

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



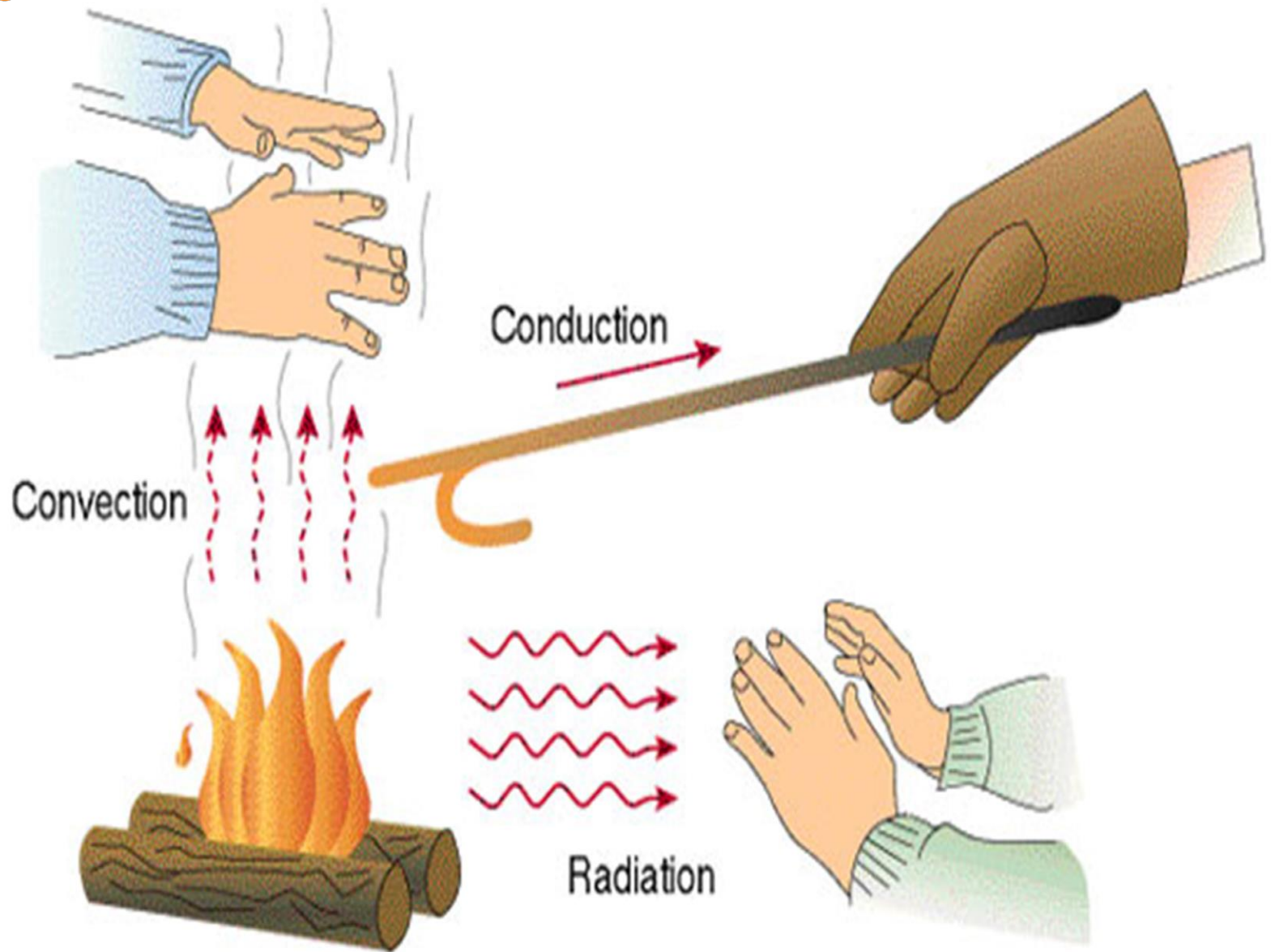
اصطلاحات و مفاهیم

گرما: نوعی انرژی است که به علت اختلاف دما بین دو سیستم، از یکی به دیگری منتقل می شود

دما: کمیتی است بیانگر مقدار گرمای یک جسم. دما معیاری است برای تعیین میزان گرمی یا سردی یک جسم

روشهای انتقال حرارت (گرما):

1. رسانش (conduction)
2. همرفت (convection)
3. تابش (radiation)



رسانش (Conduction)

✓ در محیط ساکن جامد یا سیال انتقال انرژی از ذرات پر انرژی به ذرات کم انرژی ماده، بر اثر برهم کنش های بین آن ها رسانش می باشد.

✓ قانون فوریه: مقدار حرارت انتقال یافته متناسب با گرادیان دما، ضریب هدایت حرارتی و سطح انتقال حرارت

$$q = -KA \frac{dT}{dx}$$

جابجایی (convection)

✓ همرفت انتقال در داخل یک سیال، یا بین یک سطح و سیال :

$$Q = hA (T_s - T_{\infty}) \quad (\checkmark)$$

1. همرفت اجباری (همرفت واداشته) : جریان توسط وسایل خارجی از قبیل فن و یا پمپ به وجود می آید
2. همرفت طبیعی (جابجایی آزاد): جریان بر اثر نیروهای شناوری بوجود می آید

✓ انتقال حرارت جابجایی شامل دو مکانیزم

1. بواسطه نفوذ ملکولی (Diffusion)
2. بواسطه حرکت توده سیال (حرکت ماکروسکوپی سیال) (convective)

تَشَعُّع (Radiation)

- ✓ تشعشع گرمایی، انرژی گسیل شده توسط ماده ایست که در دمای معینی قرار دارد
- ✓ دارای اهمیت بیشتری در کوره ها
- ✓ عدم نیاز به وجود محیط مادی

$$q_{12} = F_G F_\varepsilon \sigma A (T_1^4 - T_2^4)$$

انواع احتراق

احتراق لحظه‌ای: زمانی که گرمای تولید شده در اثر اکسیداسیون مواد اکسید شونده به محیط منتقل نشود، دمای ماده اکسید شونده به شدت بالا رفته تا به دمای اشتعال می رسد و ماده به همراه تولید شعله می سوزد. این پدیده را احتراق لحظه ای گویند.

احتراق ایده‌ال: عبارت است از سوزاندن کامل سوخت با مقدار هوای نظری لازم (Theoretical). مقدار هوای نظری، (حداقل) مقدار اکسیژن لازم جهت واکنش کامل مواد سوختنی است.

احتراق کامل: عبارت است از سوزاندن کلیه مواد تشکیل دهنده سوخت و تبدیل آنها به دی اکسید کربن و آب در مجاورت اکسیژن کافی.

انواع احتراق

احتراق ناقص: احتراق ناقص یا جزئی زمانی رخ می دهد که محصولات احتراق علاوه بر دی اکسید کربن و آب دارای مونو اکسید کربن، هیدروژن و آلدئید ها باشد. این پدیده به علت فقدان اکسیژن کافی یا سرد بودن محیط به وجود می آید.

احتراق عادی: عبارت است از سوزاندن سوخت بدون تغییر سریع و زیاد فشار در سطح احتراق.

احتراق انفجاری: انتشار سریع شوک فشاری ناشی از احتراق در محیط سوخت گازی

سوخت

✓ سوخت عبارت است از ماده ای که با واکنش سریع با اکسیژن، تولید حرارت زیاد می کند. سوخت غالباً از کربن و هیدروژن تشکیل شده است و به سه صورت جامد، مایع و گاز وجود دارد. سوخت کوره های موجود در صنایع نفتی و پتروشیمی ایران:

گاز طبیعی (Natural Gas)

گاز سوخت پالایشگاه ها (Fuel Gas)

نفت کوره های سبک - سنگین (Light Heavy Fuel Oil)

بقایای نفتی سبک و سنگین (Light and Heavy Oil Residue)

➤ تمام سوخت ها به جز کربن، برای سوختن اول باید به شکل بخار یا گاز در آیند.

✓ شعله: در موقع احتراق گازهای تولید شده ایجاد حرارت و نور می کنند که به شعله موسوم است.

رنگ و شکل شعله

ردیف	رنگ شعله	اتاق احتراق	دودکش	هوای اضافی
1	قرمز، قهوه ای یا سیاه	غیر شفاف (کدر) همراه با تشکیل دوده	دود سیاه	کافی نیست
2	زرد، از کهربایی تا سرخ	شفاف	دود خاکستری که به سختی دیده می شود	مناسب
3	زرد کم رنگ	اتاق احتراق تمیز و صاف	بدون دود	کمی بیش از مقدار لازم
4	شعله کوتاه با رنگ زرد کم رنگ با لبه های درخشان	بسیار تمیز، تمام جزئیات طرف مقابل قابل رؤیت است	دود آبی کم رنگ ناشی از سوخت مشتعل نشده	هوا زیاد است، دمای شعله به شده افت می کند
5	وجود جرقه در شعله	سوخت مایع به خوبی پودر نمی شود چون بخشی از سیستم اتمیزه کردن درست کار نمیکند، فشار سوخت یا بخار اتمیزه کم است، نازل ها کثیف شده و یا مشعل بد نصب شده است.		

تعریف احتراق

عبارتست از واکنشی شیمیائی که در اثر ترکیب دو ماده شیمیائی که یکی اکسید کننده و دیگری اکسید شونده می باشد که در اثر آن حرارت تولید می شود که اگر مقدار حرارت در واحد زمان قابل ملاحظه باشد و همراه آن نور تولید گردد حریق یا آتش سوزی صورت می گیرد.

احتراق کامل و ناقص

- احتراق کامل هنگامی است که تمام عناصر موجود در سوخت به بالاترین حد ترکیب با اکسیژن خود برسد
- ولی اگر مقداری از مواد قابل اکسید شدن در سوخت باقی بماند یا دود برده شوند احتراق ناقص صورت گرفته که در این حالت مقداری انرژی تلف شده است. گرمای حاصل از احتراق کامل تقریباً ۴ برابر گرمای حاصل از احتراق ناقص می باشد.

انفجار

عبارتست از واکنشی شیمیائی که در اثر ترکیب دو ماده شیمیائی که یکی اکسید کننده و دیگری اکسید شونده می باشد که در اثر آن حرارت تولید می شود که اگر مقدار حرارت در واحد زمان قابل ملاحظه باشد و همراه آن نور تولید گردد حریق یا آتش سوزی صورت می گیرد.

اکسیداسیون

اکسیداسیون عبارت از کاهش الکترون در یک فعل و انفعال شیمیایی است لذا اکسیداسیون نباید الزاما در ترکیب با اکسیژن تعریف شود، اما به خاطر فراوانی اکسیژن آزاد هوا عموما اکسیداسیون را ترکیب با اکسیژن تعریف می کنند.

دمای شعله

اگر فرایند احتراق سوخت و هوا، آدیاباتیک فرض شود، به عبارت دیگر، تمام محصولات احتراق به محصولات واکنش منتقل گردد، دمای محصولات احتراق را دمای تئوری شعله می نامند.

بازده حرارتی

حاصل قسمت مقدار حرارت جذب شده در کوره به کل انرژی حرارتی تولید شده در کوره را اصطلاحاً بازده حرارتی کوره می گویند که بر حسب درصد نشان داده می شود.

دوده گرفتگی

به پدیده تجمع ذرات بر روی لوله های جابه جایی، به علت سرد شدن نسبتاً سریع گازهای سوخته، دوده گرفتگی می گویند.

کک گرفتگی

به فرایند رسوب کردن کربن بر جداره داخلی لوله های کوره اصطلاحاً کک گرفتگی می گویند.

احتراق ناقص

اگر میزان هوای اولیه کمتر از حد لازم باشد، به دلیل کمبود اکسیژن احتراق ناقص صورت گرفته و شعله طویل، نوسانی و زرد رنگ می شود. هم چنین اگر طول زیاد شعله باعث برخورد آن با جداره محفظه احتراق گردد، به واسطه سرد شدن شعله فرآیند تشکیل CO و دوده تشدید می شود.

پس زدن شعله

اگر سرعت خروج سوخت از دهانه مشعل از حد معینی کمتر شود، ممکن است شعله به درون بخش اختلاط اولیه مشعل کشیده شده و با احتراق ناقص باعث بسته شدن سوراخ های مشعل شود.

کنده شدن شعله

در سرعت های بالای خروج سوخت از دهانه مشعل و با حضور هوای اولیه کافی، شعله از مشعل جدا شده و در شرایط حاد مشعل خاموش می شود.

اتمایزر

وسیله ای است که به کمک هوای فشرده یا بخار آب سوخت های مایع را به شکل ذرات پودری و بسیار ریز در می آورد

افت فشار در کویل های کوره

به اختلاف فشار سیال فرایند بین ورودی و خروجی آن از کوره افت فشار می گویند، کم شدن فشارناشی از ارتفاع جزو افت فشار محسوب نمی گردد.

بخش تابشی

به قسمتی از کوره که انتقال حرارت به لوله ها از طریق مکانیزم تابش صورت می گیرد، اصطلاحاً بخش تابشی می گویند.

بخش جابجایی

به قسمتی از کوره که انتقال حرارت به لوله ها از طریق مکانیزم جابجایی و از طریق عبور متعامد گازهای حاصل از احتراق از روی کویل‌های کوره صورت می‌گیرد، اصطلاحاً بخش جابجایی می‌گویند.

فرسایش یا erosion

به کم شدن ضخامت مواد نسوز یا جداره لوله ها بر اثر عبور ذرات جامد همراه و سیال از روی آنها اصطلاحاً فرسایش گفته می‌شود.

سطوح توسعه یافته یا Extended surface

بخشهایی از لوله ها که دارای پره هستند برای افزایش سطح انتقال حرارت بجای لوله های صاف در بخش جابجایی استفاده می شود که اصطلاحاً به لوله های با سطوح توسعه یافته معروف هستند.

Flue gas

گازهای حاصل از احتراق در کوره که حاوی هوای اضافی نیز هستند، به flue gas معروف هستند

پایلوت

یک مشعل کوچک است که برای دائم روشن نگهداشتن مشعل اصلی روشن است.

بخش تابشی یا اتاق احتراق

بخشی از کوره که در آن سوخت می سوزد، اتاق احتراق می گویند که در آن شکل غالب انتقال حرارت به شکل تابشی است.

Corbel

در صورتیکه لوله های بخش جابجایی به فرم آرایش مثلثی چیده شده باشند ممکن است جریان گازهای داغ از بخش جابجایی از فاصله بین دیواره و لوله ها عبور نماید و بدین ترتیب جریان گازهای داغ بدون تبادل حرارت با لوله ها به سمت دودکش برود، در این شرایط از یک برآمدگی که از سطوح عایقها بوجود آمده است به منظور جلوگیری از bypass شدن جریان گازهای حاصل از احتراق در لوله های بخش جابجایی، استفاده می شود.

Breeching

بعد از آخرین مرحله کویل‌های تابشی فضایی وجود دارد که در آن گازهای حاصل از احتراق تجمع کرده و از آن جا وارد دودکش یا داکت خروجی می گردند. به این فضا **Breeching** می گویند.

Crossover

لوله کشی های بین دو بخش کویل‌های کوره یعنی جابجایی و تابشی، **Crossover** نام دارد. توضیح این که این تعریف شامل سیال فرایندی و محصولات احتراق نیز می‌گردد، یعنی منطقه بین جابجایی و تابش و همه پارامترهای مرتبط به آن نیز **Crossover** گفته می‌شود.

شعله

یک واکنش احتراقی است که حرارت و نور را به محیط اطراف انتشار می دهد. ماهیت واقعی انتشار شعله کاملاً درک نشده است. شعله ها ساختارهای متغیر و گوناگونی دارند که به نوع گاز یا بخاری که می سوزد بستگی دارد. مناطق مختلف شعله، غالباً به وسیله نوعی از واکنشها که در هر منطقه ادامه دارد مشخص می شوند. اغلب شعله ها نیازمند اکسیژن هستند.

مکش

- فشار منفی گازهای حاصل از احتراق که در چند نقطه در کوره اندازه گیری می شود، اصطلاحاً مکش می گویند.
- چون مقدار فشار کم است آن را بر حسب ستون آب بیان می کنند.

