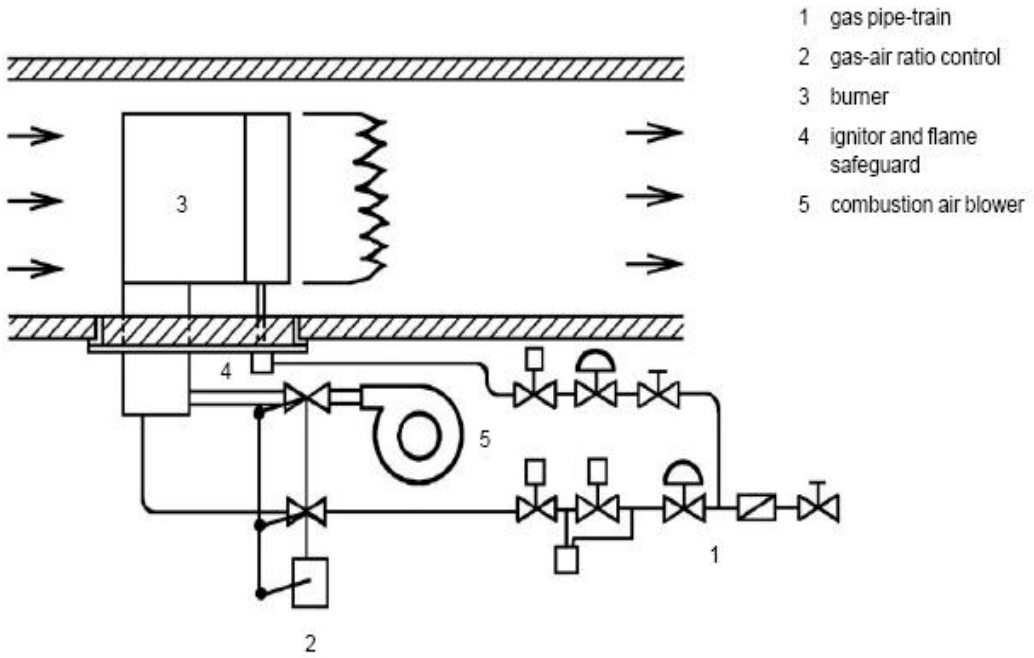
همچنین وجود آب در سیستم بخار باعث افزایش سرعت بخار در لوله‌ها و شبکه بخار می‌گردد که خود عامل ایجاد سایش در سیستم می‌باشد. با توجه به موارد توضیح داده شده میزان آب تزریقی به سیستم بخار سازی باید تنظیم گردد. ابتدا باید سطح آب در ***Steam Drum*** ثابت نگه داشته شود بنابراین باید یک جریان پیوسته آب ورودی با توجه به میزان بخار خروجی و آب دور ریز برقرار شود.

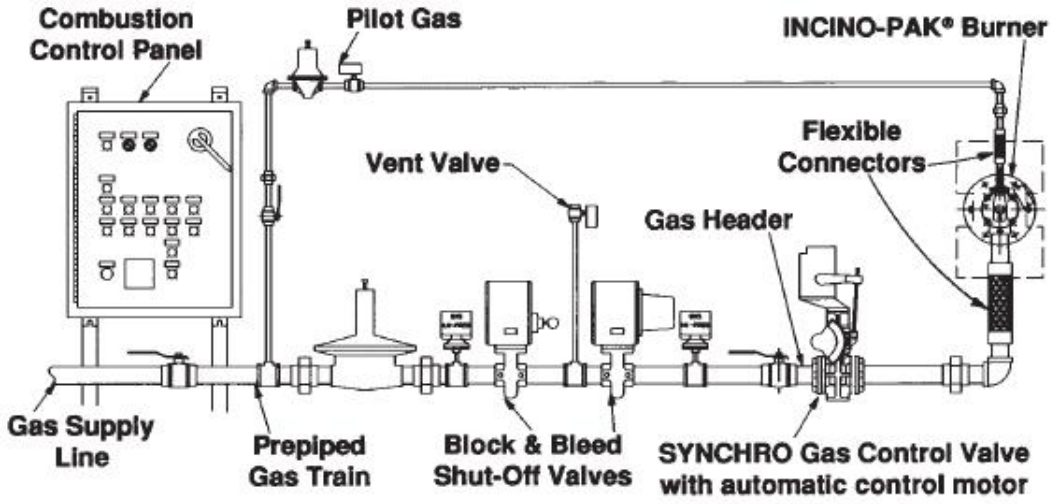
از آنجا که وظیفه انتقال آب ***BFW*** به ***Steam Drum*** به عهده پمپهای ***BFW*** می‌باشند بنابراین فشار خروجی و فلوی خروجی این پمپ ها نیز باید تنظیم گردد.

با توجه به این که سیستم تزریق آب ***BFW*** از ***Dearator*** آغاز می‌شود سطح مایع موجود در این درام نیز باید به وسیله میزان آب ورودی تنظیم گردد. برای کنترل موارد فوق باید سیستم کنترل مناسب هرکدام طراحی نمود.

۳-۴-۲- سیستم کنترل دمای کوره و تزریق سوخت

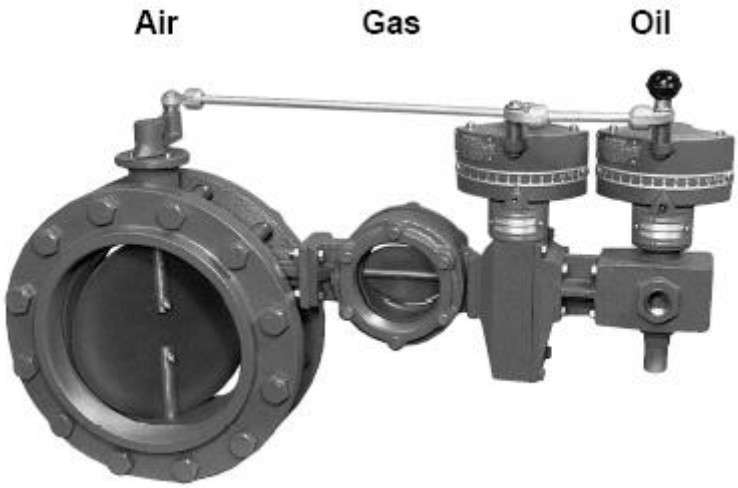
همان گونه که قبلا توضیح داده شد برای سیستم گرمایش کوره، از منابع مختلف سوخت استفاده می‌شود. همچنین ارزش حرارتی هر یک از منابع سوختی بسته به ترکیب درصد مواد مختلف آن، متفاوت می‌باشد، بنابراین بر اساس ارزش حرارتی کلی مورد نیاز کوره، مقدار دبی سوخت را تنظیم می‌نماییم. توجه نمایید که برای این مقدار سوخت ، مقدار هوا مورد نیاز ،نیز باید تنظیم گردد.

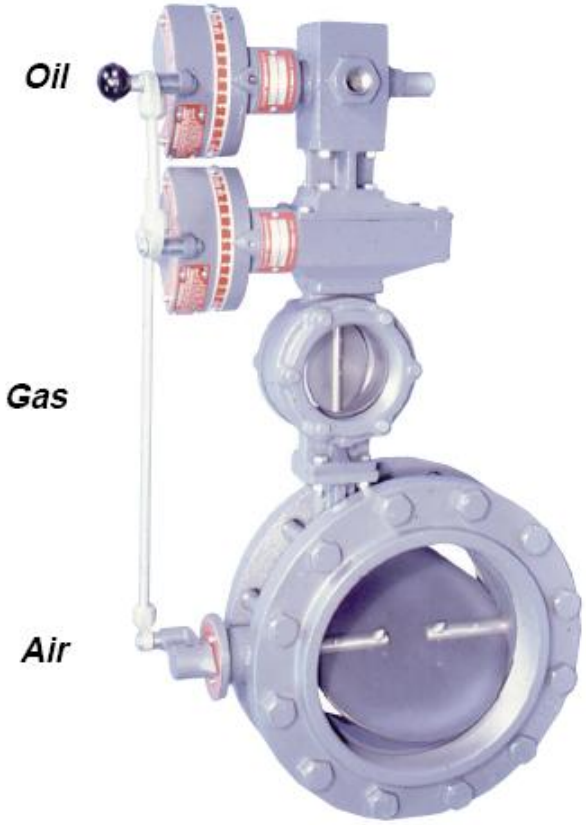




در تغییرات مقدار سوخت و هوا همیشه باید توجه داشت که جهت افزایش، ابتدا هوا را اضافه نموده و سپس میزان سوخت مورد نیاز تزریق می‌گردد. همچنین جهت کاهش، ابتدا سوخت را کم کرده و سپس هوا را کم می‌نماییم.

توجه نمایید برای اطمینان از کامل بودن واکنش احتراق، معمولا یک مقدار هوای اضافه را به سیستم تزریق می‌نمایند.





کمبود این هوای اضافه باعث عدم سوختن مناسب و در نتیجه کاهش حرارت و نیز احتمال جمع شدن مخلوط هوا و سوخت و در نتیجه احتمال انفجار در کوره می‌شود. اضافه نمودن زیاد اکسیژن نیز باعث کاهش دمای کوره می‌شود. همان طور که می‌دانید میزان اکسیژن در هوا ۲۱٪ است و با تزریق هوا عملا ۷۹٪ گازهای خنثی (ازت) وارد کوره می‌شود.

در شرایط احتراق این مقدار گازهای خنثی نیز باید به دمای احتراق برسند و طبیعی است که برای حفظ دمای کوره باید از سوخت بیشتری استفاده نماییم و در صورت ثابت ماندن سوخت دمای کوره کاهش می‌یابد. با این توضیح همیشه از تزریق هوای بیش از حد در سیستم های کوره پرهیز می‌نماییم. با توجه به توضیحات بالا در سیستم کنترل سوخت کوره علاوه بر میزان فلو دما فشار سوخت هوا، میزان نسبت هوابه سوخت و همچنین میزان اکسیژن اضافی در کوره نیز باید به وسیله ابزار دقیق مناسب کنترل شود.

۵-۲- سیستم های ایمنی کوره

توجه داشته باشید در صورت بروز هر گونه اشکال در سیستم های کنترل واحد یا هرگونه خطای انسانی در عملیات واحد ممکن است واحد از شرایط عملیاتی خود دور گردد.

توجه داشته باشید هر سیستمی برای شرایط خاصی طراحی می‌گردد و برای حفاظت از سیستم باید تمهیدات لازم را اجرا نمود. حفاظت از واحد را به طرق زیر انجام می‌دهند.

