

## تجهيزات جانبی دیگ بخار

شرکت پارس جم کنترل  
نویسنده مقاله: مهندس سامان لاله پرور

### قسمت اول: بلودان پیوسته TDS دیگ بخار و زیر آبزنی از کف

بخار زنده تولید شده در بویلر به علت حصول از فرایند تبخیر، تقریباً خالص و تمیز است. ناخالصی های وارد شده به واسطه آب تغذیه و کندانس برگشتی، در طی فرایند تولید بخار در بویلر به جا می مانند. در این مدت غلظت ناخالصی ها مدام افزایش می یابد. مقادیری از آب بویلر جهت کنترل TDS آب در زمان های مشخص نمونه برداری گردیده و آزمایش می شود.

در واحد های تولید بخار، بلودان (زیرآبزنی) دیگ به دو روش صورت می پذیرد:

- **بلودان پیوسته** به معنی تخلیه آب دیگ بصورت دائم جهت تنظیم و کنترل غلظت میزان ذرات محلول در آب در محدوده ای خاص می باشد. این میزان به فشار عملکردی بویلر بستگی داشته و بطور کلی توسط متخصصان مربوطه تعیین می گردد. در اکثر موارد میزان PH و رسانش آب دیگ بصورت دستی کنترل می شود.
- **زیر آبزنی از کف** به معنی خروج آب دیگ بوسیله شیر بلودان تعبیه شده در کف آن می باشد که جهت تخلیه رسوب ها، ذرات و لجن های تجمع شده در کف دیگ استفاده می شود. تشکیل لجن ها بواسطه اتصال شیمیایی سختی های به جا مانده، فسفات ها و دیگر ناخالصی های حمل شده در آب کندانس حاصل می گردد. بسته به رنگ و کیفیت آب، زیرآبزنی دیگ 1 الی 2 مرتبه در روز تقریباً به مدت 20 ثانیه انجام می پذیرد.

در صورت عدم انجام بلودان پیوسته، ممکن است افزایش غلظت ناخالصی ها تا جایی ادامه یابد که باعث خوردگی و فرسایش لوله ها و دیواره دیگ گردد. از دیگر اثرات این موضوع افزایش احتمال رسوخ آب دیگ به سیستم بخار است. بدین معنی که آب و حباب های بخار کاملاً از هم جدا نمی شوند. این پدیده ممکن است تا اندازه ای بزرگ شود که غیر از بخار، آب دیگ نیز به سمت سیستم توزیع بخار کشیده شده و هدر رود. در تئوری، آب کندانس برگشتی با آب مقطر برابر بوده و تقریباً عاری از هر گونه ناخالصی است. اما در تجربه کندانس به علت هایی آلوده است:

- آب دیگ ممکن است با بخار به سیستم وارد شود. از علت های معمول این پدیده افزایش بیش از اندازه غلظت TDS آب یا افزایش سطح آب در دیگ است. در بسیاری از موارد، لایه های رسوبی شکل بر روی شیر آلات دیده می شود که ناشی از نشت بخار آلوده به مواد محلول در آب از سوراخ ها یا نقاط نشتی می باشد.
- در بعضی موارد خاص، علت می تواند طراحی اشتباه بویلر باشد. بخار در بویلری که درست طراحی شده باشد با ضریب خشکی تقریبی 95% تولید می شود. یعنی در بهترین شرایط 5% از آب بویلر همراه با بخار حمل گردیده و در کندانس برگشتی به سمت بویلر باز خواهد گردید.
- در مواردی که کوئل های سیستم سرمایش و گرمایش مشترک است، نشست رسوبات آب سیستم سرمایش در لوله ها ممکن است بوسیله بخار سیستم گرمایش شسته شده و با آب کندانس به دیگ بخار بازگردد. همچنین برخی ناخالصی ها از قبیل نمک ها و کلراید ها در آب تغذیه یافت می شوند که مقادیر آنها بسته به فرایند تسویه آب متغیر است.

