

استراتژی بهینه سازی کندانس بازگشتی

شرکت پارس جم کنترل
نویسنده مقاله: مهندس علی فرخنده

یکی از روش های موثر و قابل ارتقاء در راستای کاهش هزینه های سوخت مصرفی و بهبود راندمان و افزایش بهره بری از سیستم های بخار ، جلوگیری از اتلاف و بهیه سازی کندانس ، بمنظور استفاده مجدد از آن جهت آب تغذیه موردنیازدیگ بخار می باشد.

کندانسی که در فرآیندهای شیمیایی و یا پس از تماس مستقیم بخار با محصولات تولید شده است علاوه بر همراه داشتن اثرات زنگ زدگی و خوردگی لوله ها ، بدلیل روند فرآیندی که طی شده است دارای ناپاکی و آلودگی های قابل ملاحظه ای است . بدیهی است که در نگاه اول این نوع کندانس قابل بازیافت و استفاده مجدد جهت آب تغذیه ورودی به دیگ نمی باشد و باید به فاضلاب تخلیه گردد. همچنین بخشی از بخاروکندانس که درمسیرلوله کشی از شیرآلات - تله های بخار واتصالات نشت می کنند نیزقابل جمع آوری وبازیافت نمی باشد. طبق بررسی های انجام گرفته ، موارد بالا از رایج ترین انواع اتلافات کندانس در صنایع مختلف می باشند.

آمار زیر مطابق با ارزیابی های انجام شده در سیستم بخار توسط سازمان انرژی درامریکا بروی: صنایع کاغذسازی- تولیدات شیمیایی و دارویی -کارخانجات پالایش نفت خام ارائه گردیده است:

- 1- در حدود 66 درصد از صنایع توانسته اند با بکارگیری یک برنامه موثرمدیریت بر تله های بخار، میزان مصرف سوخت خودرا بین 3 تا 7درصدکاهش دهند.
- 2- در حدود 6/5 درصد از آنها توانسته اند با به حداقل رساندن اتلاف مستقیم بخار ، میزان مصرف سوخت خود را تا 2/9 درصد کاهش دهند.
- 3- در حدود 24 درصد توانسته اند با بهینه سازی کندانس بازگشتی از سیستم ، میزان مصرف سوخت خود را تا 2 درصد کاهش دهند.
- 4- در حدود 16 درصد توانسته اند با انجام تعمیرات و کاهش اتلافات و نشتی های بخار در طول سیستم ، میزان مصرف سوخت خود را تا 1/4 درصد کاهش دهند.
- 5- در حدود 7/8 درصد نیز، توانسته اند با عایق کاری مناسب و صحیح در طول مسیر و بخش های غیرفعال سیستم، میزان مصرف سوخت خود را تا 0/9 درصد کاهش دهند.

همانطور که مستحضر هستید ، هر اندازه میزان کندانس برگشتی از سیستم بیشتر باشد، آب تغذیه کمتری برای دیگ موردنیاز است و خود این امر باعث کاهش میزان مصرف آب و عملیات شیمیایی هزینه بر ، جهت تهیه آب تغذیه مورد نیاز دیگ ، خواهد شد.

درسیکل هایی که از دیگ های بزرگتر و متمرکز استفاده می کنند ، بدلیل حجم بالای تولید کندانس و قابل ملاحظه بودن حجم آب تخلیه شده از دیگ ها بعد از عمل زیرآبزی ، درجه خلوص و پاکی کندانس بازگشتی در کاهش میزان مصرف آب و اتلافات انرژی ناشی از حجم زیاد بلودان دیگ ها ، نقش بسیار موثری را ایفا می کند.

از طرفی دما و درجه حرارت بالای کندانس (متجاوز از 180°F) ، به خودی خود منبعی از انرژی است که در آن ذخیره شده و برای بهره گیری مجدد از آن باید در حفظ کیفیت و کاهش اتلافات آن ، تلاش کرد.

به طور کل انجام عملیات شیمیایی موثر بروی آب بعلاوه انجام اصلاحات مکانیکی درسیستم -نصب شیر کنترل تخلیه اتوماتیک - نصب صافی و آلاینده زا درخطوط کندانس ، این اطمینان رابه شما می دهد که همواره کندانس را به صورت تمیزوپاک جمع آوری و بازگردانی کرده و انرژی قابل توجهی را تحت پوشش خود قرار دهید.