۱- سیستم اینتر لاک و ابزار دقیق واحد

۲- سیستم های ایمنی مکانیکی واحد

توجه نمایید با توجه به این که حجم سرمایه‌گذاری در صنایع نفت و گاز و پتروشیمی بسیار بالاست طراحی سیستم های ایمنی واحد از اهمیت خاصی برخوردار می‌شود. با توجه به موضوع بالا، سیستم های ایمنی را برای کوره ها نیز باید طراحی نمود.

۱-۵-۲- سیستم اینتر لاک واحد

جهت جلوگیری از بروز خسارت در شرایطی که واحد از شرایط فرایندی دور می‌شود، از سیستم‌های اندازه گیری واحد استفاده می‌نمایند و با طراحی آلارم ها نفرات واحد را از خطرات بوجود آمده، مطلع می‌کنند. همچنین از این سیستم های اندازه گیری یک سیگنال برای از سرویس خارج شدن کوره و یا بخشی از کوره در نظر گرفته شود. این موارد عمدتا به صورت نرم افزاری در سیستم های کنترل جدید دیده می‌شوند که می‌توان به عنوان نمونه به موارد زیر اشاره نمود.

- اینتر لاک ارتفاع مایع موجود در ***Steam Drum***
- اینتر لاک ارتفاع مایع موجود در ***Dearator***
- اینتر لاک فشار بیش از حد سیستم سوخت

- اینتر لاک فشار پایین سیستم سوخت
- اینتر لاک فلو پایین خوراک تزریقی به واحد
- اینتر لاک از سرویس خارج شدن فن دمنده و مکنده کوره
- اینتر لاک فشار بالا و پایین باکس کوره

درنهایت این اینترلاک ها به گونه‌ای طراحی می‌شود که واحد را به شکل کاملا ایمن از سرویس خارج نماید و سیستم به وضعیت ایمن خود قرار گیرد به این معنی که برخی مسیرها بسته و برخی دیگر باز می‌شوند.

مثلا مسیرهای تزریق خوراک و سوخت بسته می‌شوند و در عوض مسیر خروج گاز به سمت فلر باز می‌شود. حال به هر دلیل اگر این سیستم اینترلاک ابزار دقیق نیز عامل ننماید واحد در معرض خطر قرار می‌گیرد و به همین دلیل باید برای واحد، سیستم‌های ایمنی مکانیکی را نیز در نظر گرفت. این کار را برای قسمت های مختلف کوره انجام می‌دهند. برای تعدیل فشارهای بالا، در سیستم های مختلف، از شیرهای اطمینان استفاده می‌شود.

این شیرها با وارد شدن یک فشار خاص به نازل آنها باز شده و فشار اضافی سیستم را به نقطه‌ای ایمن هدایت می‌نمایند و از بروز خسارت به سیستم جلوگیری می‌نمایند.

برای سیستم هایی که ارتفاع مایع در آنها از اهمیت خاصی برخوردار است از یک سری سوئیچهای مکانیکی جهت سرویس خارج نمودن واحد و ایجاد سیگنال مربوطه استفاده می‌نمایند. به جهت حفظ کوره از فشار بالا معمولا دریچه‌هایی روی کوره طراحی می‌نمایند تا در یک شرایط فشاری خاص، عمل نموده و از وارد شدن خسارت به کوره جلوگیری به عمل آورد.

خودآزمایی)

۱- تجهیزات مختلف کوره ها را نام ببرید.

۲- ویژگیهای مسیر مکش دود را بیان کنید

۳- اجزاء یک مشعل را نام ببرید و هر کدام را توصیف کنید.

٤- ویژگیهای مشعل را نام ببرید و هر کدام را توصیف کنید.

٥- مزایای استفاده از عایق در کوره چیست؟

٦- تقسیم بندی‌های گوناگون عایق ها را ذکر کنید.

۷- سیستم های عملیاتی کوره را نام برده و وظیفه هریک را بیان کنید.

۸- شرایط مناسب خوراک برای تزریق به کوره چیست؟

۹- قسمتهای مختلف سیستم اجباری تزریق هوا را نام برده و ویژگیهای هر یک را بیان کنید.

۱۰- فشار باکس کوره را چگونه تنظیم می‌کنند؟

۱۱- آب ***DM*** چیست و در سیستم های بخار سازی چرا از آن استفاده می‌کنند؟

۱۲- برای تنظیم غلظت املاح موجود در سیستم بخار سازی چه کار می‌کنند؟

۱۳- روشهای بازیافت حرارت را در کوره توضیح دهید.

۱٤- سیستم های کنترل کوره نام ببرید و چگونگی کارکرد هر یک را بیان کنید.

۱٥- حفاظت از واحد به چه روشهایی انجام می‌شود؟ ویژگیهای هر یک را بیان کنید.

فصل سوم: عملیات نرمال کوره

اهداف)

۱) آشنایی با عملیات نرمال در کوره

۲) آشنایی با عوامل موثر بر عملکرد کوره

۳) آشنایی با روتین چکها

۴) آشنایی با کک، اثرات و نحوه برطرف کردن آن

۱-۳- عملیات نرمال کوره

بعد از راه اندازی کوره باید تنظیمات مختلف را در خصوص شرایط بهینه عملیاتی بعمل آورد که مهمترین آنها لود کوره به لحاظ خوراک و دمای خروجی کویل می‌باشد. همانگونه که در بحث راه اندازی نیز اشاره شد در حین عملیات راه اندازی، در ظرفیتهای مختلف واحد، باید توقف نموده و شرایط فرآیندی را تنظیم و شرایط مکانیکی کوره را زیر نظر قرار می‌دهیم.

این توقفها بصورت معمول در ***Minturn down ratio*** و ***safe. Turn down ratio*** می‌باشد. در جهت بهینه سازی شرایط فرآیندی واحد، باید تنظیمات زیر را انجام داد.

۱-۱-۳- تنظیم سیستم شعله های کوره

فشار باکس کوره را می‌توان بوسیله دمپرهای فن مکنده دود و فن دهنده هوای احتراق و همچنین دور فن‌های دمنده هوای احتراق و فن مکنده دود کنترل نمود. میزان هوای اضافه در مسیر دود بیشتر بوسیله این دمپرها و نیز دور فن ها بین ۱۰ تا ۱۵٪ باید تنظیم شود .

همانطور که می‌دانید وجود هوای اضافه بیش از این مقدار عامل کاهش دمای کوره و در صورت حفظ این دما، مصرف بیشتر سوخت می‌باشد که این به لحاظ اقتصادی بهینه نمی‌باشد. عامل این تغییر، وارد شدن گازهای خنثی نسبت به واکنش احتراق می‌باشد که باید به دمای کوره برسند.

کاهش این مقدار هوای اضافه نیز باعث بوجود آمدن نقاطی که واکنش احتراق در آنها کامل نیست می‌شود که این خود عامل کاهش حرارت ناشی از واکنش احتراق ناقص می‌شود.

۲-۱-۳- تنظیم دمای خروجی کویل

همانگونه که می‌دانید پروفیل دمایی در طول کویلهای فرآیندی باید ثابت و مساوی باشد. توجه داشته باشید که اینکار بوسیله طراحی دقیق تنظیم می‌گردد. در نقاطی که کویل مقابل قسمت تابش

شعله قرار دارد معمولاً رسیدن خوراک به شرایط کوره و نیز منطقه انجام واکنش‌های فرآیندی می‌باشد.

در ادامه طول کویل با کاهش غلظت مواد شرکت کننده در واکنش فلاکس حرارتی انتقال یافته به تیوب (در این ناحیه مکانیزم غالب انتقال حرارت، جابجایی می‌باشد) نیز باید کاهش یابد در صورت رخ دادن اختلاف پروفیل حرارتی در طول کویل، درجه تشکیل کک متغیر بوده و در نتیجه ککی که در طول تیوب می‌نشیند یکنواخت نبوده و در نقاطی دارای ضخامت بیشتر می‌باشد. در نتیجه سرعت عبور جریان در این نقاط محدود می‌شود.

از طرف دیگر گرادیان درجه حرارت در این نقطه در تیوب با بقیه نقاط متفاوت می‌شود و در نتیجه دمای دیواره در این نقطه بالاتر می‌رود در نتیجه این نقطه عامل محدود کننده ادامه کارکرد کوره می‌گردد.

۳-۱-۳- تنظیم دماهای دیوار تیوب

به منظور پرهیز از افزایش دمای بیش از حد سطح تیوب، این دما باید کنترل شود این کار معمولاً بصورت چشمی و اندازه گیری بوسیله پایرومیتر صورت می‌گیرد.

در بازدیدهای چشمی از کوره، از طریق ***Pip. Hole*** باید تیوبها مورد بازبینی قرار گیرد و سطح تیوبها به صورت قهوه ای متمایل به قرمز برای تیوب کوره هایی که در دمای حدود **۹۰۰°c** کار می‌کنند و تیره تر برای کوره هایی که در دماهای پائین تر کار می‌کنند باشد.

توجه داشته باشید که وجود سرخی بیش از حد در تیوبها بیانگر عدم فلاکس حرارتی مناسب در طول کویل می‌باشد. در کوره های کاتالیستی، در صورت مسمومیت کاتالیست دما در نقاط مختلف یک نقطه تیوب متفاوت می‌باشد و اصطلاحاً سطح تیوب پلنگی می‌شود که بیانگر عدم یکنواختی

حرارتی در کویل می‌باشد. روش دیگر اندازه گیری دمای سطح تیوب استفاده از پایرومیتر می‌باشد که از طریق دریچه‌های ***Pipe Hole*** صورت می‌گیرد. در اندازه گیری توجه نمائید که حتماً پایرومیتر سطح تیوب را ببیند در غیر اینصورت پایرومیتر دمای شعله را اندازه می‌گیرد که باعث خطا در اندازه گیری می‌گردد.

۳-۱-۴- تنظیم فشار ترین های مختلف

از آنجائیکه کوره های کراکر به دلیل محدودیتهای زمان کارکرد و همچنین کوره های کاتالیکی که به صورت دوگانه ساخته می‌شوند فشار خروجی دو کوره باید همسنگ شده تا از جریان معکوس از یک کوره به کوره دیگر جلوگیری بعمل آید.