دمپر

- به جهت تنظیم مقدار مکش کوره از دریچه هایی به نام دمپر در داخل دودکش ها استفاده می گردد.
- با بسته تر شدن دریچه های دمپر، گازهای حاصل از احتراق افت فشار بیشتری در حین عبور از دودکش دارند و فشار در کوره افزایش می یابد.
- از اینرو دمپر ها با تنظیم مقدار جریان محصولات احتراق از دودکش، فشار درون کوره را تنظیم می نماید.

دود کشی

دودکش ها به صورت یک استوانه توخالی هستند که به شکل عمودی و در بالای بخش جابجایی کوره نصب می شوند تا گازهای حاصل از احتراق از طریق آن وارد اتمسفر گردد.

Refractory

موادی چون سیمان نسوز، آجر نسوز، بازتابنده های قالبی یا نسوز ریختگی الیاف سرامیکی و غیره موادی هستند که به عنوان عایق در کوره ها مورد استفاده قرار می گیرند.

نقطه اشتعال (Flash Point)

نقطه اشتعال مایع فرار، پایین ترین درجه حرارتی است که در آن می تواند بخار قابل اشتعال مخلوط با هوا تشکیل شود

Auto Ignition

درجه حرارت auto ignition یک ماده عبارت است از پایین ترین درجه حرارت که در آن در یک فضای معمولی و بدون منبع خارجی اشتعال، مانند شعله یا جرقه خود به خود شعله ور می شود.

Fire Point

نقطه آتش درجه حرارتی است که در آن سوخت حداقل برای ۵ ثانیه پس از احتراق توسط مشعل باز به سوختن ادامه خواهد داد.

نقطه شبنم

نقطه شبنم محصولات احتراق دمائیست است که بخار آب موجود در مخلوط گازهای حاصل از احتراق شروع به میعان می کند.

Pour Point

نقطه ریزش (Pour point) کمترین دمایی که در آن سیال نفتی از جریان می ایستد (نقطه شروع حالت جامد شدن) که چند درجه از دمای کدر شدن (Cloud point) پایین تر است و چنانچه دما از آن حد پایین تر برود انجماد شروع می شود را "نقطه ریزش" می گویند.

هوای اضافی

مقدار هوایی که اضافه بر مقدار هوای استوکیومتری واکنش احتراق برای تکمیل احتراق در اختیار سوخت قرار می گیرد، هوای اضافی نامیده شده و عموماً بر حسب درصد بیان می گردد.

حد اشتعال

✓ گاز یا بخار قابل اشتعال در هوا در صورتی که ترکیب آنها در حد معینی قرار بگیرد خواهد سوخت، یعنی زمانی که یک گاز یا بخار مشتعل می گردد که با هوای کافی مخلوط شده و نسبت قابل اشتعال یا انفجار را بوجود آورده باشد .

✓ پایین ترین حد اشتعال یا انفجار عبارت است از کمترین حد تراکم که باعث شعله یا انفجار گردد.

✓ بالا ترین حد اشتعال عبارت است از بیشترین حد تراکم (بالاترین حد تراکم گاز یا بخار) که باعث ایجاد شعله یا انفجار گردد.

ارزش حرارتی

الف - ارزش حرارتی بالایی یا ارزش حرارتی ناخالص یا HHV عبارت است از میزان انرژی گرمایی حاصل از احتراق یک متر مکعب از یک سوخت در دمای صفر درجه سانتیگراد و فشار ۷۶۰ میلی متر جیوه، به شرطی که محصولات احتراق به دمای صفر درجه سانتیگراد آورده شوند. به عبارت دیگر بخار آب حاصل از احتراق در این فرایند باید مایع شود.

ب - ارزش حرارتی پایینی یا ارزش حرارتی خالص یا LHV عبارت است از میزان انرژی گرمایی حاصل از احتراق یک متر مکعب از یک سوخت در دمای صفر درجه سانتیگراد و فشار 760 میلی متر جیوه، و به شرطی که بخار آب حاصل از احتراق در این شرایط به آب تبدیل نگردد

ارزش حرارتی

قدرت گرمایی را بصورت دیگری نیز تعریف کرده اند، اگر از سوختی به میزان واحد وزن سوزانده شود گرمای حاصل را قدرت حرارتی یا ارزش حرارتی یا heating value آن می نامند .

Orsat Test

تجزیه و تحلیل نمونه گاز (معمولا گاز دودکش یک سوخت فسیلی) برای تعیین مقدار اکسیژن ، مونواکسید کربن و دی اکسید کربن به منظور تعیین هوای اضافی

هوای مورد نیاز برای احتراق

- ✓ برای دستیابی به احتراق کامل و حصول اطمینان از عدم تشکیل مواد مضر، مقداری هوای اضافی در اختیار مشعل های کوره قرار می گیرد. به حاصل کسر مقدار هوای اضافی مصرف شده در فرایند احتراق بر میزان هوای مورد نیاز احتراق از دید استوکیومتری درصد هوای اضافی گفته می شود.
- ✓ هوای اضافی بدون انجام واکنش از دودکش خارج می شود، هر چه قدر مقدار آن بیشتر باشد، مقدار انرژی گرمایی بیشتری وارد اتمسفر شده و بدین ترتیب انرژی گرمایی تلف می گردد.
- ✓ هوای اضافی سبب پایین آمدن دمای شعله و در نتیجه کاهش انتقال حرارت تابشی می شود و در نهایت راندمان کلی کوره نیز کم خواهد شد.
- ✓ مقدار فشار محفظه احتراق بستگی به نوع کوره داشته و عموماً در حدود 5 تا 10 میلی متر ستون آب کمتر از فشار محیط می باشد.

اثر دودکش یا مکش طبیعی

✓ واکنش احتراق در کوره و آزاد شدن مقدار زیاد انرژی گرمایی در محفظه احتراق سبب می گردد تا اختلاف دمایی زیادی بین بخشهایی از کوره مانند دودکش که گازهای حاصل از احتراق از آن عبور می کند، با محیط اطراف بوجود آید. بواسطه این اختلاف دمایی زیاد، چگالی گازها در این قسمت ها کمتر از چگالی هوای محیط اطراف خواهد شد.

✓ این اختلاف چگالی سبب می شود فشار در داخل کوره از فشار هوا در نقطه ای با ارتفاع یکسان در خارج کوره کمتر باشد. لذا کلیه نقاط درون کوره دارای فشاری کمتر از فشار محیط بوده و فشار نسبی آن منفی می باشد.

✓ بر اثر این پدیده هوای مورد نیاز احتراق به طور طبیعی به درون کوره کشیده شده و پس از اختلاط با سوخت و احتراق از دودکش خارج می گردد.

✓ با وجود این که فشار نسبی در تمامی نقاط داخل کوره منفی است ولی مقدار فشار در بخشهای مختلف مانند بخش های محفظه احتراق، جابجایی، دودکش و غیره با هم تفاوت دارند .



مقدمه

در بسیاری از فرایندهای صنایع شیمیایی، لازم است سیالات به دلایل مختلفی تا دمای خاصی گرم شوند:

- فرایندهای جداسازی، مانند برجهای تقطیر
- انتقال حرارت به سیال واسطه
- واکنش های شیمیایی دما بالا
- ایجاد اختلاف دمائی زیاد
- و...

در این موارد معمولاً از کوره ها استفاده می شود.

Furnace یا Heater

- کوره ها در اصل نوعی مبدل حرارتی هستند که انرژی گرمایی حاصل از احتراق سوختهای فسیلی را در یک فضای بسته، به سیال فرایندی که در کویلها یا همان لوله های حرارتی محبوس جریان دارد، منتقل میکنند.
- عملکرد کوره ها شبیه به بویلرها می باشد، ولی هدف از بکارگیری آنها تولید بخار آب نمی باشد.

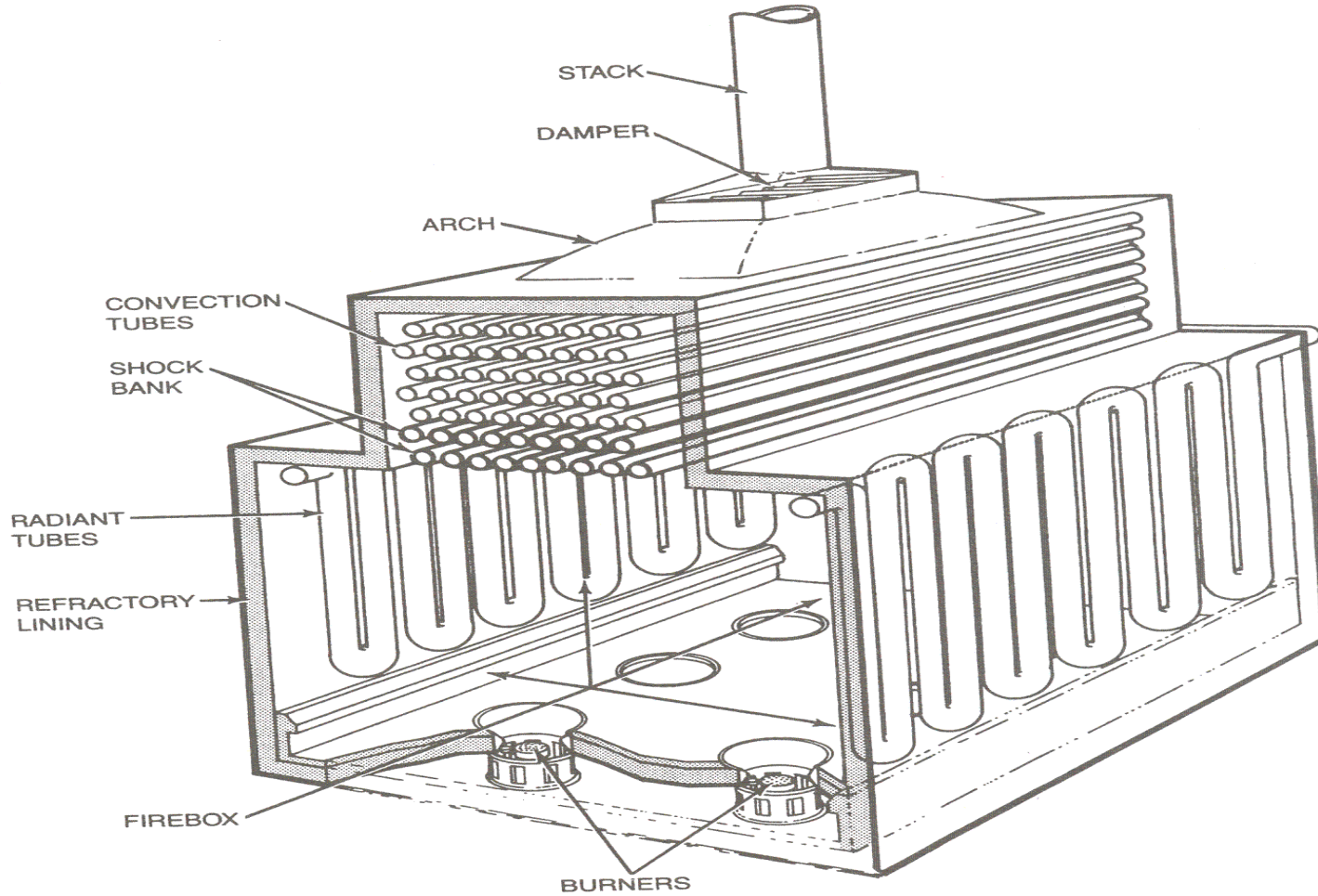
**تفاوت های عمده کوره با
مبدلها**

- ابعاد کوره ها بسیار بزرگتر از ابعاد مبدل ها
- ظرفیت های حرارتی بالاتر
- دبی عبوری سیال در آن ها بیشتر
- در مبدل ها، تبادل حرارت بین دو سیال
- در کوره ها انتقال حرارت تشعشی یا جابجایی از گازهای حاصل از احتراق به سطح لوله های حاوی سیال
- میزان گرمایش یا اختلاف دما در کوره ها بیشتر

اجزاء عمده کوره ها

- فضای احتراق ، اتاق احتراق (firebox) یا اتاق تابش
- کویل های حرارتی
- تجهیزات تولید کننده شعله یعنی مشعلها
- تجهیزات جانبی گوناگون برای تامین هوا، سوخت، ابزارهای اندازه گیری،
کنترلی، حفاظتی و غیره

EXHIBIT 1
Furnace Components





چگونگی عملکرد

- سوزاندن سوخت در محفظه احتراق
- تبدیل انرژی شیمیایی به شکل انرژی گرمایی
- انتقال گرما به سیال فرایندی داخل کویل‌های کوره (تابش و جابجائی)
- تامین دائمی سوخت، هوای مورد نیاز احتراق و خوراک

سیستم های توزیع سوخت

الف- سوخت گازی:

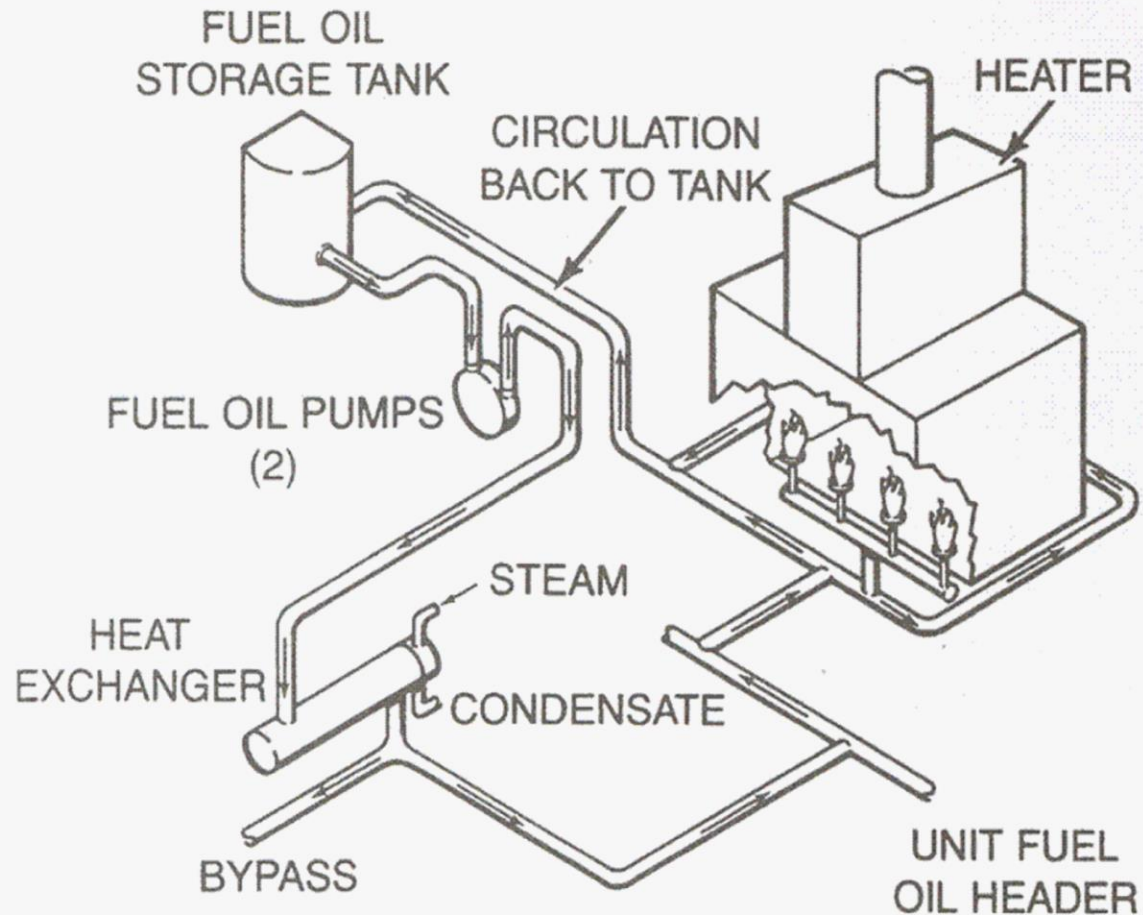
- فیلتر
- Safety shutoff valve
- شیر کنترل دبی عبوری سوخت، در مسیر اصلی
- shutoff valve های کوچکتر در خطوط فرعی مربوط به هر مشعل

