

بویلرها (Boilers)

اصنایع شیمیایی منابع انرژی زیادی را مصرف میکنند تا بتوانند انرژی مورد نیاز خود را به منظور انجام بسیاری کارها از جمله بکاراندازی تجهیزات فرآیندی، تامین انرژی حرارتی مورد نیاز برای گرم کردن مواد و غیره تامین نمایند. منابع انرژی حال حاضر در جهان عمدتاً "شامل سوختهای فسیلی، آب و باد، انرژی خورشیدی، انرژی زمین گرمایی و انرژی هسته‌ای هستند. از این میان سوختهای فسیلی بیش از سایر منابع انرژی برای تهیه حامل‌های انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرند. معمولاً در صنایع شیمیایی حامل‌های انرژی برق و بخار میباشند بهترین راه برای آنکه بتوان از انرژی سوختهای فسیلی برای تولید برق و بخار استفاده کرد سوزاندن آن است در فرآیند سوختن انرژی درونی به صورت حرارت آزاد میشود و به شکل تابش و جابحایی به محیط انتقال می‌یابد. بویلهای و توربینهای گازی تجهیزاتی هستند که معمولاً برای تولید بخار و برق از طریق سوزاندن سوختهای فسیلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بخار فاز گازی مایع آب است. در واقع چنانچه آب در فشار اتمسفریک گرما جذب کند شروع به جوشش و تولید بخار مینماید با تبدیل آب به بخار حجم آن تقریباً 1600 برابر میشود و انرژی درونی آن نیز حداقل به میزان 6 برابر در حالت اشباع افزایش می‌یابد. گاز بر خلاف مایع تراکم پذیر است و به راحتی میتوان آنرا فشرده نمود. این خصوصیات باعث شده تا برای اولین بار جیمز وات از بخار برای تولید کار مکانیکی استفاده کند. این ابداع آغازی برای استفاده بسیار گسترده بخار در صنعت بوده است.

از آنجائیکه آبی که برای تولید بخار استفاده میشود باید عاری از ناخالصی ها باشد. هزینه زیادی برای تولید آن صرف میشود. به همین دلیل بخار کندانس شده را دوباره وارد سیستم آب بویلر مینمایند تا مجدداً "به بخار تبدیل شود." به عنبارت دیگر قسمت زیادی از تولید بخار و مصرف آن در واحدهای شیمیایی بصورت سیکل بسته است. یعنی بخار در بویلرهای تولید میشود و در توربین های بخار و مبدلهای گرمایی و غیره مصرف شده و پس از کندانس شدن به بویلر باز میگردد. برای تولید بخار، در مشعل های بویلرهای انرژی تابشی از شعله به سطوح داخلی محفظه احتراق انتقال می یابد و از تماس گازهای حاصل از احتراق با بخشهای دیگر بویلر حرارت بصورت جابجایی به لوله ها و نهایتاً "آب درون آنها انتقال می یابد.

۱. علل استفاده از آب به عنوان حامل انرژی در صنعت و کاربردهای بخار در صنعت.

به دلایل زیر آب معمولترین سرد کننده هاست:

۱- به مقدار زیاد وارزان در دسترس می باشد.

۲- به آسانی آب را می توان مورد استفاده قرار داد.

۳- قدرت سرد کننگی آب نسبت به اکثر مایعات (در حجم مساوی) بیشتر است.

۴- انقباض و انبساط آب با تغییر درجه حرارت جزیی است.

بخار فاز گازی مایع آب است در واقع چنانچه آب در فشار اتمسفریک گرما جذب کند، شروع به جوشش و تولید بخار می نماید با تبدیل آب به بخار، حجم آن تقریباً ۱۶۰۰ برابر می شود و انرژی درونی آن نیز حداقل به میزان ۶ برابر در حالت اشباع افزایش می یابد. گاز بر خلاف مایع تراکم پذیر است و به راحتی می توان آنرا فشرده نمود. این خصوصیات باعث شده تا برای اولین بار جمیز وات از بخار برای تولید کار مکانیکی استفاده کند. این ابداع آغازی برای استفاده بسیار گسترده بخار در صنعت بوده است به طور کلی از جمله دلایلی که باعث شده از بخار در صنایع شیمیایی به طور وسیع استفاده گردد، میتوان به موارد ذیل اشاره نمود:

۱- آب بطور فراوان و ارزان در دسترس بوده و ماده ای بی خطر و از دید محیط زیستی کاملاً بی ضرر می باشد و این یکی از علل استفاده گسترده از بخار آب در صنایع می باشد.

۲- بخار اشباع انرژی خود را در دمای ثابت منتقل می نماید و این به مفهوم این است که انرژی ذخیره شده در بخار اشباع را میتوان در یک دمای ثابت و بدون آنکه دمای آن کاسته شود از آن دریافت کرد و تنها اتفاقی که در این حالت می افتد تغییر شکل از حالت بخار به مایع است.

۳- در بعضی از فرایندها بخار به عنوان جزئی از فرایند وارد میگردد از آن جمله می توان به برج های عریان سازی با بخار اشاره نمود.

۴- انتقال حرارت از بخار به اجسام دیگر به راحتی و بوسیله قرار دادن یک کویل در داخل و یا یک ژاکت حرارتی در اطراف آن صورت می گیرد. یکنواختی در انتقال حرارت از مزایای استفاده از بخار است.

۵- در موقعي که از بخار برای حرارت دادن استفاده می گردد، کنترل دمای آن راحت بوده و عموماً بینکار با استفاده از یک شیر کنترل که میزان دبی بخار عبوری را تغییر می دهد، صورت می گیرد.

از بخار با فشار بالا می توان به کمک توربین بخار، کار تولید کرد. این کار را می توان برای چرخاندن دستگاه های دواری مانند پمپ، کمپرسور، ژنراتور و ... استفاده نمود.

همانطور که گفته شد بخار دارای مصارفی چون گرم کردن، انجام برخی فرایندها، به حرکت درآوردن توربین بخار و غیره می باشد. در این میان به حرکت درآوردن توربین به منظور تولید توان، یکی از کاربردهای مهم بخار به شمار می رود. در

حين اين عمليات، انرژي بخار در توربين به کار تبديل شده و بخار پس از عبور از پره های توربين، در يك کندانسور سرد شده و کندانس می شود. از آنجايike آبی که برای توليد بخار استفاده می شود باید عاري از ناخالصی ها باشد، هزینه زيادي برای توليد آن صرف می شود.

به همين دليل بخار کندانس شده را دوباره وارد سيسitem آب بويلر می نمایند تا مجدداً به بخار تبديل شود. به عبارت ديگر قسمت زيادي از توليد بخار و مصرف آن در واحدهای شيميايی بصورت سيكل بسته توپلید می شود و در توربين های بخار و مبدلهاي گرمایي **HRSG** است. يعني بخار در بويلرهای واتريوب یا فايرتيوب و غيره مصرف شده و پس از کندانس شدن به بويلر باز می گردد: برای توليد بخار، در مشعلهای بويلرهای، انرژي تابشی از شعله به سطوح داخلی محفظه احتراق انتقال می یابد و از تماس گازهای حاصل از احتراق با بخشهاي ديگر بويلر، حرارت بصورت جابجايی به لوله ها و نهايتأ آب درون آنها انتقال می یابد.

2. انواع بخار (دسته‌بندی اساس دما و فشار) را بنویسید.

پس از آنکه آب به جوش آمد، ابتدا به بخار اشباع تبديل می شود. بخار اشباع بخاری است که در مجاورت آب قرار دارد یا به عبارت ديگر ذرات آب در آن قبل مشاهده هستند. تا زمانیکه تمام آب به بخار تبديل نشود، بخار موجود در ظرف، بخار اشباع می باشد. با تغيير بيشتر، فشار بخار و به عبارت ديگر فشار ظرف بالا می رود. چنانچه در بالای اين ظرف شيری قرار داشته باشد که اجازه ندهد فشار ظرف از حدی بالاتر رود، در اينصورت جوشش آب در فشار ثابت و لذا در دمای ثابت انجام می شود.

چنانچه به بخار اشباع حرارت داده شود، دمای بخار بالا می رود. اين بخار، بخار سوبر هييت است که در آن ديگر ذرات آب دیده نمي شود و به همين دليل به اين نوع بخار که در فشار ثابت می تواند دماهای بالاتر از دمای اشباع داشته باشد بخار خشک نيز می گويند.

3. انواع بويلر به همراه موارد کاربردشان

بويلرهای فايرتيوب

معيارهای زيادي برای تقسيم بندی بويلرها وجود دارد، مهمترین معيار تقسيم بندی بويلرها بر اساس محتويات داخل لوله ها می باشد. بويلرهای فايرتيوب و واتريوب دو نوع از اين تقسيم بندی مهم هستند.

عموما بويلرهای فايرتيوب از يك محفظه احتراق و ديگر تشکيل شده اند. ديگر حاوي لوله هایی است که از يك طرف به آن وارد و از طرف ديگر خارج می گردد، بدین ترتيب بخشی از فضای ديگر توسيط لوله ها اشغال شده و باقی فضای موجود برای آب در نظر گرفته شده است. گازهای گرم حاصل از سوزاندن سوخت در محفظه احتراق وارد اين دسته لوله

ها شده و از سراسر دیگر عبور می کنند در این حین انتقال حرارت بین گازهای عبوری از لوله ها و آب درون دیگر سبب گرم شدن آب و تولید بخار می گردد در بویلهای فایرتیوب نمی توان قطر محفظه احتراق را بزرگ طراحی نمود، طول محفظه احتراق را نیز از حدی بیشتر نمی توان در نظر گرفت چراکه با وجود محدودیت قطر محفظه احتراق، قطر و طول مخروطی مقدار مشخصی خواهد بود از طرفی فاصله نوک شعله تا انتهای محفظه احتراق به جهت ایجاد انتقال حرارت همگن و نیز پرهیز از ایجاد تشنج حرارتی و نیز ذوب دیواره، دارای حد مشخصی است. این مشکل در نوع دیگر بویلهای که وتراتیوب هستند به علت ساختار مکعبی شکل محفظه احتراق و نحوه قرارگیری، تعدد و نوع متفاوت مشعل ها کاسته می شود.

بویلهای واتر تیوب

عموماً این نوع بویلهای از محفظه احتراق، لوله های بالارونده، پایین رونده، مخازن بخار و لجن تشکیل شده اند و تفاوت عمده آنها با نوع فایرتیوب در این است که آب در داخل لوله ها حریان گاز گرم در خارج لوله ها می باشد. واتر تیوبها ساختمان پیچیده تری نسبت به نوع فایرتیوب دارند و براساس نوع لوله ها، تعداد و نحوه قرارگیری مخازن بخار و لجن ساختارهای متنوعی را شامل می شوند. این بویلهای به چندین روش دسته بندی می گردند.

بویلهای واتر تیوب می توانند دارای اشکال مختلفی بر حسب اجزاء و قسمتهای مربوط به آن باشد به عنوان مثال لوله های آنها می توانند خمیده یا صاف بوده، نوع گردش آب به شکل طبیعی یا اجباری و موقعیت درام آنها عرضی یا طولی باشد. عموماً درام های عرضی در بویلهای با ظرفیت بالاتر مورد استفاده قرار می گیرد، از بین دو بویلر لوله آبی که ظرفیت یکسانی در تولید بخار دارند، آن بویلری که دارای درام عرضی می باشد، اندازه کوچکتری نسبت به نوع با درام طولی دارد. نوعی از بویلهای واتر تیوب می باشند در این نوع فاقد درام بوده و معروف به بویلهای تک مسیره یا یکبار گذار بویلهای آب در لوله ها فقط یکبار عبور می کند و معمولاً در تمامی فشارها و دماها کار می کنند، ولی در فشارهای بالا و فوق بحرانی اقتصادی تر هستند. معمولاً بویلهای واتر تیوب در ظرفیتهای بالاتری نسبت به بویلهای فایرتیوب ساخته می شوند در یک سطح انتقال حرارت تابشی یکسان، محفظه احتراق مکعبی مانند بویلهای واتر تیوب در مقایسه با شکل استوانه ای محفظه احتراق فایرتیوبها، به فضای کمتری برای نصب نیاز دارد به عبارت دیگر در یک بویلرواتر تیوب کوچکتر می توان سطح انتقال حرارتی مساوی با یک بویلر فایرتیوب بزرگتر ایجاد نمود از طرفی شکل محفظه احتراق مکعبی شکل، آزادی عمل بیشتری را در نحوه آرایش و جانمایی مشعلها در مقایسه با فایرتیوب ها در اختیار طراح قرار می دهد.

بویلهای واتر تیوب توانایی تولید بخار با فشار بالاتر را نسبت با بویلهای فایرتیوب دارند در بویلهای محفظه در بر گیرنده مخلوط آب و بخار باید مقاومت مکانیکی لازم جهت تحمل فشار را داشته باشد از آنجاییکه لوله های با قطر کمتر تحمل فشار بسیار بالاتری را در مقایسه با لوله های با قطر بیشتر و البته ضخامت یکسان دارد، بویلهای واتر تیوب علی رغم

پیچیدگی بیشتر، برای تولید بخارهای فشار بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد. معمولاً هرچه قدر فشار بخار تولیدی بویلهای واترتیوب بیشتر باشد، قطر لوله‌های آن نیز کمتر می‌باشد.

دیگهای بخار و اترتیوب نوع A :

یکی از انواع بویلهای واترتیوب، نوع A می‌باشد. این نوع بویلر کاملاً متقارن بوده و با کوره‌ای نسبتاً حجمی، کاملاً بالانس می‌باشد. این نوع بویلر، حجم کوره‌ای، نسبتاً بزرگتر از بویلر نوع O دارد و خصوصیات خاص تقارن و گردش طبیعی آب را هم مانند بویلر نوع O داراست. از نظر فشار و ظرفیت کاری از نوع O بزرگتر است و ولی در ظرفیتهای بالا، حجمی بزرگتر از O داشته و با یک درام لجن اضافه، هزینه بیشتری را جهت ساخت به خود اختصاص میدهد.

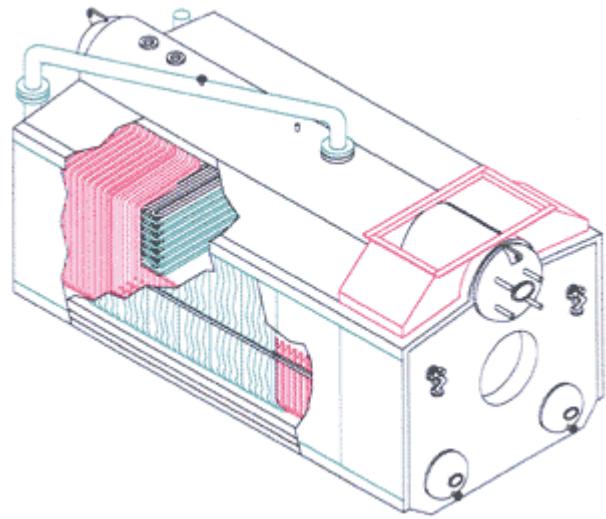
این بویلرهای قابل ساخت در کارخانه وارسال آن به محل نصب به صورت پکیج و هم قابل مونتاژ در محل می‌باشد. و پکیجی آن حداقل با ظرفیت 250000 پوند بر ساعت **T/h 115** bar 500 psig یا 1000 درجه فارنهایت (537 درجه سانتی‌گراد) ساخته شده و در ظرفیتها و فشار بالاتر به علت حجم و بزرگی آن حتماً در محل مونتاژ می‌گردد.

این نوع بویلر خاصیت کار با هر سه سوخت گاز گازوئیل و مازوت را دارا می‌باشد. در ضمن میتوان نوعی از این بویلر را با کوره کف باز جهت سوزاندن مواد جامد زائد مانند چوب‌های اضافه، مواد زائد باقیمانده کشاورزی و ... استفاده نمود. بویلهای نوع D و O به اندازه این بویلر به قصد سوزاندن مواد جامد زائد مناسب نمی‌باشند. سوپر هیترهای نوع تشعشعی و انتقالی، قابل نصب در قسمت عقب این نوع بویلر می‌باشند تا بتوان بخارسوپر هیت دردمای ثابت داشته باشیم.