۳-۱-۵- تنظیم بخار تزریقی به کویلها

همانگونه که می‌دانید بخار تزریق به کوره های کراکر باعث رقیق شدن هیدروکربنها و همچنین تنظیم زمان ماند واکنش می‌شود. در کوره های آمونیاکی، متانولی نیز بخار به کویلها تزریق می‌گردد که عملاً این بخار در واکنش شرکت می‌نماید. با توجه به توضیحات فوق تنظیم این نسبت بخار به هیدروکربن از اهمیت خاصی برخوردار است.

۳-۲- عوامل موثر در عملکرد کوره

همانطور که می‌دانید هنگامی که می‌گوئیم که کوره در بهترین وضعیت عملیاتی خود می‌باشد که میزان مصرف انرژی جهت حفظ شرایط فرآیندی طبق طراحی باشد و در طراحی نقطه عملیاتی، نقطه بهینه مصرف یوتیلیتی در شرایط نرمال کارکرد واحد می‌باشد.

عوامل مختلفی در این مورد موثر می‌باشند که می‌توان بشرح زیر بر شمرد:

۱- میزان هوای تزریقی و دود خروجی

۲- میزان اتلاف حرارتی از بدنه کوره

۳- درصد هوای اضافی

٤- دمای خوراک تزریقی به کوره

٥- دمای هوای احتراق

٦- وضعیت شعله مشعل به لحاظ تنظیم هوا و سوخت

۷- دمای دود خروجی

۱-۲-۳- میزان هوای تزریقی و دود خروجی

میزان فلوی تزریقی و همچنین دود خروجی باید به میزان طراحی باشد زیرا کمبود آن باعث احتراق ناقص سوخت و در نتیجه تولید انرژی کمتر می‌شود. زیادتر بودن این فلوها نیز باعث کاهش دمای کوره می‌گردد و جهت حفظ دمای کوره مجبور به مصرف سوخت بیشتر می‌باشیم.

همانطور که می‌دانید فقط ۲۱ درصد هوا از اکسیژن تشکیل شده است و بقیه شامل نیتروژن و گازهای خنثی می‌باشد که در واکنش احتراق نقشی ندارد ولی به دلیل قرار گرفتن در محیط واکنش احتراق، بخشی از انرژی حاصل از واکنش احتراق را جذب و به دمای کوره می‌رسد.

بنابراین به جهت کاهش اتلاف حرارتی در کوره این فلوها باید طبق طراحی تنظیم گردد.

۲-۲-۳- میزان اتلاف حرارتی از بدنه کوره

عامل اتلاف حرارتی در کوره همانا انتقال حرارت هدایتی توسط جداره ها می باشد که می توان با انتخاب عایق مناسب، این مورد را به حداقل رسانید.

۳-۲-۳- درصد هوای اضافی

همانطور که می‌دانید ۲۱ درصد هوا از اکسیژن تشکیل می‌شود و ۷۹ درصد بقیه از گازهای خنثی تشکیل می‌شوند و در واکنش احتراق نقشی ندارند.

هوای اضافی تزریقی به کوره به جهت اطمینان از کامل بودن واکنش سوختن صورت می‌گیرد بنابراین اضافه آن باعث اتلاف حرارت در کوره می‌گردد بنابراین این میزان نیز بصورت معمول روی ۱۰٪ باید حفظ گردد.

۳-۲-۴- دمای خوراک تزریقی به کوره

از آنجایی که واکنش فرایندی در دمایی خاص انجام می‌شود خوراک باید جهت انجام واکنش ابتدا به دمای واکنش برسد بنابراین هر چه خوراک در مبدل های پیش گرمکن خوراک به دمای واکنش نزدیکتر شود شرایط عملکرد کوره به شرایط ایده‌ال آن نزدیک می‌شود.

۳-۲-۵- دمای هوای احتراق

با توجه به اینکه اکسیژن و نیز گازهای خنثی موجود در هوا مانند ازت باید به دمای عملیاتی کوره برسند و برای رسیدن به این منظور بخشی از انرژی حاصل از واکنش احتراق را مصرف می‌نمایند پیش گرم نمودن هوای احتراق در بهبود عملکرد کوره بسیار موثر است بنابراین اطمینان از پیش گرم شدن مناسب هوای احتراق را باید مد نظر داشت .

۳-۲-۶- وضعیت شعله مشعلها

شعله مشعلها به لحاظ طول و رنگ باید تنظیم باشد. شعله مناسب شعله ایست که در راستای تیوب با طول مناسب و به رنگ آبی باشد که این خود گواهی از تنظیم بودن نسبت هوا و سوخت و فشار سوخت هوا و فشار باکس کوره می‌باشد

در این شرایط واکنش احتراق سوخت بوسیله هوا در شعله کامل بوده و در نتیجه ریت انتقال حرارت به تیوبها مناسب می‌باشد که این خود به معنی عملکرد کوره با راندمان مناسب می‌باشد.

۳-۲-۷- دمای دود خروجی

از آنجا که دود خروجی از باکس دوره دارای دمای واکنش احتراق می‌باشد استفاده از این حرارت در مبدلهای مختلف از جمله عواملی است که باعث بهبود راندمان کوره می‌گردد، به این معنی که در مصرف یک مقدار سوخت مشخص، از اتلاف انرژی حاصل از حمل حرارت توسط دود به خارج از سیستم جلوگیری می‌شود.

توجه داشته باشید که دمای دود در هیچ نقطه‌ای از داکت دود خروجی به زیر دمای شبنم در فشار کوره نباید برسد، زیرا یکی از گازهای تشکیل شده در واکنش احتراق بخار آب می‌باشد که این بخار آب در هنگام کندانس شدن با دی اکسید کربن تشکیل شده و یا احتمالاً گازهای گوگردی تشکیل شده در واکنش سوختن ، محیطی اسیدی را مهیا می‌نماید که باعث خوردگی سیستم کوره می‌گردد. بنابراین در حفظ عملکرد کوره با شرایط خوب حتمی استفاده از انرژی حرارتی موجود در دود باید به محدودیتهای ناشی از تشکیل کندانس نیز توجه نمود.

۳-۳- روتین چکها

در حین عملیات نرمال کوره قسمتهای مختلف آن بشرح زیر باید چک شوند.

۱- شدت جریانهای فرایندی از قبیل خوراک و بخار تزریقی به کوره باید چک شوند.

۲- دماهای مهم فرایندی باید چک شوند

۳- دمای دیوار تیوب در ناحیه تا بش شعله باید مورد توجه قرار گیرند . افزایش دمای دیواره تیوب در شرایط فرایندی ثابت برای کوره های کراکرنشانه تشکیل کک و برای کوره های کاتالیکی نشانه های بی اثر یا کم اثر شدن فعالیت کاتالیست در آن نقطه می‌باشد.

٤- دمای خروجی کویل نیز از جمله مواردی است که باید بدان توجه نمود زیرا می‌تواند نمایشگر خوبی از بهره واکنش باشد بطور مثال در کوره های کراکر اتیلن ، کاهش هر ۱۰ درجه سانیگراد دمای خروجی ، یک درصد بهره واکنش را کاهش می‌دهد

۵- مبدلهای بازیابی حرارت در قسمت خروجی تیوب نیز مورد توجه باید قرار گیرد

٦- افزایش دمای خروجی مبدلهای بازیابی حرارت در قسمت تیوب در شرایط فرایندی ثابت نشانه ای از تشکیل کک در تیوبها می‌باشد

فشار در ورودی پیش گرم کن خوراک یکی از فشار های مهم عملیاتی می‌باشد. افزایش این فشار یکی از نشانه های افزایش افت فشار در طول کوره می‌باشد که خود ناشی از تشکیل کک در کوره های کراکر یا کم شدن فعالیت کاتالیست در کوره های کاتالیستی می‌باشد.

۷- فشار در نازلهای ***Laval***

فشار در بالا دست این نازلها بستگی به لوله کوره داشته و در برید عملیات کوره ثابت می‌باشد. افزایش فشار در پایین دست نازلهای ***Laval*** نشان دهنده تشکیل کک در کوره های کراکر در کویلهای قسمت تابش کوره می‌باشد. این فشار باید حداقل روزانه یکبار ثبت شود.

۸- فشار خروجی کویلهای کوره یکی دیگر از نقاط مهم فرایندی واحد می‌باشد، افزایش فشار بالا دست این نقطه در یک لود ثابت کوره و فشار ثابت ورودی پائین دست کوره همگی نشانه افزایش میزان کک در تیوبها مبدلهای بازیابی حرارت جریان فرایندی کوره می‌باشد.

۹- فشار سوخت کوره

در یک شرایط عملیاتی ثابت مقدار حرارت انتقال یافته ناشی از واکنش احتراق سوخت در کوره ثابت می‌باشد. حال به هر نحو فشار سیستم سوخت تغییر یابد طبیعی است فلو سوخت ورودی به کوره تغییر و در نتیجه حرارت انتقال یافته به کوره تغییر می‌یابد که خود باعث عوض شدن شرایط فرایندی کوره می‌گردد.

در واحدهای نفتی بصوت معمول از سوختهای مختلف استفاده می‌شود که یکی از آنها، سوخت واحد (مواد زائد گازی جدا شده در واحد) می‌باشد که می‌تواند با تغییر شرایط فرایندی واحد، سبب تغییر در سیستم سوخت گردد. این تغییر می‌تواند بصورت تغییر فشار ، تغییر ترکیب درصد و تغییر در ماده باشد. در خصوص تغییر در ترکیب درصد سوخت نیز می‌توان اشاره نمود که محاسبات طراحی و عملیاتی کوره بر مبنای ترکیب درصد خاصی از سوخت می‌باشد که این خود دارای یک ارزش حرارتی خاصی می‌باشد.

حال هرگونه تغییر در ترکیب درصد سوخت منتج به تغییر در ارزش حرارتی سوخت و در نتیجه تغییر حرارت انتقال یافته به کوره در اثر واکنش احتراق سوخت می‌گردد که در نهایت سبب تغییر شرایط فرآیندی واحد می‌گردد.

۱۰- فشار داخل کوره یکی از موارد مهم در کنترل می‌باشد که حساسیت زیادی را به لحاظ فرایندی و عملیاتی داراست. فشار باکس کوره باید بین ۳ تا ۵ میلیمتر آب کنترل شود. در صورت بالا رفتن این فشار و در بدترین شرایط ، مثبت شدن این فشار، انتشار شعله به بیرون حاصل خواهد شد.

در این شرایط به هیچ عنوان نباید دریچه های بازبینی کوره را باز نمود. این افزایش فشار همچنین باعث بهم خوردن ترکیب هوا و سوخت در مشعل شده که همانا باعث تغییر در شرایط احتراق و در نتیجه شرایط فرایندی می‌گردد.

