

## بازیافت انرژی در سیستم های بخار (6)

شرکت پارس جم کنترل  
نویسنده مقاله: مهندس عادل قهرمانی

### ۵. حداقل رسانیدن بلودان بویلر

تقلیل میزان بلودان می تواند نقش مهمی در کاهش اتلافات انرژی داشته باشد چراکه دمای آن قبل از تخلیه ، برابر با دمای بخار تولیدی در بویلر است . همچنین این کاهش ظرفیت موجب صرفه جوئی در مقدار و هزینه آب جبرانی ورودی به بویلر و مواد شیمیائی افزودنی می شود.

همزمان با تبخیر آب در بویلر ، ذرات جامد موجود در آب در داخل بویلر به جا مانده و انباشته می شوند. ذرات نامحلول بمرور زمان تشکیل ته نشین و لجن داده که باعث کاهش میزان انتقال حرارت می گردند.

همچنین این ذرات موجب افزایش ایجاد کف بر روی سطح آب و تشدید نفوذ آب به داخل بخار خروجی می شوند. بمنظور حفظ میزان رسوبات و سختی های محلول در آب<sup>1</sup> در اندازه قابل قبول ، آب بویلر با فواصل زمانی معین به هرزآب تخلیه می شود. این کار توسط دو سیستم مجزا صورت می گیرد :

1- زیرآزنی یا بلودان تحتانی دیگ<sup>2</sup> که غالباً بصورت دستی و در زمان های متناوب انجام می گیرد ( چندین بار در روز با مدت کمتر از یک دقیقه ) تا لجن و رسوبات سنگین را از قسمت زیرین بویلر تخلیه کند .

2- بلودان سطحی<sup>3</sup> که بمنظور تخلیه ذرات محلول متمرکز در نزدیکی سطح آب طراحی شده است. این سیستم معمولاً بصورت پیوسته عمل کرده و اتوماتیک می باشد.

بلودان ناکافی ممکن است منجر به حمل آب بویلر به درون بخار و نیز تشکیل کف و رسوب گردد. بلودان بیش از حد معادل با اتلاف آب ، انرژی و مواد شیمیائی بکار رفته است. مقدار بهینه بلودان تابعی از فاکتورهای مختلف نظیر نوع بویلر ، فشار کاری ، کیفیت آب ورودی و نوع سیستم تصفیه آب است. میزان بلودان معمولاً در حدود 4% الی 8% آب ورودی به بویلر است و در صورت بالا بودن سختی آب ورودی می تواند تا 10% نیز افزایش یابد.

<sup>1</sup> Total dissolved solids(TDS)

<sup>2</sup> Bottom blowdown

<sup>3</sup> Surface or skimming blowdown

## سیستم اتوماتیک کنترل بلودان :

این سیستم مقدار بلودان سطحی را با توجه به میزان ذرات محلول در آب بهینه سازی می کند. ضریب هدایت الکتریکی ، مقدار TDS ، غلظت سیلیکا و کلراید و نیز قلیائیت آب نشانگرهای مطمئنی جهت تعیین مقدار نمک ها و آلوده کننده های محلول در آب بویلر هستند. در این سیستم یک پروب ( میله حسگر) سیگنال فیدبکی را به سمت کنترلر مربوط هدایت می کند که در حال کنترل شیر بلودان اتوماتیک با عملکرد تدریجی<sup>4</sup> است.

روش جایگزین استفاده از یک سیستم کنترل نسبی است که در آن مقدار آب خروجی از بویلر به نسبت آب ورودی تعیین می شود.

## سیکل غلظت<sup>5</sup>

سیکل غلظت به انباشتگی ناخالصی ها در آب بویلر اشاره می کند. اگر میزان ناخالصی آب بویلر ده برابر ناخالصی موجود در آب ورودی به آن باشد ، اصطلاحا گفته می شود : آب بویلر دارای ده سیکل غلظت است.

## مثال :

فرض کنید نصب سیستم اتوماتیک بلودان در بویلری موجب کاهش میزان بلودان از 8% به 6% شده است. بویلر مذکور با گاز طبیعی کار کرده و با فشار 150 psig مقدار بخار 100,000 lb/hr را تولید می کند. دمای آب جبرانی 60F و راندمان بویلر 82% است. هزینه سوخت برابر 3 دلار برای هر میلیون بی تی یو (M Btu) است . هزینه های کل تامین آب ، پردازش شیمیائی و نیز دفع بلودان به هرزآب برابر 4 دلار جهت هر گالن می باشد. مقدار صرفه جوئی سالیانه را محاسبه نمائید.