این بویلر در دماها، ظرفیتها و فشارهای بالا، انتخابی مناسب جهت مهندسان مشاور می‌باشد. هر دو نوع کوره‌های با دیواره‌های لوله مماس و نوع مembranی در این بویلر قابل نصب می‌باشد ولی نوع مembrانی آن ارجح می‌باشد.

عملکرد بویلهای نوع A به خوبی نوع D است ولی به جهت ساخت، کمی گرانتر می‌باشد. از این نوع بویلر معمولاً در صنایع پتروشیمی و بازیافت کاربرد فراوان دارد، به جهت حجم بالای کوره این نوع بویلرهای ساختار **Bank tube** آنها، فشار گاز داخل کوره پایین‌تر بوده و به همین دلیل، فنی با نیروی پایین‌تر جهت راندن گاز به خارج کوره نیاز دارد.

در حمل و نقل، انتقال بویلهای A ساده‌تر می‌باشد زیرا به جهت تقارن و شکل ظاهری انتقال آن از تونل‌ها و پل‌ها ساده‌تر می‌باشد.



ظرفیت : از 20000 پوند بر ساعت یا 10 تن بر ساعت تا 250000 پوند بر ساعت یا 115 تن بر ساعت با یا بدون سوپر هیتر
 فشار : از 250 psi یا 17 بار تا 1500 psi یا 100 بار
 سوپر هیتر : قابل نصب تا 950 درجه فارنهایت یا 510 درجه سانتیگراد میباشد.
 سوخت : سوخت مایع یا گاز یا هردوى آنها یا سوخت جامد

استاندارد ساخت : SEC1 ASAME

- براساس نوع انتخاب، ممبران های با آب خنک شونده در دیواره عقب بویلر نصب میگردد.
- براساس نوع انتخاب، ممبران های با آب خنک شونده در دیواره جلو و اطراف مشعل نصب میگردد.
- خلوص بخار تا $ppm1$ می باشد.

بویلرهای واترتیوب نوع O :

بویلرهای واترتیوب نوع O، انتخاب دیگری از این نوع بویلر میباشد. این نوع بویلر متقاضن بوده و حجم کمتری نسبت به بویلرهای نوع A و D دارد.

ظرفیت این نوع بویلر حداقل تا 250000 پوند بر ساعت یا 115 T/h با فشار حداقل 1500 psi یا 103 bar و دمای حداقل درجه 1000 فارنهایت (537 درجه سانتیگراد) میباشد.

بویلرهای نوع O جهت مکانهای نصب محدود و کوچک مناسب میباشد و میتوان در صورت سفارش این بویلر با ظرفیت های بالای 250000 پوند بر ساعت، آن را در محل مونتاژ نمود.

این بویلر قابل کار با هر نوع سوختی میباشد اما محدودیت خاصی در استفاده از مازوت نسبت به بویلرهای نوع A و D دارد و در ضمن از آن نمیتوان جهت سوزاندن مواد جامد زائد مانند چوب استفاده نمود مگر با استفاده از محفظه احتراق مجزا که به آن Waste heat Recovery میگویند.

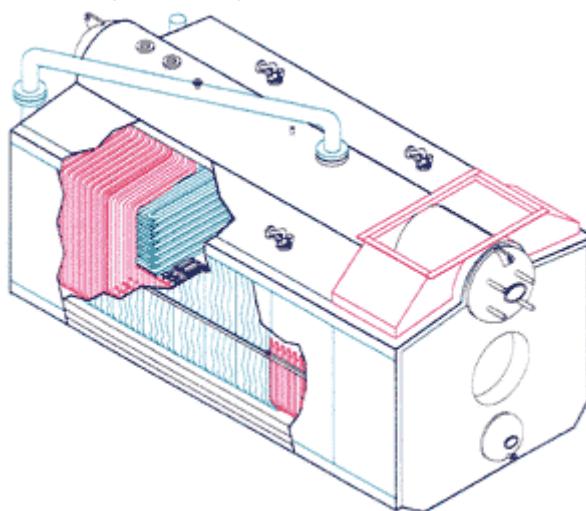
هر نوع سوپر هیتری به صورت تشعشعی یا انتقالی قابل استفاده بوده و هر دو نوع کوره با لوله‌های مماس یا ممبرانی در آن به کار می‌رود.

کوره این نوع بویلر کوچکتر از نوع A و D می‌باشد. بنابراین در حرارت‌های بالاتر، مقدار NOx بیشتری تولید می‌نماید. از این نوع بویلر به عنوان heat Recovery steam generator استفاده می‌گردد.

به علت قابل حمل بودن این بویلر، معمولاً از این نوع بویلر به عنوان بویلرهای قابل اجاره استفاده شده و در ضمن در صنایع کاربرد فراوان دارد.

این نوع بویلر به علت تقارن، حمل آسانتری نسبت به نوع D دارد و می‌توان به صورت حمل جاده‌ای یا با قطار آن را منتقل نمود.

مرکز نقل این بویلر در مرکز خود یونیت بویلر می‌باشد و حمل آن از تونل‌ها واز طریق پل‌ها ساده می‌باشد.



بویلهای نوع D:

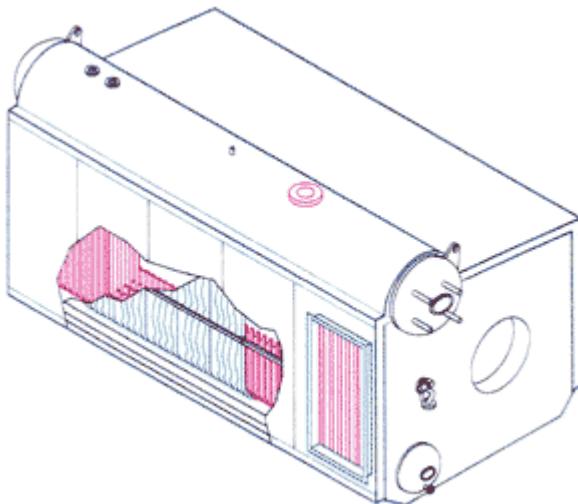
بویلهای نوع D واترتبوب یکی از شناخته شده‌ترین و پر مصرف‌ترین نوع بویلهای واترتبوب می‌باشد و سفارش ساخت این نوع بویلر از طرف بسیاری از صنایع به این شرکت داده می‌شود.

مدل D طراحی شده توسط شرکت اسوه و ترمودیزاین، از نظر ظرفیت از 10000 پوند بر ساعت (T/h 4.5) تا 200000 پوند بر ساعت (T/h 90) با فشار طراحی از 200 bars یا 14 psi تا 700 bars یا 48 psi ساخته می‌شود.

سوپر هیترهای نوع انتقالی با دمایهای بالای 600 درجه فارنهایت (315 درجه سانتی گراد)، قابل نصب روی این بویلهای می‌باشد. این نوع بویلهای می‌توان گازوئیل، مازوت یا گاز جهت احتراق مصرف نمود. در ضمن می‌توان این بویلر را به جهت ساختار و سفارش، به دو صورت کوره راست یا کوره چپ تولید شود. جهت فشارهای بالای 700 bars یا 48 psi، نوع بویلهای O یا A پیشنهاد می‌گردد.

صرف کنندگان این بویلر هامعمولاً صنایع چوب و کاغذ صنایع پتروشیمی، صنایع نظامی و موسسات پرگه از نظر قرینه بودن و بالانس بودن با نوع A و O قابل مقایسه نیست، اما به خاطر طراحی قدیمی این نوع بویلر و اینکه این نوع بویلر کارایی و توانایی خود را به اثبات رسانده است، معمولاً از طرف مشاوران و کارفرمایان پیشنهاد می‌گردد. هزاران عدد از این نوع بویلر، در حال حاضر در حال کار در نقاط مختلف جهان می‌باشد که غالباً بخار تولیدی آنها اشباع و ظرفیت آنها زیر $T/h45$ یا 100000 پوند بر ساعت می‌باشد.

در این نوع بویلرمی توان از کوره‌هایی با دیواره‌هایی با لوله‌های مماس یا نوع ممبرانی استفاده کرد. این نوع بویلر در فشار زیر 5 بار نمی‌تواند کار بکند و جهت استفاده به عنوان گرم کننده‌های آب گرم پیشنهاد نمی‌گردد. همچنین نمی‌توان به عنوان گرم کننده سیالات حرارتی از آنها استفاده کرد. انواع کوچک این نوع بویلر در مقایسه با نوع آکواتیوب شرکت اسوه، گران‌تر می‌باشند.



ظرفیت: از 10000 پوند بر ساعت یا 4.5 تن بر ساعت تا 200000 پوند بر ساعت یا 91 تن بر ساعت مدل‌های به صورت درام در سمت راست یا درام در سمت چپ نیز قابل ساخت می‌باشد.

فشار: 250 psi تا 750 psi یا 50 بار سوپر هیتر: در صورت نیاز قابل نصب می‌باشد.

سوخت: سوخت مایع یا گاز یا هردیوی آنها

استاندارد ساخت: SEC1 ASAME

- براساس نوع انتخاب، ممبران‌های با آب خنک شونده در دیواره عقب بویلر نصب می‌گردد.
- براساس نوع انتخاب، ممبران‌های با آب خنک شونده در دیواره جلو و اطراف مشعل نصب می‌گردد.
- خلوص بخار تا $1 ppm$ می‌باشد.

ممکن است بویلرها را بر اساس پارامترهایی دیگری نیز مانند نحوه گردش آب، نوع سوخت مصرفی، نوع منبع حرارتی، فشار عملیاتی و غیره تقسیم بندی نمایند که عموماً این تقسیم بندی‌ها از درجه اهمیت کمتری نسبت به محتويات لوله‌ها برخوردار هستند که در ادامه توضیح مختصراً از آنها بیان می‌شود:

۱- بر اساس صاف یا خمیده بودن لوله‌ها

بویلرهای با لوله‌های صاف که ممکن است بصورت شیب دار و یا عمودی باشند نوع شیب دار دارای یک درام بوده که بصورت افقی نسبت به زمین قرار دارد از زیر درام، هدرهایی که لوله‌های شبکه دار از آنها منشعب می‌گردند، خارج می‌شود لوله‌های شیب دار صاف Downtake نام بوده و با شبیه در حدود ۵ تا ۱۵ درجه نسبت به حالت افقی در انتهای و در ارتفاعی بالاتر به هدرهایی دیگر متصل می‌گردند. محفظه احتراق در زیر لوله‌های شیب دار قرار گرفته و آبی که از طریق uptake به نام پایین آمده و وارد لوله‌های شیدار شده را گرم می‌کند، از اینرو بخشی از آب Downtake هدرهای درون لوله‌های شیدار پس از جذب گرما، تبدیل به بخار شده و بواسطه گردش طبیعی از طریق هدرهای مجدداً وارد درام uptake می‌شود.

لوله‌های صاف را نمی‌توان در قسمت‌هایی از دیواره که نیاز به قرارگیری اجزائی چون منهول، مشعلها و یا... می‌باشد، نصب نمود، لذا با توجه به این موضوع و نیز وضعیت قرارگیری لوله‌ها و مشعل‌ها در peephole محفظه احتراق بخش‌های زیادی از محفظه احتراق فاقد لوله و یا به عبارتی سطوح انتقال حرارت برای دریافت گرما می‌باشد از اینرو مقدار زیادی از حرارت تولید شده از طریق تابشی بدون جذب مناسب اتلاف می‌گردد و راندمان بویلر پایین می‌آید. برای حل این مشکل نیاز به لوله‌های خمیده بود که بتواند با خمیده شدن و استفاده بهینه از فضای محفظه احتراق، سطح بیشتری برای انتقال حرارت تأمین نماید. در نوع عمودی، از دسته لوله‌هایی که بصورت عمودی بر روی محفظه احتراق قرار دارند، استفاده شده است. جریان گازهای حاصل از احتراق از لابلای لوله‌ها عبور کرده و سبب تبدیل آب به آب گرم و بخار می‌گردد. این بویلرهای غالباً در اندازه‌های کوچک بوده و عملاً کاربردهای صنعتی ندارند و بیشتر از چوب به عنوان سوخت استفاده می‌کنند.

برای حل مشکل اتلاف حرارتی ناشی از پایین بودن سطوح انتقال حرارت در بویلرهای با لوله‌های صاف، نوعی از بویلرهای واپر تیوب با لوله‌های خمیده طراحی و ساخته شدند. به عنوان مثال در محلی که منهول وجود دارد، لوله‌ها با خمیده شدن فضای منهول را ایجاد می‌کنند و بدین ترتیب از حذف لوله‌ها در این بخش جلوگیری می‌گردد. در مجموع شکل خمیده شده لوله‌ها سبب شده تا انعطاف پذیری بیشتری در آرایش و جانمایی در سطوح انتقال حرارت در محفظه احتراق بدست آید.

عموماً اجزاء این نوع بویلرهای نیز مشابه بویلرهای با لوله‌های صاف می‌باشد و عمدتاً اجزائی چون مخازن بخار و لجن، لوله‌های بالارونده و پایین رونده و غیره در آنها وجود دارد.

2- بر اساس نحوه گردش آب

حرکت آب در لوله های بویلر به دو صورت می باشد:

1- جریان گردش طبیعی: اساس گردش آب در این نوع اختلاف در دانسیته حاصل از تفاوت دما در لوله های پایین رونده و بالارونده می باشد.

2- جریان گردش اجباری: در این نوع جریان از یک پمپ برای کمک به گردش بهتر آب در لوله ها و مخازن بخار و آب استفاده می گردد.

3- بر اساس نوع سوخت مصرفی

بویلرها از انواع مختلفی از سوخت ها استفاده می نمایند. غالباً انواع سوخت هایی که در بویلرها استفاده می گردند، عبارتند از:

-1 Fuel gas یا سوخت های گازی

-2 Fuel Oil یا سوخت مایع

-3 سوخت جامد (زغال سنگ، چوب، تفاله نیشکر یا باگاس ، ...)

-4 سوخت ترکیبی

4- بر اساس نوع منبع حرارتی

بر اساس نوع منبع حرارتی بویلرها به انواع زیر تقسیم می گردند:

الف - بویلرهایی انرژی مورد نیاز را از سوزاندن مواد سوختی بدست می آورند. این مواد سوختی ممکن است به یکی از اشکال جامد، مایع و یا گاز وجود داشته باشد. به این دسته از بویلرها اصطلاحاً می گویند. در بعضی از بویلرها امکان استفاده از چند سوخت نیز وجود دارد.

ب - بویلرهایی که منبع حرارتی آنها بازیافت حرارتی می باشد و به اسمی چون بویلرهای بازیافت حرارت معروف هستند. عموماً در (HRSG) یا تولید کننده های بخار از حرارت بازیافت شده (WHR) تلف شده این دسته از بویلرها، انرژی مورد نیاز از بازیافت حرارتی از جریان گازهای حاصل از احتراق یا گرمای حاصل از واکنش های شیمیایی تامین می گردد. غالباً از این بویلرها در نیروگاه ها استفاده می گردد. گازهای حاصل از احتراق که به عنوان نیروی محرکه توربینهای گازی نیروگاهها مورد استفاده قرار می گیرد، پس از خروج از توربین، حاوی مقدار زیادی انرژی هستند که از طریق دودکش به اتمسفر وارد و اتلاف می گردد از بویلرهای بازیافت حرارتی برای استفاده از این انرژی استفاده میگردد.

عموماً این نوع بویلرها از یک درام تشکیل شده اند. آب سرد پس از ورود به درام و عبور از لوله هایی که در کanal عبوری گازهای داغ قرار دارند، حرارت جذب کرده و مخلوطی از آب و بخار تولید می شود. مخلوط آب و بخار مجدداً وارد درام می گردد و در آنجا عملیات جداسازی این دو فاز صورت می گیرد.

ج - بویلرهایی که منبع حرارتی آنها از انرژی الکتریکی می باشد.

د - بویلرهایی که منبع حرارتی آنها از انرژی اتمی می باشد.