۱۱- درصد اکسیژن در دور خروجی کوره یکی از نقاط مهم فرآیندی و پر اهمیت ایمنی واحد می‌باشد. به لحاظ فرایندی افزایش این میزان یعنی ورود مقدار بیشتر گازهای خنثی موجود در هوا, که باعث افزایش مصرف سوخت در حفظ شرایط دمایی کوره می‌باشد (همه گازهای درون کوره، اعم از گازهای شرکت کننده در واکنش احتراق و گازهای خنثی نسبت به واکنش احتراق ، باید به دمای کوره برسند).

کاهش میزان اکسیژن نیز باعث ناقص سوختن سوخت و در نتیجه کاهش راندمان واکنش احتراق می‌گردد. یکی دیگر از مسائل به وجود آمده در جریان سوختن ناقص سوخت به وجود آمدن می‌باشد که در خود کوره می‌تواند با اکسیژن واکنش داده و حرارت ایجاد نماید.

توجه داشته باشید شرایط ایده آل کنترل کوره، انجام واکنش های احتراقی در مشعلها می‌باشد و وجود این واکنش سوختن در کوره (که عمدتا غیر قابل کنترل نیز می‌باشد) مطلوب نیست.

در برخی کوره ها خوراک از مبدلهای بیش گرم کن که در مسیر دود تعبیه شده عبور نمود و سپس وارد کوره می‌گردد باید توجه نمود که در طراحی کوره ها, در ورودی و خروجی مسیر دود این مبدل ها, حتما آنالیز اکسیژن را مد نظر قرار داد.

کاهش میزان اکسیژن در مسیر دود، بعد از عبور از این مبدلها، در صورت ثابت ماندن آنالیز ورودی اکسیژن نشانه سوراخ شدگی این مبدل و نشت گاز به درون دود می‌باشد که این خود باعث ایجاد واکنش های احتراق ناخواسته در این نقطه می‌شود .

۱۲- آنالیز گازهای فرایندی خروجی از کوره مهمترین موردی است که در کوره های فرایندی باید به آن توجه نمود.

توجه نمایید در کوره های فرایندی مقصود اصلی تبدیل مواد اولیه به مواد محصول می‌باشد. حال هرگونه تغییر در آنالیز گازهای خروجی بیانگر مناسب نبودن شرایط فرایندی می‌باشد. میزان تبدیل مواد اولیه به مواد محصول و اطلاع از شرایط مورد نیاز برای انجام واکنش مناسب راهنمای مناسبی در جهت عملیات مناسب کوره برای رسیدن به بالاترین راندمان عملیاتی می‌باشد.

۴-۳- کک و اثرات آن بر عملکرد کوره

توجه داشته باشید که کک تشکیل شده در کوره‌های کراکر باعث مسائل زیر می‌شود.

- کاهش انتقال حرارت

از آنجا که ضریب انتقال حرارت ***Coke*** با فلز متفاوت است این انتقال حرارت از کوره به سیال فرایندی موجود در کویل سخت تر صورت می‌گیرد. در نتیجه جهت حل این مشکل و بهبود درصئ تبدیل مجبور به افزایش دمای کوره می‌باشیم که این خود دارای محدودیت های مکانیکی و ساختاری می‌باشد.

- کاهش سطح عبور سیال

با ضخیم شدن لایه کک تشکیل شده روی سطح تیوب عملا از سطح عبور سیال فرایندی در درون تیوب کاسته شده که این امر یاعث افزایش سرعت سیال در تیوب می‌گردد. در یک شرایط خاص در این شرایط همچنین فلوی گاز عبوری نیز کاهش می‌یابد که خود باعث افزایش زمان ماند در کوره می‌گردد.

- رابچر شدن کویل

با توجه به این که ضریب انبساط حرارتی کویل با کک متفاوت است در مواقع ***Shut Down*** واحد و انقباض کویل به دلیل مذکور تیوپ دچار آسیب دیدگی و گاهی رابچر می‌شود که خود این عامل باعث توقف تولید می‌گردد.

با توجه به موارد مذکور برای کوره‌های کراکر معمولا یک زمان کارکرد نرمالی را در نظر می‌گیرند که به آن ***Running Time*** گویند. این دوره معمولا بین ۶۰ تا ۹۰ روز بسته به شرایط کارکرد کوره و نوع سیال فرایندی متغیر می‌باشد توجه داشته باشید که عملا طراحی که زمان کارکرد بالاتری را برای کوره ارائه دهد برای فرایند مناسب تری می‌باشد زیرا زمان توقف تولید یا کاهش ظرفیت واحد به دلیل از بین بردن کک کوتاه تر می‌باشد

توجه داشته باشید یکی از دلایل اصلی استفاده از چند کوره به جای یک کوره یک پارچه در کوره‌های کراکر همین عملیات کک زدایی و کاهش ظرفیت واحد می‌باشد. در عملیات مربوط به کوره‌ها باید به توزیع حرارت در کوره توجه خاصی داشت زیرا که این امر خود مبنایی برای طراحی در این کویل ها و مشعل ها می‌باشد. بحث توزیع حرارت در کوره‌ها را به دو قسمت توزیع حرارت در کویل و توزیع حرارت در باکس کوره تقسیم می‌نماییم.

۱-۴-۳- عملیات دی کک نمودن کوره

دستورالعمل کلی در جهت جداسازی کک در کویل ها و نیز مبدل های مسیر گازهای کراکر شده در کوره های کراکر, استفاده از مخلوط هوا و بخار با سرعت عبوری بالا از تیوب ها و کویل ها می‌باشد. واکنش احتراق صورت گرفته بین کک و هوا باید دقیقا تحت کنترل باشد و این کنترل بوسیله نسبت بخار و هوا و دما صورت می‌گیرد. زمان دی کک نمودن کوره ها بسته به کک تشکیل شده دارد , که این خود به سیال فرآیندی عبوری در عملیات زمان بستگی دارد.

بطور مثال میزان کک تشکیل شده در کوره ها ی الفین با خوراک اتان کمتر از کوره های الفین خوراک نفتا می‌باشد ولی کک تشکیل شده از اتان به مراتب سخت تر از کک نفتا می‌باشد. در نتیجه زمان دی کک در این کوره ها بسته به نوع سیال فرایندی خوراک، متفاوت می‌باشد. بصورت کلی این زمان را صدور ۳۶ ساعت در نظر می‌گیرند.

اطمینان از وجود یا عدم وجود کک، بوسیله اندازه گیری درصد CO_2 خروجی کویلها می‌باشد توجه داشته باشید که در انتهای عملیات دی کک نمودن کوره میزان CO_2 اندازه گیری شده رو به کاهش می‌رود. نکته دیگر قابل توجه شناسایی زمان پایان دوره کارکرد کوره و نیز شروع عملیات دی کک نمودن کوره می‌باشد که با علائم زیر مشخص می‌گردد.

۱- دمای دیواره تیوب در قسمت تابش کوره

همانگونه که می‌دانید با افزایش نشست کک در دیواره کوره میزان انتقال حرارت از کوره به سیال فرایندی از طریق دیواره کوره به دلیل افزایش مقاومت حرارتی کاسته شده و در نتیجه ، جهت جبران سرعت واکنش ، مجبور به افزایش دمای کوره می‌باشیم.

این افزایش دما دارای محدودیتهای مکانیکی می‌باشد و مجاز به افزایش دما بالاتر از $1100\ ^oC$ (محدودیتها مکانیکی مربوط به مقاومت) نمی‌باشیم

۲- شرایط عملیاتی در نازلهای ***laval***

۳- افزایش بیش از حد دما بعد از مبدلهای بازیابی حرارت ، باید مورد توجه قرار گیرد.

با توجه به محدودیتهای مکانیکی مربوط به جنس مواد این مبدلها، مجبور به انجام عملیات دی کک می‌شویم. این مورد نیز با توجه به کوره های مختلف و نیز خوراک های مختلف متفاوت

می‌باشد مثلا در کوره های الفین با خوراک نفتا این دما $450\ C^o$ و با خوراک اتان حدود $430C^o$ می‌باشد.

٤- افزایش فشار در خروجی کوره

درجه فولینگ در مبدل های بازیافت حرارت، بعد از تیوپهای کوره، نشانه خوبی از زمان کارکرد کوره می‌باشد.

۲-۴-۳- دستور العمل عملیات دی کک نمودن کوره

آماده سازی های اولیه برای انجام عملیات دی کک نمودن کوره عبارتند از:

۱- دمای خروجی تیوبها باید به آهستگی کاهش یابد.

۲- در حالی که نسبت هیدروکربن به بخار رقیق ساز تحت کنترل می‌باشد خوراک هیدروکربنی به آهستگی و بصورت مرحله ای کاهش می‌یابد.

۳- تزریق ***DMDS*** در کوره های کراکر که به جهت پوشش سطح فلز و همچنین کاهش میزان تشکیل کک صورت می‌گیرد باید قطع گردد.

٤- بعد از اینکه جریان خوراک کوره قطع گردید به آهستگی شروع به کاهش دمای خروجی کوره می‌نمائیم.

٥- با پایین آمدن دما نیاز است که حرارت تولید شده در شعلها نیز کاهش یابد در این راستا به منظور حفظ فشار سوخت و دور شدن از محدوده فشار سوخت ، برخی مشعلها را از سرویس خارج می‌نمائیم.

٦- بعد از قطع نمودن خوراک کوره مدتی کوره را بوسیله بخار پرج می‌نمائیم و از عدم وجود هیدروکربن در تیوبها مطمئن می‌شویم.

۷- مسیرهای دی کک را برقرار می‌نمائیم مثلا بخار را از واحد برقرار می‌نمائیم و پایین دست کوره را نیز آماده می‌نماییم.

۳-۴-۳- مراحل انجام عملیات دی کک کوره

۱- دمای کوره در ۸۲۰ درجه سانتیگراد (برای کوره های کراکر الفین) با تزریق بخار به اندازه کافی و نیز تنظیم فشار سوخت صورت می‌دهیم. توجه داشته باشید که درجه حرارت در کوره های مختلف جهت انجام عملیات دی کک متفاوت می‌باشد.

۲- در طول عملیات دی کک کوره دمای دیواره کویل و دمای فرایند باید چک شود و از داغ شدن بیش از حد پرهیز شود.