ب- سوخت مایع:

- مخازن نگهداری سوخت
- کاهش ویسکوزیته با کوئل بخار آب در مخزن نگهداری سوخت
- فیلتر
- پمپ های انتقال دهنده
- تزریق بخار آب در سوخت در حال جریان
- اتمایز کردن سوخت با بخار آب در مشعل های با سوخت مایع

سیستم سوخت مایع

139. Here is a diagram of a fuel oil system.



سیستم های هوای رسانی

الف-سیستم هوای رسانی طبیعی:

• انتقال هوا بواسطه مکش حاصل از دودکش و از طریق مشعل و دریچه های مخصوصی به نام رجیستر
• فیلتر

• هوای اولیه یا **primary air**

• هوای ثانویه یا **secondary air** (سوخت مایع)

(احتراق مقدماتی سوخته های مایع، تبخیر قطرات مایع، احتراق با هوای ثانویه)

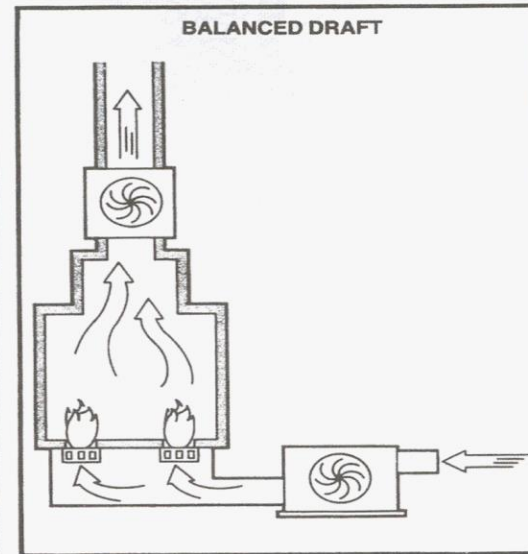
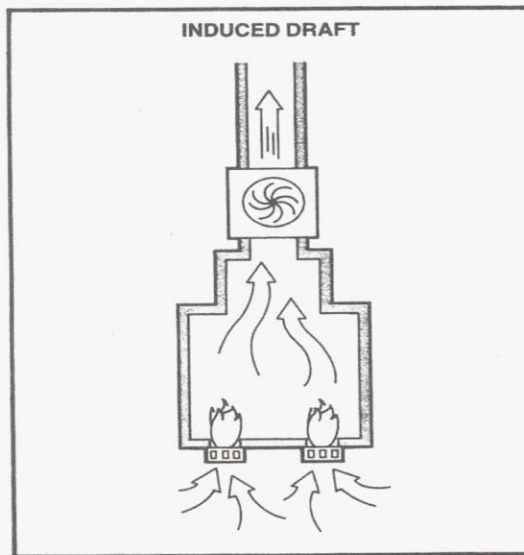
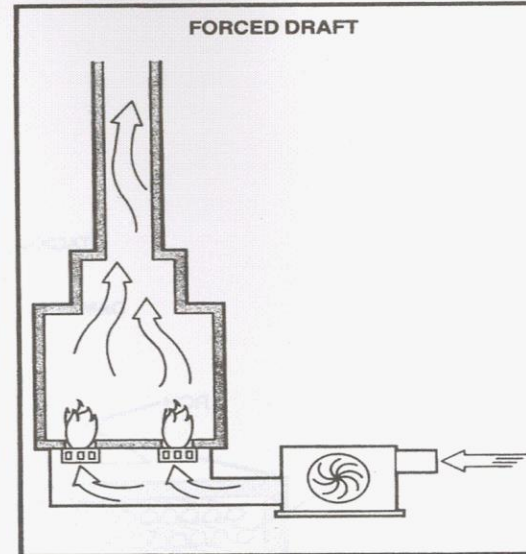
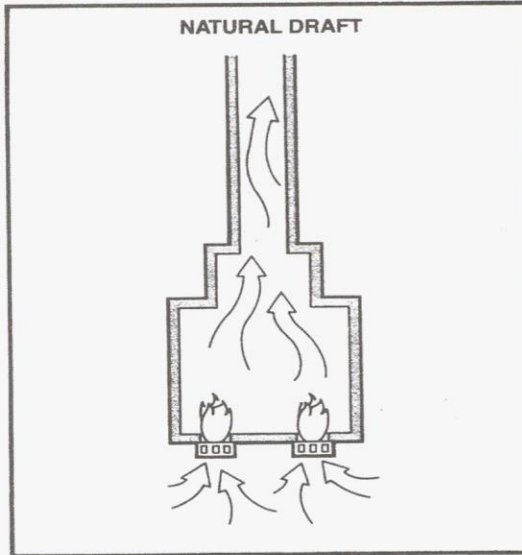
سیستم های هوا رسانی

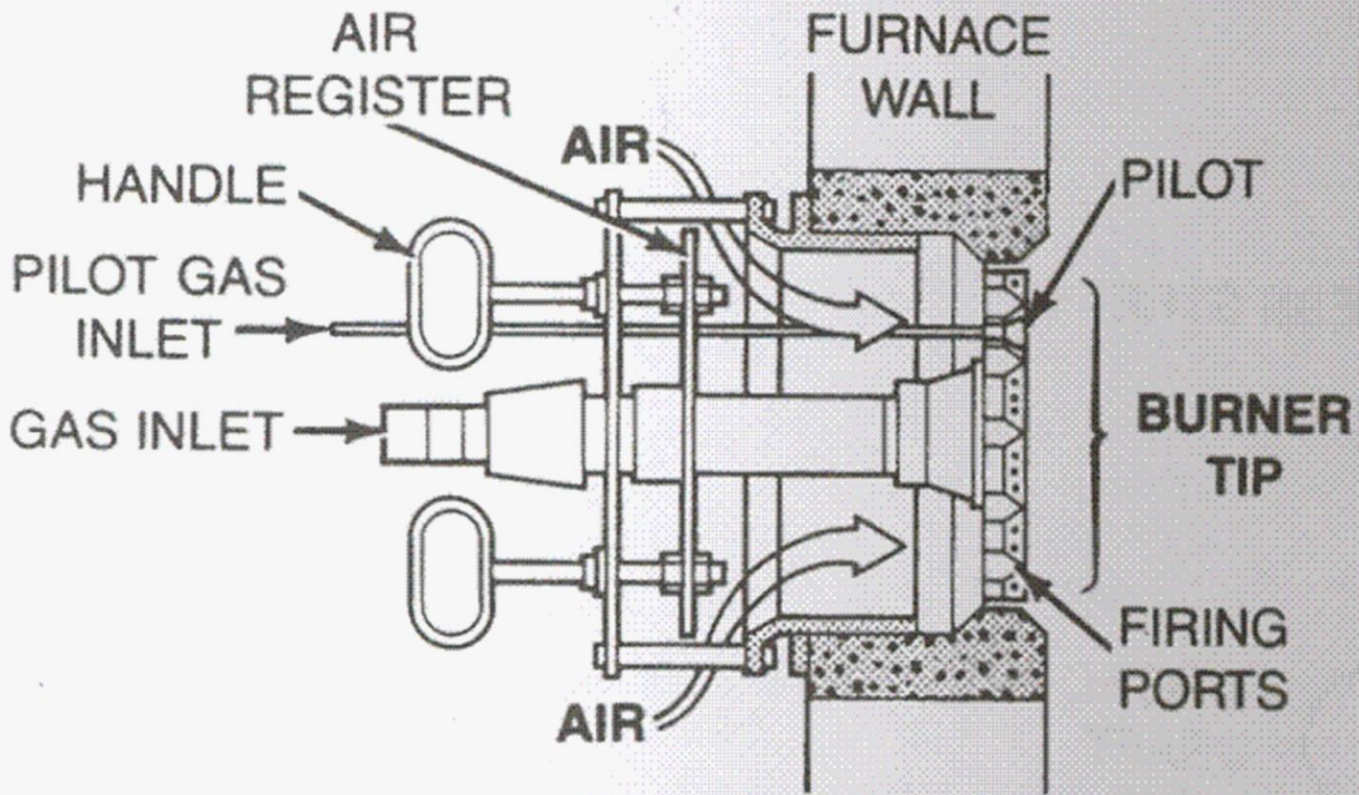
ب-: سیستم هوارسانی اجباری:

1. سیستم دمنده (اجباری) Forced Draft Fan
2. سیستم مکند Induced Draft Fan
3. سیستم دمنده و مکند توام (تعادلی) Balanced Draft

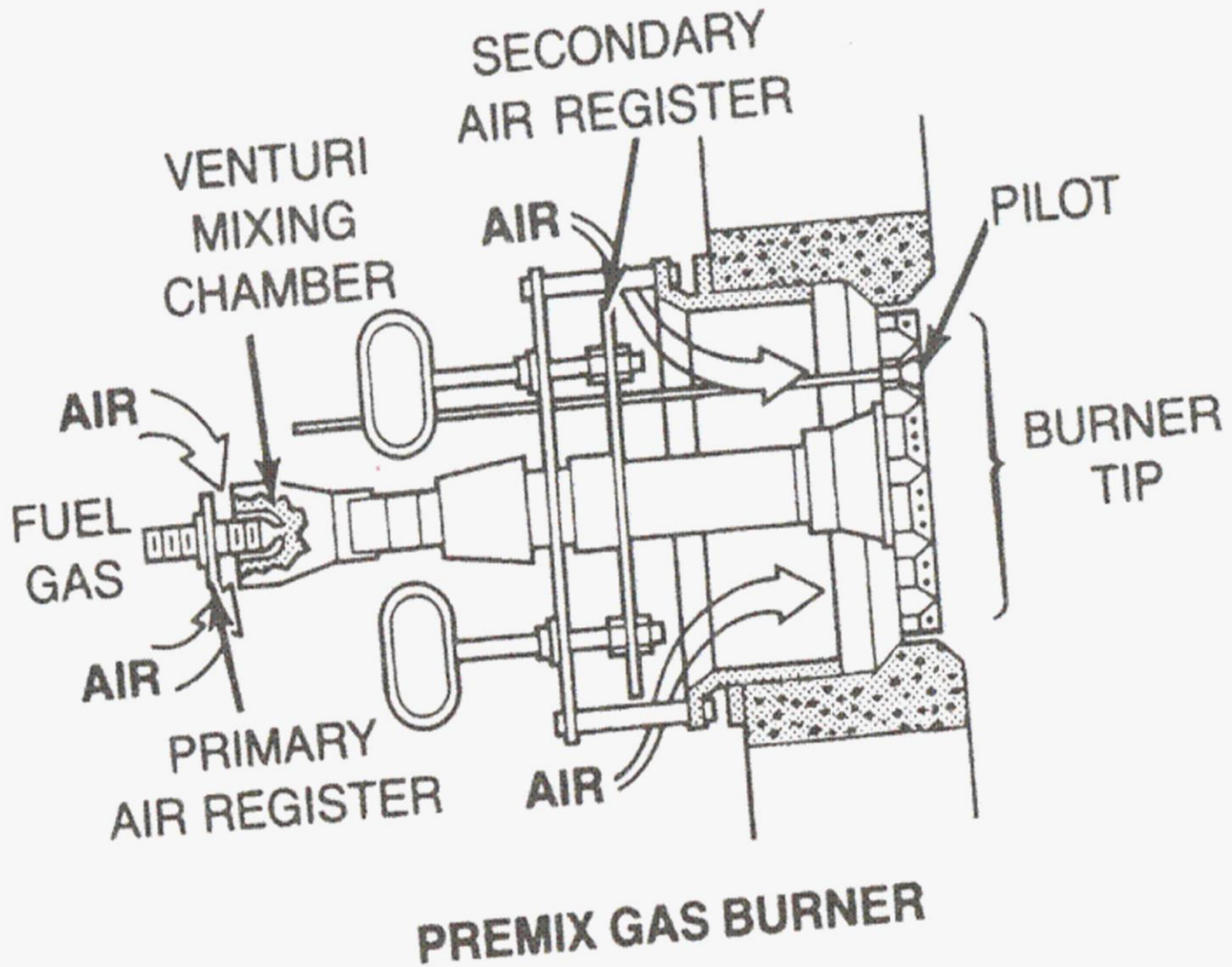
اجزاء سیستم هوارسانی اجباری:

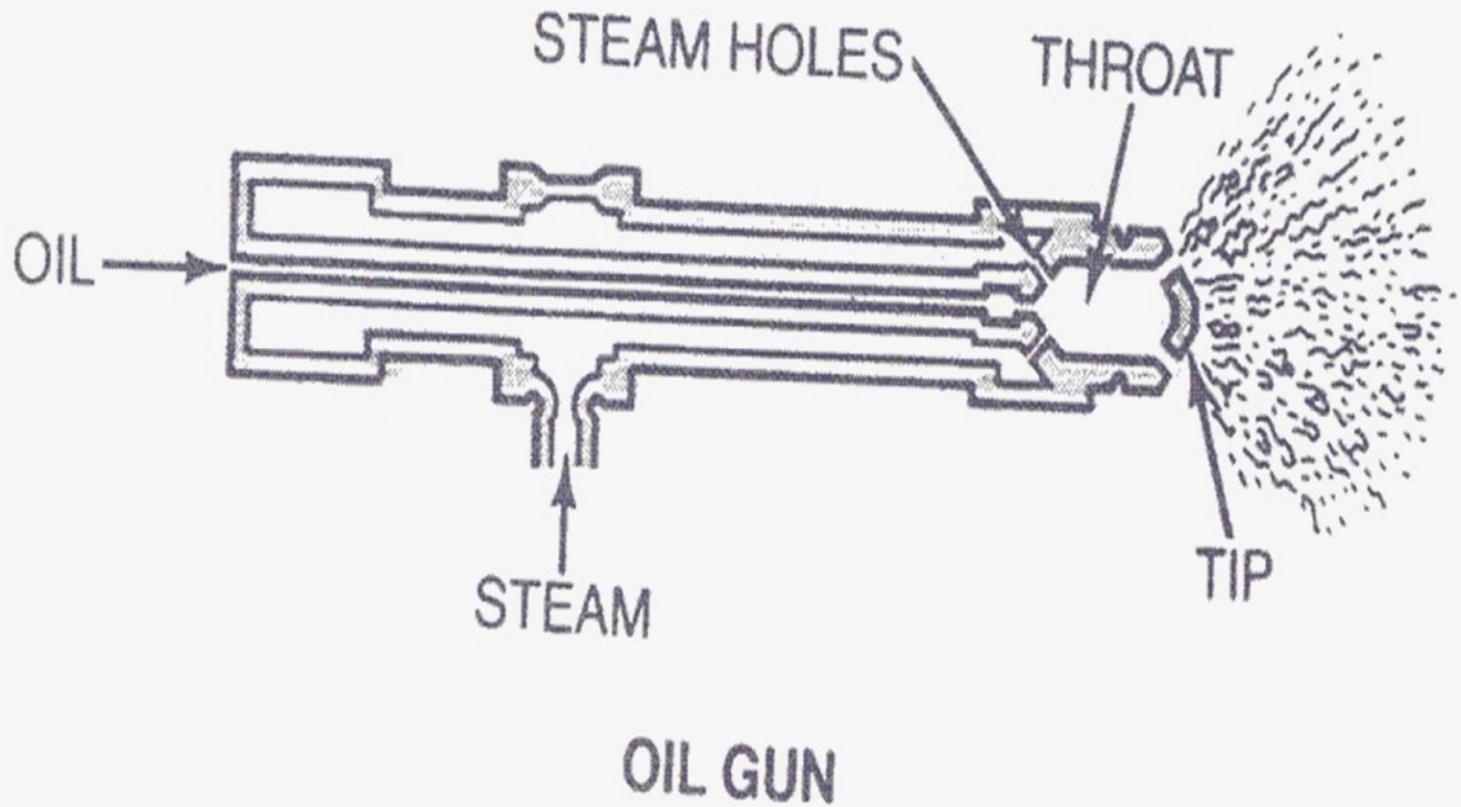
- کانال هوا
- فیلترهای هوا
- مبدل های پیشگرم کن هوای احتراق
- دریچه های تنظیم هوای مشعل
- مشعل