در ادامه به بیان روش های موثر در بهینه سازی کندانس برگشتی از مصرف کننده ها می پردازیم :

(1) انجام عملیات شیمیایی :

پدیده خوردگی در سیستم های بخار ، یکی از عواملی است که میزان و کیفیت کندانس برگشتی را تحت الشعاع قرار می دهد. ذرات تشکیل شده در اثر خوردگی و اکسیداسیون لوله های مسی و فولادی بهمراه کندانس بازگشتی وارده دیگ تولید بخار شده و به صورت لایه ای بر روی سطوح انتقال حرارت دیگ رسوب می کند . این رسوبات با گذشت زمان موجب کاهش انتقال حرارت و راندمان دیگ و در بعضی موارد باعث ایجاد ترک و یا شکستگی بر روی لوله های دیگ می شوند. بنابراین کنترل ذرات حاصله از اکسیداسون و خوردگی فلزات جهت حفظ و نگهداری کیفیت کندانس بعنوان آب تغذیه دیگ و جلوگیری از تشکیل لایه های رسوب در تجهیزات فرآیندی - مخازن و خطوط امری ضروری است.

همانطور که گفته شد ، بروز خوردگی و تشکیل رسوب در سیستم های بخار باعث تحمیل هزینه های تعمیرات و نگهداری برای تجهیزات - بروز نشتی و اتلافات شدید بخار در طول مسیر و کاهش راندمان در پروسه انتقال حرارت در فرآیند ها می شود. عناصر تشکیل دهنده این خوردگی و رسوبات شامل : دی اکسید کربن CO_2 که عامل اصلی مشکل ساز و دو عنصر اکسیژن O_2 و آمونیاک NH_3 که در بعضی از موارد خاص ممکن است مشکل ساز شوند، می باشد.

بدلیل خاصیت قلیایی آب تغذیه دیگ ، یون های کربنات و بی کربنات در مواقع خاموشی دیگ در ته دیگ ته نشین می شوند و در هنگام راه اندازی دیگ و افزایش درجه حرارت آن ، دی اکسید کربن تحت واکنش هایی از این یون ها آزاد شده و توسط بخار به داخل سیستم و خطوط کندانس حمل می شود. CO_2 به خودی خود خاصیت خوردگی ندارد ولی به محض ترکیب با کندانس و حل شدن در آن به اسید کربنیک تبدیل می شود و باعث خوردنده شدن کندانس می شود. در زمانیکه کندانس بسیار خالص باشد ، حتی تشکیل مقدار کمی از اسید کربنیک در داخل آن موجب کاهش قابل ملاحظه PH و افزایش خاصیت اسیدی و خوردگی کندانس می شود. از طرفی خاصیت

خوردگی کندانس با افزایش درجه حرارت بیشتر می شود. زیرا در اثر افزایش دما و افزایش جنبش مولکول های آب و پدید آمدن جریان آشفته ، میزان و شدت برخورد مولکول های آن با جداره های فلزی بیشتر شده و بدلیل اسیدی بودن باعث خوردگی سطوح می شوند.

استفاده از آمین های فرار خنثی کننده ای همانند :

Cyclohexylamine – Morpholine – Diethylaminoethanol , ...

جهت خنثی کردن اسید کربنیک تولیدی و کاهش خاصیت خوردگی کندانس ، روشی بسیار مناسب و موثر است.

در حالت نرمال و استاندارد ، میزان PH کندانس در سیستم های بخار در حدود 8.5 تعریف شده است . با استفاده از این خنثی کننده ها و تغذیه سیستم بوسیله آنها ، PH کندانس سیستم همواره در حدود 8.8 تا 9.2 متغیر است که میزان اثر بخشی این نوع آمین ها را نشان می دهد.