5- بر اساس فشار عملیاتی:

گاهی نیز بر اساس فشار عملیاتی بویلرها را تقسیم بندی می نمایند:

الف - بویلرهای با فشار زیر 200 psi که فشار پایین محسوب می گردند.

ب - بویلرهای با فشار بین 200 تا 500 psi که جزو بویلرهای با فشار متوسط هستند.

ج - بویلرهای با فشار 500 تا 2000 psi که در دسته بویارهای با فشار بالا محسوب می شوند.

4. اجزاء و ساختمان بویلرهای واپر تیوپ و وظیفه هریک

در بویلرها به منظور تولید بخار، آب ابتدا وارد دستگاهی به نام **هوازدا** یا **دی اریتور** می شود. وجود گازهای نامحلول، مانند اکسیژن و دی اکسید کربن باعث ایجاد خورندگی در لوله های بویلر می گردد، به همین دلیل باید این گازها را از Steam Drum و سپس به سمت مخزن ورودی به بویلر از طریق لوله های پایین رونده یا down come ها می رود آب وارد لوله های بالارونده می شود لوله های بالارونده، بخش های مختلف محفظه احتراق شامل دیواره ها، کف و سقف را می سازند. آب در لوله های بالارونده در معرض حرارت قرار گرفته و بخشی از آن تبدیل به بخار می گردد. مخلوطی از آب و بخار مجددا وارد مخزن بخار شده و در آنجا دو فاز بخار و آب از طریق عبور از مراحل جدا کننده آب و بخار از یکدیگر جدا می شوند. فاز بخار با از عبور از مراحل مختلفی که برای جداسازی ذرات آب از بخار در درون مخزن بخار در نظر گرفته شده اند، از آب جدا شده و از طریق خطی جداگانه از بالای مخزن بخار، خارج می گردد. فاز مایع مجددا برای تبدیل شدن به بخار، مسیر قبلی را از لوله های پایین رونده، مخزن لجن، لوله های بالارونده و ورود مجدد به مخزن بخار طی می کند.

بخار خروجی از مخزن بخار بصورت بخار اشباع می باشد. در صورت نیاز به بخار سوپرھیت، بخار تولید شده را وارد بخش سوپرھیتر می کنند. بخار اشباع در سوپرھیترها بوسیله گازهای حاصل از احتراق، گرم شده و به شکل سوپرھیت درمی آیند. سوپرھیترها باعث حذف ذرات رطوبت از بخار و افزایش دمای آن به دمای اشباع می گردد. بخار تولید شده در واحد بخار، پس از استفاده در واحدهای مجددا به واحد بخار بازگشته و پس از کندانس شدن مجددا وارد سیکل تولید بخار می گردد.

در صنعت برای تولید انواع بخارهای اشباع و سوپرھیت مورد نیاز، از بویلرهای متفاوتی استفاده می گردد. انواع اصلی دیگ آب گرم:

در این مورد بایستی به استانداردها و قوانین زیر توجه داشت:

- دیگ آب گرم DIN 4702

- کوره هوای گرم ثابت DIN 479

- کوره لعابی و همیشه سوز با سوخت جامد DIN 18890-18895

- دیگ های بخار TRD 702

- دستورالعمل سیستمهای گرمایش (HeizAnlV)

- قانون جلوگیری از آلودگی هوای دولت آلمان (BimSchG)

DIN 4702 دیگ ها را به چند دسته تقسیم کرده است که بر اساس نوع سوخت و نیز شرایط کاربرد، این تقسیم بندی

معتبر می باشد :

• دیگ آب گرم با سوخت مایع و سوخت گازی (دیگ مخصوص گازسوز/گازوئیل سوز) مناسب برای سوخت های مایع و

گازی مجهر به مشعل دمنده دار.

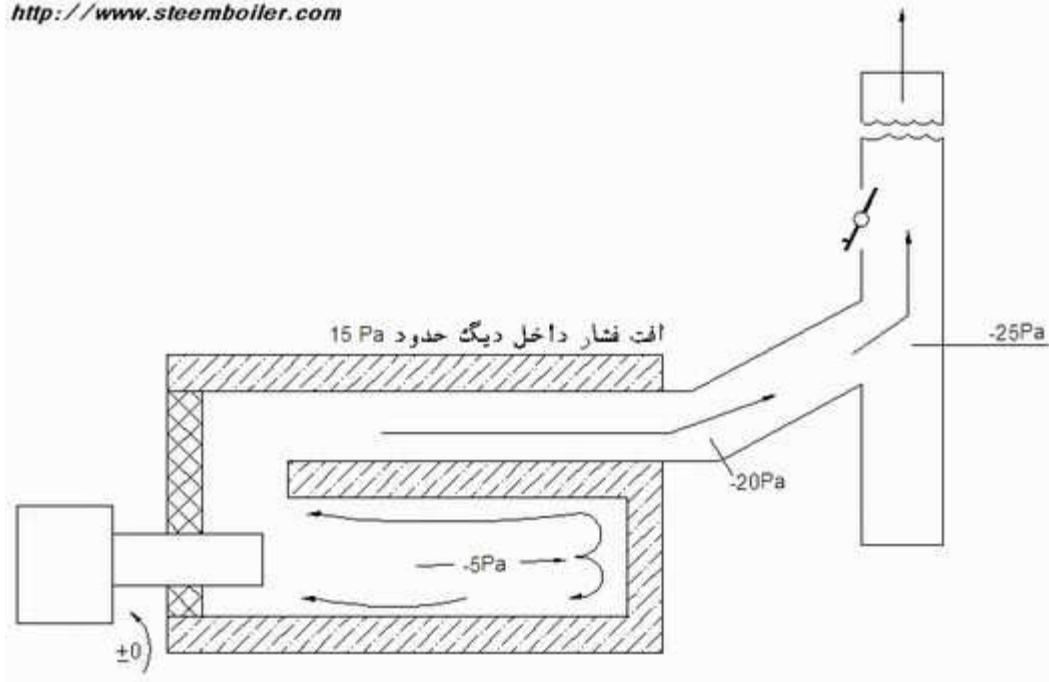
• دیگ مخصوص گازسوز، مناسب برای سوخت های گازی، که به مشعل بی دمنده (مشعل اتمسفری) مجهر است.

• دیگ های با سوخت جامد، دیگ های مخصوصی هستند که فقط برای سوخت های جامد مناسب اند.

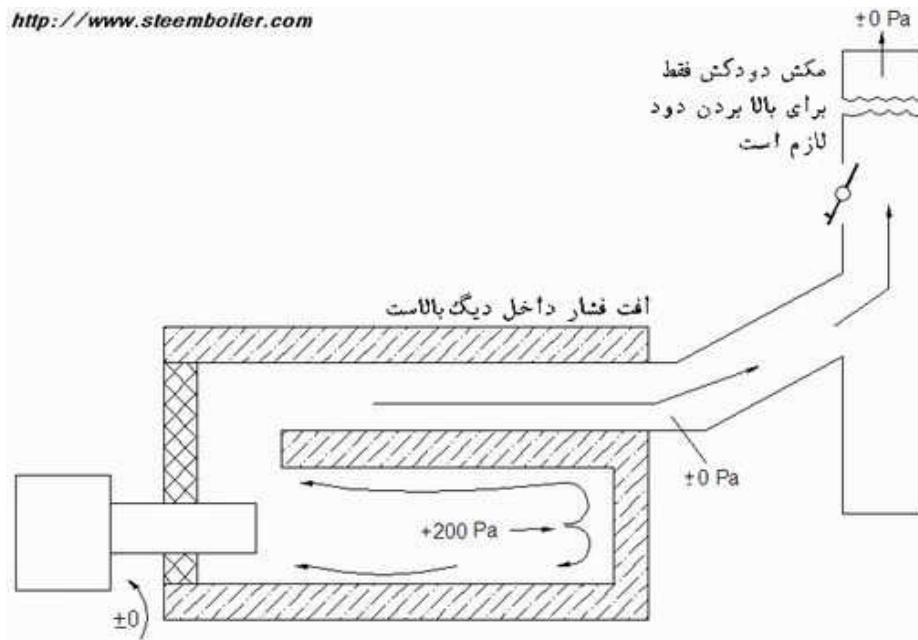
• دیگ های چند گانه سوز، برای استفاده از سوخت های جامد، مایع و گازی مناسب اند و مجهر به مشعل دمنده داری

هستند که برای تغییر سوخت آنها از جامد به مایع یا گاز و یا برعکس، نیازی به ایجاد تغییر در سیستم آنها نیست.

• دیگ های با مکش طبیعی دیگ هایی هستند که در محفظه احتراق آنها خلا وجود دارد، یعنی مکش (ناشی از دودکشی) بایستی برای غلبه بر افت فشار های فضای احتراق، کافی باشد.



دیگ های با فشار بالا دیگ هایی هستند که در محفظه احتراق آنها فشار بالاست، یعنی به کمک فشار بالایی که دمنده تامین می کند بر مقاومت های داخل دیگ چیرگی حاصل می شود. به همین دلیل در این دیگ ها سرعت جریان بالاست (در نتیجه گرمادهی بهتر است) این فشار بالا بایستی در خروجی دود دیگ به صفر برسد (حذف ایستگاه بام). این سیستم مستقل از مکش دودکش کار می کند.



مطابق دستورالعمل سیستم های گرمایشی و DIN 4702 دیگ های آب گرم به شرح زیر دسته بندی می شوند:

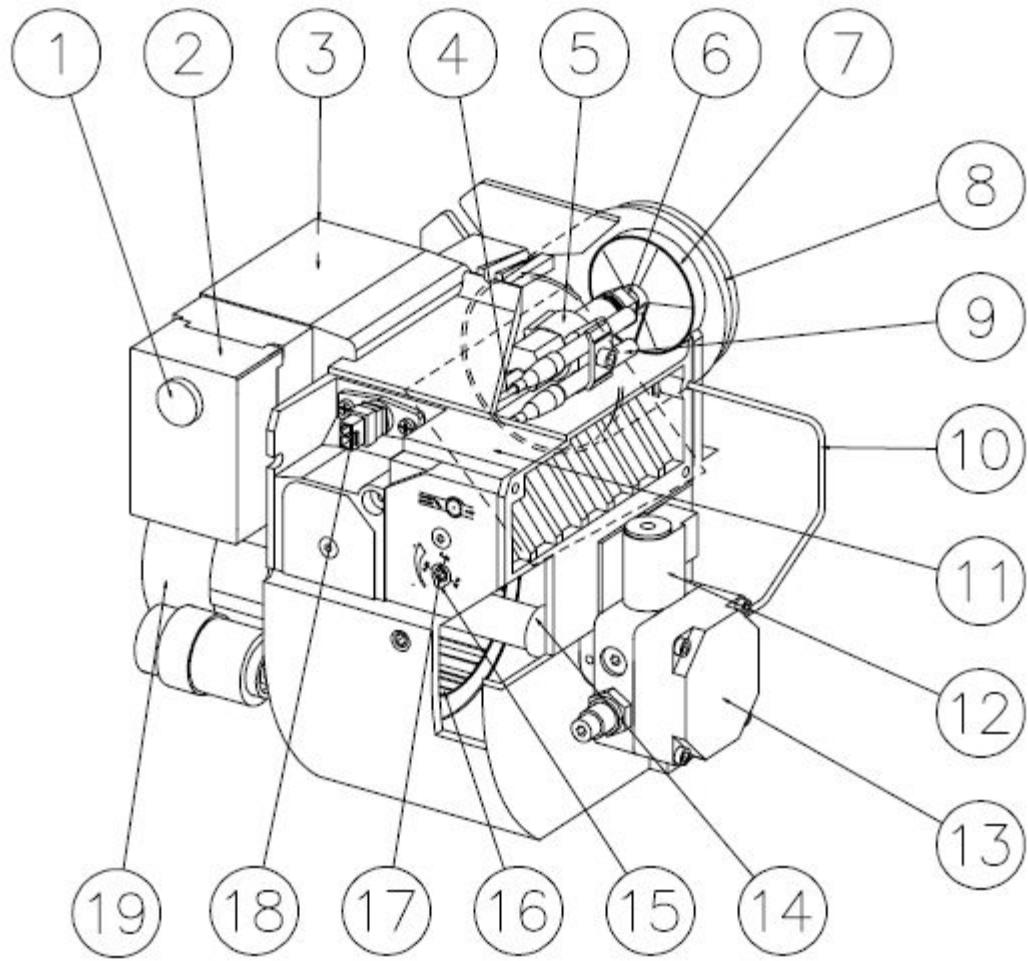
- دیگ آب گرم استاندارد،
- دیگ آب گرم کم دما و
- دیگ چگالشی

همچنین مقادیر مشخصه دیگ های تعریف شده اند، برای مثال:

- توان گرمایی QL مقدار گرمای مفیدی که دیگ در واحد زمان به سیال می دهد.
- توان گرمایی نامی QNL توان دائمی دیگ که سازنده مطابق DIN 4702 مشخص می کند.
- محدوده توان گرمایی، محدوده ای است که سازنده دیگ مطابق DIN 4702 مشخص می کند (دیگ در آن محدوده توانی قابل تنظیم است) بالاترین مقدار این محدوده، توان گرمایی نامی است.
- توان گرمایی احتراق QB مقدار گرمایی است که از سوخت به دیگ انتقال می یابد (گرمای حاصل از احتراق) و به ارزش گرمایی سوخت بستگی دارد. این کمیت به توان احتراق نیز معروف است.
- توان گرمایی نامی احتراق QNB ، توان دائمی که سازنده مطابق DIN 4702 برای دیگ مشخص می کند.
- کارآیی دیگ Kη عبارت است از نسبت مقدار گرمای مفید به مقدار گرمای داده شده.
- بازده استاندارد Kη یک مقدار استاندارد شده است که با آن میزان استفاده از انرژی و در نتیجه به صرفه بودن دیگ از لحاظ اقتصادی در یک دوره زمانی معین گرمایش بیان می شود. مقادیر این کمیت در 5 نقطه کاری (39٪، 48٪، 63٪، 30٪، 13٪) قرار می گیرند.
- دمای دود KU دمای اندازه گیری شده دود در داخل دودکش است.
- اتلاف دود qA بخشی از گرماست که از طریق دود به هدر می رود و
- اتلاف گرمای نهفته در دیگ qA بخشی از گرما، که برای حفظ دمای معینی در دیگ لازم است.

دیگ های مخصوص گازسوز/گازوئیل سوز:

دیگ های مخصوص گازسوز/گازوئیل سوز به مشعل دمنده دار مجهzenد. با استفاده از مشعل گازوئیل سوز، سوخت آماده احتراق می شود یعنی به شکل بخار آماده احتراق در می آید. (این کار با پاشش یا اتمیزه کردن سوخت صورت می گیرد.) به کمک تجهیزات مخصوص اختلاط سوخت و هوا، که عبارتند از قسمت های هدایت کننده و افزاینده فشار دینامیکی هوا، افشارنک و مجرای احتراق، سوخت با هوا احتراق (با کمترین درصد هوا اضافی) مخلوط می شود. اغلب تمام تجهیزات به صورت مجموعه ای واحد ساخته می شوند.



