

# جوش آورھا Boilers

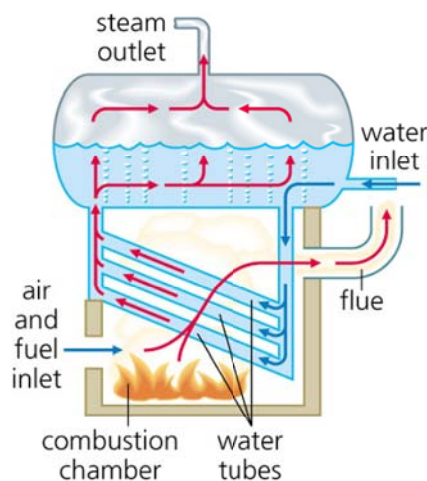
## 13-1- شرح و توصیف

جوش‌آور محفظه‌ای است که با تغذیه آب به درون آن به کمک یک منبع گرمایی به طور پیوسته بخار تولید می‌کند. در طرح‌های اولیه جوش‌آور پوسته‌ای ساده با یک لوله تغذیه و یک خروجی بخار بود که روی آن با آجر پوشیده می‌شد. سوخت در داخل پوشش دیگ سوزانده می‌شد، سپس جوش‌آورهای طراحی شد که در آن آب از درون لوله‌ها و آتش از بیرون آن عبور می‌کرد. امروزه اجزای اصلی جوش‌آور را می‌توان به صورت زیر نام برد:

1- دیگ بخار (Steam Drum): ظرف استوانه‌ای بزرگی است که به طور افقی کار گذاشته می‌شود. درون نوع تکامل یافته آن تعداد زیادی جدا کننده آب و بخار (Separator) وجود دارد.

2- کوره (furnace): محفظه‌ای است که نفت کوره یا گاز طبیعی در آن می‌سوزد.

3- مشعل (Burner): وسیله‌ای است که برای سوزاندن نفت کوره و یا گاز طبیعی در مجاورت هوا در محفظه احتراق بکار می‌رود. عموماً جوش‌آور را بویلر یا دیگ بخار نیز می‌نامند. ما در این متن از لفظ جوش‌آور استفاده می‌کنیم.



شکل 13-1- نمای کلی یک جوش‌آور

آبی که قرار است در جوش‌آور بخار شود قبلاً تحت عمل هوازدايي توسط هیدرازین یا سایر مواد شیمیایی قرار می‌گیرد. زیرا اگر حباب‌های هوا در این آب وجود داشته باشد حجم مفید آن کاهش می‌یابد و نتیجتاً دارای کاهش تبادل حرارت هستیم علاوه بر این امکان خوردگی در سیستم افزایش پیدا می‌کند. عملیات دیگری که قبل از ورود آب به جوش‌آور بر روی آن انجام می‌شود پیش‌گرم کردن آن است. این کار برای بالا بردن راندمان سیستم انجام می‌شود و به این ترتیب است که آب قبل از ورود به جوش‌آور وارد محفظه‌ای به نام اکونومایزر (Economizer) می‌شود. اکونومایزر در واقع مبدل پوسته و لوله‌ای است که توسط دود خروجی از کوره آب را گرم می‌کند. به این صورت که دود قبل از ورود

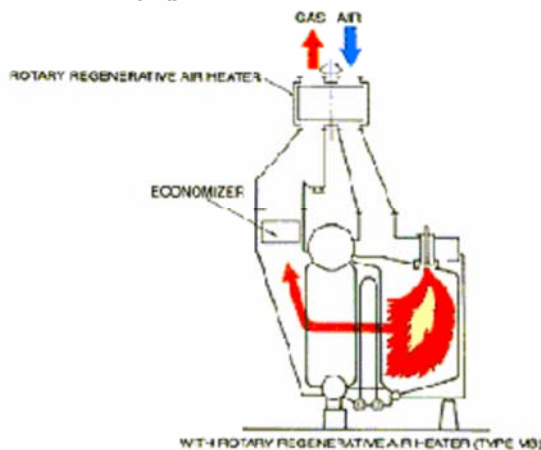
به دودکش از اکونومايزر گذشته و سيال را گرم مي‌کند سپس از طريق دودکش به محيط فرستاده مي‌شود.

### 13-2- تقسيم بندي جوش آورها

جوش آورها را مي‌توان از ديده‌گاههاي مختلف تقسيم بندي نمود. چند نوع از اين تقسيم بندي‌ها به طور خلاصه در زير آورده شده است. نحوه کار بعضي از انواع رايج اين جوش آورها در صفحات بعد توضيح داده خواهد شد.