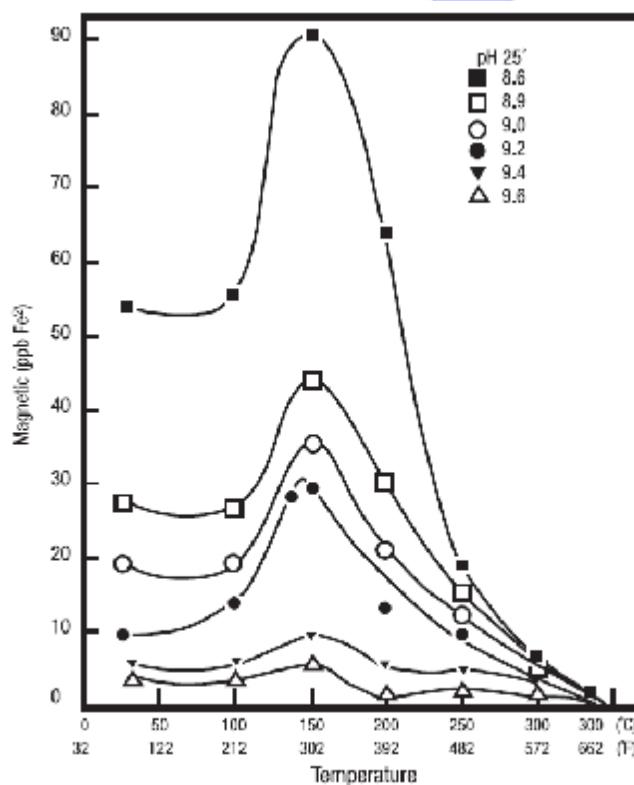


Figure 1. Solubility of magnetite in water (2).

همانطور که در شکل مشاهده می کنید ، با تغذیه سیستم های بخار با این نوع آمین ها و ترکیبات مختلف آنها ، می توان از محافظت سیستم خود در برابر خوردگی و تشکیل رسوبات اطمینان حاصل کرد.

در نهایت ، استفاده از آمین های خنثی کننده و انتشار آنها در کل سیستم بخار ، یکی از بهترین و موثرترین عملیات شیمیایی انجام گرفته بر روی آب می باشد.

(2) رعایت نکات طراحی و نگهداری :

موارد قابل توجه در طراحی سیستم های بخار تنها برای تولید و دست یابی به بخاری با کیفیت مطلوب و مورد نیاز به کار نمی رود . بلکه برای چگونگی جمع آوری کندانس و تخلیه بموقع و در محل مناسب آن نیز ، لازم الاجراست . مسائلی از قبیل : عدم رعایت استانداردهای طراحی ، تخلیه بد و نابجای کندانس - زیر آب زنی بدون برنامه دیگ و ... می توانند باعث ایجاد خوردگی - تشکیل رسوبات و ضربات چکش ناشی از جمع شدن ناحیه ای کندانس در سیستم شده و هر کدام از این موارد در بروز مشکلاتی همانند : نشستی و اتلافات بخار از شیرآلات و اتصالات - خرابی و شکست در تجهیزات - محدود شدن میزان و کیفیت کندانس بازگشتی جهت استفاده دوباره از آن جهت آب تغذیه بویلر، نقش موثری را ایفا کنند.

در ادامه برخی نکات و ملزومات طراحی با استناد بر بررسی ها و ارزیابی های صورت گرفته توسط سازمان انرژی در آمریکا در سیستم های بخار صنایع ، لیست شده است :

- یکی از مهمترین اهداف در سیستم های بخار تامین بخاری خشک و با کیفیتی بالاست. تولید باندازه بخار و مطابق با نیازمندی ها (چه از لحاظ کیفی و چه از لحاظ کمی) جهت جلوگیری از تشکیل رسوبات - فرسایش تجهیزات و اتلافات انرژی امری بسیار دقیق و حیاتی است و بدین ترتیب نصب یک دستگاه سپریتور و یا خشک کن در کنار عایق کاری منظم سیستم ، توجیه پذیر می باشد . از طرفی در فرآیند هایی که به بخار با رطوبت بالا نیازمندند ، استفاده از یک سپریتور و مجموعه تله بخار همراه آن نیز در طول سیستم و به خصوص در نقاط دور از مصرف کننده ها ، برای جلوگیری از انباشتگی کندانس و مشکلات ناشی از آن ، ضروری و اجتناب ناپذیر است.
- جداسازی جریان بخار از خطوط کندانس و یا مسیر های غیر قابل استفاده توسط شیرهای جدا کننده جریان و تله های بخار
- ایجاد امکان تخلیه برای تمام فضاها و مسیرهای مرده و پاکت ها جهت جلوگیری از انباشتگی کندانس و ذرات آشغال جمع شده در آنها
- رعایت سایز مناسب در انتخاب خطوط - شیرآلات و تله های بخار برای جلوگیری از بروز مشکلات عمده ای از قبیل : افت فشار بخار در سیستم (تدریجی و یا ناگهانی) - افزایش اتلافات حرارتی - عدم کارکرد صحیح شیرآلات و یا به اصطلاح روان سازی جریان بخار - تخلیه نامناسب کندانس انباشته شده از خطوط - ضربه چکش - خوردگی و فرسایش و
- رعایت شیب مناسب در لوله های افقی توزیع بخار جهت جلوگیری از جمع شدن کندانس و تخلیه ثقلی آن - جلوگیری از تاب برداشتن و ایجاد انحناء در لوله ها بدلیل وزن کندانس تخلیه نشده.