۳- فشار باکس کوره باید تنظیم در حدود ۵- میلیمتر آب ثابت نگه داشته شود

مرحله ۱

در زمان یک ساعت باید میزان هوا به بخار به اندازه ۰/۱ تنظیم و برای ۹ ساعت حفظ گردد این کار بوسیله بازکردن آهسته ولو هوای ورودی کوره و در ادامه رساندن آن به میزان محاسبه شده صورت می‌گیرد میزان هوای مورد نیاز برای تنظیم نسبت ۰/۱ با توجه به میزان فلوی بخار تزریقی به کوره صورت می‌دهیم.

در این شرایط کک موجود در سطوح داخلی شروع به سوختن می‌نماید که همچنین امر موجب افزایش دما می‌گردد در نتیجه کنترل دمای خروجی تیوب از اهمیت وافری برخوردار است. در صورت بروز افزایش دما بیش از حد میزان هوای تزریقی به کوره باید کاهش داد و دمای کویل را کنترل نمود. بعد از این ۹ ساعت میزان دی اکسید کربن موجود در هوای کک خروجی به کمتر از ۲٪ حجمی می‌رسد. در این صورت می‌توان مرحله بعدی را آغاز نمود.

عوامل محدود کننده، دمای خروجی کویل و افزایش نسبت هوا به بخار بشرح زیر می‌باشد

- زمان به ازای هر مرحله نباید بیش از حد افزایش یابد.
- هیچ نقطه داغی روی تیوب نباید تشکیل گردد
- میزان CO_2 موجود در هوای دی کک خروجی باید کمتر از میزان مجاز باشد.

مرحله ۲

در یک ساعت دمای خروجی کوره را بتدریج به $850\ ^oC$ رسانید و این شرایط برای ۳ ساعت ثابت نگه داشته شود.

مرحله ۳

در عرض یک ساعت نسبت هوا به بخار را به ۲٪ افزایش داده و این شرایط برای یک ساعت ثابت نگه داشته می‌شود. در حین این عملیات باید تشکیل ***hot spot*** در دیواره توجه نمائیم و میزان افزایش دمای خروجی نباید از میزان مجاز تجاوز نماید و در صورت بوجود آمدن شرایط مذکور باید از میزان هوای تزریقی باید کاست.

بعد از یک ساعت در صورتیکه میزان CO_2 در هوای دی کک خروجی باید کمتر از یک درصد حجمی رسید می‌توان مرحله بعد را آغاز نمود.

مرحله ٤

در عرض یکساعت نسبت هوا به بخار باید ۰/۲ به ۰/٤ برسد و این شرایط برای یکساعت حفظ گردد. شرایط بازرسی را طبق مراحل قبل انجام می‌دهیم و اگر بعد از یکساعت درصد حجمی Co_2 به یک درصد حجمی در هوای دی کک خروجی رسید می‌توان مرحله بعد را آغاز نمود.

مرحله ۵

در عرض یکساعت نسبت هوا به بخار باید ۰/٤ به ۰/۸ رسید و این شرایط برای یک ساعت حفظ گردد. مراحل را همانند مراحل قبل بازرسی از کوره را انجام داده و در صورت رسیدن درصد CO_2 به یک درصد حجمی در هوای دی کک خروجی مرحله بعد را آغاز می‌نمائیم

بعد از این مرحله، کویلها در قسمت تابشی کوره باید تمیز شده باشد و در مراحل بعدی عملیات دی کک مبدلهای بازیابی حرارت در مسیر فرایند مورد تمیز کاری قرار می‌گیرد.

مرحله ٦

در عرض یک ساعت نسبت هوا به بخار را از ۰/۸ به ۱/۵ رسانیده و شرایط برای ۱۲ ساعت حفظ می‌نمائیم.

مرحله ۷

در عرض یکساعت جریان بخار را به دو برابر میزان اولیه خود برسانید و همزمان با کاهش هوای تزریقی به کوره دمای خروجی کویلها را از $850\ ^oC$ به 800^oC کاهش می‌دهیم.

در این مرحله آهسته آهسته بخار تزریقی را از بخار یوتیلتی به بخار فرایند تغییر می‌دهیم و دمای خروجی تیوب کوره را بتدریج به $750\ ^oC$ می‌رسانیم.

در این مراحل عملیات دی کک نمودن حرارتی تیوبها و مبدلهای بازیابی حرارت سیال فرایندی کوره با موفقیت به انجام می‌رسد.

جدول مراحل و زمانی دی کک نمودن یک کوره به عنوان نمونه ارائه می‌گردد.

All rates are given per furnace, there are two (2) control valves per furnace.						
Step	*Duration of Step hours*	*Total Time hours*	*Process Temp. Furnace out °C*	*Process Steam Flow per 24 Passes kg/h*	*MP Steam Flow per 24 Passes kg/h*	*Air Flow per 24 Passes kg/h*
Start			*820*	*25000*	*0*	*0*
Change of Steam	*1.0*	*1.0*	*820*	*0*	*25000*	*0*
Transition	*1.0*	*2.0*	*820*	*0*	*25000*	*2500*
Step 1	*9.0*	*11.0*	*820*	*0*	*25000*	*2500*
Transition	*1.0*	*12.0*	*850*	*0*	*25000*	*2500*
Step 2	*3.0*	*15.0*	*850*	*0*	*25000*	*2500*
Transition	*1.0*	*16.0*	*850*	*0*	*25000*	*5000*
Step 3	*1.0*	*17.0*	*850*	*0*	*25000*	*5000*
Transition	*1.0*	*18.0*	*850*	*0*	*20000*	*8000*
Step 4	*1.0*	*19.0*	*850*	*0*	*20000*	*8000*
Transition	*1.0*	*20.0*	*850*	*0*	*15000*	*12000*
Step 5	*1.0*	*21.0*	*850*	*0*	*15000*	*12000*
Transition	*1.0*	*22.0*	*850*	*0*	*10000*	*15000*
Step 6	*12.0*	*34.0*	*850*	*0*	*10000*	*15000*
Transition	*1.0*	*35.0*	*800*	*0*	*17000*	*0*
Change of Steam [1)]	*1.0*	*36.0*	*750*	*17000*	*0*	*0*
	1.0	*36.0*	*770*	*25000*	*0*	*0*

خودآزمایی)

۱- وجود هوای اضافی چه اثری بر عملیات کوره دارد؟

۲- اگر پروفایل دمایی در طول کویل ثابت نباشد چه اتفاقی ممکن است روی دهد؟

۳- در بازدیدهای چشمی، تیوبها باید چه وضعیتی داشته باشد؟

٤- نقش بخار تزریقی به کویلها چیست؟

۵- عوامل موثر بر کنترل کوره را نام برده و نحوه اثر هر یک توضیح دهید.

٦- مواردی را که باید در طول عملیات کوره بصورت روتین چک شوند نام ببرید.

۷- عملیات دی‌کک نمودن را شرح دهید.

فصل چهارم: راه‌اندازی و توقف کوره

اهداف)

۱) آشنایی با راه‌اندازی نرمال کوره

۲) آشنایی با عوامل توقف اضطراری کوره

۳) آشنایی با مراحل خشک کردن کوره

۱-۴- راه اندازی نرمال کوره

در عملیات راه اندازی کوره باید در نظر داشت که این راه اندازی برای نرمال است و یا راه اندازی اولیه. راه اندازی یک کوره دارای پیش نیازهای خاصی می‌باشد که باید در ابتدای امر فراهم نمود بصورت کلی این پیش نیازها عبارتند از:

- سیستم باید آماده راه اندازی شده باشد
- همه تیوبها و مسیرها تمیز شده باشند و عملیات تمیز کاری (شیمیایی- بوسیله مدیا- مکانیکی) بصورت کامل انجام شده باشد.
- تمامی تجهیزات واحد باید به لحاظ نصب مکانیکی مطابق ***P&ID*** چک شده باشند.
- تجهیزات دوار نیز چک شده باشند.
- تمامی لوپهای کنترل چک شده باشند.
- یوتیلیتی در واحد در دسترس باشد.
- ولوهای مسیر فرآیند و سوخت بصورت کامل بسته باشند.
- عملیات خشک نمودن قسمتهای آجرکاری کوره به درستی انجام شده باشد.
- مشعلها چک شوند که به درستی نصب شده اند.
- سوراخهای روشن نمودن مشعلها مورد بازرسی قرار گرفته و از باز بودن آن اطمینان حاصل می نمائیم.
- کویلها ونازلهای ورودی آن تمیز و عاری از آشغال باشند.
- دریچه های دسترسی کوره مورد بازرسی قرار گرفته اند و از بسته بودن آنها مطمئن باشیم.
- ولوهای سوخت و هوای مشعل تمیز شده و قابل عملیات باشند.

- سیستم ***leak test*** مربوط به تست افت فشار سوخت مورد بررسی قرار گرفته و از صحت عملکرد آن مطمئن شویم.
- سیستم های***BFW*** و بخارسازی تمیز و آماده باشند.
- سیستم ها باید تخلیه شده و سپس بوسیله ازت برج شده باشند و در نهایت ***Box up*** شده باشند.
- تمامی اینتر لاکها و سیستم های توقف اضطراری طبق دستور العمل سازنده نصب و در بهترین شرایط تنظیم شده باشند.
- سیستم های ایمنی کوره چک شوند واز صحت عملکرد آنها اطمینان حاصل گردد.
- همه کنترل ولوها بسته باشند و در صورت لزوم حاصل گردد.
- سیستم بخار فرآیند آماده بهره برداری باشند.
- سیستم‌های پیش گرم کن خوراک و آب ***BFW*** و... آماده در سرویس گذاشتن باشند.
- قسمتهایی که باید بصورت چرخشی در سرویس باشند لول گیری و آماده راه اندازی می‌گردد.
- پمپ ***BFW*** در سرویس قرار داده شود.
- سیستم های جمع آوری کندانس در سرویس قرار داده شود.
- سیستمهای تخلیه آبهای سطحی و درین ها در سرویس قرار داده شود.
- سیستم های تزریق مواد شیمیایی آماده راه اندازی باشد.

بعد از اطمینان از فراهم بودن پیش نیازهای فوق الذکر، مقدمات راه اندازی را به شرح زیر فراهم می نمائیم.

- قبل از فشارگیری سیستم سوخت مجدداً چک می‌نمائیم که ولو تمام مشعلها بسته باشد.
- بوسیله سیستم تزریق آب ***BFW*** سیستم بخار سازی را لول گیری می‌نمائیم.
- مسیر کوره های را در مسیر ***Decoking*** را برقرار می‌نمائیم.