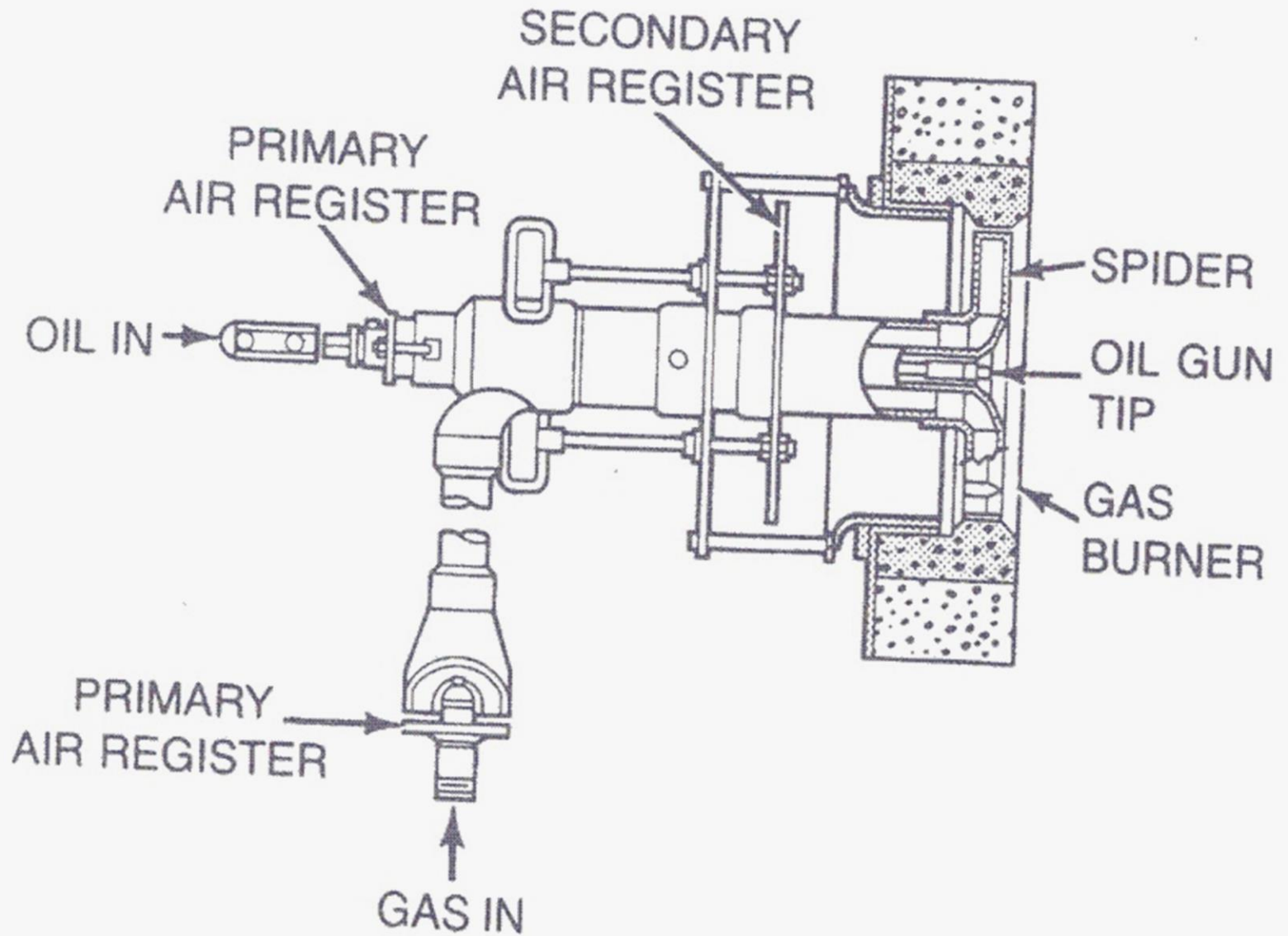




RAW GAS BURNER







سیستم خوراک

تزریق خوراک به شکل پیوسته و با شرایط یکنواخت در زمان بهره برداری به کوره:

1. تک جزئی یا ترکیبی بودن خوراک
2. حالت و فاز خوراک
3. تنظیم مقدار شدت جریان خوراک تزریقی

مشکلات تغییر فاز در لوله های کوره

1. تغییر حجم سیال , تغییر سرعت در الگوی جریان , ضربه و لرزش در لوله های کوره
2. بخار درون لوله ها, کاهش انتقال حرارت از جداره لوله به سیال , نقاط داغ (hot Spot) در کویلها

انواع جریانهای دوفازی در لوله‌ها

✓ جریان حبابی Bubbly flow

✓ جریان پلاگ یا قالبی

✓ جریان لایه ای

✓ جریان موجی

✓ جریان لخته ای slug flow

✓ جریان حلقوی Annular flow

✓ جریان قطره ای

طبقه بندی کوره ها

بر اساس:

✓ شکل ظاهری

✓ بر مبنای وضعیت کویلها

✓ نحوه تامین هوای مورد نیاز احتراق

✓ نوع کاربرد

✓ نوع سوخت مصرفی

✓ آرایش مشعلها

✓ غیره

طبقه بندی کوره ها - شکل ظاهری

کوره های استوانه ای قائم



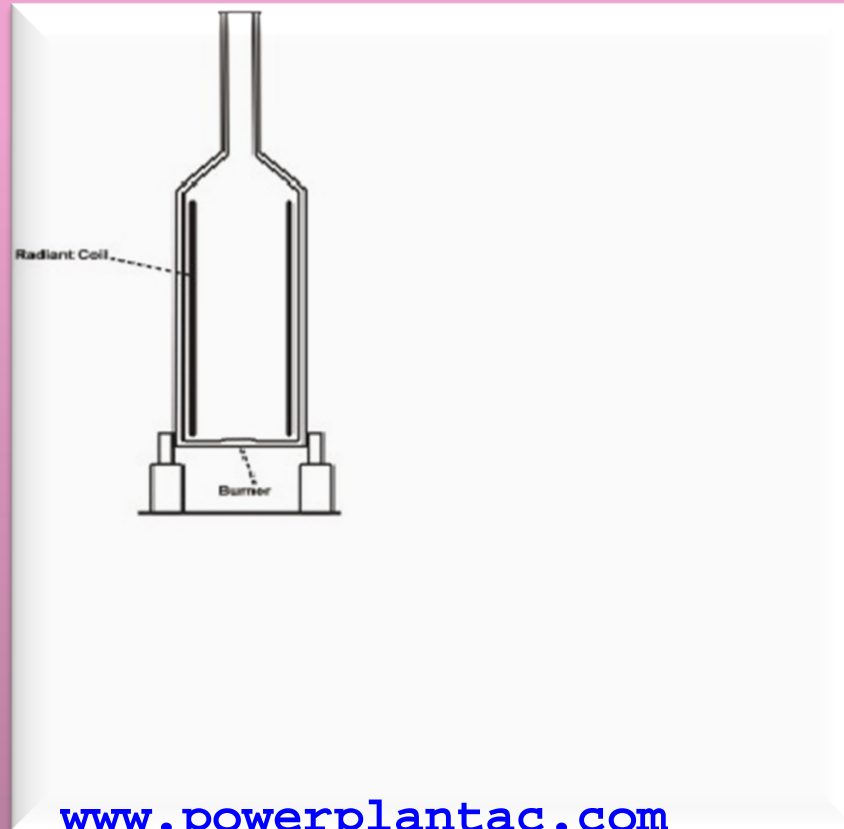
کوره های اتاقی



طبقه بندی کوره ها - وضعیت قرارگیری کویلها

کوره ها با کویل حرارتی عمودی

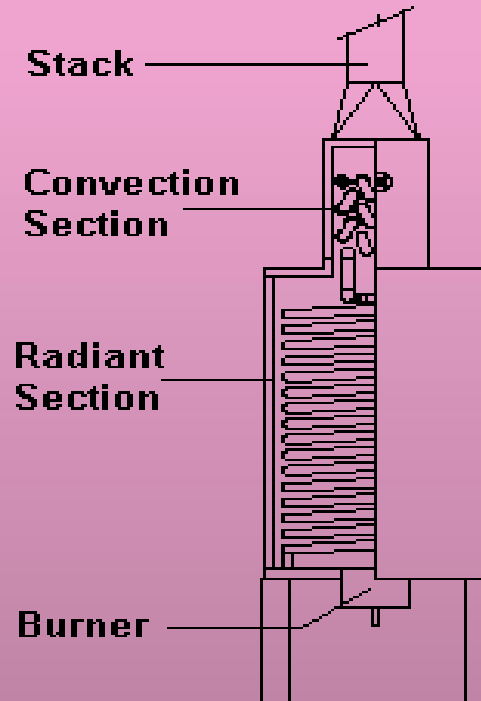
کوره استوانه ای - عمودی کاملاً تشعشی یا vertical cylindrical-all radiant



طبقه بندی کوره ها - وضعیت قرارگیری کویلها

کوره ها با کویل حرارتی افقی

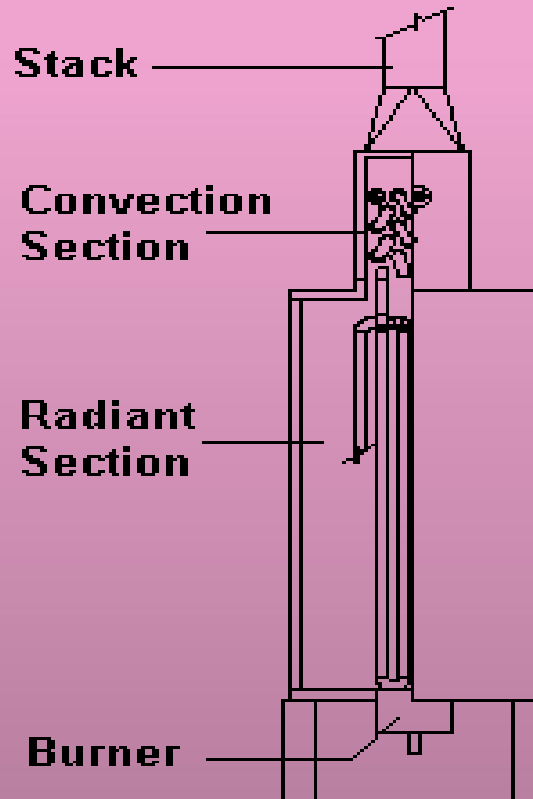
کوره استوانه ای - عمودی با کویل مارپیچ یا vertical cylindrical, helical coil



طبقه بندی کوره ها - وضعیت قرارگیری کویلها

کوره ها با کویل حرارتی عمودی

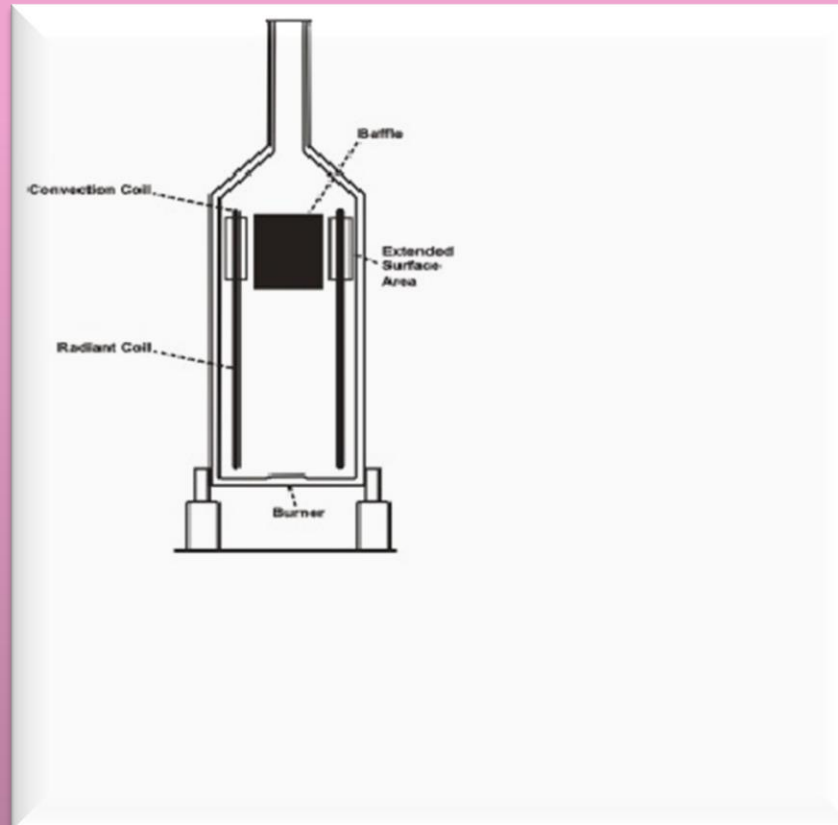
کوره استوانه عمودی با بخش جابجایی متقاطع یا vertical cylindrical, with cross flow convection



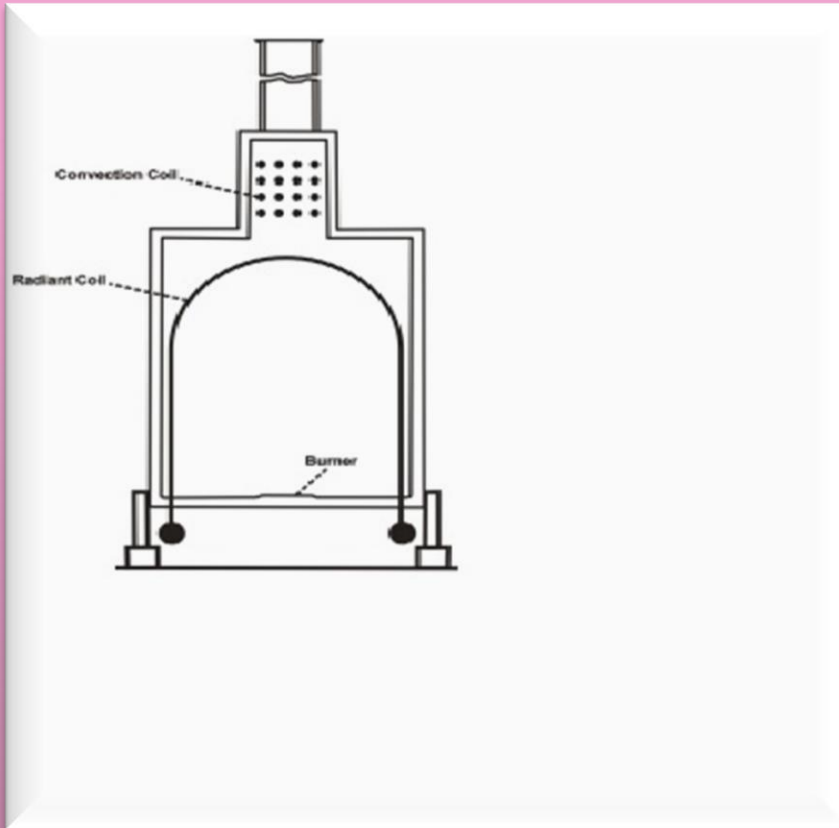
طبقه بندی کوره ها - وضعیت قرارگیری کویلها

کوره ها با کویل حرارتی عمودی

کوره استوانه ای عمودی با جابجایی یکپارچه
convection vertical cylindrical, with integral