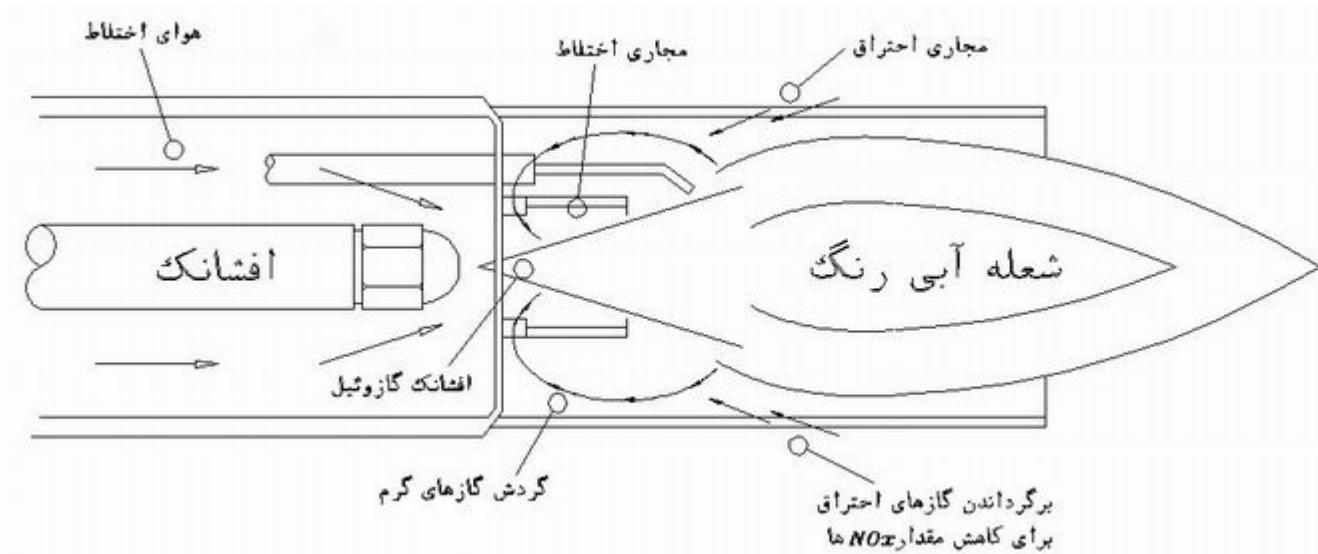
COMPONENTS

- | | | |
|-------------------------|------------------------|----------------------------|
| 1. Reset button | 8. Blast tube | 14. Drive coupling |
| 2. Control box | 9. Ignition electrodes | 15. Indication, air damper |
| 3. Ignition transformer | 10. Connecting pipe | 16. Fan wheel |
| 4. Ignition cables | 11. Air damper | 17. Adjustment, air damper |
| 5. Nozzle assembly | 12. Solenoid valve | 18. Photoresistor |
| 6. Nozzle | 13. Pump | 19. Motor |
| 7. Brake plate | | |

در نتیجه اختلاط سوخت و هوا در یک مجاري اختلاط، برای مثال سیستم اختلاط موشکی یک شعله آبی رنگ پدید می‌آید. مشعلی که دارای این سیستم است مشعل آبی گفته می‌شود. با برگرداندن مقداری از گازهای احتراق به مخلوط هوا و سوخت، می‌توان مقدار اکسیدهای نیتروژن (NO_x ها) را به حداقل رساند. تا اینجا فقط یک شعله تشکیل شده است. بنابراین یکی از مهمترین لوازم احتراق بهینه، شکل احتراق (یعنی محفظه احتراق یا هندسه بهینه) است. گرمادهی در فضای احتراق بیشتر به وسیله تابش روی می‌دهد.

شعله مشعل باید به گونه ای تنظیم شود که احتراق به صورت کامل و بدون هوای اضافی انجام پذیرد. شعله بایستی برای احتراق جای کافی داشته باشد. محفظه های احتراق خیلی کوچک سبب خرابی شعله می شوند. در این صورت دیواره سرد دیگ سبب سرد شدن زودرس شعله می شوند که احتراق ناقص و پرآلاینده را پدید می آورند. اگر محفظه احتراق خیلی بزرگ باشد شعله به وسیله حجم زیاد هوای پیرامونی، سرد خواهد شد. در سطوح مبادله گرمای بعدی، گرما از طریق جابجایی به آب گرم داده می شود. بسته به بزرگی این سطوح، لازم است دمای دود از 80 تا 200 درجه سانتی گراد باشد.

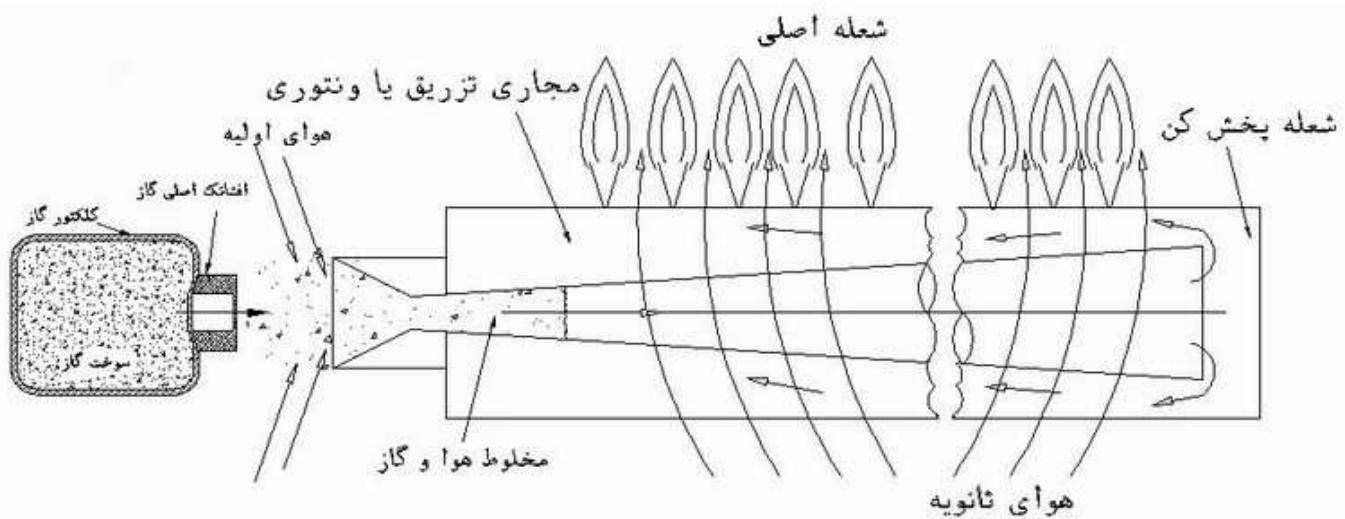
در دیگ های کم دما ممکن است تحت شرایط کاری خاصی، برای نمونه در حالت استارت، دمای محصولات احتراق به کمتر از دما نفطه شبم برسرد و در نتیجه در دیگ، تقطیر رخ دهد. به همین دلیل باید محفظه احتراق مناسبی طراحی شود و یا با افزایش دمای آب برگشتی از این پدیده جلوگیری شود.



دیگ مخصوص گازسوز بی دمنده:

دیگ مخصوص گازسوز بی دمنده، که به دیگ آتمسفری نیز معروف است برای محدوده های توانی کوچک و متوسط تا حدود 200 کیلووات مناسب است. مشعل این دیگ ها عمدتاً به دو شکل مشعل های ساده (دیفیوژنی) و مشعل های تزریقی (که فقط نوع تزریقی آن کاربرد دارد) وجود دارند.

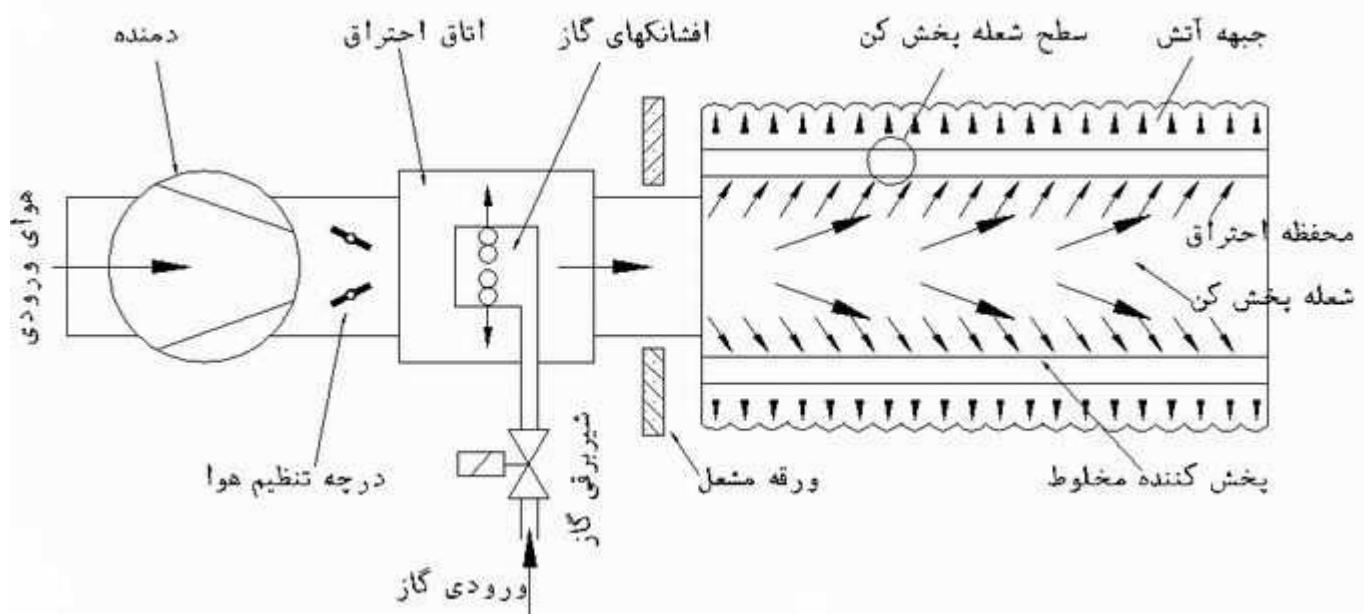
در مشعل تزریقی گاز با فشار افسانک خارج می شود و هوای احتراق (هوای اولیه) را به داخل لوله تزریق یا ونتوری می کشد. در نتیجه مخلوط هوا و گاز پدید می آید. این محصول سپس محترق می شود. هوای ساکن اطراف مشعل (هوای ثانویه) از محیط به اندازه کافی به درون شعله کشیده می شود. شکل این شعله با شعله مشعل دمنده دار فرق می کند و در نتیجه محفظه احتراق این مشعل دارای الزامات دیگری است. معمولاً احتراق روی شعله پخش کن رخ می دهد به گونه ای که شعله های زیاد، ولی کوتاهی پدید می آیند که نوعی شعله فرش تشکیل می دهند.



در این مشعل، محفظه احتراق می‌تواند کوچک و کم حجم باشد، البته به گونه‌ای که همه شعله‌ها بدون مزاحمت شکل بگیرند و برای کامل بودن احتراق هوای ثانویه لازم به همه آنها برسد. توان حداقل هر شعله پخش کن، برای احتراق فاقد NOx از 5 تا 20 کیلو وات است. برای کاهش اکسیدهای نیتروژن، که در احتراق بالای 1400 درجه سانتی گراد رخ می‌دهد بایستی شعله به روش‌های زیر خنک شود

- خنک سازی شعله پخش کن با برگشت دان هوای گرم
- نصب شعله پخش کن‌های خنک (روکش Lownox)
- ایجاد شعله‌های کوچک زیاد با گرما دهنده قارچی شکل، روش Lownox-plus مشعل (ماتریسی)
- احتراق به کمک کاتالیزور. برای مثال سطوح سرامیکی (مشعل Alzeta، مشعل Monolith) مشعل گازسوز دمنده دار:

مشعل گازسوز دمنده دار: برخلاف مشعل‌های بی‌دمنده (که در آن اختلاط هوا و گاز بخوبی انجام نمی‌شود) در مشعل‌های دمنده دار، مخلوطی حاوی کل هوای مورد نیاز برای احتراق، تشکیل می‌شود در نتیجه در همه شعله‌ها، هوا به نسبتی یکسان وجود دارد. اصولاً به دلیل بسته بودن اتاق احتراق، این مخلوط به کمک دمنده تهیه می‌شود. با این همه فرآیند اختلاط چندان پایدار نیست. مشعل دمنده دار تکامل مشعل بی‌دمنده است.



مخلوط هوا و گاز معمولاً به وسیله تنظیم کننده ترکیب هوا و گاز، تنظیم می شود (یعنی هر گاه تغییری در دمای آب خروجی دیگ پیش آید، سرعت دوران دمنده تغییر می کند). با ایجاد اختلاط فشار در یک روزنه اندازه گیری (اوریفیس)، مقدار گاز و در نتیجه توان مشعل تنظیم می شود. از دیگر مزیت های این مشعل شعله آن است که آلاینده های کمی تولید می کند. مقادیر احتراق دقیق مشخص شده اند و قابل تغییر نیستند.

از این مشعل به ویژه در گرمایش تابشی سقفی (مشعل تابشی فرو سرخ)، دیگ های دیواری چگالشی با توانی بالغ بر 40 کیلووات و دیگ های ایستاده (زمینی) با توانی بالغ بر 100 کیلووات استفاده می شود.

نوعی از دیگ های بخار **Packaged boiler** و لوله آتشین **Fire Tube** هستند. دیگ بخار شامل سه مرحله عبور گاز (گاز گرم حاصل از اشتعال سوخت) است.

مرحله نخست از قسمت جلو کوره تا انتهای آن است (شماره 1) و طوری ساخته شده که در مقابل گرمای حاصله از احتراق و سوخت و جذب حرارت از بدنه کوره و انقباض حاصله از آن مقاومت می کند و حالت ارجاعی دارد. مرحله دوم و سوم عبور گاز شامل عبور گاز حاصل از اشتعال سوخت در دو سری لوله (شماره 2 و 3) می باشد.

اطاک احتراق نصب شده در انتهای کوره (شماره 4) حرارت حاصله از احتراق سوخت را بصورت تشعشعی به سطح آب داخل دیگ منتقل می سازد.

لأنه سیمانی نسوزی در دریچه عقبی دیگ به کار رفته است. این دریچه به اندازه کافی بزرگ و مخصوص دخول افراد به منظور بازرسی مجرای خروجی گاز یا دود (دودکش اصلی دیگ) را بر حسب شرایط محل نصب می توان در بالا و یا در پشت دیگ نصب نمود (شماره 5)

بدنه دیگ بخار با یک لایه عایق پشم شیشه مرغوب به ضخامت ۰.۵ میلی متر پوشیده شده و روی آن بوسیله ورق نرم و نازک فولادی روکش کاری شده است.

اتصالات بدنه و کوره دیگ بوسیله جوشکاری انجام شده و تمامی جوش ها بوسیله اشعه X تست شده و تنش های داخلی آن آزاد گردیده است.

سوخت مایع و گاز سوخت مناسب این دیگ ها هستند و می توان از مشعل های گازسوز یا مایع سوز و یا از مشعل های مخلوط دو سوخته گاز و مایع استفاده نمود .

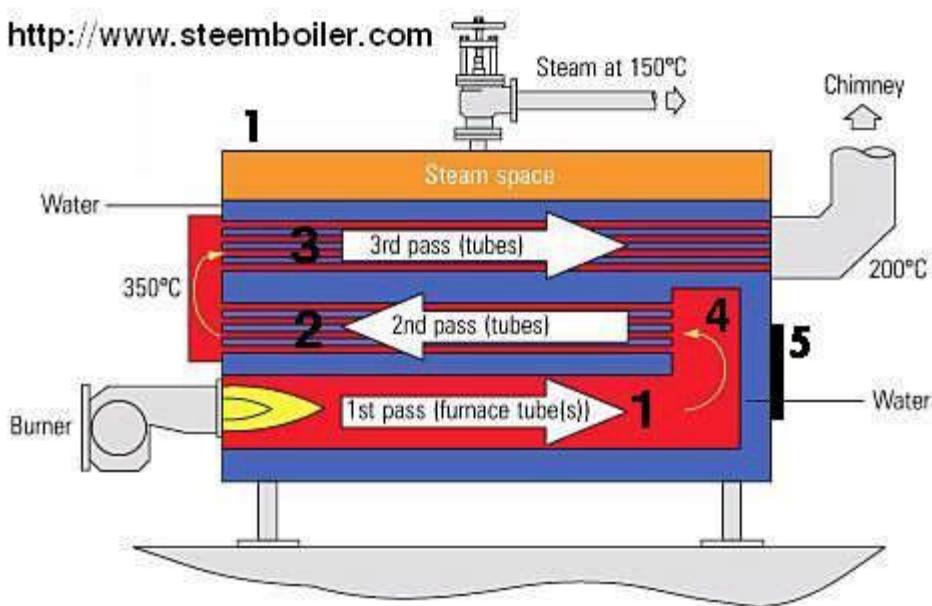
هوارسانی دیگ:

هوارسانی دیگ بوسیله یک فن الکتریکی تأمین می شود. هوای ورودی دیگ بوسیله دمپر کنترل می گردد. هوای اولیه بوسیله فن تهیه و از طریق محفظه هوا فن اولیه سوار شده روی شافت برسد. و این فن حدود ۷٪ هوای لازم جهت احتراق سوخت را تأمین می نماید . هوای ثانویه مستقیماً از طریق محفظه باد تغذیه می شود. تنظیم دمپر و هوای اولیه و مقدار سوخت لازم بوسیله دمپر موتور و بادامک های مربوطه با اهرمهای موجود انجام می شود .

