

# جبران افزایش ناگهانی مصارف بخار - اکومولاتور<sup>۱</sup> (قسمت اول)

شرکت پارس جم کنترل

از: مهندس زهرا کبیر

بمنظور جبران کمبود احتمالی بخار تولیدی توسط بویلر در زمان های پیک مصرف، از تجهیزاتی به نام اکومولاتور استفاده می شود که با آزاد کردن مقداری بخار به کمک بویلر می آید. این وسیله در زمانی که مصرف بخار کم باشد، بخار مازاد را در خود جذب و ذخیره می کند.

گاهاً تصور می شود که استفاده از اکومولاتورهای بخار روشی منسوخ بوده و در صنایع مدرن امروزی به ندرت مورد استفاده قرار می گیرند. در ادامه با بررسی موارد زیر می توان به نکات مثبت استفاده از این تجهیز پی برد:

- چگونگی افزایش کارایی صنایع مدرن با بکارگیری اکومولاتور بخار.
- بررسی دلایل اهمیت روزافزون استفاده از اکومولاتور بخار.
- ارائه راهنمای جامع جهت اندازه گذاری و انتخاب مناسب دستگاه ها و ادوات لازم

## طراحی بویلر

ابعاد و اندازه بویلرهای نسل جدید به طور چشمگیری از بویلرهای قدیمی (مثلاً ۳۰ سال گذشته) کوچک ترمی باشند. این کاهش اندازه در نتیجه عوامل ذیل پدیدار شده است:

- کاهش نسبت مصرف سوخت به میزان تولید بخار
- عکس العمل بهتر به تغییرات میزان مصرف
- کوچک تر بودن و در نتیجه اشغال فضای کمتر
- هزینه خرید و نصب پایین تر

نیل به اهداف فوق به کمک سیستم های کنترل پیچیده تر و همچنین مشعل های مدرن تر تسهیل شده که در نهایت موجب عکس العمل سریع تر و دقیق تر بویلرها به تغییرات آنی مصرف بخار گردیده است.

مدت زمان پاسخ به تغییرات بار با کاهش ابعاد بویلر، متراکم کردن لوله ها و افزایش سطح انتقال حرارت کاهش یافته است؛ به این معنی که بویلرهای جدید آب کمتری در خود جای داده و دارای سطح انتقال حرارت بیشتری به ازای هر کیلوگرم آب می باشند. شرایط زیر را در نظر بگیرید:

۱. میزان مصرف بخار افزایش یافته و موجب کاهش فشار داخل دیگ تا نقطه تنظیم مشعل می شود.
  ۲. سیستم کنترل مشعل پس از تخلیه و پاک سازی محفظه احتراق، مشعل را روشن می کند.
  ۳. سطح بزرگ تر انتقال حرارت و حجم کمتر آب هر دو به تبخیر سریع تر آب در بویلر کمک کرده و بدین ترتیب بویلر می تواند پاسخگوی افزایش بار باشد.
- انرژی ذخیره شده در بویلر، انرژی موجود در آب در دمای اشباع می باشد. هرچه حجم آب داخل بویلر زیادتر باشد، میزان انرژی ذخیره شده جهت پاسخگویی به تغییرات بار نیز افزایش می یابد. این در حالی است که حجم آبیگیری بویلرهای امروزی تنها ۲۰ درصد حجم آبیگیری بویلرهای قدیمی است. بنابراین، انرژی موجود در بویلرهای امروزی تنها ۲۰ درصد بویلرهای قدیمی بوده و در نتیجه احتمالاً در زمان اوج مصرف بویلرهای جدید نمی توانند به راحتی بویلرهای قدیمی پاسخگوی نیازها باشند.

با رجوع به جدول زیر می توان مشاهده نمود که در بویلرهای امروزی نرخ آزادسازی بخار از سطح آب ۲/۷ برابر بویلرهای قدیمی است. بدین معنا که بخار جهت تولید در بویلرهای جدید تنها به ۴۰٪ زمان مورد نیاز در بویلرهای قدیمی نیاز دارد. در عین حال، در زمان اوج مصرف این سرعت عمل ممکن است باعث خروج بخار مرطوب با فشاری کمتر از فشار طراحی از بویلرهای امروزی گردد. رطوبت و آبی که همراه با بخار وارد خطوط توزیع می شود دارای TDS در حدود 3000 ppm بوده و در تماس با شیرهای کنترل و سطوح انتقال حرارت باعث آلودگی آنها می شود. این آلودگی می تواند موجب انسداد اریفیس های کوچک فشار سنج ها، تله های بخار و دیگر شیرآلات گردد.