### بلودان پیوسته TDS

جهت کنترل مقدار TDS آب دیگ بصورت پیوسته سه روش در دسترس است:

- کنترل دستی
- کنترل اتوماتیک
- کنترل زمانی

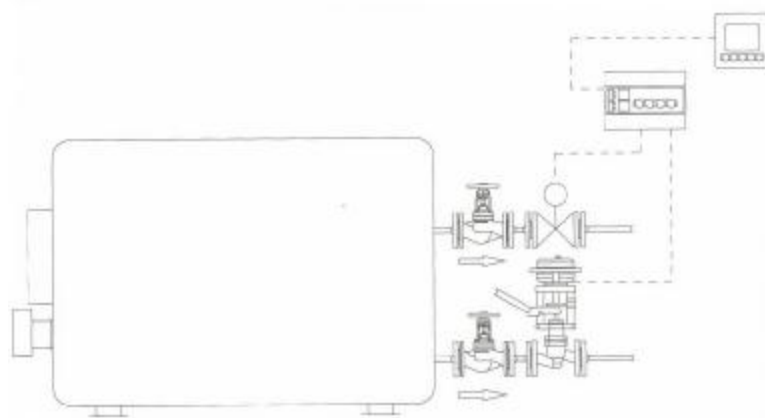
### الف) کنترل دستی

بسته به نتایج حاصل از آنالیز آب، میزانی از آب دیگ بوسیله یک گونه خاص از شیر های دستی تخلیه بلودان می شود. قسمت داخلی این شیرها به گونه ای ساخته می شوند که می توان آب دیگ را در چندین مرحله تخلیه نمود. تخلیه نسبتی از بخار فلاش آب داغ در هر مرحله باعث پایین نگهداشتن سرعت جریان و در نتیجه بالاتر رفتن عمر شیر خواهد شد. ساقه شیر دارای رزوه هایی با گام های بلند است. نشانه گر موجود در اهرم امکان تعیین میزان باز بودن شیر را ایجاد نموده و با استفاده از نمودارهای مربوطه، می توان میزان آب خروجی را تخمین زده و محاسبه کرد.

### ب) کنترل اتوماتیک

در این سیستم، شیر دستی اشاره شده در بالا با محرک مناسب تجهیز می شود. همچنین الکترودی در بویلر نصب می شود که رسانش آب دیگ را اندازه گیری می کند. مقدار سنجش شده در کنترلر با عدد تعیین گردیده مقایسه می شود (شکل شماره 1). در صورتی که TDS سنجش شده از میزان تعیین گردیده فراتر باشد، شیر بلودان پیوسته به آرامی باز

شده و شروع به تخلیه آب می نماید. این فرایند با جایگزینی آب تازه با TDS پایین و در نتیجه کاهش TDS آب بویلر توام خواهد بود.

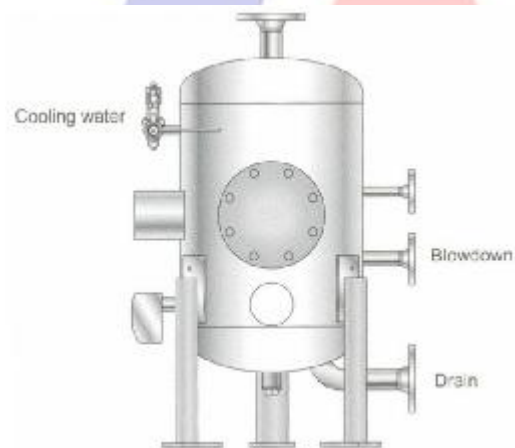


شکل (1): کنترل اتوماتیک بلودان پیوسته دیگ بخار

### ج: کنترل زمانی

در سیستم کنترل زمانی، دیگ بلودان بطور پیوسته انجام نمی پذیرد، بلکه شیر بلودان اتوماتیک با دریافت سیگنال از یک تایمر یا مدار مشابه فرمان گرفته و در محدوده زمانی مشخص باز و بسته می شود. این روش در صنایع معمولاً بعنوان بلودان پیوسته استفاده می شود که در طی آن، دی اریتور یا تلنک کندانس با آب تازه پر می شود.