ساختمان بدنه دیگ:

۱- بدنه خارجی (شماره ۱): بدنه خارجی دیگ ورقی است شکل استوانه که ضخامت نگهدارنده لوله های عقب و جلو در دو سر آن نصب شده است .

۲- کوره و اطاقک احتراق (شماره ۱ و ۴): کوره شکل استوانه با اتصالات جوشی طولی و عرضی ساخته شده است که حاوی انحنای مقعری شکل ارتقای جهت انساط کوره می باشد. اطاقک احتراق میانی شامل ورق استوانه ای شکلی است که از دو طرف بوسیله دو صفحه محصور شده است. کوره مابین دو صفحه نگهدارنده لوله های عقب و جلو قرار گرفته و اولین گذرگاه شعله و گاز را تشکیل می دهد. صفحه عقبی اطاقک احتراق و صفحه نگهدارنده لوله ها با میلگردهای مقاوم بوسیله جوشکاری به هم متصل شده است .



لوله ها: دو سری لوله مقاوم جهت عبور گاز مرحله دوم و سوم نصب شده که در دیگ هایی که فشار کاری آنها تا 79.13 بار (200 پوند بر اینچ مربع) هستند اکسپند شده و برای فشارهای کاری بیشتر علاوه بر اکسپند کاری جوشکاری نیز شده است.

۴- تمیز کاری و کنترل دیگ: دریچه آدم رو در بالای دیگ، دریچه مخصوص تخلیه رسوبات در پشت دیگ، و دریچه ویژه بازدید اطاقک احتراق هر یک جهت تمیز کاری یا بازرگی یا هر دو در قسمتهای مختلف دیگ تعییه شده است. در جلو دیگ دو عدد درب آویزان بزرگ قرار گرفته که با باز کردن آنها می توان ضمن بازدید از لوله های ویژه عبور گاز، آنها را تمیز نمود. با باز نمودن درب های عقبی تعییه شده در روی محفظه دود عقبی دیگ می توان صفحه نگهدارنده لوله های عقب دیگ را بازرگی کرد.

۵- نصب دستگاه های خارجی دیگ بخار: نصب قطعات اصلی و کمکی و وسائل کنترل کننده با لوله های مقاوم بوسیله جوشکاری روی بدنه انجام شده است.

وسائل و اتصالات دیگ: آب مورد نیاز دیگ بخار بوسیله پمپ تغذیه تأمین می شود. آب ورودی دیگ بخار از طریق شیر تغذیه عبور می کند. موقعیکه سطح آب به حد نرمال یعنی نزدیک به وسط آب نمای شیشه ای رسید، پمپ تغذیه بوسیله کنترل کننده دو حالته متوقف می شود. و بالعکس وقتیکه سطح آب از حد نرمال پائین تر رفت، کلید کنترل استارت پمپ را جهت جبران کمبود آب و رساندن آن به حد نرمال روشن می کند.

برای دیگ های بخار با ظرفیت (kg/h 8150 - Ib/h 18000) و بالاتر به جای سیستم کنترل دو حالته کنترل تغذیه مدوله، با کلید شناوری، جعبه کنترل، توام با یک عدد شیر کنترل تغذیه مدوله به کار می برد. پمپ تغذیه دائماً روشن می ماند ولی شیر کنترل مدوله تغذیه به اندازه آب مورد نیاز دیگ کم و یا زیاد می شود و کمبود سطح آب را جبران می نماید.

فشار بخار داخل دیگ بوسیله مانومتر (سی تیرپ) نشان داده می شود. وقتیکه فشار به حد کاری رسید می توان با باز کردن شیر اصلی بخار (شماره 6) بخار را جهت مصرف در کارخانه یا استفاده در سیستم های گرمایش روانه ساخت .

فشار بخار دیگ را، کنترل کننده مدوله فشار اندازه گیری می کند از دیاد فشار باعث تحریک پتانسیومتر شده و دریچه بطور خودکار از طریق مدلیشن موتور سوخت و هوای مشعل را کم می کند و آن را از حالت زیاد به حالت کم تبدیل می نماید و در صورت کمبود مصرف بخار مشعل را خاموش می سازد .

چنانچه مقدار بخار کمتری مورد نیاز باشد مشعل خاموش می شود. وقتی فشار بخار به حداقل خود رسید، کنترل کننده پتانسیومتری فشار، مجددا مشعل را روشن می نماید .

چنانچه به علتی کنترل کننده پتانسیومتری فشار عمل نکند یا خراب شده باشد، فشار در داخل دیگ بالا رفته تا به حد طراحی رسد. در این موقع شیر اطمینان دیگ عمل کرده و بخار اضافی دیگ را تخلیه نموده و فشار بخار را به حد مجاز می رساند و با این عمل از خطرات فشار اضافی درون دیگ جلو گیری می شود .

لرزش ها فشار درون دیگ از شیر بخار و دستگاههای کنترل کننده فشار به عقریه مانومتر منتقل می شود .
چنانچه به علتی آب تغذیه به دیگ نرسد و سطح آب دیگ از حد معمول پائین تر باشد. تخلیه دو حالت ضمن خاموش کردن مشعل، زنگ مشعل و چراغ اعلام خطر سطح آب کم است را روشن می کند. و فقط در صورت رسیدن آب به حد نرمال چراغ سطح آب کم است خاموش می شود و مشعل بطور اتوماتیک شروع به کار می نماید .

در صورت ادامه نزول سطح آب و رسیدن آن به زیر سطح نرمال زنگ و چراغ سطح آب خیلی کم است شروع به کار کرده و مشعل را خاموش می سازد. تا زمانیکه آب به سطح نرمال برسد مشعل شروع به کار نخواهد کرد. فقط با استفاده از کلید دستی می توان مشعل را مجددا روشن کرد .

با باز کردن شیر تخلیه آب می توان با خارج کردن آب دیگ مقداری از غلظت نمک های موجود کاست.
شیر هواگیری جهت تخلیه هوای دیگ زمان پر کردن با آب و نیز جهت تخلیه خلع موجود در موقع خاموش نمودن دیگ به کار می رود. وقتی دیگ در حال کاری است، این شیر باید بسته باشد .

جهت تامین آب مورد نیاز جهت آزمایش کیفیت آب دیگ از شیر کنترل املاح آب یا شیر نمونه برداری استفاده می شود .
صافی ورودی آب بروی لوله مکننده پمپ تغذیه نصب می گردد.

در دیگ هایی که در زمان های مشخصی کار می کنند می توان با نصب کلید نگهدارنده شعله، مشعل را تا رسیدن به فشار لازم در روی شعله کم نگهداری نمود .

در صورت افت سریع فشار دیگ می توان یک عدد شیر ضد مکش در لوله پمپ تغذیه نصب کرده یا این عمل از پر شدن بیش از حد دیگ در اثر اختلاف سطح مخزن تغذیه (که در ارتفاع بالاتری قرار دارد) جلو گیری نمود .
فشار پمپ تغذیه بایستی بیش از فشار ضد مکش باشد. در غیر این صورت بایستی از پمپ بزرگتر استفاده شود .

اصول کار مشعل سه گانه سوز AW:

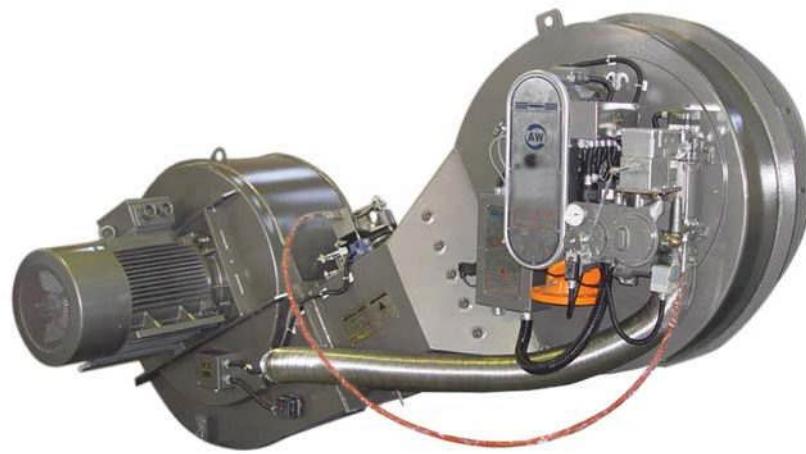
مشعل AW مشعل مایع سوز افقی چرخشی با سوخت پاش گردان است. که محور آن بوسیله تسمه متحرک می شود و در انتهای محور پروانه هوا دهی و پودر کننده سوخت قرار گرفته است.

سوخت با یک لوله به انتهای محفظه پروانه هوا دهی و پشت مخروط پودر کننده که با سرعت 4600 دور در دقیقه یا بیشتر در حال چرخ است وارد می شود.

جریان سوخت با چرخش مخروط سوخت پاش (کاپ) در روی سطح داخلی آن به طرف جلو حرکت کرده و سرعتی معادل سرعت چرخش کاپ پیدا می کند، سوخت بوسیله نیروی گریز از مرکز روی سطح داخلی مخروط بطور یکنواخت شکل لایه نازک توزیع می گردد لایه نازک سوخت هنگام پخش شدن روی لبه های مخروط سوخت پاش توسط هوای اولیه پروانه مشعل به صورت پودر تبدیل می شود. جهت پاشش سوخت در عکس جهت دمش هوای اولیه بوده و برخورد آنها بیشتر است و سوخت با این عمل کاملاً بصورت پودر در می آید.

پروانه مشعل تقریباً هفت درصد هوای لازم جهت احتراق را تهیه می کند. الباقی هوای لازم از طریق محافظ پستانک (nozzl shield) و از طریق شکاف موجود در حلقه های سیمانی جلو کوره تأمین می شود.

شافت مشعل بوسیله انتقال تسمه ای می چرخد موتور محرک مشعل توسط اتصال لولائی محکم شده و بوسیله پیچ و مهره مربوطه می توان کشش تسمه را تنظیم کرد.



جرقه زن الکتریکی گازی:

سوخت پودر شده بوسیله دستگاه جرقه زن بطور خودکار مشتعل می گردد. وقتیکه شمعک گازی بطور خودکار در اثر جرقه الکتریکی روشن شد مشعل شروع بکار می نماید و شعله تشکیل می شود. پس از تشکیل شعله جرقه بطور خودکار قطع می شود.

اصول کار پمپ و عرضه سوخت:

مشعل حاوی سیستم سوپاپ های تنظیم کننده است که توسط آنها مقدار سوخت مایع معرفی و پمپ شده و تنظیم می شود . پمپ سوخت از چندین قسمت تشکیل شده است، که دو چرخ دنده که با چرخش یکی از آنها توسط الکتروموتور مشعل با دیگری دگیر شده و باعث رانش سوخت به سمت خروجی پمپ می گردد . شیر کنترل مقدار سوخت، توسط اتصالات مدلیشن به نسبت هوای ثانویه مقدار سوخت خروجی از پمپ سوخت را کنترل می کند . فشار برگشتی سوخت در لوله برگشت نباید از مقدار ۱,۳۷۹ پوند بر اینچ مربع (۲۰ بار) باشد . از این جهت شیر قطع کننده جریان در مسیر لوله برگشت قرار نمی دهد . ولی می توان یک شیر آزاد کننده فشار اضافی در مسیر برگشت سوخت نصب نمود که از ایجاد فشار اضافی و صدمه زدن به پمپ جلوگیری می نماید .

پمپ سوخت را از پشت محفظه دریافت کرده و با فشار به محفظه خروجی تخلیه می نماید . این پمپ به صورت شناور نبوده و نیاز به بیرون راندن خلاء در قسمت مکش دارد .

دریچه های گردان کنترل سوخت خروجی (والیو والو) بطور کامل دنده دار بهم در گیر شده اند بطوریکه اگر یکی از آنها جلو حفره ها را باز کند دریچه دیگر همان تعداد سوراخ را مسدود می نماید که در آن صورت مقدار متناسبی از حجم ثابت سوخت که از پمپ تخلیه خارج می شود به سیستم تغذیه و قسمت پودر کننده وارد می گردد و همین مقدار سوخت همواره از طریق سوپاپ تنظیم سوخت بدون توجه به تغییرات غلظت درجه حرارت و درجه سوخت مقدار معینی خارج می گردد .

چون سوپاپ های سوخت برای تهیه نسبت صحیح سوخت بین قسمت پودر کننده و مخزن سوخت می باشند مسلم است که فشار روی قسمت های خروجی در سوپاپ های تنظیم بایستی یکسان باشد .

پیتون متعادل کننده یک وسیله تنظیم کننده فشار می باشد که تعادل ثابت و یکنواختی از نظر فشار در قسمت های خروجی سوپاپ های تنظیم فشار فراهم آورد .

روش کنترل مشعل خودکار :

وقتیکه مشعل در حال کار است بازده مشعل بر حسب فشار دیگر تغییر می کند . چنانچه در مقدار بخار خروجی دیگر کاهش داده شود . فشار داخلی دیگر افزایش می یابد این تغییر فشار بوسیله دستگاه تنظیم و کنترل فشار اندازه گیری می گردد و باعث تغییر متناسبی در موتور تنظیم کننده مشعل که موجب کاهش میزان نسبت هوا و سوخت می گردد . چنانچه مقدار بخار مصرفی افزایش یابد فشار دیگر پائین آمده و در نتیجه نسبت هوا و سوخت بالا می رود . این عمل تا وقتیکه مشعل به حداقل باز دهی خود بررسد ادامه می یابد .

در فشار پائین که در آن نقطه بازده کار حداقل است می توان اختلاف فشار را بوسیله دستگاه تنظیم و کنترل فشار تنظیم نمود . می توان تا حد امکان فاصله را بیشتر گرفت . هرگاه مصرف بخار کاهش یابد شعله کم می شود تا جاییکه به حداقل خود می رسد و چنانچه مقدار بخار مصرفی از حداقل بازدهی نیز کمتر شد فشار داخل دیگر افزایش می یابد تا اینکه شعله روی نقطه

حداقل خود تنظیم می گردد . هنگامیکه فشار به p_3 می رسد مشعل تحت عملکرد دکمه های حد فشاری از کار می افتد و مشعل پس از زمانی مجددا شروع بکار می نماید . که فشار دیگر به حداقل فشار خود رسیده باشد .

فشار معمولاً پائین تر از فشار حد تنظیم می گردد . لیکن مشعل روی شule پائین شروع بکار می نماید . اما بازدهی آن به تدریج که شule به اندازه مربوط به فشار بالا می رسد افزایش می یابد .

مشعل های دو سوخته گاز و مایع :

کنترل هوای احتراق اولیه و ثانویه نظیر مشعل های مایع سوز می باشد . وقتی که سوخت مشعل گاز باشد اتصال محور مشعل با پمپ سوخت قطع می گردد . شیر جریان گاز از طریق میکروسوئیچ که توسط سیستم ایترلوک بکار می افتد جریان سوخت مشعل را جدا می سازد .

مقدار جریان گاز توسط شیر کنترل اندازه گیری می گردد . و پس از ورود از محور چند راهه به پستانک های گازی می رسد که در اندازه های مشخص نسبت به مشعل می باشد .

کنترل هوا و سوخت :

هنگامیکه سوخت دیگر گاز است، موتور تنظیم کننده سوخت مایع به کنترل دمپر هوای اولیه و ثانویه ادامه می دهد لیکن جریان تغذیه سوخت به پودر کننده توسط سوئیچ جدا کننده و قطع و میکروسوئیچ با سیستم ایترلوک به شیر گاز مربوط می گردد .