این مورد در خصوص کوره های کراکر صدق می‌نماید و در خصوص کوره های آمونیاک و متانول با توجه به اینکه در ابتدای امر باید سیستم چرخشی ازت برابر قرار نمائیم بگونه دیگر می‌باشد.

- فن های دمنده و مکنده کوره را روشن نموده و با یک فلوی کم، فشار باکس کوره را بین ۱- تا ۵- میلیمتر آب تنظیم می نمائیم.

لازم به ذکر است بعد از روشن نمودن مشعلها و نیاز به هوای احتراق بیشتر، این فشار همواره باید در همین رنج ثابت نگه داشته شود. این کار با افزایش دور همزمان فن دمنده هوا و فن مکنده دود صورت می‌گیرد.

- مسیر سوخت بوسیله نیتروژن پرج می‌شود (این کار در جهت جلوگیری از تشکیل مخلوط هوا و سوخت در این سیستم می‌باشد).
- بلایند روی مسیر سوخت (ولوهای اصلی سوخت) باز می‌شوند.
- مسیر سوخت بوسیله نیتروژن تا کاک ولوهای مشعل پرج می‌شوند.
- ولوهای اصلی سوخت باز شده و مسیر ***leak test*** برقرار می‌شود.
- در صورت موفق بودن عملیات ***leak test*** وعدم وجود هرگونه نشتی در سیستم سوخت ، روشن نمودن مشعلها را می‌توان آغاز نمود.

برای این کار ابتدا سیستم سوخت را تحت یک فشار کم از گاز سوخت قرار می‌دهیم و سپس اقدام به روشن نمودن یک مشعل می‌نمائیم. روشن نمودن مشعلها باید بصورتی باشد که کوره بصورت

یکنواخت گرم گردد. در برخی کوره ها نظیر کوره های کراکر این کار حتماً باید طبق یک دستورالعمل خاص (دستورالعمل طراحی) صورت گیرد.

برای روشن نمودن مشعلها باید دستورالعمل زیر را رعایت نمود:

۱- کاک ولو همه مشعلها بسته باشند.

۲- ولو اصلی سوخت باید باز گردد.

۳- سیستم سوخت بوسیله کنترل ولو آن تحت فشار قرار می‌گیرد.

٤- فشار باکس کوره در حدود $3\ mmH_2O$ تنظیم می‌شود.

۵- قبل از روشن کردن اولین مشعل، تست انفجار کوره باید با سوخت صورت گرفته باشد.

٦- وسیله روشن نمودن مشعل را در محل آن قرار داده و ولو هوای آن مشعل را باز و پس ولو سوخت را کمی باز نموده ومشعل را روشن می‌نمائیم.

از روشن بودن این مشعل از طریق مشاهده شعله از طریق ***pip hole*** ها اطمینان حاصل می‌نمائیم. توجه داشته باشید که معمولاً در سیستم های سوخت کوره سیستمی نصب می‌گردد که بعد از صدور مجوز برای روشن نمودن مشعل، تنها زمان محدودی را جهت روشن نمودن اولین مشعل در اختیار قرار می‌دهد و در صورت روشن نشدن مشعل در این زمان، دستورالعمل روشن نمودن مشعلها دوباره تکرار می‌گردد.

این کار به جهت جلوگیری از تشکیل مخلوطهای هوا و گاز در درون باکس کوره صورت می‌گیرد و اولین اقدام آن، پرج کوره برای یک زمان معین می‌باشد.

۷- در ادامه با روشن نمودن تعداد بیشتری از مشعلها، کوره و سیستم های آن را با ریت ۳۰ ℃ در هر ساعت گرم می‌نمائیم.

برای توزیع بهتر دما در طول کوره، بهتر است این کار را بوسیله پائین نگه داشتن فشار سیستم سوخت و در سرویس قرار دادن تعداد بیشتری از مشعلها صورت داد.

۸- طبق شرایط فوق الذکر کوره های تا دمای ۲۵۰ ℃ گرم می‌نمایند.

در کوره هایی که باید تزریق بخار صورت گیرد این کار فقط از این دما مجاز می‌باشد زیرا، باید از تشکیل کندانس در تیوبهای کوره ممانعت بعمل آورد. این کار در کوره های کراکر به جهت جلوگیری از ***block*** شدن سیستم توسط مایع صورت می‌گیرد.

این کار در کوره‌های کاتالیستی به جهت جلوگیری از رسیدن خسارت به کاتالیست صورت می‌گیرد (کاتالیست ها بصورت معمول در تماس با آب ساختار خود را از دست می‌دهند و بصورت یک توده خمیری در می‌آیند که باعث از بین رفتن کاتالیست می‌شود)

۹- عملیات گرم نمودن کوره را همراه با تزریق بخار، تا دمای تزریق خوراک ادامه می‌دهند.

۱۰- بعد از تزریق خوراک، شرایط دمایی کوره را به شرایط فرآیندی می‌رسانیم.

توجه داشته باشید که در مراحل مختلف باید یک توقف کوتاه نموده و کلیه شرایط فرآیندی وسایر شرایط کوره را مورد بازرسی قرار دهیم. در صورت عدم وجود مشکل عملیات گرم نمودن را ادامه می دهیم و در غیر اینصورت ابتدا مشکل را شناسایی و پس از رفع آن مبادرت به گرم نمودن بیشتر کوره می‌نمایئم.

تزریق خوراک نیز به همین صورت است یعنی تزریق خوراک را تا میزان ***turn down ratio*** انجام داده و پس از چک نمودن شرایط فرآیندی و سایر شرایط کوره، مبادرت به افزایش میزان خوراک می‌نمائیم.

تا اینجا فقط به گرم نمودن خود کوره پرداختیم. توجه داشته باشید که در راستای گرم نمودن کوره، سیستم‌های جانبی آن نظیر سیستم بخار سازی، پیش گرم کن های مختلف نیز در سرویس قرار می‌گیرد که بشرح آن خواهیم پرداخت.

از هنگامیکه بخار به کویلهای کوره تزریق می‌گردد به دلیل بالاتر بودن ظرفیت گرمای ویژه بخار ریت انتقال حرارت تغییری می‌یابد و در تنظیم ریت ۳۰ درجه افزایش دما باید دقت بیشتری بعمل آورد.

در هنگام سرویس قرار دادن مسیرهای بخار باید توجه بسیاری در گرم نمودن مسیر آن نمود و کلیه کندانسهای تشکیل شده در اثر این گرم نمودن را به جهت جلوگیری از همرینگ در سیستم از خطوط لوله خارج نمود. درحین فرآیند گرم کردن کوره ، بخارسازی نیز در کوره صورت می‌گیرد.

در ابتدای امر با باز نمودن ونتهای روی مسیر ***steam drum*** اقدام به تخلیه هوای موجود در سیستم بخار سازی می‌نمائیم هنگامیکه از وجود بخار در***steam drum*** مطمئن شدیم این ونتها را بسته و مسیر بخار خروجی ***steam drum*** را به اتمسفر برقراری می‌نمائیم.

با افزایش دمای کوره، حرارت انتقال یافته به سیستم بخارسازی نیز بیشتر شده و در نتیجه فشار و میزان بخار خروجی از سیستم بخارسازی نیز بیشتر می‌شود. با رسیدن فشار بخار به حد مناسب می‌توان از آن در کوره استفاده نمود و از مصرف بخار یوتیلیتی کاست. سیستم های بلودان و نیز تزریق مواد شیمیایی مربوط به سیستم بخارسازی نیز باید بصورت نرمال در سرویس قرار داده شوند تا از بروز خوردگی و تشکیل رسوب در سیستم جلوگیری شود.

در روشن نمودن مشعلها توجه داشته باشید که تا دمای خود اشتعالی کوره، همواره به یک روشن کننده نیاز داریم و بعد از آن، گاز به محض رسیدن به فضای کوره بصورت خود به خود می‌سوزد.

۲-۴- متوقف نمودن کوره ها

۱-۲-۴- عوامل توقف اضطراری کوره

همانگونه که می‌دانید حجم سرمایه‌گذاری در واحدهای نفتی بسیار بالا می‌باشد در نتیجه عملیات نرمال و ایمنی این واحدها یکی از مهمترین اصول در بهره برداری یک واحد می‌باشد. به منظور حفظ واحد و عدم ایجاد خسارت در اثر مشکلات فرایندی و مکانیکی سیستم‌های ایمنی برای واحدهای نفتی طراحی می‌گردد.

در همین راستا سیستم‌های ایمنی را برای جلوگیری از شرایط زیر در نظر می‌گیرند تا در صورت بوجود آمدن این شرایط این سیستم عمل نموده و کوره را از سرویس خارج می‌نماید.

عوامل زیر را می‌توان در توقف اضطراری واحد بر شمرد.

- از سرویس خارج شدن فن دمنده هوا

از سرویس خارج شدن فن دمنده هوا دو تاثیر مهم بر عملیات نرمال کوره می‌گذارد. اولین اثر ان کمبود اکسیژن در مشعل ها و در نتیجه احتراق ناقص می‌باشد. عامل مهم این اثر احتمال تجمع سوخت بدون هوا در باکس می‌باشد که بسیار خطرناک می‌باشد.

عامل بعدی بهم خوردن فشار باکس کوره می‌باشد به این ترتیب که از سرویس خارج شدن فن دمنده هوا باعث کاهش بیش از حد فشار باکس کوره می‌شوند که خود باعث این خسارت (جمع شدن باکس کوره و نیز ریختن دیوارهای عایق کوره) می‌گردد.

جهت جلوگیری از عوامل بعمل آمده در سیستم اینتر لاک، اینتر لاکی که کوره را در صورت توقف فن دمنده هوا از سرویس خارج نماید باید طراحی گردد.

- از سرویس خارج شدن فن مکنده دود

در صورت از سرویس خارج شدن فن مکنده دود فشار باکس کوره افزایش یافته که علاوه بر ایجاد خطر و انتشار شعله به بیرون از باکس کوره از طریق دریچه‌های تعبیه شده باعث دودزدگی در کوره و احتراق ناقص نیز می‌گردد.

جهت ایمنی کارکرد کوره در سیستم اینترلاک یک سیگنال از خروجی ***ESD*** مربوط به فن مکنده دود به اینتر لاک از سرویس خارج شدن کوره طراحی می‌گردد.