### زیر آبرزی از کف



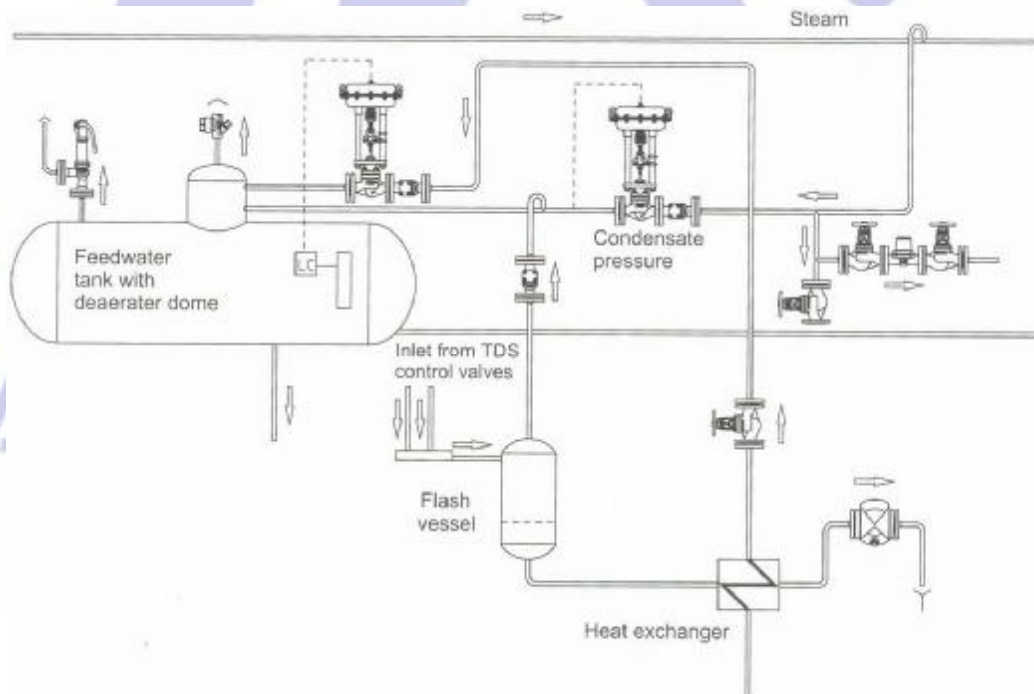
شکل (2): مخزن بلودان

بعلت اینکه زیر آبرزی دیگ بخار بصورت متناوب از کف آن تقریباً تنها دو مرتبه در روز و هر بار به مدت 20 ثانیه انجام می پذیرد، استفاده و بازیافت حرارت اتلاف شده در آب بلودان به صرفه نخواهد بود. بطور کلی، جهت جلوگیری از تخلیه مستقیم آب داغ به سیستم هرزآب که ممکن است باعث تخریب لوله کشی های مربوطه گردد، آب تخلیه شده توسط بلودان از کف به سمت تانک بلودان (شکل شماره 2) هدایت می شود. در آنجا پس از رهایی بخار فلاش و تخلیه آن از لوله قطور فوقانی، آب باقی مانده ( $^{\circ}\text{C}$  100) تا دمای  $^{\circ}\text{C}$  40 سرد شده و به هرزآب تخلیه می شود.

**هشدار:** در صورتی که فرایند بلودان، آب زیادی را تخلیه نموده یا در نوبت های زیادی انجام پذیرد، علاوه بر اعمال تاثیر منفی در هزینه های خرید سوخت، باعث افزایش میزان مصرف آب و مواد شیمیایی مورد استفاده جهت تسویه و فرآوری آب خواهد گردید.

### بازیافت حرارت از آب بلودان

می توان حرارت موجود در آب بلودان پیوسته را در یک مبدل حرارتی بازیافت نمود. اغلب سیستم ها از این حرارت جهت افزایش دمای آب تازه تغذیه، پیش از ورود به دستگاه دی اریتور یا تانک تغذیه استفاده می کنند. متأسفانه انتقال مستقیم حرارت از آب بلودان پیوسته در مبدل حرارتی عاری از مشکلات نیست. از آن جهت که آب بویلر پس از خروج از شیر بلودان دچار پدیده فلشینگ شده و مخلوط آب و بخار با سرعت بالا وارد مبدل حرارتی می شود، مبدل و لوله های مربوطه دچار خوردگی خواهند شد. در ادامه امکان نشت بخار نیز مهیا می گردد. بهمین دلیل سیستم بازیافت از این روش غالباً در واحدهای تولید بخار بلا استفاده میمانند. از این جهت بیشتر توصیه می شود آب حاصل از بلودان پیوسته دیگ را به تانک فلش هدایت کرده و از بخار فلاش کم فشار حاصله، جهت تامین بخار دی اریتور یا تجهیزات کم فشار مشابه استفاده شود. همچنین از حرارت آب داغ خروجی بجا مانده در تانک فلش می توان در مبدل حرارتی جهت گرمایش آب تازه تغذیه استفاده نمود (شکل شماره 3).