طبقه بندی کوره ها - وضعیت قرار گیری کویلها

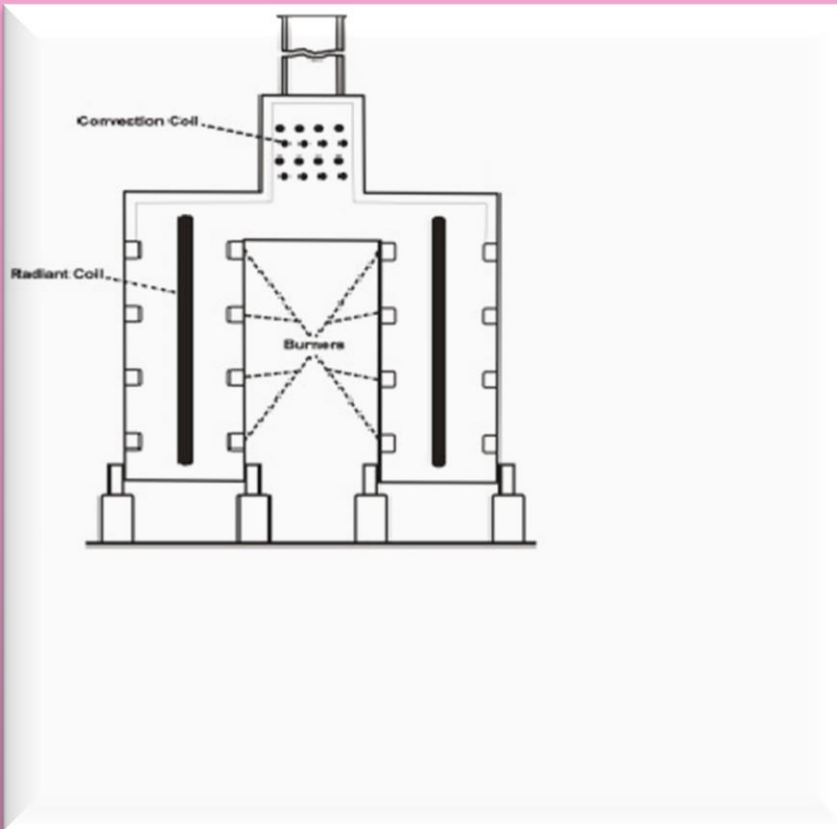


کوره طاقی یا arbor or wicket type

طبقه بندی کوره ها - وضعیت قرارگیری کویلها

کوره ها با کویل حرارتی عمودی

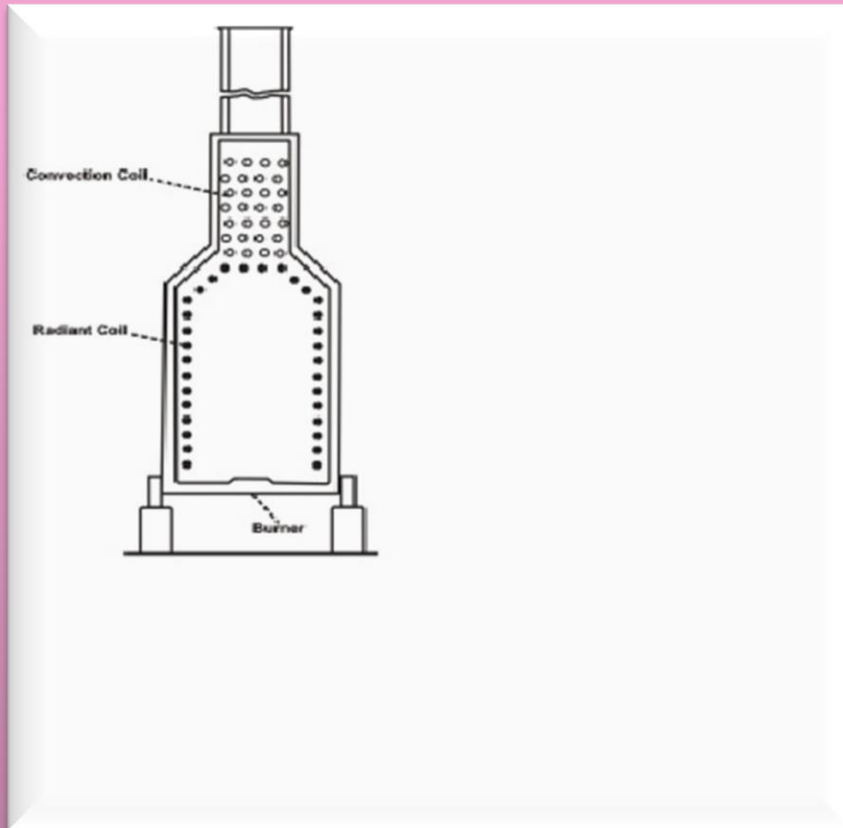
کوره اتاقی با مشعلهای دو طرفه یا vertical tube, double fired



طبقه بندی کوره ها - وضعیت قرارگیری کویلها

کوره ها با کویل حرارتی افقی

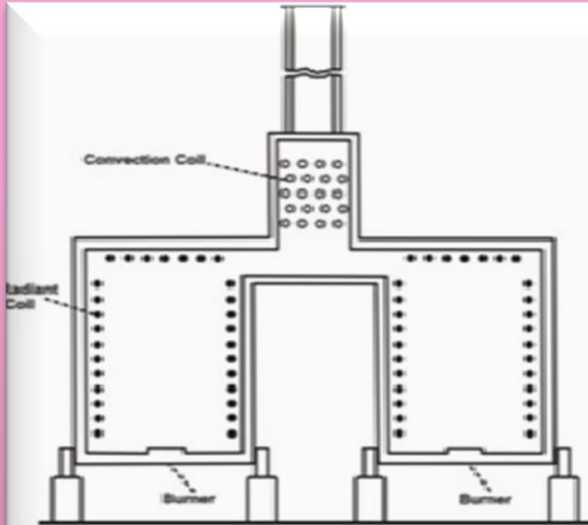
کوره اتاقی با لوله های افقی یا horizontal tube cabin



طبقه بندی کوره ها - وضعیت قرارگیری کویلها

کوره ها با کویل حرارتی افقی

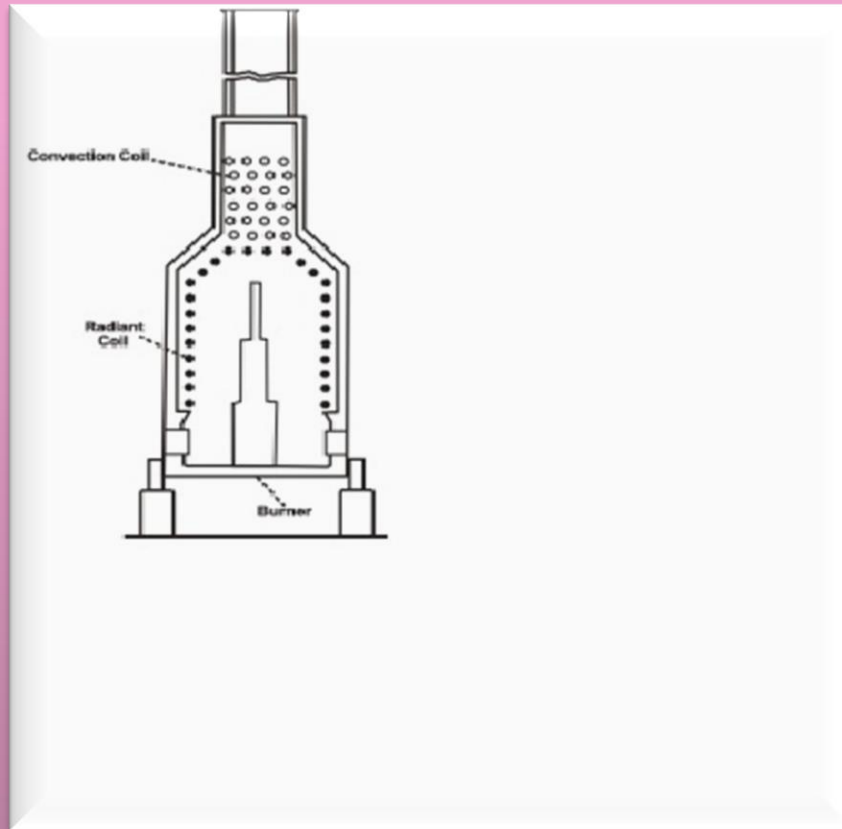
کوره افقی دوقلو یا cell horizontal tube box



طبقه بندی کوره ها - وضعیت قرارگیری کویلها

کوره ها با کویل حرارتی افقی

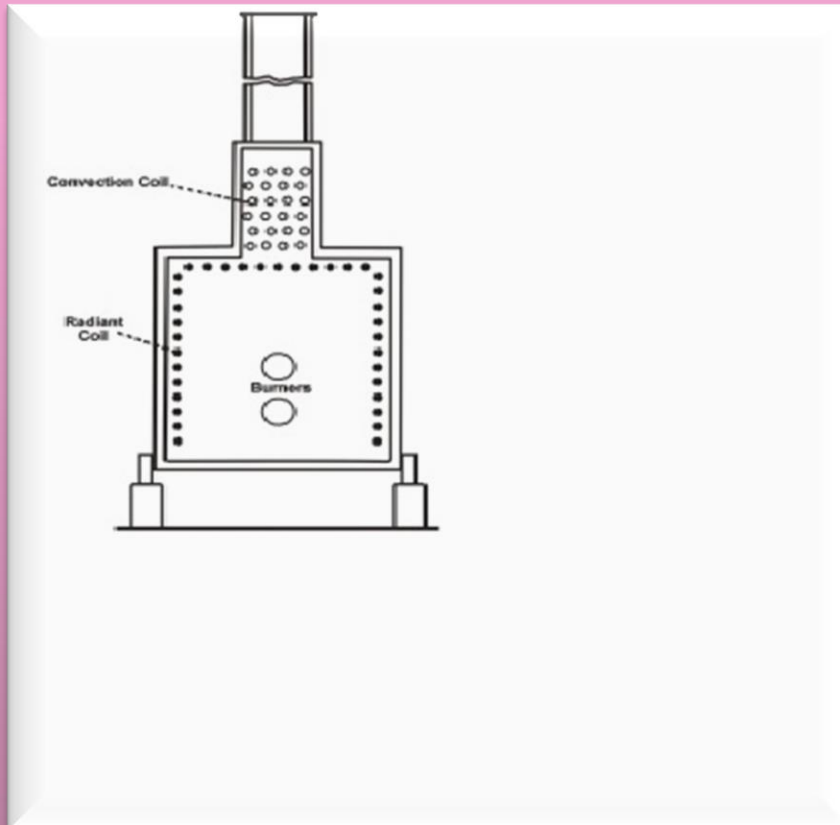
کوره اتاقی با دیواره حائل یا horizontal tube cabin with dividing bridge wall



طبقه بندی کوره ها - وضعیت قرارگیری کویلها

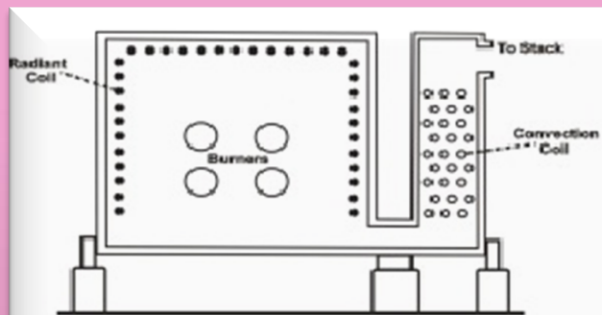
کوره ها با کویل حرارتی افقی

کوره اتاقی با مشعلهای جانبی و لوله های افقی یا end fired horizontal tube box



طبقه بندی کوره ها - وضعیت قرارگیری کویلها

کوره ها با کویل حرارتی افقی

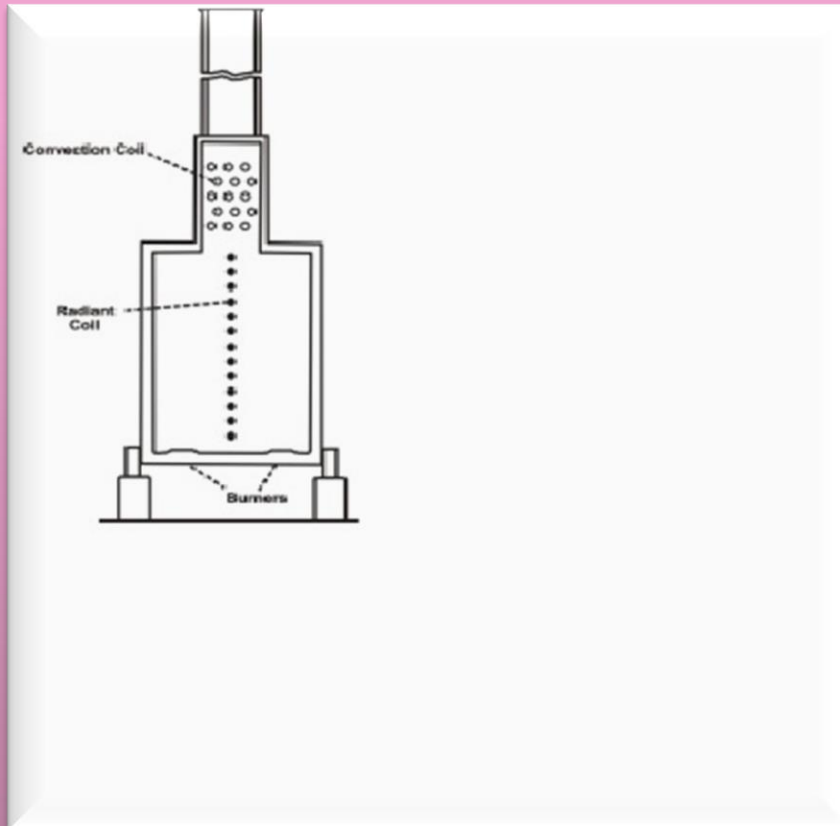


کوره اتاقی با مشعل های جانبی و لوله های افقی
با بخش جابجایی کناری یا
End fired tube box,
with side mounted convection section

طبقه بندی کوره ها - وضعیت قرارگیری کویلها

کوره ها با کویل حرارتی افقی

کوره افقی با تابش دو طرفه یا آتش خواری دو طرفه horizontal tube, double fired



طبقه بندی کوره ها – بر اساس کاربرد یا بر اساس مبنای هدف عملیاتی

الف – کوره های حرارتی:

روش حرارت دهی مستقیم

روش حرارت دهی غیرمستقیم

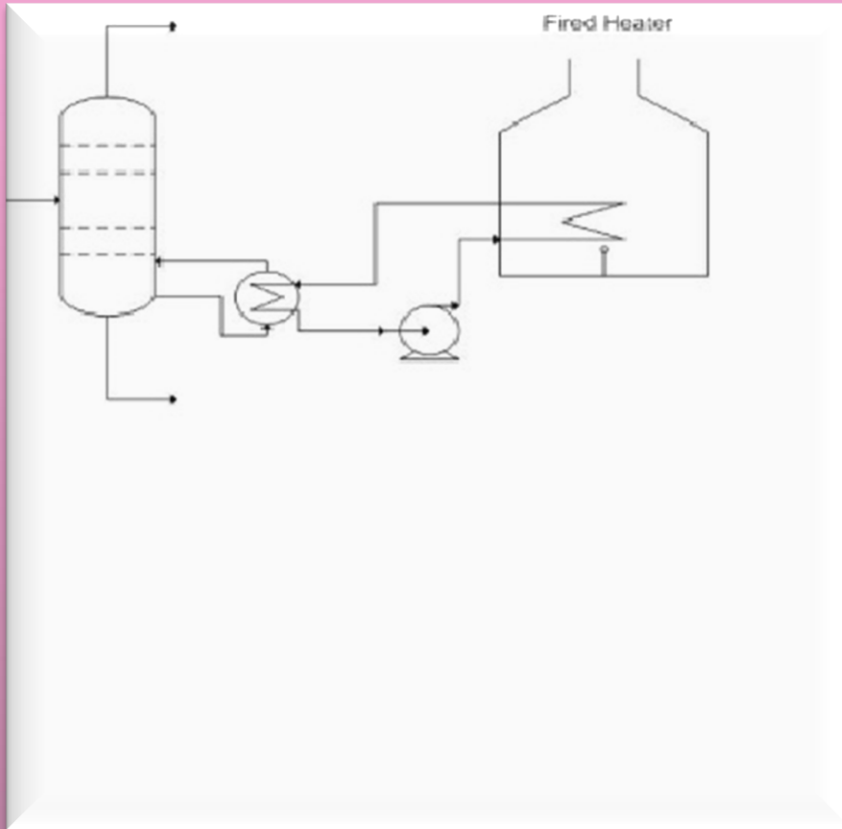
ب – کوره های فرایندی:

کوره های کراکینگ حرارتی (thermal Cracking)