Boiler Type	Length x diameter	'From and At' rating	Water content	Surface area of water in the boiler	Steam release rate from surface
Conventional Boiler	9.1m x 2.7m (30' x 9')	4 540 kg / h (10 000 lb / h)	45 400 kg (10 000 gal.)	18.6 m <sup>2</sup> (200 ft <sup>2</sup> )	244 kg / m <sup>2</sup> h (50 lb / ft <sup>2</sup> h)
Modern Packaged	3.9m x 2.5m (13' x 8')	4 540 kg / h (10 000 lb / h)	9 100 kg (2 000 gal.)	7 m <sup>2</sup> (75 ft <sup>2</sup> )	649 kg / m <sup>2</sup> h (133 lb / ft <sup>2</sup> h)

جدول شماره ۱: مقایسه بویلرهای قدیمی تر با بویلرهای مدرن

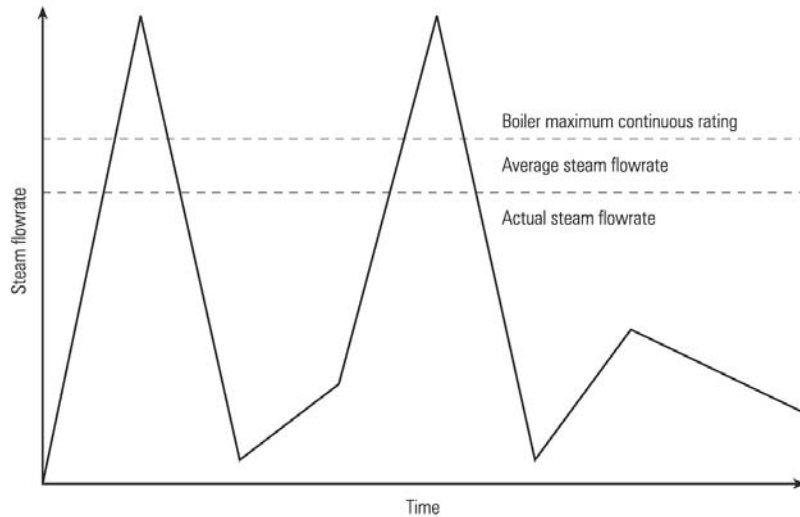
## اوج مصرف

میزان مصرف بخار در صنایع مختلف به ندرت ثابت بوده و در واقع اندازه و نوع نوسانات بار را می توان به نوع تجهیزات مصرف کننده و صنعت مورد نظر بستگی داد. اوج مصرف بخار ممکن است یک بار در هفته و یا یک بار در روز در زمان راه اندازی اتفاق افتد. صناعی که تولید محصول در آنها به صورت انبوه<sup>۲</sup> انجام می شود معمولاً دارای بیشترین مشکلات خصوصاً در زمان راه اندازی هستند. از جمله این صنایع می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- نساجی،
- خشکشویی،
- قوطی سازی،
- تولید بلوک های سبک بتن،
- بخش های خاصی از صنایع فولادسازی،
- لاستیک سازی با اتوکلاوهای بزرگ.

در این صنایع، اوج مصرف ممکن است سنگین و طولانی بوده که در قسمت قابل ملاحظه ای در ساعت رخ می دهد. در برخی صنایع دیگر، سیکل های مصرف بخار، از لحظه های متناوب و کوتاه اوج مصرف ولی با جریان لحظه ای بسیار بالا تشکیل شده اند:

- پلاستیک و پلی استایرن،
- استریلیزاسیون صنعتی و بیمارستانی،
- جداسازی پوست،
- جوراب بافی.