مقدار شیب مورد نیاز = 1 inch ارتفاع به ازای هر 10 ft طول و در راستای جریان

- نصب تله های بخار به تعداد کافی برای جمع آوری و تخلیه سریع کندانس به محض تشکیل در نقاط مختلف سیستم. در زیر تمامی رایزرها و خطوط عمودی انتقال بخار - قبل از شیرهای کنترل و برای خطوط افقی در هر (100 الی 300) ft نصب یکعدد تله بخار ضروری است. انتخاب مدل مناسب تله های بخار (شناوری - ترمودینامیکی - سطلی - ترموستاتیکی) در شرایط مختلف و باتوجه نحوه عملکرد ، نقش بسیار موثری در تخلیه کندانس از سیستم دارد. در صورت انتخاب نادرست تله بخار و یا استفاده از چند تله بخار در کنار هم که اساسا امری نادرست است ، باعث تقویت انباشتگی کندانس و مشکلات ناشی از آن می شود.
- از تخلیه کامل و موثر کندانس تولید شده توسط تجهیزات فرآیندی و مصرفی اطمینان کامل حاصل کنید. تجهیزاتی که آب در آنها نفوذ کرده و یا کندانس حاصله از مصرف بخار به طور کامل از آنها تخلیه نشده و دچار انباشتگی کندانس (پدیده Stall) شده اند ، نه تنها عملکرد نامطلوب و کمتر از حد انتظاری دارند بلکه ممکن است در معرض خطر خوردگی و ضربات چکش شدید نیز قرار گیرند. بعنوان مثال لوله های یک کویل حرارتی حتما باید به طور کامل از کندانس تخلیه گردند ، در غیر این صورت هیچگاه دما و شرایط مورد نیاز فرآیند را تامین نمی کنند برای تخلیه کندانس جمع شده در کویل ها ، استفاده از یک شیر خلاء شکن بر روی آنها جهت تخلیه کامل کندانس و ممانعت از انباشتگی مجدد آن در داخل لوله ها ، توصیه می شود.
- حتی المقدور توصیه می شود برای انتقال کندانس تخلیه شده به محل جمع آوری از مسیر های مستقیم و افقی استفاده شده واز افزایش ارتفاع به سمت بالا در خطوط برگشت کندانس خودداری بعمل آید. زیرا جریان ثقلی کندانس هایی که به ارتفاع بالاتری از محل تولیدشان تخلیه می گردند امکان پذیر نمی باشد و در این صورت به یک نیروی محرکه خارجی همانند پمپ کندانس جهت تامین فشار و هد مورد نظر (به اندازه ارتفاع محل تخلیه) و اطمینان از تخلیه کامل کندانس ، نیازمندیم و با این کار نیز هزینه های اضافی را بر سیستم تحمیل کرده ایم. تنها در حالتی که کندانس تخلیه شونده دارای فشار و هدی قابل توجه و یا کمی بیشتر از ارتفاع محل تخلیه داشته باشد انتقال آن به نقطه بالاتر از محل تولیدش توجیه پذیر است و در غیر این صورت انجام این انتقال بدون در نظر گرفتن شرایط و یا بدون نصب پمپ کندانس مورد نیاز ، امری غیر منطقی و ناشیانه محسوب شده و عواقب آن تمام سیستم را در بر میگیرد
- نصب یک کلکتور جمع کننده کندانس قبل از تخلیه مستقیم آنها به تانک کندانس، جهت یکسان سازی جریانات مغشوش و فشارهای مختلف، امری مناسب محسوب می شود. در صورتی که جمع کننده ها (مخازن فلاش) با سایز دقیق و مورد نیاز ، طراحی و نصب شوند، می توانند به یکی از موثرترین دستگاه های بهینه سازی انرژی مبدل گردند. در این حالت افت فشار ناگهانی کندانس در هنگام ورود به جمع کننده باعث تغییر فاز کندانس به بخار بدون نیاز به حرارت خارجی شده و پدیده فلاش روی میدهد. به بخار حاصل از این تبخیر ناگهانی بخار فلاش می گویند که بدلیل داشتن انرژی بالا می توان مجددا از آن در فرآیندهای کوچکتر بهره برد. اما اگر اندازه این جمع کننده ها مناسب و یا کوچکتر از حد مورد نیاز