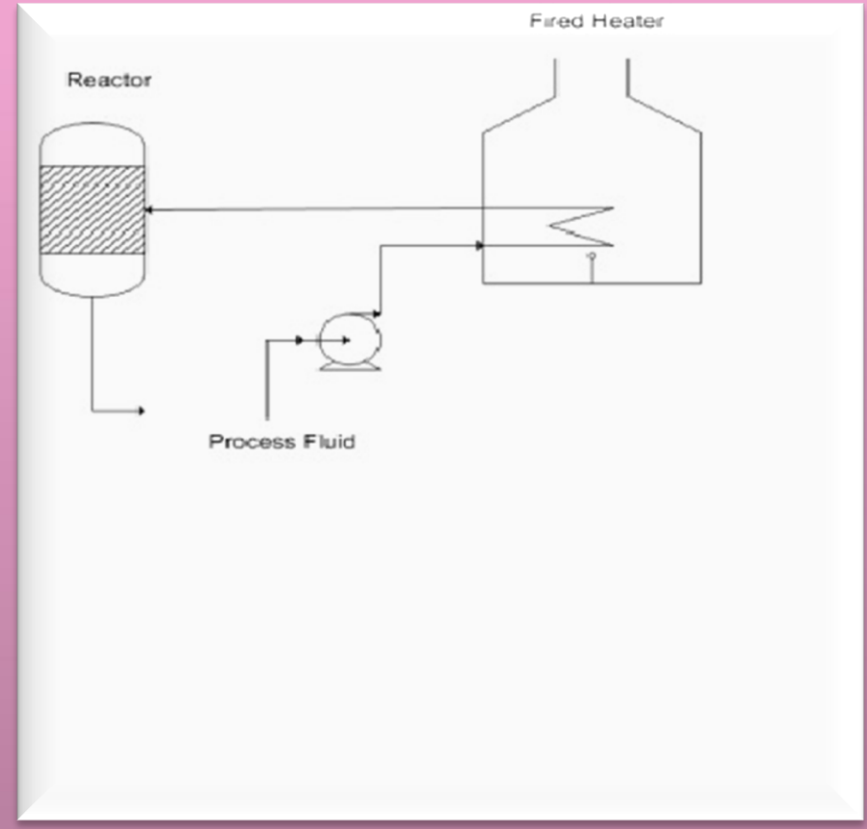
کوره های کاتالیستی

طبقه بندی کوره ها - بر اساس کاربرد یا بر اساس مبنای هدف عملیاتی

روش حرارت دهی غیرمستقیم



روش حرارت دهی مستقیم



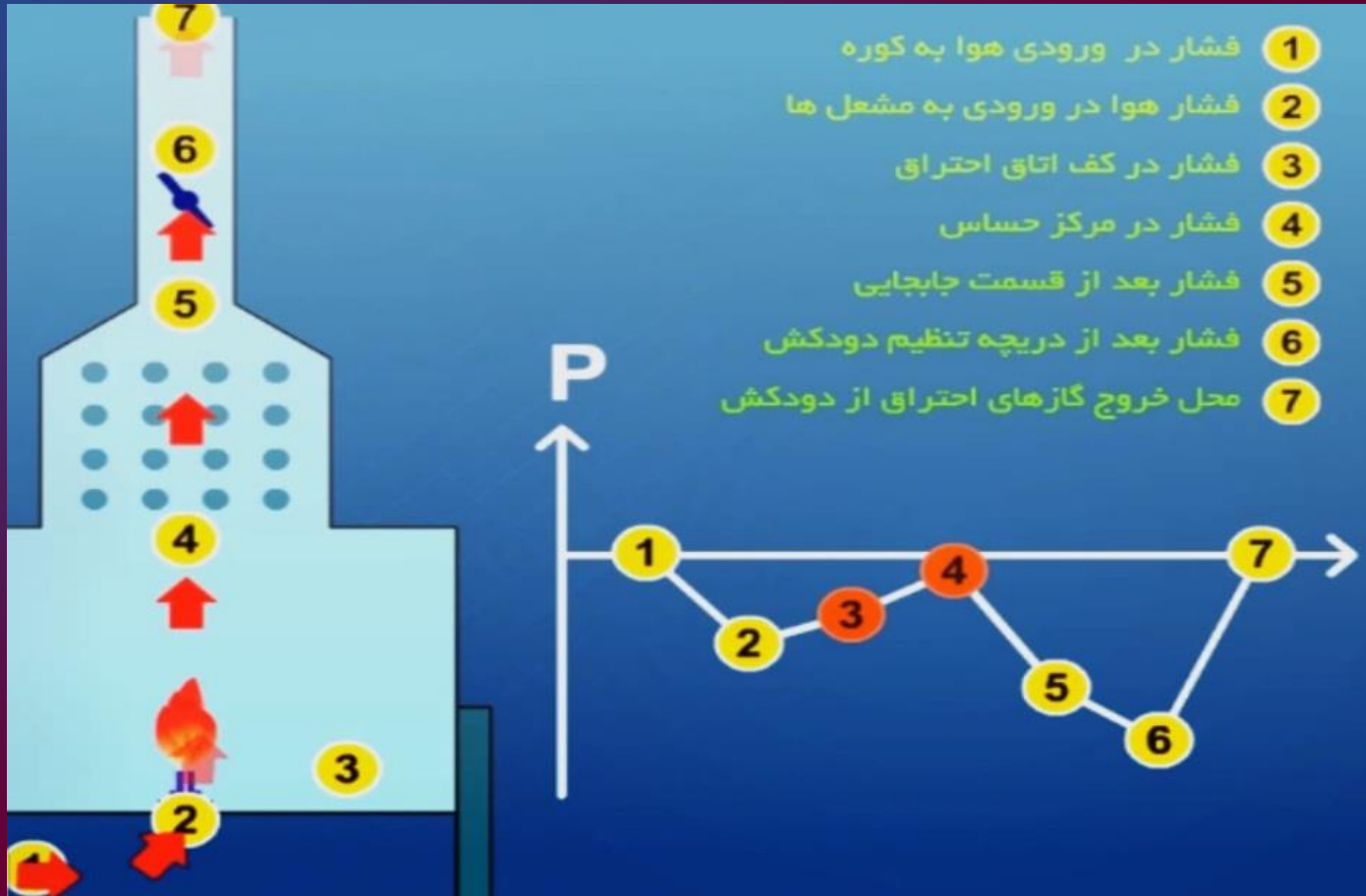
عوامل کلی تغییر فشار در بخش های مختلف کوره

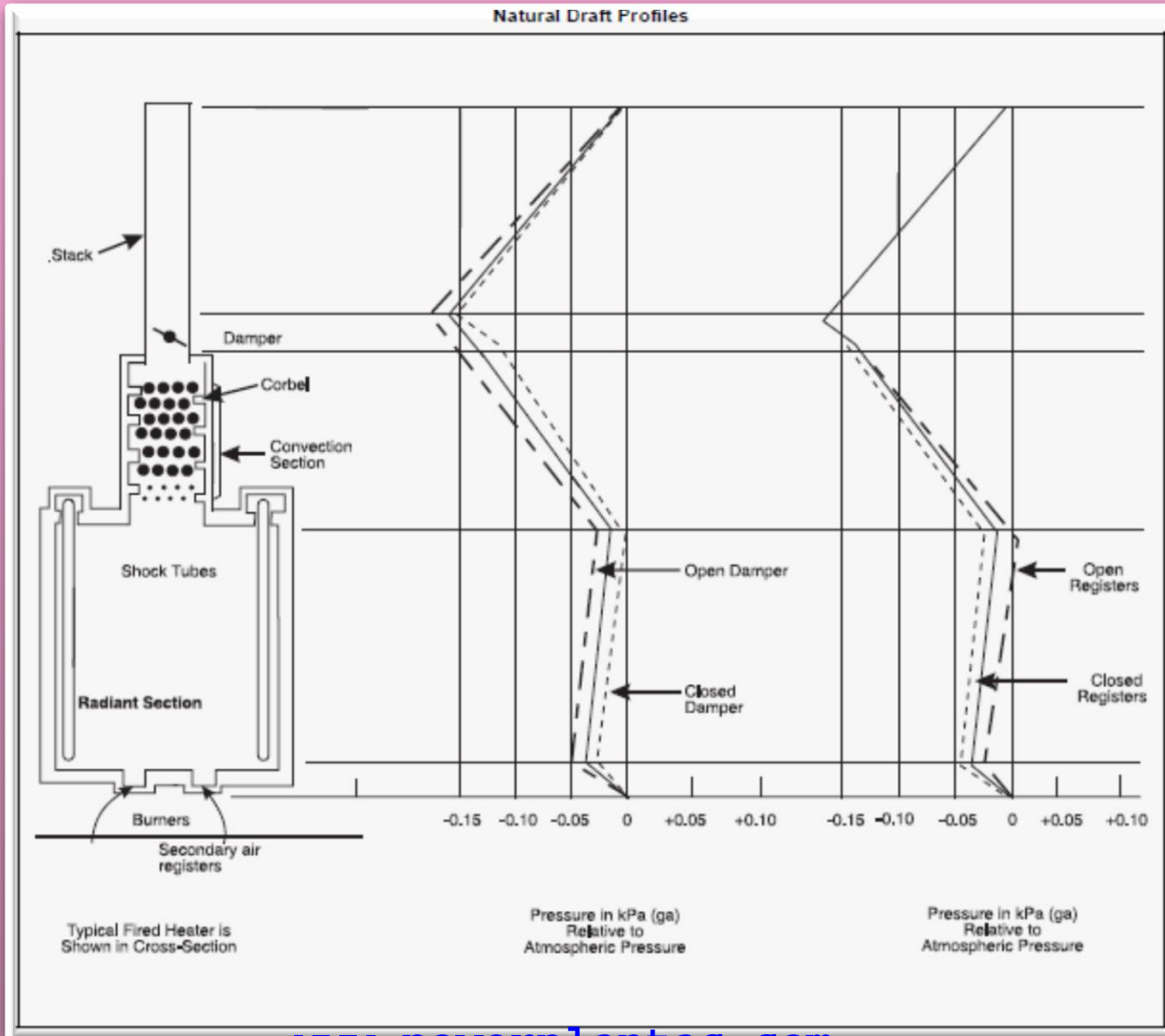
✓عامل اول که مهمترین عامل نیز می باشد، اختلاف دما است. همانگونه که قبلاً نیز گفته شد، اختلاف دما سبب بروز اختلاف چگالی شده و در نهایت سبب حرکت سیال در بخش های مختلف کوره می گردد.

✓عامل دوم افزایش حجم گازها در محفظه احتراق بر اثر واکنش سوختن می باشد. این امر سبب می گردد تا فشار گازها پس از احتراق افزایش یابد.

✓عامل سوم افت فشار حاصل از حرکت گازها در طول بخش های مختلف کوره می باشد که این امر سبب کاهش فشار جریان گازها خصوصاً در بخش جابجایی کوره خواهد گردید.

تغییرات فشار در بخش های مختلف کوره





حفظ مکش در کوره

✓ مکش در کوره ها به واسطه وجود دودکش و اختلاف دمای گاز های تولیدی با هوای بیرون بوجود می آید

✓ لذا تا حد امکان باید از اتلاف حرارتی از جداره دودکش جلوگیری کرد

✓ مقدار مکش دودکش به عواملی چون ارتفاع دودکش (LS)، دمای محیط (Ta)، دمای گازهای حاصل از احتراق (Tga) و فشار محیط (P) بستگی دارد

$$D = 0.52 L_s P \left(\frac{1}{T_a} - \frac{1}{T_{ga}} \right)$$

آلاینده ها

1. خاکستر و ذرات معلق
2. اکسیدهای گوگرد یا Sox
3. اکسیدهای نیتروژن یا Nox
4. تشکیل کک

اکسیدهای گوگرد یا Sox

✓ معمولاً در گاز طبیعی ترکیبات وانادیوم وجود دارد، در دماهای بالا و در مجاورت ذرات این فلز، دی اکسید گوگرد تولیدی با اکسیژن موجود در گازهای خروجی واکنش داده و به تری اکسید گوگرد یا تبدیل می شود

✓ در صورتی که دمای گازهای حاصل از احتراق از نقطه شبنم پایین تر بیاید، تری اکسید گوگرد موجود در گازهای خروجی کندانس شده و با واکنش با بخار آب، تولید سولفوریک اسید می نماید

اکسیدهای گوگرد یا Sox

✓ برای جلوگیری از تولید سولفوریک اسید، روش های زیر مورد استفاده قرار می گیرد:

• افزایش هوای اضافی: این امر سبب کاهش فشار جزیی آب در مخلوط گازهای حاصل از احتراق می شود و در نتیجه سبب افزایش نقطه شبنم مخلوط می شود

• افزودن اکسید منیزیم به سوخت مصرف: این کار باعث جلوگیری از تولید تری اکسید گوگرد در کوره می شود

• حفظ دمای بالاتر از نقطه شبنم: باید همواره درجه حرارت قسمت های دودکش، پیشگرم کن هوا و اجزاء مشعل، بیشتر از نقطه شبنم باشد تا از بوجود آمدن شرایط میعان آب جلوگیری گردد

اکسیدهای نیتروژن یا NO_x

✓ در صورتیکه دمای شعله و مقدار هوای اضافی در کوره افزایش یابد، مقدار NO_x تولیدی در گازهای حاصل از احتراق زیاد می شود

✓ در کوره هایی که از پیش گرم کن هوا به جهت بالا بردن راندمان استفاده می گردد، بازده کوره حدود 10 تا 20 درصد زیاد شده ولی از طرفی مقدار تولیدی 50 تا 100 درصد افزایش می یابد

تشکیل کک

✓عموماً واکنش هایی که بواسطه حرارت زیاد در کوره های واکنشی صورت می گیرد متنوع و پیچیده هستند. بر اثر این واکنشها ممکن است لایه ای از ترکیبات کربن بر روی دیواره داخلی کویل ها تشکیل شود که اصطلاحاً به آن کک می گویند.

✓مشکلات کک در کوره ها:

1. کاهش نرخ انتقال حرارت به سیال فرایندی در کویل ها
2. بالا رفتن میزان مصرف سوخت کوره
3. پایین آمدن کیفیت محصول
4. بالارفتن دمای دیواره لوله ها
5. بروز افت فشار در کویل ها و بروز مشکلات دیگری چون تشکیل Hot Spot و نهایتاً سوراخ شدن کویل ها و....

مکانیزم کک زایی در کوره های الفین

- ابتدا کربن موجود در هیدروکربن ها بصورت تک تک با نیکل (کاتالیست فرایند) موجود در کویل پیوند برقرار می کند. به این مرحله اصطلاحاً تشکیل کک کاتالیستی می گویند.
- در ادامه ذرات کربن موجود در کک کاتالیستی به هم می چسبند و پیوند برقرار می کنند. به این مرحله **Condensation** گفته می شود.
- در این مرحله که به آن مرحله ماتریسی یا رادیکالی می گویند، کک ها بصورت یکنواخت در داخل کویل نشست می کنند.

✓ جلوگیری از تشکیل کک در کوره های الفین :

1. تزریق موادی با پایه سولفور-دی متیل سولفید (DMS) و دی متیل دی سولفید (DMDS)
2. سطوح داخلی کویل ها را با لایه ای که از نشست کک جلوگیری می کند پوشاند
3. از آلیاژهای خاص استفاده شود
4.