شکل شماره ۱: نمودار نوسانات مصرف بخار در صنایع تولید انبوه

نمودار فوق نشان می دهد که در هر اوج مصرف، تقاضا برای بخار لحظه ای بوده و این اوج به طور محسوسی از میزان بار متوسط بالاتر است. از آنجاییکه بویلر و مجموعه مشعل قادر به تولید بخار به میزان مورد نیاز نیستند، با اوج مصرف فشار بخار تولیدی بویلر کاهش یافته و باعث بروز مشکلات جدی در محصول تولیدی کارخانه و همچنین در کیفیت بخار می گردد.

در حادترین حالت، اختار سطح پایین آب بویلر به دلیل جوشش سریع و پایین آمدن بیش از اندازه سطح آب درون بویلر، باعث خاموش شدن و قفل شدن بویلر می گردد. در بهترین حالت نیز بخار تولیدی همانطور که پیشتر گفته شد، مرطوب و آلوده می شود. در نتیجه، این مشکلات به همراه مسئله افت فشار می تواند منجر به موارد زیر گردد:

- افزایش زمان فرآیند تولید.
- کاهش کیفیت، خرابی و یا از بین رفتن محصول.
- ایجاد ضربه چکش در خطوط اصلی بخار، صدمه به لوله ها و اتصالات و در پی آن خطرات ایمنی برای پرسنل.

مشکلاتی که اوج مصرف برای موتورخانه های بخار در پی دارد را نیز می توان اینگونه برشمرد:

- افزایش عملیات تعمیر و نگهداری.
- کاهش عمر بویلر.

- کاهش راندمان احتراق در مشعل ها، به دلیل کم و زیاد شدن شعله مشعل به طور متناوب (مشعل در مصارف خیلی پایین خاموش و تنها بعد از چند دقیقه دوباره روشن می شود).

یکی از روشهای حل این مساله استفاده از چند بویلر و یا بویلرهایی با ظرفیت بیش از حد نیاز می باشد که البته به پایین آمدن راندمان کلی شبکه و همچنین هزینه بالا منجر خواهد شد.

بمنظور توضیح بیشتر کاهش راندمان عمومی به مثال زیر توجه کنید:

- در بویلرها با تولید و مصرف بخار متناسب، میزان اتلاف حرارتی تشعشعی از طریق بدنه در حدود ۱٪ برون ده بخار است.

- در صورتی که خروجی بخار بویلر تا ۵۰٪ حداکثر میزان تولیدی آن کاهش یابد، اتلافات در حدود ۲٪ بخار تولیدی خواهد بود.

- با کاهش تولید بخار تا ۲۵٪ حداکثر توان بویلر، اتلافات بدنه در حدود ۴٪ میزان بخار تولیدی خواهد بود.

و به همین ترتیب در صورتی که بویلر با توقف بخار خروجی فقط در فشار کاری نگاه داشته شود، میزان اتلاف ۱٪ بدنه برابر با اتلاف ۱۰۰٪ نسبت به بخار تولیدی خواهد بود.

از طرفی، در صورتیکه دیگ های بخار بر اساس اوج مصرف نیز انتخاب شده باشند، مشکلاتی را موجب خواهد شد. در عمل، بویلر ممکن است بر اثر کاهش میزان مصرف بخار برای مدت زمانی خاموش شود. شرایط بحرانی وقتی رخ خواهد داد که در زمان خاموشی بویلر به طور ناگهانی مصرف بخار به شدت افزایش یابد. بنابراین، ممکن است با اعلام خطای سطح آب در تابلو کنترل، بویلر از مدار خارج شود. زمان اتلافی در نتیجه وارد نمودن مجدد دستی بویلر به مدار جهت تولید ممکن است غیر قابل قبول باشد.