اندازه گیری گاز توسط موتور تنظیم و کنترل مشعل صورت می گیرد . و توسط یک سیستم تنظیم الکترونیکی کنترل می گردد .

مشعل های دو سوخته با نازل های دو سوخته طرح شده اند این مشعل ها از مشعل سوخت مایع با کاپ است که به آن مجاری گاز و یک حلقه شعله دهنده اضافه گردیده است . هوای اولیه توسط همان سیستم پروانه برای هر دو سوخت مایع و گاز تهیه می گردد . کنترل هوای ثانوی برای هر دو نوع سوخت نیز یکسان نیست .

عمل تبدیل از حالت سوخت مایع به گاز توسط سویچی که در تابلو برق قرار گرفته انجام می شود . سوئیچ را در وضعیت گاز یا سوخت مایع می دهند و نیز جهت این تبدیل یعنی از حالت مایع به گاز لازم است که اتصال بین پمپ سوخت با مشعل قطع گردد . هنگامیکه دیگر با گاز کار می کند تمام شیر های اصلی جدا سازنده گاز بايستی باز و شیر های سوخت مایع بسته شود و بر عکس هنگامیکه بخواهیم دیگر با سوخت مایع کار کند بايستی تمام شیر های سوخت مایع باز و شیر های اصلی گاز بسته باشند .

چنانچه پوسته محافظ سر نازل را برداریم منفذ های گاز کاملاً قابل دید می باشند که در آن صورت نیز می توان آن ها را پاک نمود . اندازه لوله منفذ های گاز دقیقاً برای نوع و فشار معین گاز تعیین گردیده اند . چنانچه در نوع یا فشار گاز تغییر داده شود در آن صورت لازم می آید که اندازه های جدیدی برای منافذ در نظر گرفته شود .

در ساختمان مشعل، به خاموش شدن بدون خطر توجه زیادی شده است. یعنی اگر تحت هر شرایطی جریان گاز و یا برق قطع شود فوراً در همان شرایط خاموش می شود و اگر پس از مدتی جریان برق مجدداً به دیگر وارد شود مشعل در حالت خاموش باقی می ماند تا اینکه مجدداً کلید دستی جهت شروع بکار فشار داده شود.

مشعل دو سوخته گاز و مایع:

گاز بایستی از منبع اصلی به سیستم گاز دیگر از طریق شیر، تحت فشار معین وارد گردد. فشار گاز منبع اصلی کمتر از مقدار لازم می باشد. مصرف کنندگان دیگر باید یک دستگاه بالابرنده فشار گاز لوله تغذیه قرار دهنده تا فشار گاز با فشار مورد نیاز وارد سیستم گازی دیگر گردد. پس از عبور از شیر عبور جدا کننده اصلی وارد دستگاه تنظیم کننده می شود و از آن طریق شیرهای قطع اتوماتیک گاز مربوط به هیدرومотор وارد دستگاه کنترل فشار و بالاخره از طریق شیرهای دستی قطع کننده گاز وارد مشعل می شود.

بین دو شیر گاز مربوط به دو هیدرومотор یک انشعباب جهت نصب دستگاه آزمایش آبیندی وجود دارد که بعداً در این مورد توضیح داده خواهد شد. بین تنظیم کننده گاز و شیر اصلی گاز مربوط به هیدرومotor یک انشعباب دیگری وجود دارد. شیر آزاد کننده فشار اضافی گاز در این نقطه نصب می گردد. گازی که از طریق این شیر خارج می شود بایستی به بیرون از دیگرخانه هدایت شود.

یک انشعباب دیگر نیر در قسمت بالای شیر جهت تهیه گاز شمعک (جرقه زن) (وجود دارد. جریان گاز از طریق این انشعباب، وارد دو عدد شیر الکتریکی شمعک گاز شده سپس به شمعک می رسد.

سوئیچ های فشار گاز: سوئیچ فشار کم بین تنظیم کننده اصلی گاز و شیر گاز قرار داده شده است. این سوئیچ از طریق الکتریکی به تابلوی برق متصل می باشد و مشعل را در فشار کاری کمتر از حداقل از کار می اندازد.

به همین ترتیب یک سوئیچ فشار زیاد بین شیر دوم و شیر منی فولد قرار گرفته که موقع بالا رفتن فشار از حد ضروری مشعل را خاموش می کند.

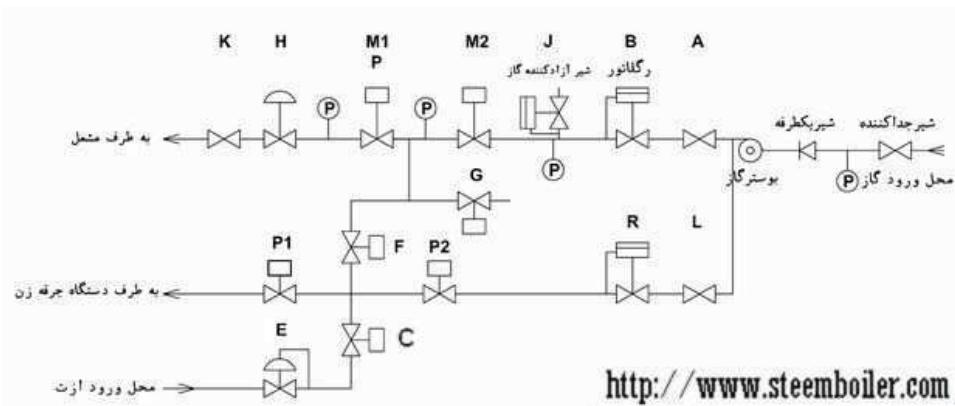
آزمایش آبیندی شیرهای اطمینان مشعل گاز سوز توسط ازت بطور اتوماتیک وسیله اینمی اولیه ای که روی مشعل نصب گردیده عبارتست از دو عدد شیر قطع جریان گاز که بطور سری به یکدیگر متصل شده اند برای اطمینان کامل از درست بسته شدن شیرهای قبل از روشن کردن مشعل آزمایش آبیندی بایستی اجرا گردد. اگر مقدار نشت گاز بیشتر از مقدار مجاز باشد مشعل بطور خود کار از کار می افتد.

روش آزمایش آبیندی: تست های آبیندی از قبیل تست هیدروژن و تست LDU11 نیز امروزه متداول است طرز عمل این سیستم (تست هیدروژن) به ترتیب زیر است:

فشار گاز ازت توسط شیرهای کنترل فشار A و B کنترل می گردد تا اینکه فشاری معادل فشار تنظیمی باضافه 24,7 تر بار پیدا می کند. (این فشار برابر 3 اینچ فشار آب) این گاز وارد فضای مسدود شده توسط دو شیر قطع M2 و M1 گردیده و

سپس از طریق منفذ C مقدار معینی از آن وارد شیرهای قطع کننده P1 و P2 شمعک می‌گردد. پس از اینکه فاصله زمانی که قبل از تنظیم گردیده فشار در حجم مسدود شده فوق بالا می‌آید تا به حد فشار آزمایش آبیندی توسط ازت برسد. در این صورت نشت گاز وجود نخواهد داشت و تنها جریان مشخصی از محدود کننده فشار C عبور خواهد کرد. این فشار بواسیله سوئیچ D بطريقه ایترلوک (جهت جریان روشن نمودن) مشعل بکار می‌افتد کنترل می‌گردد.

اگر پس از 40 ثانیه سوئیچ D بکار افتد در آن صورت مشعل از کار افتاده و زنگ به صدا در می‌آید. وظیفه شیر F جدا کردن جریان گاز ورودی از جریان جرقه می‌باشد. ممکن است این دو گاز در تأسیسات مختلف دارای گازهای فشاری متفاوت باشند. این مسئله به ما اطمینان می‌دهد که حداقل حجمی از گاز ازت بین شیرهای جرقه p1 و p2 و شیر F قرار گرفته و بنابراین می‌توان اطمینان نمود که مشعل در همان لحظه اول شروع بکار (Block Valve) و شیر ازت E خواهد کرد.



دو تنظیم کننده فشار گاز ازت مقدار فشار ثابت لازم جهت آزمایش آبیندی توسط ازت را در منفذ C بدون توجه به افت فشار در کپسول گاز ازت فراهم می‌سازد. پس بنابراین بایستی باندازه کافی ازت برای آزمایش در اختیار داشت زیرا این تنظیم کننده‌ها از نوع بدون لوله انشعابی (NON BLEED TYPE) می‌باشند.

آزمایش آبیندی شیرهای اطمینان مشعل گاز سوز توسط ازت بطور غیر خودکار: در بحث قبلی اصول کلی سیستم آزمایش آبیندی بواسیله ازت نشان داده شده است. ادامه شروع بکار مشعل بشرح ذیل است:

هنگام روشن شدن مشعل کنکات‌های کلید فشاری بسته شده و کنکات‌های کنترل کننده روشن یا خاموش بودن شعله روی سیستم کنترل شعله و بسته شدن کنکات‌های سوئیچ یا کلید برقرار کننده هوای احتراق بسته خواهند شد. تا زمانیکه این شرایط برقرار است شیرهای E و F انرژی برق را دریافت می‌کنند و در نتیجه ازت وارد محفظه بسته بین شیرهای اطمینان قطع جریان می‌گردد.

در همین لحظه موتور تنظیم کننده هوای مشعل قبل از آن که مرحله تهویه کوره شروع شود از حالت آتش پائین بطرف وضعیت شعله زیاد تغییر می‌کند. زمان باز شدن تنظیم کننده هوا (دماپر) تقریباً 40 ثانیه است زمان باید جهت ثبت فشار ازت

تا حد فشار تنظیم باضافه 74,7 تر بار (30 اینچ درجه آب) در نظر گرفته شده است. اگر در انتهای این زمان (40 ثانیه) فشار لازم حاصل نگردد حتماً مشعل از کار می‌افتد. اما اگر در این مدت 40 ثانیه ثبت فشار انجام گرفت صفحات تنظیم کننده هوا (دمپر) بطور کامل باز شده و کلید سری تبدیل می‌یابد و موتور فن شروع بکار می‌نماید و تهویه کوره شروع می‌گردد. پس از تهویه کوره شیرهای E و F انرژی خود را از دست می‌دهند و کنترل کننده هوا (دمپر) در جهت عکس حرکت خواهد نمود. تا به وضعیت شعله کم برسد. مهمن با این عمل شیر آزاد کننده ازت C باز شده و اجازه می‌دهد که ازت از سیستم خارج شود. پس از جریان عادی مدار کار مشعل برقرار می‌گردد و سیستم ثبت ازت پس از آن که شیرها کاملاً از نظر آبیندی کنترل نمود وظیفه دیگری در مدار نخواهد داشت.

وسائل کمکی دیگر های بخار:

کنترل کننده مدوله فشار: این دستگاه فشارهای گوناگون دیگر بخار را اندازه گیری می‌کند. تغییر حالات فشار انساطی یا انقباضی باعث حرکت عقربه روی سیم پیچ پتانسیومتری می‌گردد. و در وضعیت های مختلف بر حسب نیاز دیگر و شعله ضروری هوا لازم و سوخت ضروری را جهت احتراق مشعل تعییه می‌کند.

تنظیم دستگاه کنترل فشار: پیچ تنظیم را تا قرار دادن عقربه متوجه ک در مقابل عدد دلخواه در روی صفحه اندیکاتور جهت تنظیم فشار قابل تنظیم است. فشار به اندازه حد تنظیم شده در مدوله تغییر خواهد نمود. در صورت نیاز باید فشار تنظیم شده در روی دیگر را بوسیله پتانسیومتر، با مانومتر اندازه گیری کرده و در صورت لازم تصحیح شود.

توجه: در صورت کمبود دامنه نوسان حد تنظیم شده فشار سیستم پایدار خواهد بود. برای رفع عیب در صورت امکان دامنه نوسان را زیادتر می‌کنیم تا سیستم پایدار تر شود.

کلید حد فشاری: روی دیگر بخار یک عدد کلید حد فشاری نصب شده است. کلید حد فشاری دارای میکروسوئیچی است که مدار را بصورت خودکار با بالا رفتن فشار قطع و با پائین آمدن آن وصل می‌نماید. این کلید حد فشاری قابل تنظیم است.

۱- فشار دلخواه را در روی صفحه اصلی (نشان دهنده فشار) انتخاب می‌کنیم.

۲- دامنه نوسان را برای نقطه دلخواه قطع فشار تنظیم می‌کنیم.

قرار دادن حد فشار در اندیکاتور اصلی: پیچ تنظیم فشار را بوسیله پیچ گشته چرخانده تا عقربه نشان دهنده فشار در روی صفحه مربوطه عدد مورد نیاز را نشان بدهد.

فشار دامنه نوسان نقطه ایست که در آن نقطه مدار قطع یا وصل شده و بوسیله پیچ تنظیم مربوطه تنظیم می‌گردد. کنترل کننده های سطح آب: دو نوع کنترل کننده سطح آب در هر دیگر بخاری نصب می‌گردد. با یکی از کنترل کننده ها پمپ تغذیه کار می‌کند و نیز در اولین مرحله کمبود سطح آب مشعل را خاموش می‌سازد. کنترل کننده ثانویه مثل یک کنترل مستقل در دومین مرحله کمبود سطح آب عمل می‌کند. کنترل کننده پمپ تغذیه و نخستین مرحله کمبود سطح

آب و اعلام خطر، پمپ تغذیه دیگ های بخار با قدرت 48000 کیلو گرم و بیشتر با سیستم مدوله کنترل سطح آب) کنترل می شود .

برای دیگ ها با قدرت 1500 پاند در ساعت یا 6800 کیلو گرم در ساعت پمپ تغذیه بوسیله کنترل دوبله (dual control) کنترل می گردد .

کنترل مدوله سطح آب: این کنترل کننده جهت جبران کمبود سطح آب مناسب با بخار تولیدی طراحی شده است و بر حسب بار حرارتی موجود کمبود سطح آب دیگ را برطرف می کند. کنترل کننده سطح آب از سه قسمت زیر تشکیل شده است .

۱- شناور: که در روی سطح آب دیگ در سطح بخاری مورد نیاز نصب می شود .

۲- شیر کنترل مدوله: یک عدد شیر کنترل مدوله آب تغذیه در مدار آب تغذیه جهت رفع کمبود آب دیگ نصب می گردد .

۳- جعبه کنترل: یک عدد جعبه کنترل در روی بدنه سطح منبع نصب شده است .

محفظه شناور: محفظه شناور شامل یک شناور و میله آهنه محرک است. میله محرک درون لوله ضدزنگ بطور آزاد در سمت بالا و پائین حول کوئیل حرکت می کند. حساسیت القائی کوئیل با حرکت میله فلوتور باعث جبران کمبود سطح آب دیگ می گردد .

شیر کنترل مدوله: شیر مدوله با یک محرک و کوئیل حساس نصب شده است . ضرب القائی حساسیت کوئیل بوسیله حرکت هر زگرد شیر کنترل مدوله تغییر می کند. جریان آب تغذیه ورودی به دیگ بخار بوسیله سرپوش پیستون گازی شیر مدوله کنترل می شود که بوسیله دو عدد شیر برقی نصب شده در شیر مدوله تحریک می گردد .

شیر برقی ورودی آب را در خط تغذیه می پذیرد و سپس در سیلندر فشرده و پیستون کاهش دهنده شیر مدوله را باز می کند. شیر برقی تخلیه آب را از سیلندر پیستون آزاد کرده (یک کمک فنر موجود (باز شدن شیر مدوله را افزایش می دهد. شیر مدوله وقتیکه هر دو شیر برقی بسته باشند به طریق هیدرولیکی بسته می شود. جعبه کنترل جعبه کنترل شامل یک مدار چاپی و بلوک ترمیнал ها ورودی و سایل زیر می باشد .

۱- شیر های برقی .

۲- کوئیل های حساس .

۳- اولین آلام کمبود سطح آب .

۴- اتصالات قطع مشعل به علت کمبود سطح آب .

جعبه کنترل اعمال مختلف در تعادل بین کوئیل القائی و شیر کوئیل و نیز سیگنال جای مناسب جهت باز شدن شیر را انجام می دهد .