کک زدایی (Decoking)

روش کک زدایی با هوا و بخار (Steam Air Decoking):

- جریان بخار Dilution Steam

- تزریق جریان هوا به داخل کویل ها

- واکنش شیمیایی شدیداً گرمازا (Exothermic Reaction) بین کک داخلی کویلها و هوا

❖ اهمیت تنظیم مقدار هوا در عملیات کک زدایی (انفجار)

❖ جلوگیری از بالارفتن بیش از حد دما در کویل های جریان بخار بکار رفته در فرایند کک زدایی

بازیافت انرژی

□ عوامل اتلاف حرارت کوره ها :

- ذخیره شدن انرژی حرارتی در سازه کوره (Furnace Structure)
- اتلاف حرارت از دیواره های بیرونی و سازه کوره
- اتلاف حرارتی از طریق تجهیزات جانبی در کوره ها، مثلاً در چفت و بست ها (Fixture) و غیره
- اتلاف حرارتی از طریق تابش و از مسیره های باز و قسمت های روباز (Hot Exposed Part) در کوره
- اتلاف حرارتی ناشی از گرم کردن هوای سرد ورودی به کوره ها برای احتراق
- حمل حرارت (Heat Carried) بوسیله هوای اضافی بکار رفته در مشعلها

□ تجهیزات بازیافت حرارتی :

Recuperator ✓

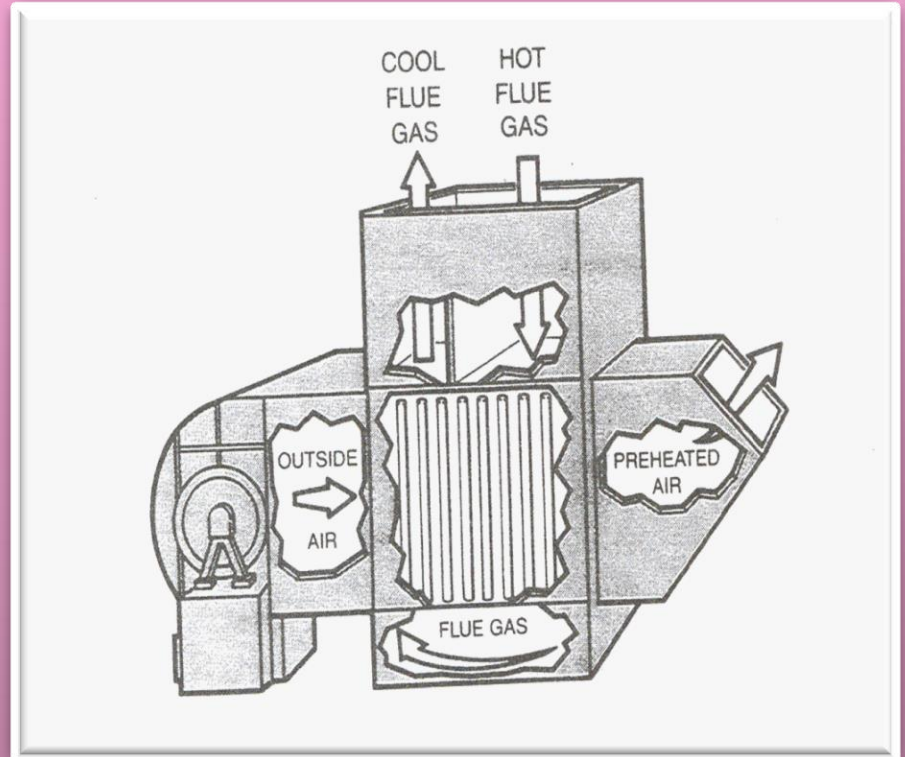
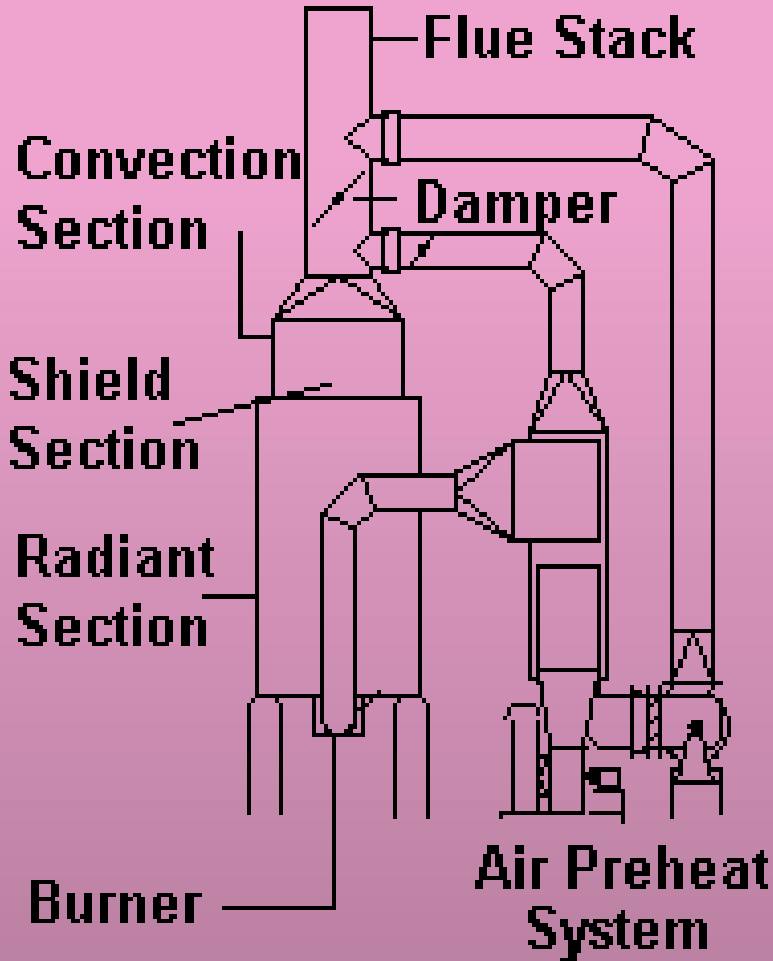
Regenerator ✓

✓ استفاده از بویلرهای حرارت تلف شده - Waste heat boiler

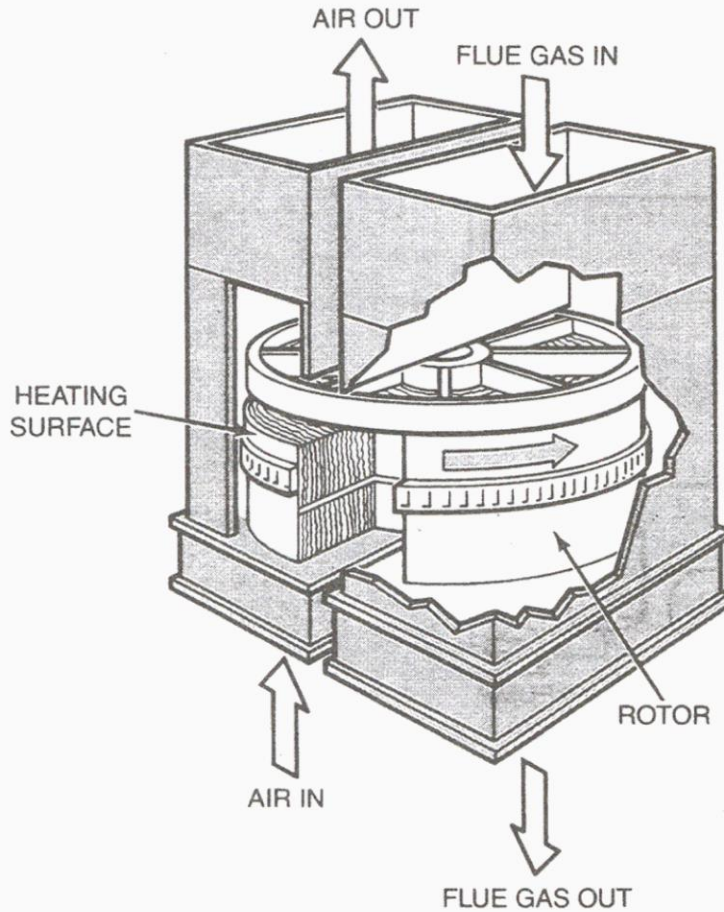
بازیافت انرژی

□ تجهیزات بازیافت حرارتی :

Recuperator ✓



بازیافت انرژی



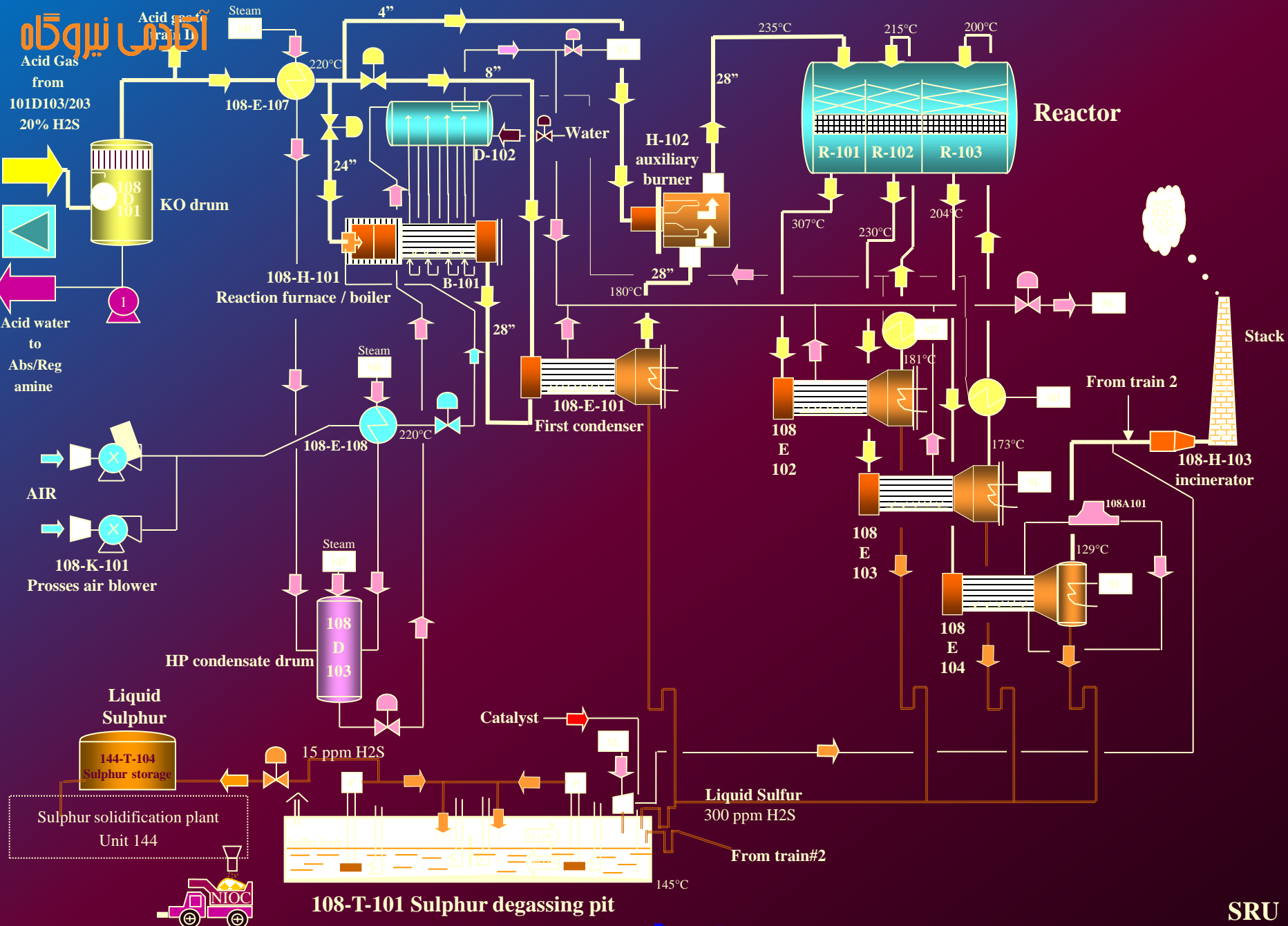
□ تجهیزات بازیافت حرارتی :

Regenerator ✓

بازیافت انرژی

□ تجهیزات بازیافت حرارتی :