- 1- تقسيم بندي بر اساس جهت محور پوسته (عمودي يا افقي)
- 2- تقسيم بندي بر اساس نحوه استفاده از آن (ثابت يا قابل حمل)
- 3- تقسيم بندي بر اساس وضعيت کوره
- 4- تقسيم بندي بر اساس وضعيت نسبي آب و گازهاي داغ (Water tube & Fire tube)

به جوش آورهايي که آب داخل لوله جريان داشته باشد لوله آبي (Water tube) گفته مي‌شود. دسته ديگر که گازهاي داغ داخل لوله جريان دارد به جوش آورهاي لوله دودي (Fire tube) معروف مي‌باشند. به علت اينکه اين جوش آورها متداول مي‌باشند درباره آنها بيشتري به بحث مي‌پردازيم.



شکل 13-2- نحوه حرکت آب، بخار و هوا در يك جوش آور

### 13-2-1 جوش آورهاي Fire tube

اين جوش آورها از سه قسمت ديگ بخار، کوره و مشعل تشکيل شده‌اند. ساختمان آن بدین صورت است که ديگ بخار آن به صورت يك دستگاه مبدل حرارتي پوسته و لوله است. اين جوش آور بيشتري در جاهايي کار گذاشته مي‌شود که بخواهند از هدر رفتن گرمای حاصل از يك فعل و انفعال جلوگيري کنند (مثل گرمای حاصل از سوزاندن گوگرد و اکسيژن براي تهيه اسيد سولفوریک).

در اين نوع جوش آورها گازهاي گرم از درون لوله‌هاي ديگ بخار مي‌گذرند و ضمن تبادل حرارت با آب داخل پوسته، آب را به بخار تبديل مي‌کنند. در يك نوع از جوش آورهاي Fire tube، ديگ عمودي بالا خشک است. اين جوش آور شامل يك پوسته استوانه‌اي عمودي حاوي يك آتشدان استوانه‌اي و تعدادي لوله‌هاي دودي کوچک است. گرمای ناشي از عبور آتش از ورقه‌هاي آتشدان به آب درون ديگ از طريق تابش انتقال مي‌يابد. گازهاي داغ به سمت بالا و از ميان لوله‌هاي

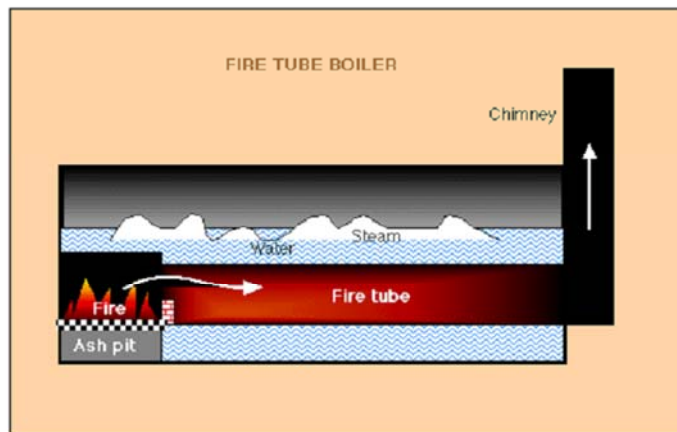
دود به دودکش می‌روند و در این میان قسمتی از گرمای خود را به فلز لوله‌ها می‌دهند که سبب انتقال گرما به آب درون دیگ می‌شود. فشار این نوع جوش‌آورها به ندرت از 200 psi تجاوز می‌کند.

### 13-2-1-1- مزایای جوش‌آورهای فایرتیوب

هزینه ساخت جوش‌آورهای فایرتیوب کمتر از سایر انواع جوش‌آورها است، علاوه بر این، جوش‌آورهای فایرتیوب با داشتن سطح حرارتی مساوی آب بیشتری نسبت به سایر جوش‌آورها در دیگ بخار خواهند داشت. از این مولدها معمولاً برای تولید حجم کم بخار استفاده می‌شود.

### 13-2-1-2- معایب جوش‌آورهای فایرتیوب

قسمتهای مختلف جوش‌آورهای فایرتیوب برای تمیزکاری، بازرسی و تعمیرات کمتر قابل دسترس است. ظرفیت این نوع جوش‌آورها با بالا رفتن فشار و دمای مورد نیاز محدودیت پیدا می‌کند و به ضخامت جداره بیشتری احتیاج دارد در نتیجه با کم و زیاد شدن تقاضای بخار کمتر هماهنگ می‌شود، همچنین به دلیل اینکه تغییرات درجه حرارت ایجاد تنش‌های زیادی در اجزای جوش‌آور می‌نماید احتمال انفجار در این نوع جوش‌آورها از سایر انواع بیشتر است، لذا ضریب اطمینان کمتری دارند.