### سطح بندی میزان مصرف

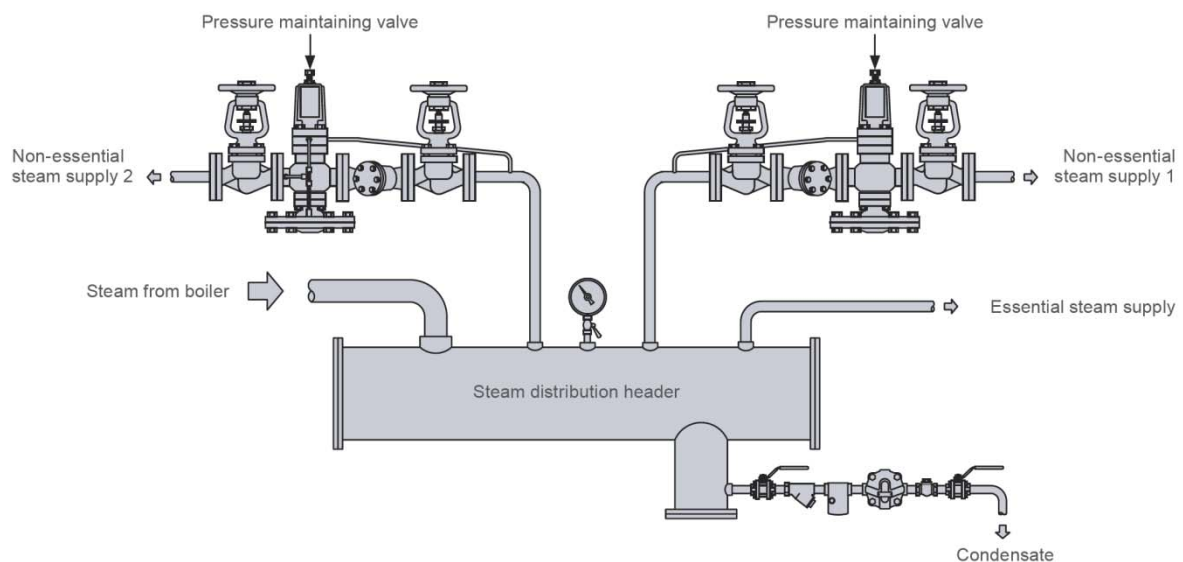
بویلرهای مدرن امروزی در صورت اعمال بار مناسب بسیار موثر و با راندمان بوده و به سرعت به افزایش میزان مصرف بخار پاسخ خواهند داد با این حال، بسیاری از بویلرها نمی توانند به صورت مطلوب جوابگوی مصارف ناگهانی بالای بخار و تغییرات زیاد در مصرف باشند.

جهت ایجاد ثبات در نوسانات بار و در نتیجه حفاظت از شبکه بخار در برابر تاثیرات سوء این نوسانات، روش های متعددی بکار گرفته می شود که در ادامه به بحث در مورد آنها پرداخته می شود.

## روش های مهندسی

شیرهای حافظ فشار<sup>۳</sup> می توانند به عنوان یک ابزار محافظ استفاده شوند که در واقع با ایزوله کردن بخش های غیر ضروری سیستم بخار اولویت دریافت بخار را به قسمت های مهم تر می دهند. این شیرها می توانند مستقیماً بر روی بویلر و یا خط اصلی بخار نصب شوند. (شکل شماره ۲)

میزان موفقیت این روش، به شدت اوج مصرف و فرض روشن بودن بویلر در زمان اوج مصرف بستگی دارد. در صورت کاهش فشار در کلکتور اصلی، شیرهای مذکور مدارهای متناظر را قطع خواهند نمود و در صورت افزایش فشار کلکتور (که در اثر کاهش بار مصرفی در نقاط ضروری تر بوده است)، شیرها باز شده و بخار را به دیگر قسمت ها هدایت می نمایند.



شکل شماره ۲: نوع دیگری از این شیرها را می توان مستقیماً در خروجی اصلی بویلر نصب کرد.

فشار تنظیمی می بایست:

- کمتر از فشار حداکثر بویلر جهت جلوگیری از هرگونه تداخل میان کنترل شیر حافظ فشار با کنترل های مشعل باشد.

- به اندازه کافی بالا باشد در حدی که فشار بویلر در سطح ایمن نگه داشته شود.