✓ استفاده از بویلرهای حرارت تلف شده - Waste heat boiler



ساختمان و اجزای کوره

Bridgewall ✓

Header box ✓

دریچه ها ✓

پایه ها ✓

نردبان ها، سکوها و راه پله ✓

بدنه یا چهارچوب اصلی کوره ✓

سطوح بازتابنده یا عایقها ✓

مشعل ها ✓

کویل حرارتی ✓

اکونومایزر ✓

پیش گرم کن هوا ✓

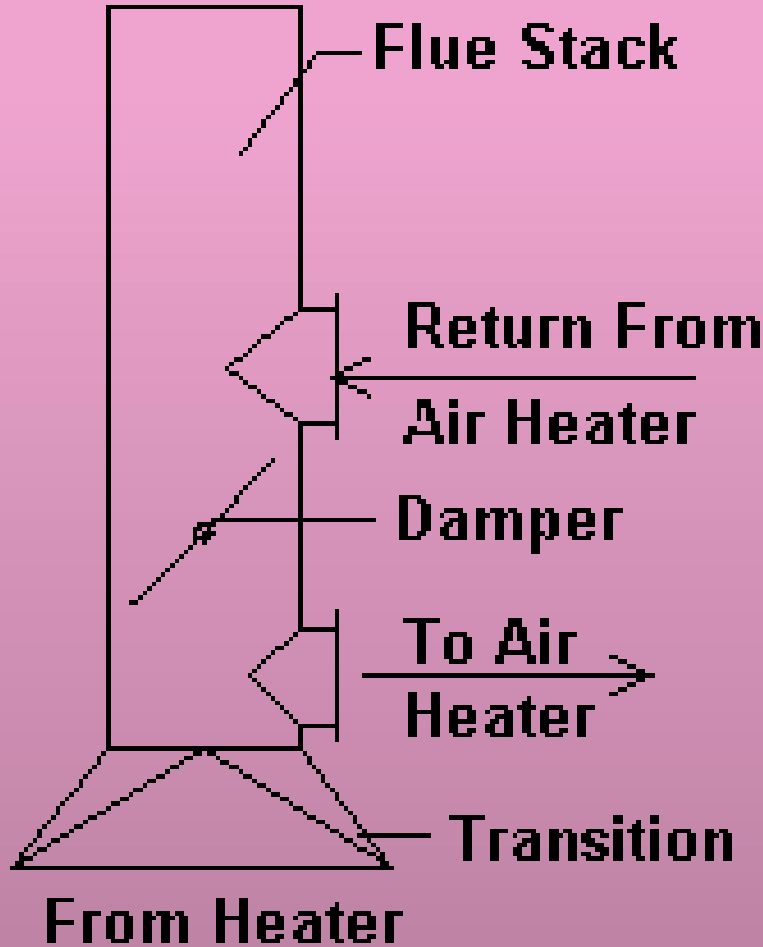
دودکش ✓

دمپر دودکش ها ✓

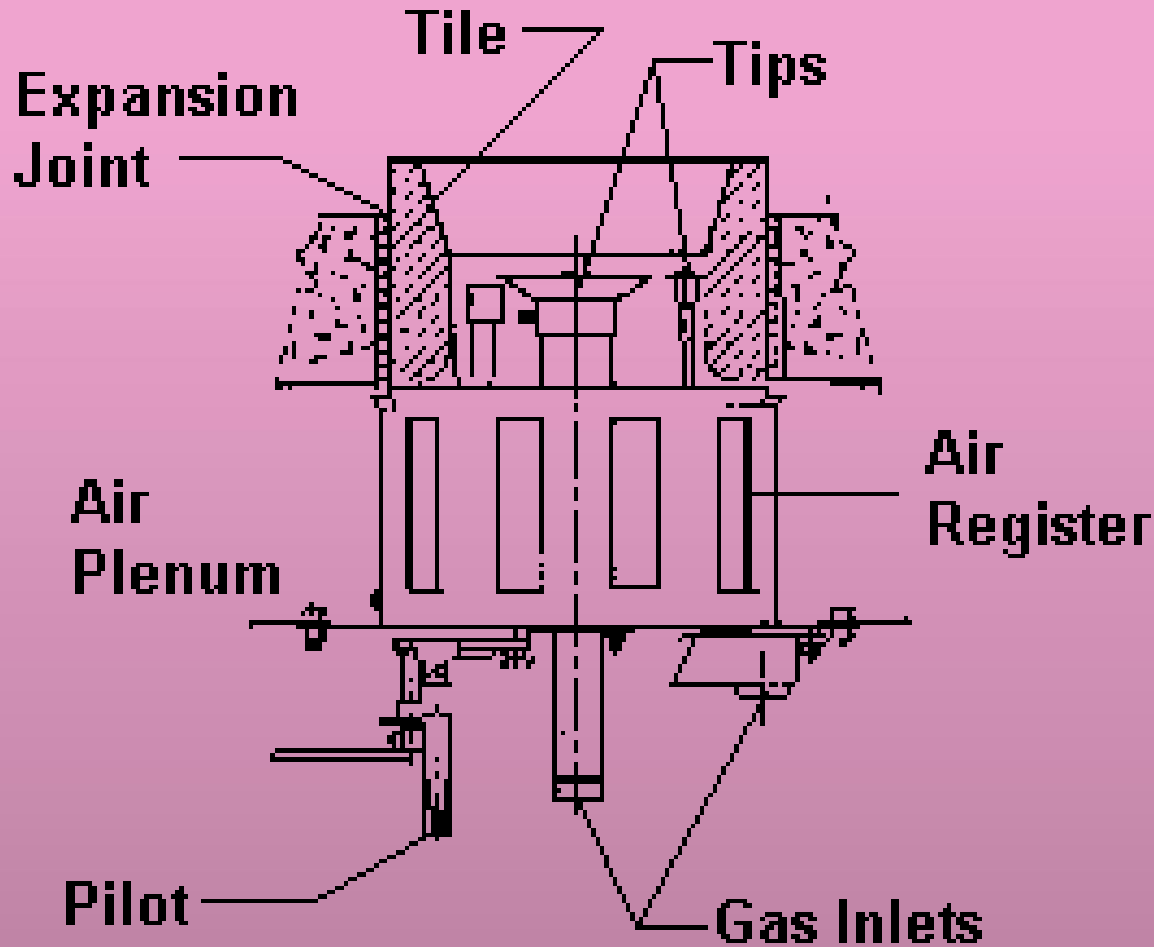
Soot blower یا دوده یا ✓

دمنده ها (FAN) ✓

دودکش

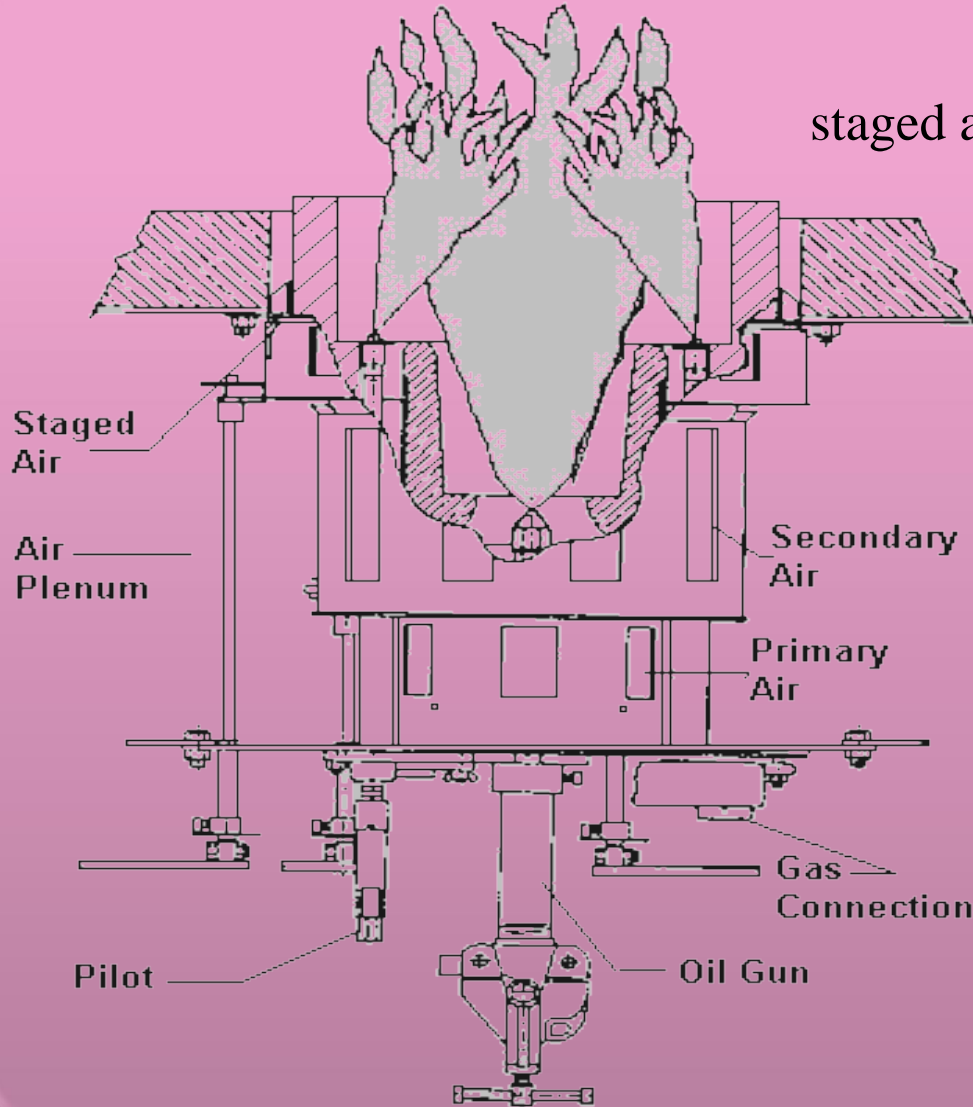


مشعل^۷



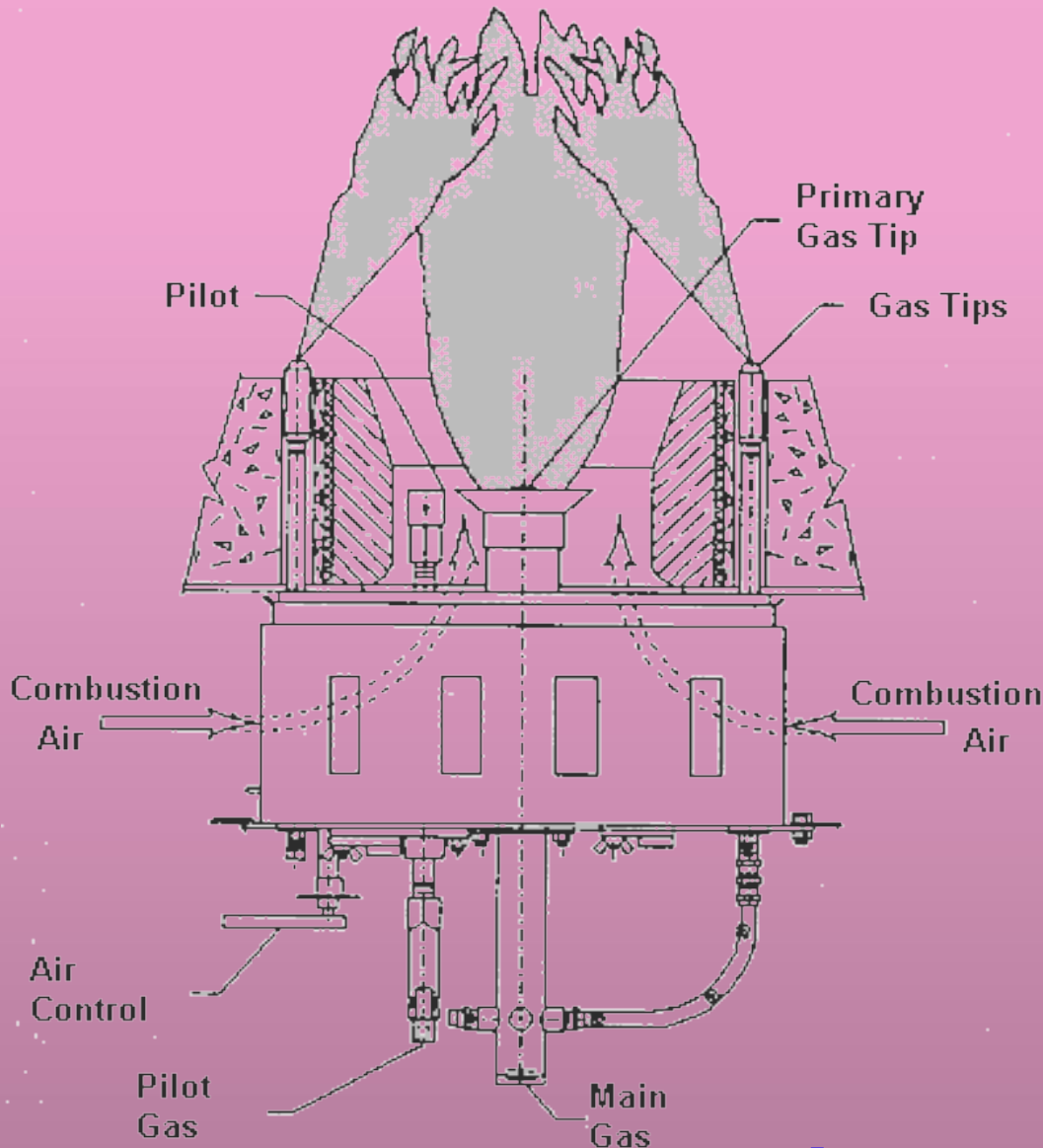
مشعل ✓

staged air, combination oil and gas burner ✓

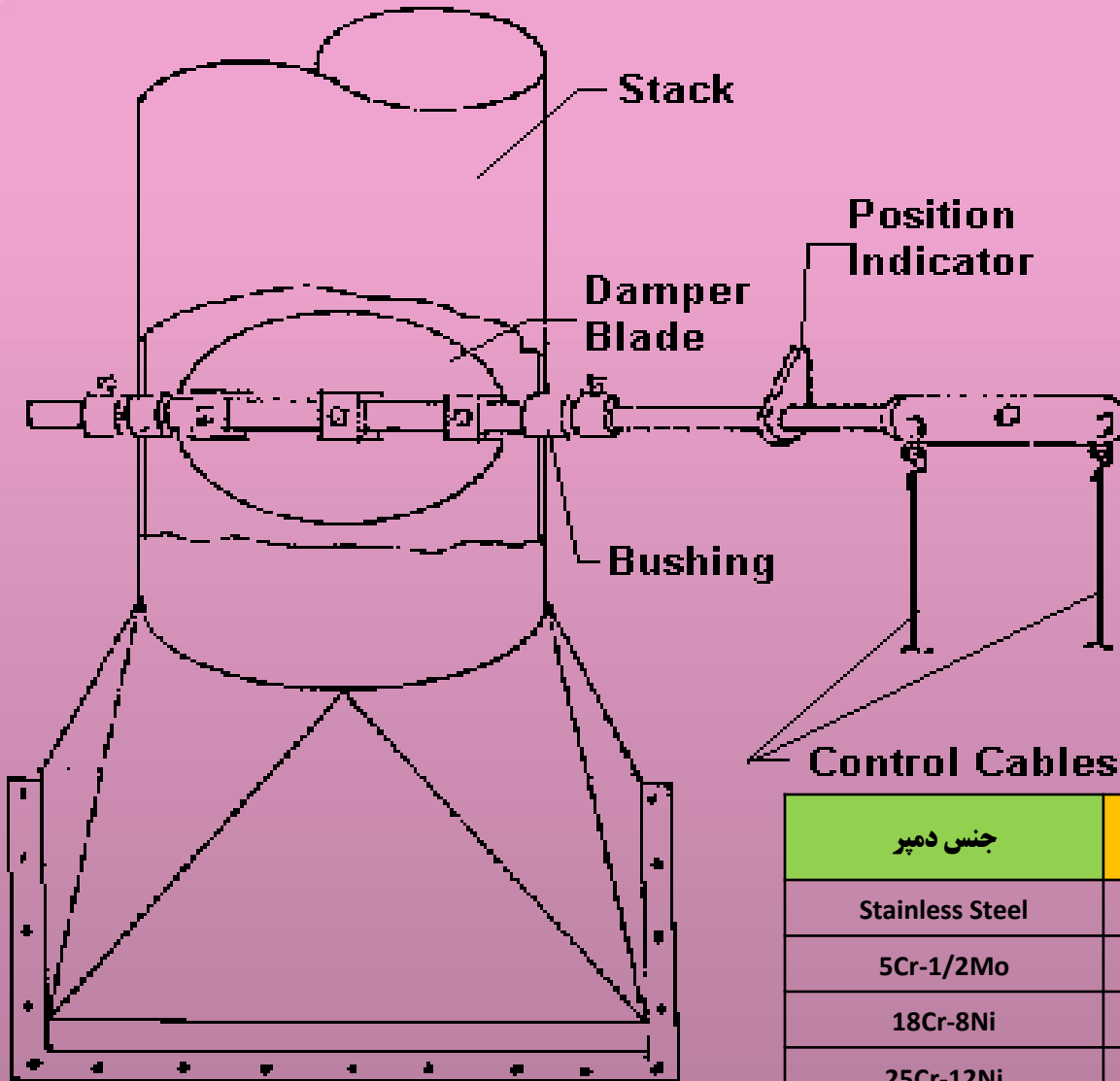


✓ مشعل

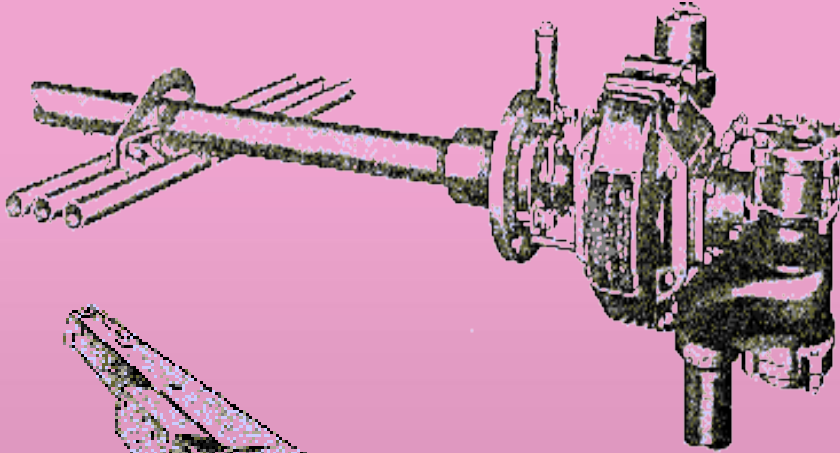
staged fuel gas burner ✓



دمپر دودکش ها

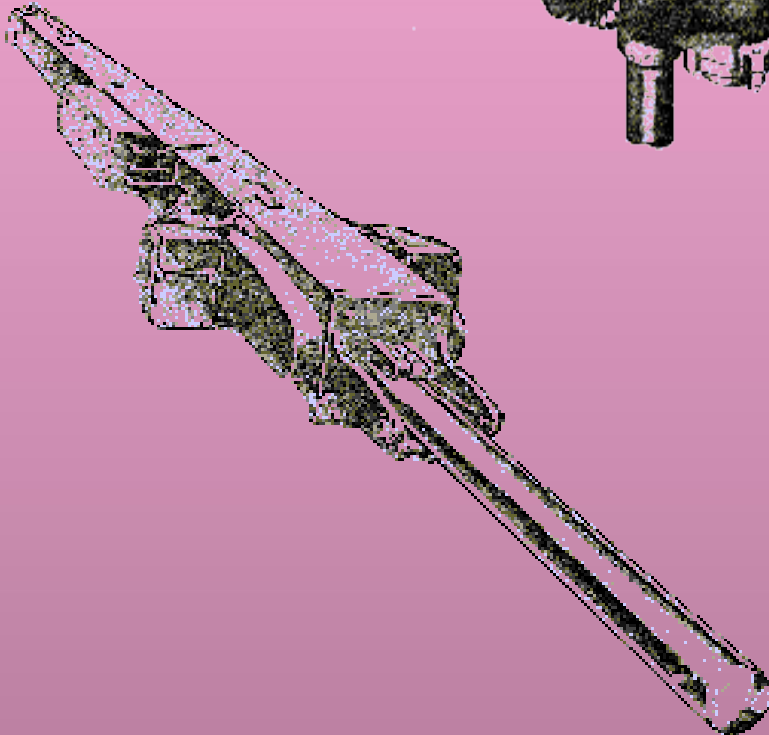


جنس دمپر	دمای گاز (سانتیگراد)
Stainless Steel	427
5Cr-1/2Mo	649
18Cr-8Ni	816
25Cr-12Ni	982



✓دمنده دوده یا Soot blower

Fixed Rotary Soot Blower ✓



Retractable Soot Blower ✓

✓ پیش گرم کن هوا

sketch of a direct fired heater system utilizing an SCR unit and Air ✓

Preheat system