شکل 13-3- نمونه يك جوش آور فایر تیوب

### 13-2-2-2- جوش‌آورهای Water tube

جوش‌آورهای Water tube نیز از دیگ بخار، کوره و مشعل تشکیل شده‌اند لکن از دیگ بخار (Steam Drum) آن لوله‌های زیادی منشعب شده و به دیگ ته‌نشین‌کننده (Mud Drum) وصل می‌شود وضع انشعاب لوله‌ها و قرارگرفتن آنها در کوره به نحوی است که:

-لوله‌هایی که دورتر از آتش کوره قرار دارند آب را از دیگ بخار به دیگ ته‌نشین‌کننده می‌برند، این لوله‌ها را پایین‌بر (Downcomer) می‌گویند.

-لوله‌هایی که در مجاورت شعله آتش قرار دارند مخلوط آب و بخار آب را به دیگ بخار می‌برند این لوله‌ها را بالا بر (Riser) می‌نامند.  
بر حسب شرایط مختلف جوش‌آورهای واتر تیوب را با یک، دو یا بدون دیگ ته‌نشین‌کننده می‌سازند. سیستم گردش آب در جوش‌آورهای واتر تیوب می‌تواند به صورتهای زیر باشد:

-سیستم گردش طبیعی آب (Natural Circulation) : می‌دانیم سیال با جرم کمتر همواره بالای سیال با جرم حجمی بیشتر قرار می‌گیرد، این پدیده مبنایی در طراحی سیستم گردش آب جوش‌آورها است. بر این مبنا اغلب لوله‌های انتقال آب و بخار، عمود بر سطح افق نصب می‌شوند و معمولاً یک مخزن جداکننده آب و بخار در بالای جوش‌آور قرار داده می‌شود. آب توسط لوله‌های پایین‌بر به پایین جوش‌آور منتقل و توسط لوله‌هایی به نام هدر (Header) در لوله‌های اصلی توزیع می‌شود. همزمان آب، گرم شده، جرم حجمی آن کمتر شده و به بالا هدایت می‌شود. بنابراین سرعت لازم در جریان آب بر اساس وزن ستون آب (موجود در لوله‌های پایین‌بر) و تفاوت جرم حجمی در لوله‌های اصلی حاصل می‌گردد.  
-گردش اجباری کنترل شده (Controlled Forced Circulation) : در سیستم‌هایی که اثر وزن آب در لوله‌های پایین‌بر نتواند به تنهایی ایجاد جریان لازم را نماید از یک پمپ کمکی هنگام راه‌اندازی استفاده می‌شود.

-سیستم گردش اجباری (Forced Circulation) : در این سیستم علاوه بر استفاده از اصول گردش طبیعی آب برای به دست آوردن دبی‌های جرمی بالاتر از پمپ استفاده می‌کنند.

ساخت وجوه کوره و کانال‌های در معرض شعله و دود از جنس نسوز و یا ورقه فلزی، حجم کانال و کوره را زیاد کرده و سطح تبادل حرارتی را کم کرده و نیز خوردگی در آن زیاد است، با توجه به این مسایل، محل‌های در تماس با شعله و دود را از لوله‌هایی که آب در آنها جریان دارد می‌سازند. جریان آب از بالا رفتن دمای فلز و جداره لوله‌ها جلوگیری می‌کند. در نتیجه از خوردگی سریع آنها جلوگیری می‌کند.

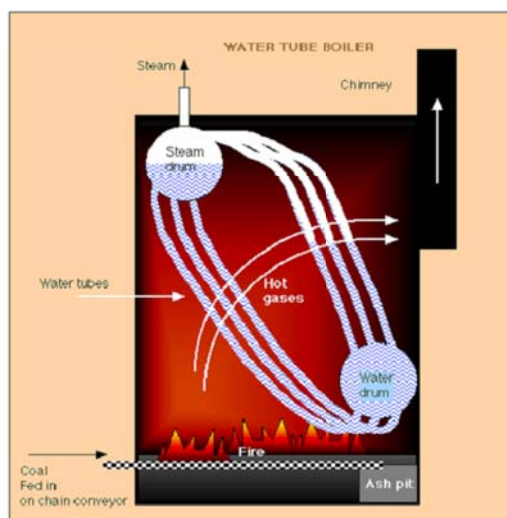


شکل 13-5- دیواره جوش‌آور، لوله‌های در معرض شعله

بر اساس شکل لوله‌ها و دیواره‌ها می‌توان این جوش‌آورها را به صورت زیر تقسیم بندی نمود:

1- جوش‌آوره‌اي با لوله‌هاي مستقيم (Straight Tube Boilers): در اين سيستم تنها از يك دسته لوله‌هاي مستقيم براي گرم كردن آب استفاده مي‌شود كه يك صفحه تغذيه‌كننده را به يك صفحه جمع‌كننده وصل مي‌كنند. صفحات تغذيه‌كننده و جمع‌كننده توسط لوله‌هايي به مخزن جداكننده آب و بخار متصل مي‌شوند.