شکل (3): بازیافت حرارت از آب بلودان پیوسته

### مساله نمونه:

محتوای حرارتی آب در فشار 10 bar به میزان 762 MJ/ton است. تجسم کنید حرارت آب بلودان پیوسته بدون بازیافت حرارت هدر رود. در این صورت انرژی اتلافی به شرح زیر محاسبه می شود. در صورتی که میزان بلودان 4.5% و متوسط نرخ راندمان بویلر نیز 93% باشد، محاسبات به شکل زیر است:

$$\text{انرژی اتلافی} = \frac{0.045 \times 0.762}{0.93} = 0.369 \text{ GJ/ton}$$

در صورتی که هزینه سوخت 7.50€/GJ باشد، به ازای هر تن تولید بخار اتلاف خواهد شد. در صورتی که متوسط تولید بخار 50,000 tones / year باشد، زمان بازگشت سرمایه در صورت بازیافت حرارت بلودان و گرمایش آب تغذیه تا دمای 40 °C برابر 1.5 تا 2 سال خواهد بود.

### محاسبه نرخ درصدی بلودان پیوسته

بطور تجربی، برای محاسبه نرخ درصدی بلودان دو روش موجود است:

**روش اول:** محاسبه رابطه میان میزان کلراید موجود در آب تغذیه<sup>1</sup> و آب موجود در دیگ است.

**روش دوم:** محاسبه رابطه میان میزان کلراید موجود در آب تازه<sup>2</sup> و آب موجود در دیگ است.

نتایج حاصل از دو روش بر اساس Kg یکسان است. تنها نرخ های درصدی و زمان های شروع دو روش متفاوت خواهد بود.

### تعریف نرخ درصدی بلودان پیوسته برای روش اول:

$$\text{نرخ درصدی بلودان پیوسته} = 100\% \times \frac{CL_{fw}}{CL_{bw}}$$

$$CL_{fw} = \text{محتوای کلراید آب تغذیه}$$

$$CL_{bw} = \text{محتوای کلراید آب دیگ}$$

<sup>1</sup> Feed Water

<sup>2</sup> Make-up Water

مثال:

$$9 \text{ mg/l} = CL_{fw}$$

$$200 \text{ mg/l} = CL_{bw}$$

$$4.5\% = 100\% \times \frac{9}{200} = \text{درصد بلودان پیوسته}$$

بدین معنی که به ازای هر تن تولید بخار، 1.045 تن آب تغذیه برای دیگ تامین و 0.045 تن از آب بویلر بلودان می شود.

تعریف نرخ درصدی بلودان پیوسته برای روش دوم:

$$100\% \times \frac{CL_{mw}}{CL_{bw}} = \text{نرخ درصدی بلودان پیوسته}$$

$$CL_{mw} = \text{محتوای کلراید آب تازه}$$

$$CL_{bw} = \text{محتوای کلراید آب دیگ}$$

مثال:

$$18 \text{ mg/l} = CL_{fw}$$

$$200 \text{ mg/l} = CL_{bw}$$

$$9\% = 100\% \times \frac{18}{200} = \text{درصد بلودان پیوسته}$$

به ترتیب از رابطه بین  $CL_{fw}$  و  $CL_{mw}$  یا  $9 \text{ mg/l}$  و  $18 \text{ mg/l}$  می توان استنباط نمود که آب تغذیه تقریباً حاوی 50% آب تازه است. بنابراین با توجه به مثال فوق، به ازای هر تن آب تازه، لازم است 1.09 تن آب تامین شود که 0.09 تن از آن بلودان شده یا به عبارت دیگر، به ازای هر تن تولید بخار،  $0.09 \times 0.5 = 0.045$  تن آب بصورت بلودان هدر می رود. از آنجا که هر دو محاسبات آب تغذیه را به تولید بخار نسبت می دهد، امکان رخ دادن برخی اختلافات وجود دارد.

### نمونه گیری



نمونه برداری از آب دیگ یا آب تغذیه حتماً باید بوسیله خنک کننده نمونه (شکل شماره 4) انجام پذیرد. در غیر اینصورت، امکان بروز خطا زیاد است. بعنوان مثال در نمونه برداری از آب دیگ بخار 10 بار، پس از نمونه گیری 16 درصد آب به بخار فلش تبدیل می شود. به این معنی که غلظت املاح و محتویات نمونه 16 درصد بالاتر از نمونه ایست که بوسیله خنک کننده نمونه تهیه می شود و خطای زیادی را به دنبال خواهد داشت. علاقمندان جهت دریافت اطلاعات بیشتر می توانند با شرکت

پارس جم کنترل ( شماره تلفن های 88708223 , 24 و E-mail :

[info@pars-jam.com](mailto:info@pars-jam.com) ) تماس حاصل فرمایند.

شکل (4): مبدل خنک کننده

نمونه آب دیگ