بالا آمدن سطح آب در داخل دیگ (کاهش نسبت تبخیر): با بالا آمدن فلوتر تحریک کننده میله فلوتر ضریب القائی کوئل را عوض می کند. جعبه کنترل تعویض ضریب القائی را حس کرده و شیر برقی ورودی را باز می کند) شیر برقی تخلیه به حالت بسته باقی می ماند). سپس شیر برقی ورودی فشار پمپ تغذیه را سری پیستون باز کرده و سرپوش شیر مدوله را به طرف پائین می راند و با این عمل آب ورودی دیگ کم می شود. بسته شدن شیر مدوله تا تساوی ضریب القائی کوئل با ضریب القائی کوئل ادامه پیدا می کند. جعبه کنترل، شیر برقی ورودی را بسته و قفل شیر مدوله را در حالت جدید می بندد یا با بالا رفتن سطح آب اعمال فوق تکرار می شود. شیر مدوله با کمترین توقف به نسبت بخار تبخیر شده باز می شود.

پائین آمدن سطح آب در داخل دیگ بخار (افزایش نسبت تبخیر): بر عکس مراحل فوق شیر برقی خروجی باز می شود و فشار هیدرولیک پیستون شیر مدوله را باز کرده و جریان آب به داخل دیگ هدایت می شود. گاهی به علت کمبود سطح آب کنتاکتی در جعبه کنترل بوجود می آید که آلام کمبود سطح آب روشن و مشعل خاموش می گردد.

در کنترل کننده مدوله دو عدد شیر سوزنی که قادر است به طور مستقل با شیر برقی کار کند نصب شده است. چنانچه دیگ در حالت دستی کار کند شیر کنترل اضطراری تماماً باز می شود.

کنترل کننده دوتائی سطح آب: کنترل کننده دوتائی سطح آب شامل دو عدد پرینت سوئیچ و آهنربای کمکی دائمی انتهای میله فلوتر است. غلاف های عمودی داخل لوله ضد زنگ بودن خاصیت آهنربائی است. با عبور عمودی فلوتر در جهت بالا و پائین بواسیله آهنربای یونیت سوئیچ ها روی میله های نگهدارنده نصب شده که در مجاورت لوله مرکزی قرار گرفته اند و دارای یک جفت کنتاکت هستند که بصورت ضربه ای کار می کنند و بواسیله نیروی عکس العمل بین آهنربای دوم و سوم بکار می افتد.

وقتیکه شناور به طرف پائین حرکت می کند یونیت سوئیچ اولی موتور پمپ تغذیه را روشن می نماید. زمانیکه جهت حرکت شناور عوض می شود و به طرف بالا حرکت می کند موتور پمپ آب تغذیه خاموش می کند. در این طریق سطح آب دیگ بخار حدود حد نرمال نگه داشته می شود.

دومین یونیت سوئیچ در اولین آلام کمبود سطح آب بکار می افتد و با رخ دادن حالت کمبود سطح آب در داخل دیگ بخار مشعل را خاموش می کند.

کنترل کننده سطح آب خیلی کم: دیگ بخار به کنترل کننده سطح آب خیلی کم مجهز است. این کنترل کننده شبیه کنترل کننده دوتائی فوق الذکر بوده و فقط حاوی یک عدد یونیت سوئیچ است. وقتی حالت کمبود خیلی کم سطح آب رخ دهد مدار مشعل بواسیله این دستگاه قطع شده و آلام مربوطه روشن می شود. مشعل فقط در صورت نرمال شدن سطح آب با چرخاندن کلید رفع خطر (reset) در روی تابلو کنترل روشن خواهد شد.

پمپ های تغذیه: پمپ های استاندارد که در روی دیگ های بخار به قدرت (3150_1590) کیلوگرم در ساعت یا (35000_6590) پاند در ساعت نصب می شود.

پمپ تغذیه بطور چند مرحله ای گریز از مرکز با عمر طولانی با دوام قابل اعتماد با کار ملایم و کم صدا طراحی شده است.
پمپ های تغذیه با ساختمان عمودی با گشتاور مستقیم و فلاچ مربوطه نصب شده اند و الکتروموتور آن ضد آب است. پمپ ها در اندازه های مختلف برای دیگ ها با قدرت ها و فشار های گوناگون ساخته می شوند. جهت کسب اطلاعات بیشتر به کاتالوک پمپ ها رجوع کنید.

پمپ ها تغذیه خودپرس نیستند. باید با چرخاندن فلانچ آنها بوسیله دست درون آنها را کاملاً پر کرده تا آب تازه از آن خارج شود. توجه: نبایستی پمپ تغذیه را بدون پر کردن راه اندازی کرد.

اگر دیگ بطور خودکار خاموش و پس از مدتی روشن شود بایستی یک عدد شیر ضدمکشی در مسیر خط تغذیه نصب شود که در غیر این صورت با کم شدن فشار دیگ آب مخزن تغذیه به داخل دیگ نفوذ کرده و لوله ها پر آب و بخار می شوند. با نصب یک عدد شیر ضد مکشی در مسیر پمپ تغذیه ممکن است قدرت پمپ تغذیه جهت تزریق آب به داخل دیگ کم شود. وقتیکه سیستم تغذیه آب دیگ بخار مدوله باشند ممکن است با نصب شیر ضدمکشی ظرفیت شیر مدوله کم شود که در این صورت بایستی شیر مدوله قوی تری نصب نمود.

فهرست پمپ ها در فشار 10,43 psi و در شرایط زیر پمپ های مخصوص استفاده می شود.

1_ دیگ بخار با فشار کاری 10,43 psi با و یا

2_ دیگ های بخار با قدرت 6800 کیلوگرم در ساعت یا 15000 پوند در ساعت که به سیستم مدوله تغذیه آب مجهز هستند.

3_ دیگ ها با قدرت بیش از 900 و 15 کیلوگرم در ساعت یا 35000 پوند در ساعت.

چنانچه با توجه به دلائل مختلف ضروری است که پمپ ویژه بکار برد شود بایستی به کاتالوک کارخانه سازنده رجوع کرد. در نظر گرفتن یک اضافه اندازه جهت لوله مکش آب تغذیه مسئله مهمی است. مخزن آب تغذیه بایستی همیشه در جائی بالاتر از سطح زمین و مسلط به دیگ بخار نصب شود. در محل ورودی آب به پمپ سطح مکش مثبت وجود داشته باشد. توجه: به کار انداختن پمپ تغذیه در حالت خشک اکیداً منوع است.

اجزاء بویلر:

مخزن هوایگیری

فرایند حذف اکسیژن نامحلول از آب بویلر در دی اریتور صورت می گیرد. دی اریتور متشكل از سه قسمت عمدۀ می باشد که عبارتند از:

1- یک مبدل حرارتی پوسته و لوله های به نام Vent condenser که آب ورودی به دیاریتور در این گرم می گردد، ممکن است که این بخش در همه دی اریتورها وجود LS بخش بوسیله بخار با فشار پایین یا نداشته باشد.

2- پس از آن آب وارد یک بخش دیگر به نام heater که در زیر Vent condenser قرار دارد، می گردد. این بخش جایی است که عمدۀ حرارت دهی آب در آنجا صورت می گیرد. روش های مختلفی برای حرارت دهی آب در هیتر وجود دارد، مثلاً ممکن است آب را به شکل پودر درآورده و سپس با بخار تماس دهنده، ممکن است آب به شکل لایه ای نازک از دیواره هایی پایین آمده و بخار بالارونده با آن تماس یابد و یا در نوع سین یدار آب از روی سینی هایی پایین ریخته و با بخار بالارونده تماس داده شود. معمولاً نوع سینی دار از سایر انواع متداول تر می باشد.

3- آب گرم و هوازدایی شده پس از خروج از هیتر در بخشی به نام Storage tank که به صورت یک مخزن استوانه ای و افقی در زیر هیتر قرار دارد، ذخیره می گردد. دی اریتورها معمولاً در فشار اتمسفریک می باشند.

پمپ تغذیه

وظیفه این پمپ، انتقال آب به مخزن بخار و دیسوپرهیتر بویلر می باشد. عموماً از پمپ های سانتریفوژ و رفت و برگشتی برای این منظور استفاده می گردد. پمپ های تغذیه معمولاً دارای دو نوع محرک توربینی و الکتروموتور هستند. در زمان راه اندازی بویلر که هنوز بخار در دسترس نمی باشد، از پمپ الکتریکی استفاده شده و پس از راه اندازی و تولید بخار پمپ های توربینی در سرویس قرار می گیرند. علت این امر این است که چنانچه به هر دلیلی برق واحد بخار قطع و یا دچار نوسان شود، خللی در تولید بخار مجتمع بوجود نیاید و واحدهای مصرف کننده بخار دچار مشکل نشوند. بعضاً قطع نابه هنگام بخار برای برخی از واحدهای تولیدی، ضرر و زیان فراوانی را به دنبال دارد.

گازمکن اولیه یا اکونومایزر

گازهای حاصل از احتراق پس از عبور از بخش جابجایی از طریق کانالهایی وارد دودکش شده و از طریق آن وارد اتمسفر می گردند. عموماً دمای این گازها در خروجی از دودکش بالا بوده و انرژی زیادی را با خود به بیرون از بویلر منتقل می کنند. در صورتیکه بتوان مقداری از این انرژی را بازیافت نمود، راندمان بویلر افزایش خواهد یافت.

از اینرو بعضی از بویلرها دارای بخشی به نام اکونومایزر هستند. اکونومایزرهای در اصل مبدل های حرارتی و به شکل دسته لوله هایی می باشند که در مسیر جریان گازهای گرم خروجی قرار داده می شوند. لوله های مورد استفاده در اکونومایزرهای به دو شکل صاف و فین دار وجود دارند، نوع فین دار در موقعی که مقدار انتقال حرارت پایین باشد به جهت افزایش سطح انتقال حرارت مورد استفاده قرار می گیرد. از این نوع بیشتر در سوختهای تمیز مانند گاز که احتمال رسوب گرفتگی کمتری ایجاد می نمایند، استفاده می گردد.

عموماً نحوه آرایش این لوله ها در مسیر جریان گاز به دو صورت می باشد:

1- آرایش به شکل inline :

در صورتیکه بطور عمودی بر سطح مقطع لول ها نگاه شود، هر⁴ لوله کنار هم به شکل رئوس یک مربع دیده می شوند از اینرو جریان گاز عبوری با تماس با سطوح لوله ها و از طریق کانالهای میانی بین آنها عبور می کند. این نوع درمواردی که احتمال تشکیل رسوب وجود دارد، بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد.

2-آرایش به شکل staggered یا متناوب:

در صورتیکه بطور عمودی بر سطح مقطع لول ها نگاه شود، هر³ لوله کنار هم به شکل رئوس یک مثلث و از درون inline متساوی الاصلع دیده می شوند، لذا جریان گاز عبوری نمی تواند به راحتی و مشابه حالت کانالهای بین لوله ها عبور نماید، در نتیجه در این چیدمان اختشاش بیشتر و بواسطه آن شدت انتقال حرارت بیشتری وجود دارد، لذا سطح حرارتی کمتری نیاز دارد، ولی در عوض بواسطه نوع آرایش لوله ها مقدار افت فشار زیادتر از حالت inline است.

مخزن بخار یا Steam drum

آب ورودی به بویلر وارد مخزنی به نام Steam drum می شود و از طریق لوله هایی به نام لوله های پایین رونده به سمت مخزن لجن منتقل می گردد. مخلوط آب گرم و بخار نیز توسط لوله های بالارونده به این مخزن منتقل می شود. با تجمع بخار در مخزن بخار، فشار بخار بالا رفته و پس از رسیدن به فشار مورد نیاز عملیاتی و بعد از طی مراحل جداسازی قطرات آب از آن، به بیرون از مخزن بخار از طریق یک هدر انتقال داده می شود. در صورتیکه فازهای بخار و آب به خوبی از یکدیگر جدا نشوند، دو پدیده متدائل در بویلرهای اتفاق می افتد:

1_ پدیده Carry Over: در صورتیکه قطراتی از آب به همراه بخار از مخزن بخار به سمت سوپرھیتر می گویند. این پدیده سبب بروز مشکلاتی در بخش سوپرھیترها می گردد به این صورت که قطرات آب حاوی املاحی هستند که پس از تبخیر آب در سوپرھیتر بر روی جداره های داخلی سوپرھیتر رسوب می نمایند. بر اثر افزایش این رسوبات مشکل heat شدن لوله ها و در پی آن خرابی آنها بوجود خواهد آمد.

2_ پدیده carry under: در صورتیکه در آب ورودی به لوله های پایین رونده مقداری بخار وجود داشته می گویند. بواسطه این پدیده ممکن است مقدار بخار در لوله های بالارونده باشد بیشتر از آب شده و در بخش هایی لوله ها خشک بمانند و مشکل over heat شدن لوله ها بوجود آید.

لوله های آب بویلر

برای انتقال آب و بخار بین مخازن بخار و لجن از لوله هایی استفاده می گردد که وظیفه تامین سطوح انتقال حرارت را نیز به عهده دارند. ممکن است در بخش هایی بر حسب نیاز از پره ها و یا بفل هایی بر روی لوله ها استفاده گردد تا جذب حرارت بهتر صورت گیرد. عموماً لوله های آب بویلرهای را می توان به انواع زیر تقسیم بندی نمود:

1- لوله های پایین رونده یا down comer ها ندسته ای از لوله های بویلر هستند که آب ورودی به مخزن بخار را به مخزن لجن منتقل می نمایند. آنها مستقیماً و یا بوسیله یک هدر به این مخازن اتصال یافته اند و در بخش کانوکشن یا جابجایی بویلر قرار دارند.

2- لوله های بالا رونده یا riser ها: این لوله ها در اصل، محفظه احتراق بویلر را تشکیل می دهند، به عبارت دیگر دیواره ها، کف و سقف محفظه احتراق بویلر توسط رایزرها ساخته شده است.

سوپر هیترها

در بویلرهای توپولید بخار سوپر هیت، بخار اشباع به دست آمده از مخزن بخار، در قسمتی به نام سوپر هیتر که نوعی مبدل حرارتی بوده و عموماً در ابتدای قسمت جابجایی بویلر قرار دارد، حرارت جذب می کند تا در شرایط فشار ثابت دمای آن افزایش یابد. بخار می تواند در شرایط فشار یا حجم ثابت از حالت اشباع به حالت سوپر هیت تبدیل شود و دماهای مختلفی بالاتر از دمای اشباع داشته باشد: بر حسب حالت انتقال حرارت از کوره به سوپر هیت کننده، انواع مختلفی از سوپر هیت کننده ها وجود دارند:

1- سوپر هیت کننده های از نوع جابجایی یا (Convection Superheater):

سوپر هیترهای جابجایی دسته لوله هایی هستند که در مسیر عبور گازهای داغ با دمای بالا قرار دارند و با عبور گازها از روی آن دمای بخار بالا می رود.

2- سوپر هیت کننده های از نوع تابشی یا (Radiant Superheater):

سوپر هیتر تشعشعی در دیواره کوره قرار دارد و انرژی حرارتی را به صورت تابشی از شعله دریافت کرده و به بخار اشباع منتقل می سازد. چنانچه از داخل این سوپر هیترها بخار اشباع با دبی مناسب عبور نکند، امکان سوختگی (overheat) دسته لوله هایی که در معرض تابش مستقیم قرار دارند وجود دارد.