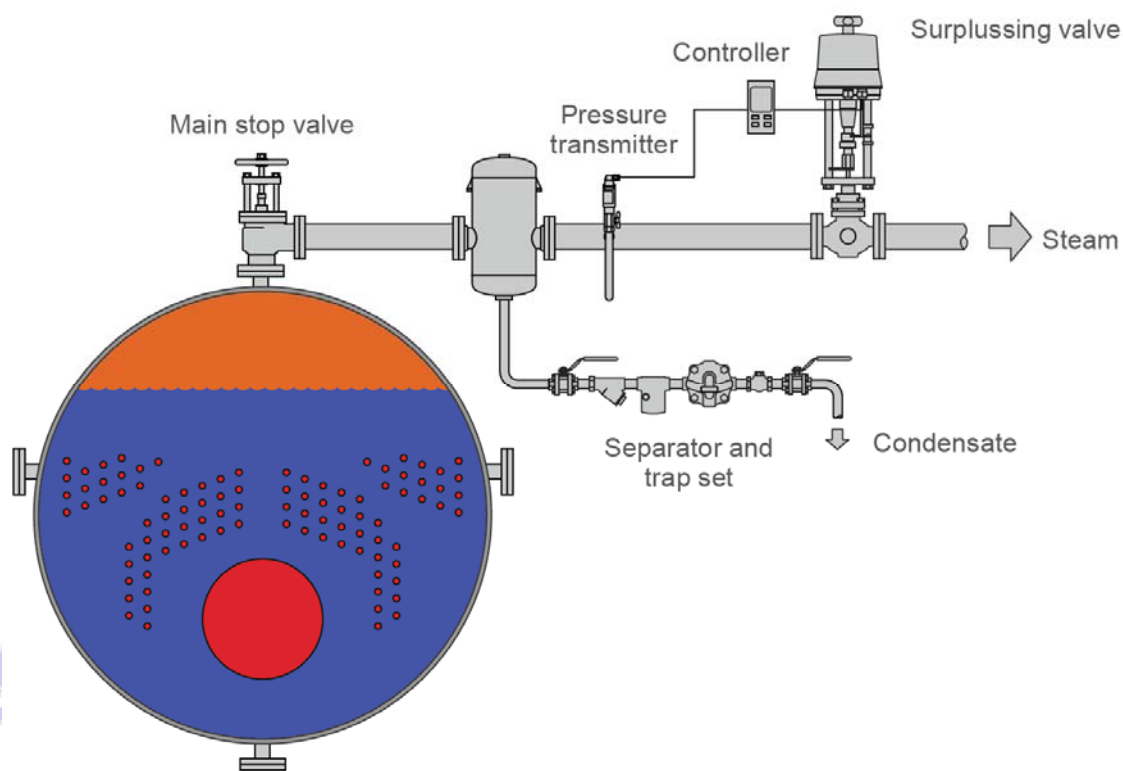
شیرهای حافظ فشار، با در نظر گرفتن حداقل افت فشار درون شیر انتخاب می شوند، ولی به صورت سرانگشتی می توانند هم اندازه خط انتخاب شوند.

## استفاده از کنترل های سطح آب دو المان یا سه المانی:

این کنترل ها در شرایطی می توانند موفق عمل کنند که اوج مصرف بسیار بالا و شدید نبوده و بویلر در لحظه اوج بار روشن باشد. همچنین بویلر باید دارای ظرفیت تولید بخار کافی نیز باشد.

کنترل های دو المانی، جهت تنظیم شیر کنترل آب تغذیه بویلر، کنترل از دو ورودی که یکی کنترل سطح بویلر و دیگری میزان گذر بخار (جریان سنج در خروجی بویلر) می باشد استفاده می کند.

کنترل های سه المانی علاوه بر دو مدار کنترلی فوق از یک ورودی از جریان سنج آب تغذیه بویلر نیز جهت کنترل میزان آب تغذیه ورودی به بویلر استفاده می کند. (مدار سوم برای بویلرهایی که از سیستم کنترل سطح تدریجی با شیر کنترل آب تغذیه استفاده می کنند مناسب است).



علاقمندان جهت دریافت اطلاعات بیشتر می توانند با شرکت پارس جم کنترل (شماره تلفن های ۲۴-۸۲۲۳-۸۸۷۰۸۲۲۳)

و (E-mail : [info@pars-jam.com](mailto:info@pars-jam.com)) تماس حاصل فرمایند. به ادامه این مبحث در شماره بعد توجه فرمائید.