2- جوش‌آوره‌اي با لوله‌هاي خميده (Bent Tube Boilers): در اين سيستم با دادن خمه‌ايي به لوله‌ها و قرار دادن آنها به نحو مناسب شكل اتاق احتراق و قسمتي از كانال دود را ايجاد مي‌كنند، همچنين در مسير عبور گازهاي داغ و دود دسته‌هايي از لوله‌هاي خم شده كه به صورت كويل در آمده‌اند قرار داده مي‌شوند. اين سيستم در بيشتر جوش‌آورها مورد استفاده واقع مي‌شود. استقرار لوله‌ها در جداره باعث افزايش سطح تبادل حرارتي مي‌شود.



شكل 4- نمونه يك جوش‌آور واتر تيوب

### 13-2-2-1- مزاي و معايب جوش‌آوره‌اي واتر تيوب

جوش‌آوره‌اي واتر تيوب از لحاظ ايمني مطمئن تر هستند. زيرا آب در واحد كوچك تري يعني در لوله‌ها است. كليه قسمتهاي يك جوش‌آور واتر تيوب جهت تميزكاري، بازرسي و تعميرات قابل دسترس است. جوش‌آوره‌اي واتر تيوب به دليل بزرگي سطح تبادل حرارتي و طولاني بودن مسير عبور گاز و سرعت چرخش آب سريعتر بخار توليد مي‌كنند، به همين دليل آنها را مي‌توان تحت بار بسيار بيشتر نسبت به سايرين قرار داد. اين جوش‌آورها با تغييرات ناگهاني و كم و زياد شدن بخار سريعتر هماهنگ مي‌شوند. با وجود مزايي ذكر شده اين جوش‌آورها نسبتاً گران هستند لذا در طرحهاي كوچك معمولاً از جوش‌آوره‌اي فاير تيوب استفاده مي‌شود.

### 13-3- كنترل و کاربرد جوش‌آورها

ابتدا به بررسي تامين هواي مورد نياز سوخت در كوره‌ها مي‌پردازيم، كه اين به دو روش متفاوت صورت مي‌گيرد:

1- روش استفاده از دمنده Forced Draft Fan

## 2- روش استفاده از مکندۀ Induced Draft Fan

در کوره‌هایی که از دمندۀ استفاده می‌شود باید ساختمان کوره به نحوی باشد که گازهای گرم و شعله‌های حاصل از احتراق نتواند به بیرون راه پیدا کند، زیرا فشار کوره کمی بیشتر از فشار جو است. مکندۀ را در کوره‌هایی به کار می‌برند که حجم کوره و تعداد مشعل‌های آن زیاد باشد. زیرا با بودن مکندۀ در کوره، خلا ایجاد می‌شود و هوا می‌تواند از محل‌های معینی وارد کوره گردد. از امتیازات کوره‌هایی که با دمندۀ کار می‌کنند این است که به علت وجود خلا در کوره شعله و گازهای گرم به خارج راه پیدا نمی‌کند.

در مورد کنترل جوش‌آورها باید به نکات زیر توجه نمود:

1- ارتفاع مایع در دیگ بخار یکی از مهمترین چیزهایی است که باید به خوبی در هر جوش‌آوری کنترل گردد. زیرا اگر سطح مایع کم باشد با افزایش تولید امکان، اینکه تمام آب بخار شود زیاد است. در چنین وضعی ممکن است که قسمتهایی از دیگ بخار ذوب شود. از طرف دیگر اگر ارتفاع مایع زیاد باشد تولید بخار کاهش می‌یابد.

2- مقدار سوخت نیز باید به خوبی کنترل گردد. چرا که اگر سوخت کم شود تولید بخار پایین آمده و روند را به هم می‌زند. اگر سوخت زیاد باشد باعث ازدیاد تولید بخار می‌شود که این خود به کم کردن آب دیگ بخار کمک می‌کند.

3- هوا جهت احتراق باید کاملاً کنترل شود، زیرا کمبود هوا باعث سوختن ناقص هوا و یا نفت کوره می‌گردد و بالعکس ازدیاد هوا ممکن است باعث خاموش شدن شعله مشعلها گردد.

4- کنترل مواد شیمیایی جهت پیشگیری از خوردگی نیز از نکات مهم است که باید به آن توجه شود.