- فشار باکس کوره

همانگونه که در قبل توضیح داده شد افزایش و یا کاهش بیش از حد فشار باکس کوره باعث ایجاد خسارت و کارکرد ناایمن کوره می‌شود. به این جهت سوئیچ‌هایی را جهت اندازه‌گیری این فشارهای غیر نرمال طراحی که در صورت عمل نمودن آن، کوره ها از سرویس خارج گردد.

- دمای بالای دود

همانگونه که می‌دانید گرمترین نقطه در کوره حول شعله مشعل می‌باشد. بنابراین هرگونه افزایش دما در هر نقطه از کوره که بیشتر از این مقدار باشد غیر نرمال بوده و حاکی از یک واکنش احتراق دیگر در باکس کوره می‌باشد.

جهت شناسایی این مورد باید به آنالیزهای اکسیژن نصب شده قبل و بعد از مبدلهای پیش گرم کن مواد هیدروکربنی توجه خاص نشان داد. در صورت کاهش درصد اکسیژن بعد از این مبدلها و افزایش دما در این نقاط، به سوراخ شدگی تیوبهای این مبدلها پی می‌بریم که باید در اسرع وقت کوره از سرویس خارج و اقدام به تعمیرآن نمود.

جهت رفع این مشکل یک سوئیچ طراحی که در صورت افزایش بیش از حد دما در این نقطه دما را اندازه گیری و به سیستم اینترلاک کوره جهت از سرویس خارج نمودن کوره اقدام نماید.

- کاهش ارتفاع مایع در ***steam drum***

در صورتیکه کوره دارای سیستم بخارسازی باشد یکی از عوامل سهم کنترلی و عملیات کوره شرایط نرمال سیستم بخارسازی کوره می‌باشد. یکی از عوامل مهم در راستای موضوع فوق‌الذکر کنترل سطح مایع موجود در ***Steam drum*** می‌باشد.

از آنجایی که لوله های انتقال حرارت سیستم بخارسازی در تبادل حرارت با یک سیال داغ (جریان فرآیندی یا دود خروجی) می‌باشد در صورت قطع جریان آب، این لوله‌ها و مبدلهای موجود در مسیر، بیش از حد داغ شده و احتمال بروز خسارت وجود دارد.

این مورد حتی در صورت از سرویس خارج شدن کوره نیز وجود دارد زیرا عملا تا خنک شدن باکس کوره آب موجود در سیستم بخار سازی تبدیل به بخار می‌گردد که خود به عامل فوق کمک می‌نماید. در راستای جلوگیری از بروز خسارتهای مذکور سطح مایع ***Steam drum*** به عنوان اینترلاک از سرویس خارج نمودن کوره طراحی می‌گردد.

- افزایش دمای بخار فشار بالا در سوپر هیتر بخار

بخار تولید شده در مبدلهای بخارسازی جهت استفاده باید به بخار فوق سوپر هیت تبدیل شود. این عملیات در مبدلهای سوپر هیتر که معمولا در داکت دود تعبیه شده اند صورت می‌گیرد.

بین مراحل سوپر هیتر جهت کنترل دما از یک سیستم کنترل دما استفاده می‌شود که با تزریق آب ***BFW*** دمای بخار کنترل می‌نماید. حال به هر دلیل فلوی بخار عبوری از این مبدل کاهش یابد تیوبهای این مبدل بیش از حد داغ شده و احتمال بروز خسارت وجود دارد. در این شرایط در طراحی سیستم اینترلاک، یک سوئیچ جهت اندازه گیری این دما و در صورت دور بودن از شرایط نرمال عملیاتی باعث از سرویس خارج شدن کوره گردد لحاظ می‌نمایند .

- دمای سیال فرایندی خروجی از کوره

دمای خروجی نشانگر بسیار خوبی برای وضعیت واکنش های موجود در تیوب کوره می‌باشد. افت این دما نشانه‌ای از مناسب نبودن شرایط واکنش می‌باشد و معرف بوجود آمدن محصولات فرعی می‌باشد.

توجه داشته باشید که مبدل‌های بازیابی حرارت در مسیر فرایند یکی از عوامل کنترل زمان اقامت در کوره می‌باشد به این نحو که مواد اولیه پس از واکنش در تیوبهای کوره های فرایندی باید سریعا از دمای واکنش دور گردند تا از انجام واکنش های فرعی ممانعت به عمل آید.

- فشار سیستم سوخت

فلوی سوخت در سیستم سوخت کوره که در نهایت به مشعلهای کوره منتهی می‌شود دارای اهمیت خاصی است. دراین راستا فشار شبکه سوخت به دو علت اهمیت وافری پیدا می‌کند.

۱- افزایش فشار سیستم سوخت باعث جدا شدن شعله از تیپ مشعل شده و احتراق از یکنواختی خارج می‌گردد. همچنین کنترل فشار و نیز دما در این شرایط مشکل تر می‌شود.

۲- توجه داشته باشید که افزایش فشار باعث افزایش اختلاف فشار بین سیستم سوخت و فشار باکس مشعل می‌شود که این خود باعث افزایش فلو ورودی به باکس کوره گردید که از دید سیستم کنترل در مقاطع زمانی کوتاه قابل حس نمی‌باشد و در نتیجه این بهم خوردگی نسبت هوا و سوخت در باکس کوره، احتمال بروز خطر انفجار در کوره بالا می‌رود.

با توجه به دلایل فوق الذکر در نظر گرفتن یک سیگنال که افزایش فشار بیش از حد سیستم سوخت را به اینتر لاک از سرویس خارج نمودن کوره متصل نماید ضروری به نظر می‌رسد.

در صورت کاهش فشار در شبکه سوخت نیز باید تمهیدات لازم را در جهت طراحی سیستم اینترلاک از سرویس خارج شدن کوره طراحی نمود زیرا احتمال برقراری جریان هوا به سیستم سوخت در نتیجه ***back fire*** در سیستم سوخت وجود دارد.

- فلو خوراک ورودی به کوره

همانطور که می‌دانید که حرارت اعمال شده به کوره به سیال فرایندی عبوری از کوره منتقل می‌شود و در اثر واکنش صورت گرفته و نیز رسیدن خوراک به دمای کوره حرارت تولیدی گرفته می‌شود. حال به هر دلیل میزان فلو عبوری از تیوبهای کوره کاسته شود با توجه به فلاکس حرارتی ثابت ورودی کوره توسط مشعل‌ها، درجه حرارت در سطح تیوب بالا رفته که ممکن است باعث ایجاد خسارت گردد.

در این راستا جهت جلوگیری از خسارت احتمالی به دلیل فوق یک سیگنال جهت از سرویس خارج کردن کوره تحت عامل فوق باید طراحی گردد.

- بهم خوردن نسبت بخار به هیدرو کربن در کوره های کراکر و ریفرمر

با توجه به اینکه در کوره‌های فرایندی همانند کراکر الفین (بخار به عنوان تنظیم کننده غلظت) و ریفرمر متانول و آمونیاک (بخار به عنوان بخشی از واکنش ریفرمینگ) بخار با خوراک هیدروکربنی مخلوط به تیوبهای کوره تزریق می‌گردد. نسبت بخار به هیدروکربن در فرایند با توجه به نوع فرایند نسبت خاصی دارد و در نتیجه این نیسبت باید تنظیم گردد. انحراف از نسبت فوق مشکلات خاصی را فراهم می‌نماید که باید از بروز آن پرهیز نمود.

با توجه به توضیحات فوق، در نظر گرفتن یک سیگنال که در مواقع انحراف بیش از حد این نسبت کوره را از سرویس خارج نماید ضروری می‌باشد.

۳-۴- خشک کردن کوره

۳-۴-۱- عملیات *Boil Out*

در حال حاضر جهت ***Saving*** انرژی و بازیابی هر چه بیشتر حرارت در کوره ها ازیان حرارت در جهت تولید بخار استفاده می‌گردد.

با توجه به این که سیستم باید برای فرایند نرمال آماده شود عملیات ***Boil Out*** را انجام می‌دهیم در طول عملیات گرم نمودن کوره به جهت خشک نمودن آجرهای نسوز بخار تولید می‌شود که به اتمسفر ونت می‌شود این عملیات با افزودن مقداری سود و برخی مواد شیمیایی دیگر جهت جدا نمودن رسوب ها و روغن ها و... انجام می‌گردد.

پس از پایان عملیات سیستم کلا تخلیه شده و دوباره آب ***BFW*** برای شرایط عملیاتی نرمال آماده می‌گردد.

۳-۴-۲- عملیات *Dry Out*

این عملیات برای کوره‌ها که از سیستم عایق‌های حرارتی جهت جلوگیری از انتقال حرارت استفاده می‌نمایند به کار می‌روند.

برای مهار انتقال حرارت از درون کوره به خارج از آجرهای نسوز استفاده می‌گردد و به وسیله سیمان ویژه دیوار کوره را می‌پوشانند .

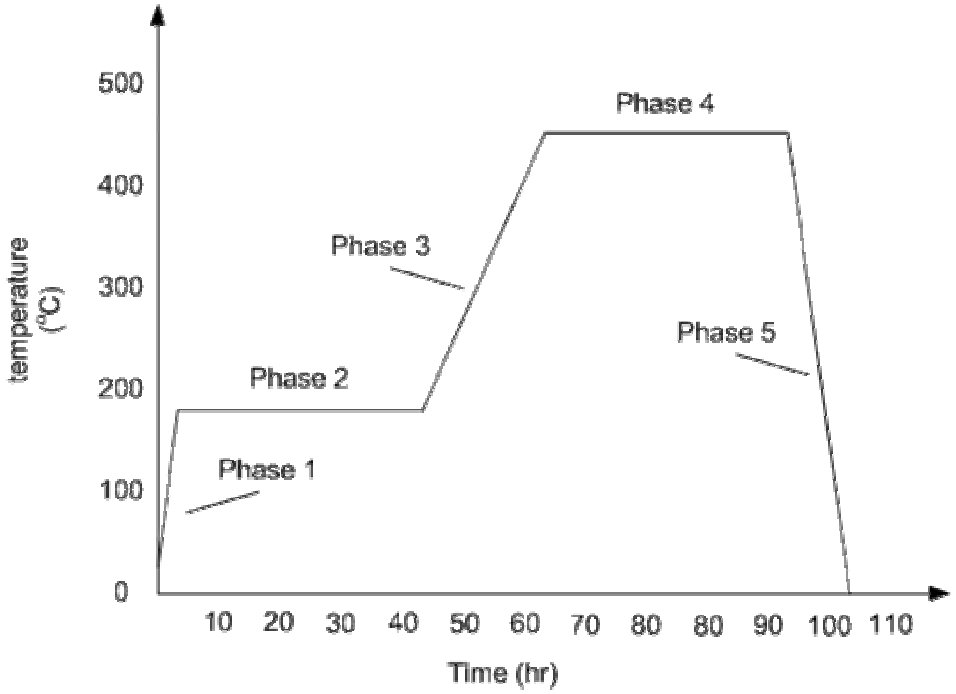
نحوه خشک کردن این آجرها و همچنین سیمان آن بسیار مهم می‌باشد و باید بسیار آهسته و طبق دستورالعمل سازنده صورت گیرد.