باشد ، بدلیل مخلوط شدن کندانس های نقاط مختلف در آنها ، کندانس خروجی از آنها ممکن است دارای دما و فشار بالاتر از حد انتظار بوده و برای انتقال و جابجایی آن باید از پمپ هایی با شرایط عملکردی و ظرفیت های بالاتر استفاده کرد. همچنین بدلیل پتانسیل بالای کندانس در دما و فشار انتقالی ؛ مشکلات بسیاری در مسیر انتقال آن ، از قبیل پدیده کاویتاسیون که غالباً در پمپ های الکتریکی بازگردان کندانس به بویلر رخ می دهد ، بوجود می آید.

3) سیستم تخلیه اتوماتیک کندانس :

یکی دیگر از روش های موثر در بهینه سازی کندانس بازگشتی ، استفاده از شیر های تخلیه اتوماتیک جهت تشخیص و تخلیه کندانس نامطلوب و آلوده به فاضلاب است. عموماً بکارگیری این روش باتوجه به نوع فرآیند و چگونگی تولید کندانس در سیستم ، باید محتاطانه انجام گیرد. استفاده از این روش جهت تشخیص و تخلیه سریع کندانس های نامطبوع و با درصد آلودگی و ناپاکی بالا ضروری می باشد و برای عموم سیستم ها توصیه نمی شود. در این روش شیر کنترلی اتوماتیک ، قبل از آنکه کندانس نامطلوب و غیرقابل استفاده بعنوان آب تغذیه وارد بویلر شود ، مسیر عبور را کاملاً بسته و کندانس را مستقیماً به فاضلاب تخلیه می کند. فرمان باز و بسته شدن شیر تخلیه اتوماتیک توسط سیگنالی که از طریق سنسور رسانشی و یا دستگاه تشخیص دهنده میزان آلودگی و ناپاکی کندانس (توسط یونیزاسیون : ذرات جامد معلق - ترکیبات آلی محلول - آنیون ها و کاتیون های موجود در کندانس) و در فاصله ای دورتر از شیر نصب شده است صادر می شود.

نکته اساسی و قابل توجه در نصب اینگونه سیستم ها برای تشخیص سریع و عملکرد بموقع جهت تخلیه کندانس غیر قابل استعمال ، انتخاب صحیح محل نصب شیر تخلیه و رعایت فاصله مورد نیاز نصب دستگاه تشخیص دهنده ، جهت عملکرد دقیق و به موقع شیر است. بدیهی است که در صورت عدم رعایت نکات بالا ، استفاده از این سیستم به هیچ عنوان موثر نمی باشد.

در کارخانجات صنعتی بدلیل تولید کندانسی آلوده و نامطبوع که ناشی از فرآیندهای متعدد است ، توصیه می شود شیر تخلیه اتوماتیک در محلی که بیشترین پتانسیل تمرکز کندانس آلوده و یا تولید کندانس نامطلوب را دارد ، نصب شود. در برخی از کارخانجات ، تنها به یک شیر تخلیه اتوماتیک اکتفاء نشده و از شیر دوم مشابه نیز استفاده می شود . محل نصب شیر تخلیه اتوماتیک دوم ، عموماً قبل از آخرین محل تجمع کندانس (تانک کندانس) جهت تشخیص و ارزیابی جریان های بازگشتی از سیستم پیش از ترکیب آنها و ورود به داخل بویلر بعنوان آب تغذیه ، می باشد.