مقدار آب ورودی بویلر قبل از نصب سیستم اتوماتیک :

$$\frac{100,000}{(1 - 0.08)} = 108,695 \text{ lbs/hr}$$

مقدار آب ورودی بویلر بعد از نصب سیستم اتوماتیک :

$$\frac{100,000}{(1 - 0.06)} = 106,383 \text{ lbs/hr}$$

<sup>4</sup> Modulating

<sup>5</sup> Cycles of concentration

میزان صرفه جوئی در آب :

$$108.695-106,383=2312 \text{ lbs/hr}$$

آنتالپی آب بویلر : 338.5 Btu/lb و آنتالپی آب ورودی با دمای 60F برابر با 28 Btu/lb می باشد .

صرفه جوئی در انرژی حرارتی برابر است با :

$$338.5-28=310.5 \text{ Btu/lb}$$

صرفه جوئی در هزینه سالیانه سوخت برابر است با :

$$\frac{2312 \text{ lbs/hr} \times 8760 \text{ hrs} \times 310.5 \text{ Btu/lb} \times \$3.00/\text{Mbtu}}{0.82 \times 106} = \$23,007$$

صرفه جوئی در هزینه سالیانه آب و مواد شیمیائی افزودنی برابر است با :

$$\frac{2312 \text{ lbs/hr} \times 8760 \text{ hrs} \times \$0.04/\text{gal}}{8.34 \text{ lbs/gal}} = \$9,714$$

بازیافت هزینه سالانه کل :

$$\$23,007 + \$9,714 = \$32,721$$

### اقدامات پیشنهادی

- جزئیات و سیستم بلودان بویلر مورد نظر را بررسی کنید. نحوه مناسب بهره برداری از بویلر و نیز میزان بلودان را با توجه به توصیه های سازنده و استاندارد ASME چک نمایید. بر میزان فشار کاری ، خلوص و کیفیت بخار و نحوه کنترل رسوبات تمرکز نمایید. از سیستم کنترل اتوماتیک بلودان استفاده کنید.

## ۱۱ بازیافت انرژی بلودان بویلر

بلودان بویلرها باید به سیستم دفع هرزآب هدایت شود. انرژی موجود در بلودان می تواند توسط یک مبدل حرارتی جهت گرمایش اولیه آب ورودی به بویلر استفاده شود. بویلرهای با میزان بلودان بیشتر از 5% بخار تولیدی ، گزینه خوبی جهت استفاده از سیستم بازیافت حرارت اتلافی بلودان هستند. در بویلرهای با فشار کاری بالاتر ، میزان بازیافت بیشتر خواهد بود.

Recoverable Heat from Boiler Blowdown					
Blowdown Rate, % Boiler Feedwater	Heat Recovered, Million Btu per hour (MMBtu/hr)				
	Boiler Operating Pressure, psig				
	50	100	150	250	300
2	0.45	0.5	0.55	0.65	0.65
4	0.9	1.0	1.1	1.3	1.3
6	1.3	1.5	1.7	1.9	2.0
8	1.7	2.0	2.2	2.6	2.7
10	2.2	2.5	2.8	3.2	3.3
20	4.4	5.0	5.6	6.4	6.6

Based on a steam production rate of 100,000 pounds per hour, 60°F makeup water, and 90% heat recovery.

مثال :

در سایتی با هزینه سوخت 3\$/MBtu مقدار بلودان پیوسته 3200 lb/hr بمنظور جلوگیری از بالا رفتن میزان غلظت ذرات محلول در آب انجام می شود. در صورت استفاده از سیستم بازیافت حرارت با راندمان 90% مقدار بازگشت هزینه چه مقدار خواهد بود؟ بویلر مربوط در فشار 150 psig و با راندمان 82% کار کرده و میزان بخار تولیدی 50,000 lbs/hr است. میزان سالیانه کاری 8000 ساعت است. نسبت بلودان برابر است با :

$$\frac{3200}{3200 + 50,000} = 6\%$$

با استفاده از جدول فوق و مقدار بلودان 6% مقدار حرارت قابل بازیافت 1.7MBtu/hr خواهد بود. با توجه به اینکه جدول فوق بر اساس تولید بخار 100,000 lbs/hr تهیه شده است ، میزان صرفه جوئی سالیانه انرژی برابر است با :

$$\frac{1.7\text{MBtu/hr} \times (50,000\text{lbs/hr}/100,000\text{ lbs/hr}) \times 8000\text{hrs/yr}}{0.82} = 8292\text{MBtu}$$