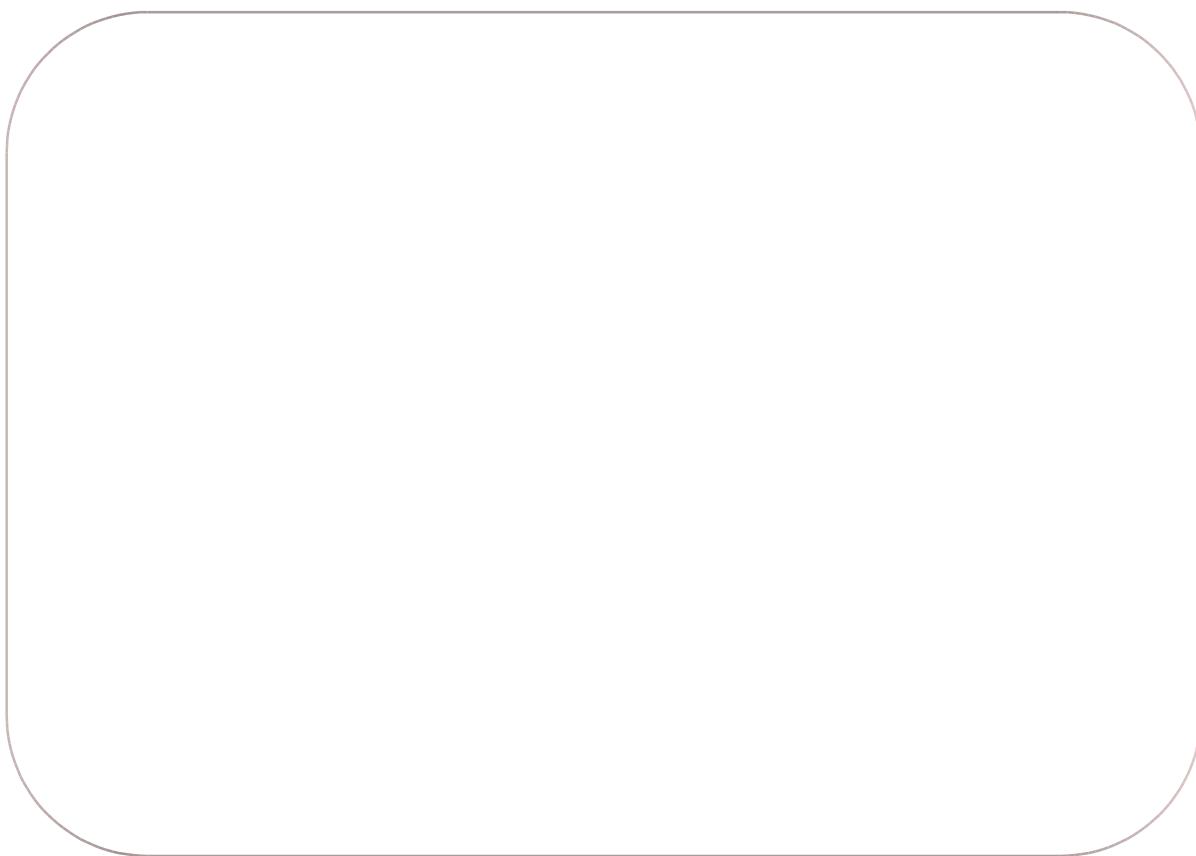
3- نوعی هم از سوپر هیت کننده ها هستند که هم از بخش تابشی و هم از بخش جابجایی انرژی دریافت می نماید، آنها طوری در بویلر استقرار می یابند که بخشی از آنها در قسمت بالایی کوره و قسمتی از آنها در مجرای جریان گاز قرار گیرد، یعنی در بین دو قسمت جابجایی و تابشی کوره مستقر می گردند.

ری هیترها (دی هیتر)

عموماً واحدهای مصرف کننده، نیاز به بخاری با دما و فشار مشخص دارند، از اینرو باید بخار خروجی از واحد بویلر با دما و فشار کنترل شده تحويل گردد نهای این منظور از بخشی به نام متعادل کننده و یا دی سوپر هیتر استفاده می گردد، البته

گاهی به آن ری هیتر نیز می گویند روش های مختلفی برای کنترل دمای بخار سوپرهیت وجود دارد ولی عموماً این عمل با تزریق آب به بخار خروجی از سوپرهیتر صورت می گیرد. آب اضافه شده به بخار سوپرهیت با جذب انرژی گرمایی تبدیل به بخار شده و دمای بخار را پایین می آورد. مقدار آب اضافه شده در حدی است که بخار خروجی را به دمای مورد نظر برساند. در بویلهایی که دارای یک مرحله سوپر هیتر می باشند، این بخش بعد از سوپرهیت کننده قرار می گیرد، و در بویلهای با دو مرحله سوپرهیتر این بخش در بین دو مرحله سوپرهیت قرار می گیرد.

5. سیکل تولید و توزیع بخار



6. کنترل شرایط عملیات بویلر شامل مقدار سوخت، کنترل دمای سوپر هیت، مقدار هوای اضافی

و...

کنترل ارتفاع مایع در مخزن بخار

هدف از کنترل مقدار آب ورودی به بویلر، کنترل مقدار ارتفاع آب در مخزن بخار در حد مجاز و مورد نظر می باشد نه صورتیکه سطح مایع در مخزن بخار پایین آید، آب کافی در داخل لوله ها قرار نداشته و شدن و خرابی آنها وجود دارد. در صورتیکه سطح مایع بر اثر حرارت دیدن زیاد لوله ها *overheat* در داخل مخزن بخار بالا رود، جداسازی آب و بخار به درستی انجام نمی گیرد و پدیده *carry over* به وجود می آید و باعث کاهش بازده بویلر می گردد. این کنترل به سه صورت انجام می گیرد:

1- Single element feed water control

کنترل تک جزئی یا سیستم تک جزئی صرفا از یک کنترل کننده سطح مایع تشکیل شده است. این روش، ساده ترین و در عین حال ناکارآمدترین روش کنترل سطح مایع است. مکانیزم عمل بدین صورت است که اندازه گیر ارتفاع مایع در مخزن بخار در صورت بالا رفتن سطح مایع، به شیر کنترل آب ورودی به بویلر فرمان بسته شدن و در صورت پایین رفتن سطح مایع فرمان باز شدن می دهد و بدین ترتیب سطح مایع را کنترل می کند در حقیقت سطح مایع در مخزن بخار را با تغییر دادن شدت جریان آب ورودی به بویلر تنظیم می کند.

2- Two element feed water control

کنترل دو جزئی یا در این روش سطح مایع از دو طریق کنترل می گردد:
الف) اندازه گیر دبی جرمی بخار خروجی از درام

روش کنترل آن بدین صورت است که مقدار جرمی از آب که به شکل بخار از درام خارج می گردد بوسیله ورود آب از طریق باز شدن شیر کنترل جبران می گردد. اینرو خروجی بخار با مقدار آب مساوی با آن از طریق ورودی جبران می گردد.

ب) اندازه گیری سطح مایع در درام
در مواردی که بلودان صورت می گیرد مقدار آب خارج شده از درام از طریق اندازه گیر سطح مایع تشخیص داده شده و به شیر کنترل آب ورودی به بویلر دستور باز شدن می دهد در مجموع از طریق این دو جزء، کنترل بهتری نسبت به حالت تک جزئی وجود خواهد داشت.

ج) Three element feed water control

کنترل سه جزئی یا این روش کنترلی برای موقعي که آب ورودی به بویلر بدليل استفاده از چندین پمپ ممکن است دارای تغییراتی در فشار و شدت جریان باشد، مناسب می باشد. علاوه بر دو متغير فوق الذكر، نوسانات شدت جریان آب ورودی به عنوان متغير سوم است. چراکه این نوسانات در میزان کنترل سطح مایع سبب مشکل می نماید به عنوان مثال

دبی مورد نظر ما با بازبودن 40 درصد شیر کنترل تامین می‌گردد، ناگهان شدت جریان ورودی به بویلر کم می‌گردد و در صورتیکه هنوز شیر کنترل در همان مقدار 40 درصد باقی بماند، مقدار مورد نیاز آب ورودی به بویلر تامین نمی‌گردد و مقدار نوسانات زیاد شده و دیرتر سطح مایع کنترل می‌گردد. این مشکلی است که در کنترل کننده‌های دو جزئی وجود دارد. ولی در این سیستم با اندازه گیری شدت جریان ورودی و به محض کم شدن شدت جریان و قبل از آنکه اثر این نوسان در مخزن بخار نمایان شود، فرمان بازشدن بیشتر شیر کنترل داده شده تا اثر کم شدن شدت جریان آب ورودی بر طرف گردد.

کنترل فشار بخار در هدر اصلی

سوختی که در بویلر سوزانده می‌شود سبب ایجاد گرما و در نهایت تولید بخار می‌گردد. واضح است که با افزایش مقدار سوخت یا به عبارتی افزایش مقدار اشتعال، حرارت بیشتری تولید شده و نهایتاً بخار تولیدی بیشتری نیز خواهیم داشت. لذا برای کنترل فشار بخار در هدر اصلی می‌توان از تغییرات شدت اشتعال استفاده نمود که آن نیز به عوامل دیگری چون مقدار سوخت و هوای ورودی بستگی دارد. در صورتیکه فشار بخار کم شود باید میزان سوخت بیشتری برای ایجاد حرارت بیشتر و تولید بخار بیشتر وارد بویلر گردد تا کمبود فشار جبران گردد و در صورت بالا بودن فشار باید مقدار سوخت کم گردد. سیستم کنترل احتراق بطوری طراحی می‌گردد تا وضعیت آتش گیری سوخت در مشعل به صورت پایدار بوده و نسبت هوا-سوخت برای شرایط عادی و یا اضطراری عملیات تنظیم گردد. روش عمل بدین صورت است که در زمان افزایش دادن شدت اشتعال، کنترل کننده‌های احتراق سبب می‌گرددند تا ابتدا شدت جریان هوا زیاد شده و سپس شدت جریان سوخت افزایش یابد، و در زمان کاهش دادن شدت احتراق، ابتدا شدت سوخت کم شده و سپس و سپس شدت هوا کاهش می‌یابد.

ممکن است عوامل دیگری نیز بر شدت اشتعال، بطور مستقیم و بر فشار بخار در هدر، بطور غیر مستقیم تاثیر بگذارد، یکی از این موارد تغییر ارزش حرارتی سوخت می‌باشد. عموماً در زمان استفاده از سوخت‌های گازی، ممکن است ترکیب گاز ورودی تغییر نماید و به عبارتی، ارزش حرارتی گاز ورودی کم و یا زیاد شود. به عنوان مثال، در صورت بالا رفتن ارزش حرارتی مقدار حرارت ایجاد شده افزایش یافته و تولید بخار و فشار در هدر بخار بیشتر می‌گردد. در اینگونه موارد و برای جلوگیری از بروز چنین مشکلاتی در بویلر، از سنسورهایی که ارزش حرارتی سوخت را تعیین می‌نمایند، استفاده می‌گردد. با بروز تغییر در ارزش حرارتی و قبل از آنکه اثر آن در سیستم با تغییر روی فشار هدر مشخص گردد، فرمانی از مرکز کنترل سیستم احتراق به شیر کنترل ارسال شده و مقدار سوخت به جهت جبران اثر تغییرات ارزش حرارتی تغییر می‌نماید.

کنترل دمای سوپرھیت

بخاری که برای واحد های مصرف کننده فرستاده می شود باید از نظر دما و فشار کنترل گردد، علاوه بر آن در صورتیکه لوله های سوپرھیت کننده بیش از حد گرم شوند، تنش و شوک حرارتی در آنها بوجود آمده و از بین می روند از اینرو کنترل دما در سوپرھی تکننده ها از اهمیت بالایی برخوردار می باشد. روش های زیادی برای کنترل دمای سوپرھیتر وجود دارد که می توان به موارد ذیل اشاره کرد:

Bypassing the Furnace Gas -1

بایپس نمودن گاز در اطراف سوپرھیتر کردن بخشی از گازهای احتراق بوسیله (bypass) در بویلهای که ظرفیت کم دارند، می توان با بای پس یک دمپر دمای سوپرھیتر را کنترل نمود. این روش کنترل قبل از کار برده می شد ولی اشکالاتی که در انتخاب فلز مطمئن برای دمپر در برابر خوردگی و دمای بالا در مسیر عبور گازهای داغ وجود داشت، سبب منسوخ شدن روش کنترل با دمپر شده است.

Tilting burners in the Furnace -2

تغییر زاویه مشعل ها در کوره دمای بخار خروجی از سوپرھیتر را با تغییر زاویه مشعل ها به سمت بالا و پایین (به میزان 30 درجه) در بویلهای نوع عرضی می توان کنترل نمود. با تغییر زاویه مشعل ها به سمت پایین، لوله های بالارونده بخش بیشتری انرژی به شکل تابش جذب م ینمایند، در نتیجه سهم جذب حرارت در سوپرھیتر نسبتا کم شده و دمای آن پایین می آید. اگر مشعل ها به سمت بالا گردانده شوند، زاویه تابش نسبت به سوپرھیترها مناسب تر شده و انرژی حرارتی بیشتری به سوپرھیت رها منتقل و دمای آنها افزایش می یابد.

3-استفاده از مشعل های اضافی(Auxiliary Burners)

با استفاده از مشعل های جنبی علاوه بر مشعل های اصلی می توان دمای بخار را کنترل کرد. اثر این مشعل ها شبیه مشعل هایی با زاویه متغیر است.

Desuperheating using water spray -4

کاهش دمای سوپرھیتر با پاشش آب با اسپری کردن آب به بخار سوپرھیت می توان دمای آنرا کاهش داد. اضافه کردن آب در بخشی به نام دی هیتر یا ری هیتر صورت می گیرد.

5-کنترل پیش سردکن(Precondensing Control) :

دمای بخار خروجی را می توان با سرد کردن بخار خروجی از بویله با آب تغذیه در یک کندانسور کوچک کنترل کرد. کنترل اتوماتیک، مقدار آب تغذیه Bypass را تنظیم می کند.

Gas Recirculation -6

گردش مجدد گاز بخشی از گاز خروجی از اکونومایزر مجدداً داخل کوره می‌شود. این عمل به کمک یک فن انجام می‌گیرد. این گاز نظیر هوای اضافی عمل می‌کند و بر دیواره‌های کوره اثر می‌گذارد. این عمل انرژی حرارتی جذب شده توسط دیواره‌های آبی را کم کرده و انرژی جذب شده توسط سوپرهیتر را افزایش می‌دهد.

7- قراردادن کویل در درام بویلر(Coil Immersion in the Boiler Drum)

بعضًا برای کاهش دمای سوپرهیتر، بخشی از بخار خروجی از آن را، بوسیله یک کویل به مخزن لجن وارد می‌نمایند. این بخارات پس از کاهش دما و قبل آن آنکه به دمای اشباع بخار در آن فشار برسد، مجدداً به سوپرهیتر وارد می‌شود تا بدین با افزایش فلوی عبوری از آن، دمای سوپرهیتر کاهش یابد.

کنترل مقدار جریان هوا

گازهای حاصل از احتراق و در دودکش تعیین می‌گردد وجود 3^3 درصد اکسیژن در گازهای خروجی از دودکش به مفهوم بهسوزی در کوره است. در صورتیکه اکسیژن خروجی از دودکش کمتر از 3^3 درصد باشد، داخل کوره دوده زایی وجود خواهد داشت و با افزایش مونوکسیدکربن مواجه می‌گردد و در صورت بالا بودن بیشتر از 3^3 درصد در خروجی از دودکش مقدار ناکس افزایش خواهد یافت و به علت افزایش حجم گازهای حاصل از احتراق، انرژی حرارتی زیادی به همراه هوای اضافی از کوره به بیرون رفته و تلف خواهد شد. در بویلرها سعی بر این است مقدار هوا را طوری تنظیم نمایند که مقدار 3^3 درصد اکسیژن در جریان خروجی از دودکش وجود داشته باشد. از آنجایی که برای تامین هوای مورد نیاز احتراق در بویلرها از فن‌های دمنده و مکنده استفاده می‌گردد، لذا با استفاده از دمپرهای هوای ورودی مقدار هوا را تنظیم می‌کنند. از طرفی مقدار هوای مورد نیاز با توجه به مقدار سوخت تنظیم می‌گردد. از این‌رو در دودکش بویلرها و با استفاده از سنسورهایی که مقادیر اکسیژن و مونوکسیدکربن را اندازه می‌گیرند، مقدار هوای ورودی به کوره تنظیم می‌گردد، با بالارفتن مقدار اکسیژن دمپرهای هوای ورودی بسته شده و با کم شدن اکسیژن دمپرهای باز می‌شوند. در دودکش بعضی از بویلرها به منظور کنترل بهتر احتراق، میزان مونوکسیدکربن خروجی نیز اندازه گیری می‌شود.