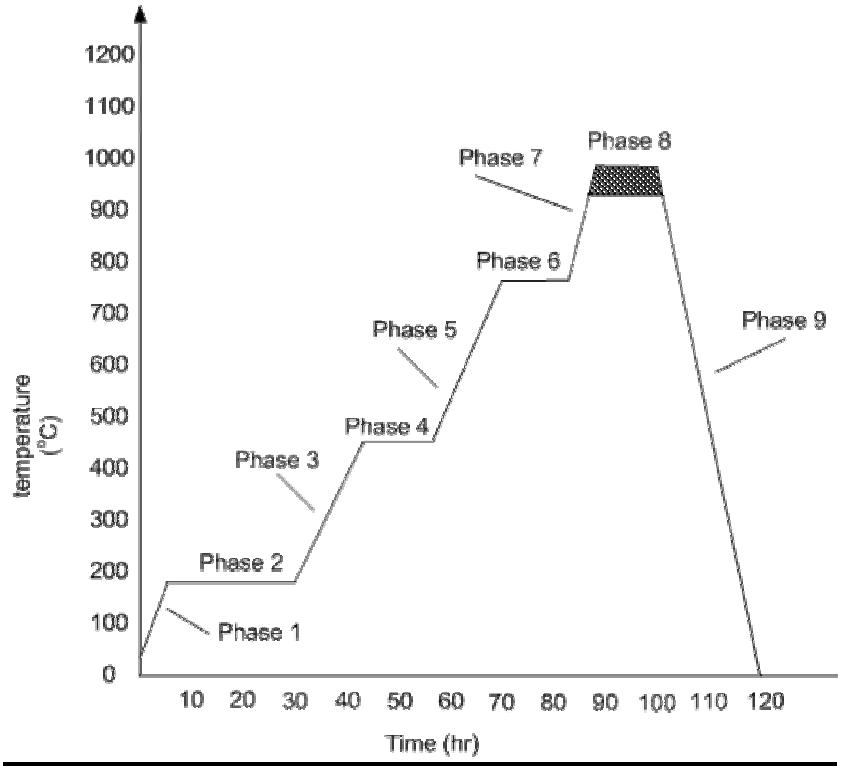
بعد از آماده بودن کلیه مقدمات راه اندازی یک کوره مشعل های آن را طبق دستور طراح روشن نموده و با افزایش تعداد آن طبق دستورالعمل طراح سیستم آن را گرم می‌نماییم.

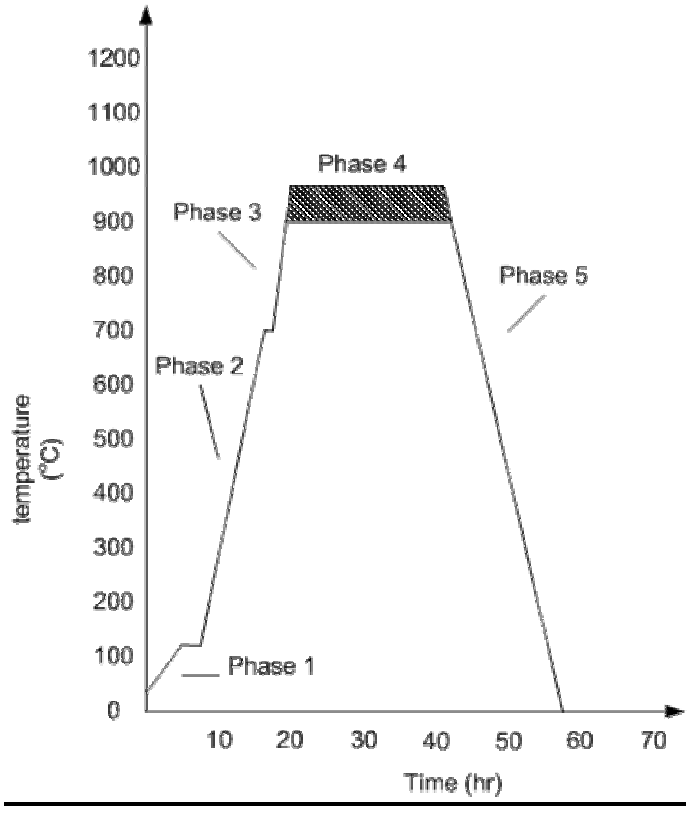
توجه داشته باشید در این مقوله چون نیاز به همه مشعل ها نیست بنابراین مشعل های روشن را با مشعل های خاموش به طور منظم تغییر داده به نحوی که کل کوره به صورت یکنواخت گرم شود. و از تجمع حرارتی در یک منطقه خاص جلوگیری به عمل آید.

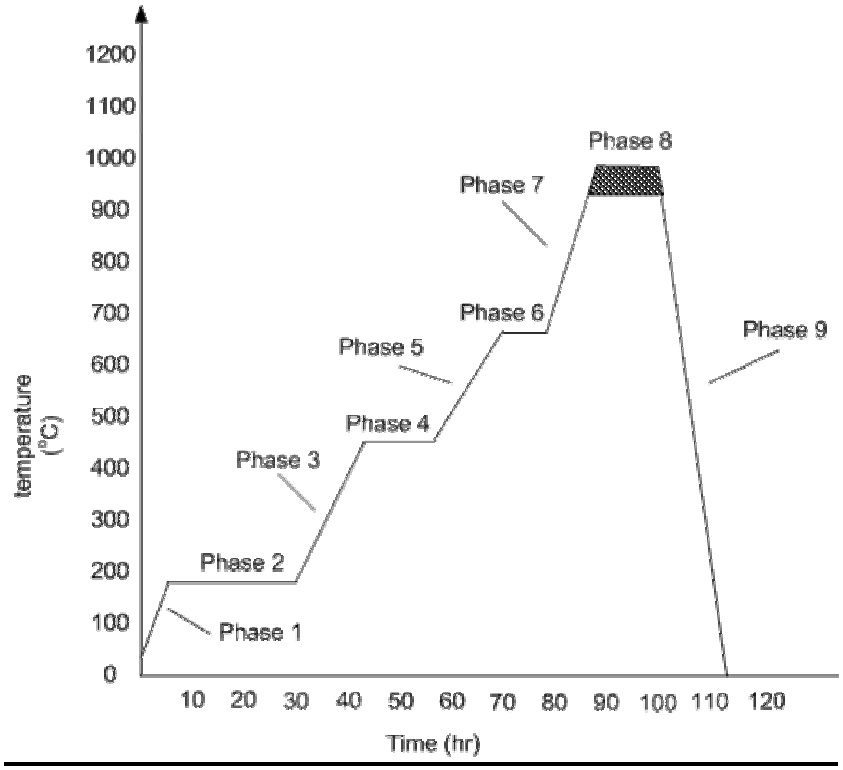
در برخی سیستم ها از بازیابی بخشی از انرژی، بخار تولید می‌شود که توسط ونت به اتمسفر هدایت می‌شود.

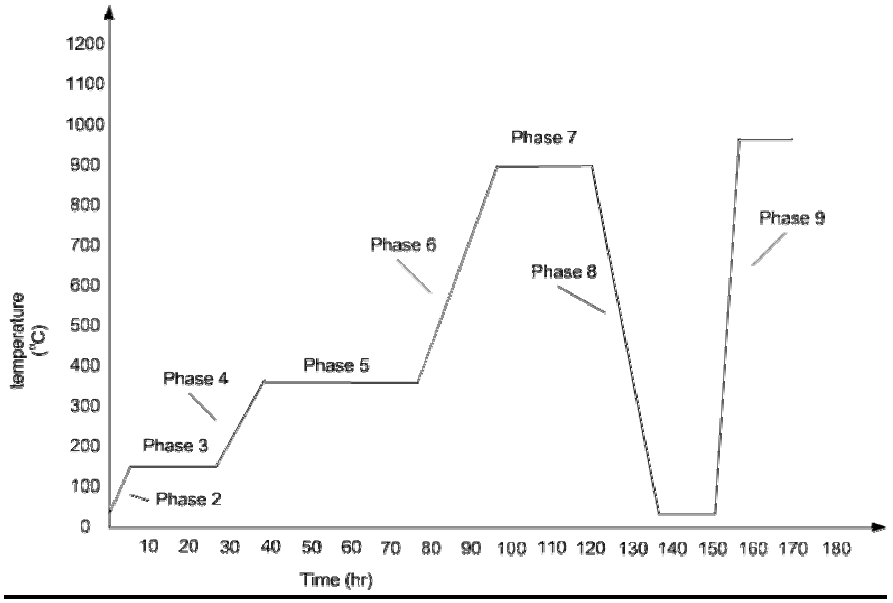
نمونه‌هایی از جدول چگونگی انجام این عملیات را برای یک کوره خاص در زیر مشاهده می‌نمایید.




temperature (°C)
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Phase 1
Phase 2
Phase 3
Phase 4
Phase 5
Phase 6
Phase 7
Phase 8
Phase 9
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120
Time (hr)


temperature (°C)
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Phase 1
Phase 2
Phase 3
Phase 4
Phase 5
10 20 30 40 50 60 70
Time (hr)


temperature (°C)
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Phase 1
Phase 2
Phase 3
Phase 4
Phase 5
Phase 6
Phase 7
Phase 8
Phase 9
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120
Time (hr)


temperature (°C)
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Phase 2
Phase 3
Phase 4
Phase 5
Phase 6
Phase 7
Phase 8
Phase 9
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180
Time (hr)

خودآزمایی)

۱- مراحل پیش راه اندازی کوره را نام ببرید.

۲- مراحل راه اندازی کوره را بیان کنید.

۳- دستور العمل روشن نمودن مشعلها را بیان کنید.

٤- عوامل توقف اضطراری کوره را بیان کنید.

٥- علل اهمیت فلوی سوخت و فشار شبکه سوخت را بیان کنید.

٦- خشک کردن کوره شامل چه مراحلی است؟ هریک را به اختصار توضیح دهید.