هزینه بازیافتی حاصل برابر است با :

$$8292 \text{ MBtu/hr} \times \$3/\text{MBtu} = \$24,438$$

### سیستم بازیافت انرژی :

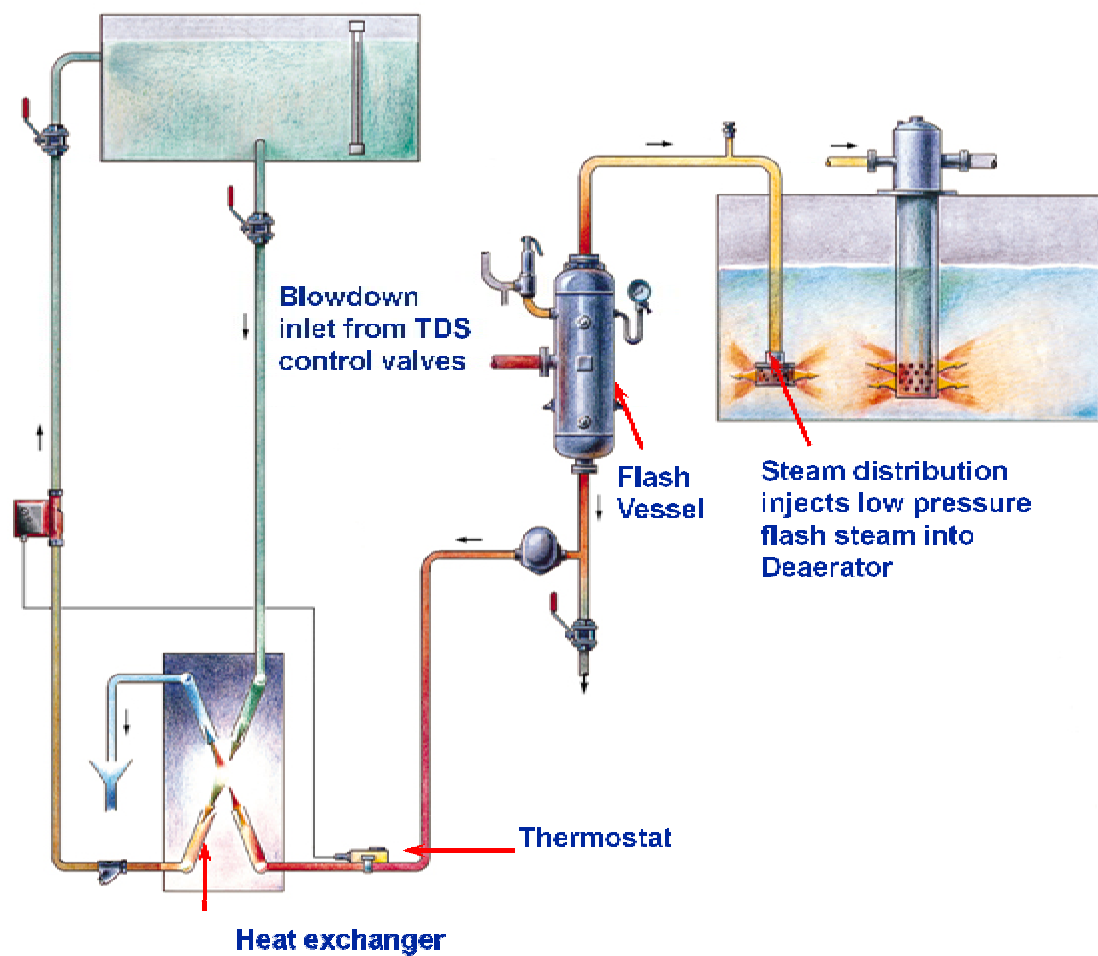
انرژی موجود در بلودان می تواند توسط یک مبدل حرارتی ، مخزن فلاش بخار<sup>6</sup> و یا ترکیبی از آن دو بازیافت شود. تقلیل فشار در مخزن فلاش ، موجب آزاد سازی مقداری بخار می شود که معمولا جهت گرمایش دی اریتور قابل استفاده است. آب داغ خروجی از قسمت زیرین مخزن فلاش به سمت یک مبدل حرارتی هدایت می شود. ( بصورت مثال جهت پیش گرمایش آب تغذیه ورودی به دی اریتور ) .

مزیت دیگر حاصل در این جهت خواهد بود که با توجه به قوانین و الزام خنک سازی بلودان قبل از تخلیه به سیستم فاضلاب ، استفاده از سیستم مذکور بصورت اتوماتیک این نیازمندی را پوشش خواهد داد.

### اقدامات پیشنهادی

در صورت وجود سیستم بلودان پیوسته ، امکان استفاده از سیستم بازیافت حرارت بلودان را نیز بررسی کنید. در صورت عدم وجود سیستم مذکور ، مراحل جایگزینی آن با یک سیستم اتوماتیک پیوسته کوپل شده با سیستم بازیافت حرارت را بررسی کنید.

<sup>6</sup> Flash vessele



نمونه ای از سیستم بازیافت انرژی بلودان پیوسته بویلرهای بخار

علاقمندان جهت دریافت اطلاعات بیشتر می توانند با شرکت پارس جم ( شماره تلفن های 24 , 88708223 و E-mail : [info@pars-jam.com](mailto:info@pars-jam.com) ) تماس حاصل فرمایند.

به ادامه مباحث بازیافت انرژی سیستم های بخار در شماره بعد توجه فرمائید.

کنترل