همانطور که ذکر شد ، نکته قابل توجه در استفاده از اینگونه سیستم ها ، رعایت فاصله مناسب محل نصب دستگاه تشخیص از شیر تخلیه اتوماتیک جهت عملکرد صحیح و بموقع آن است. بر طبق آمار بدست آمده ، سرعت عموم پمپ های بازگشت کندانس در سیستم های مختلف در حدود $8.6(\text{ft/s})$ می باشد. از طرفی زمان لازم جهت بسته

شدن مسیر عبور کندانس و تخلیه آن به فاضلاب توسط شیر در حدود 4 تا 5 ثانیه می باشد. بدین ترتیب حداقل فاصله میان محل نصب دستگاه تشخیص تا شیر کنترلی جهت تخلیه قابل ملاحظه آلودگی ها از سیستم ، در حدود (24-40) ft به صورت سرانگشتی محاسبه می شود. باید توجه داشت که اگر این فاصله کمتر و یا بیشتر از حد مجاز انتخاب گردد، باعث بروز اختلال در عملکرد هر دو وسیله (شیر تخلیه اتوماتیک و دستگاه تشخیص) شده و متعاقباً آلودگی ها توسط کندانس به بویلر و از آنجا به کل سیستم وارد می شود.

باید توجه داشت که کلیه سنسور ها و دستگاه های تشخیص جهت ارزیابی و اعلام پاسخ خود به شیر کنترلی نیازمند زمان معینی می باشند که محاسبه شده و در جداول مختلف انتخاب آنها ذکر شده است. بعنوان مثال بدلیل دمای بالای برخی از خطوط کندانس ، دستگاه تشخیص مستقیماً بر روی مسیر نصب نمی شود و برای اعلام پاسخ ، به یک شیر نمونه گیر و لوله جهت خنک سازی نمونه گرفته شده تا دستگاه ، مجهز می باشند. در اینگونه دستگاه ها مدت زمان اعلام پاسخ با توجه به سایز لوله خنک کن اتصال (قطر - ضخامت جداره - طول - حجم) تعیین می شود.

جدول 2 کمترین زمان لازم را برای دستگاه های نمونه گیر برحسب ثانیه در واحد طول 1ft و با توجه به مشخصات لوله نمونه گیر نشان می دهد:

Table 2. Additional Response Time Inherent in Sample Lines

| Line Size (inches) | Wall Thickness (inches) | Minimum Time (seconds per linear foot) for Contamination to Reach Detector (500 ml/min) |
|--------------------|-------------------------|---|
| 1/4 Tubing | 0.035 | 0.600 |
| | 0.049 | 0.428 |
| | 0.065 | 0.267 |
| 3/8 Tubing | 0.035 | 1.720 |
| | 0.049 | 1.420 |
| | 0.065 | 1.200 |
| 1/2 Tubing | 0.035 | 3.430 |
| | 0.049 | 3.000 |
| | 0.065 | 2.540 |
| | 0.083 | 2.070 |

کلیه روش های آنالیزی و دستگاه هایی که با این روش ها عمل می کنند ، ممکن است در اعلام پاسخ خود دچار یک تاخیر و عقب افتادگی زمانی اندک شوند و این تاخیر اجتناب ناپذیر و جز خصوصیات ذاتی اینگونه روش هاست.

به طور کل ، فاصله دقیق محل نصب دستگاه تشخیص تا شیر کنترلی تخلیه ، جهت اطمینان خطر از تخلیه صحیح و به موقع کلیه آلودگی ها و ناپاکی های محلول در کندانس برای فرآیند های حساس و پیچیده ، از رابطه زیر بدست می آید :

6 to 8 (ft/s) x (VR + SL + AC + MD)

VR = زمان لازم بر حسب ثانیه جهت بسته شدن مسیر عبور کندانس و تخلیه آن به فاضلاب توسط شیر

SL = زمان لازم بر حسب ثانیه برای دستگاه های نمونه گیر با توجه به مشخصات لوله نمونه گیر

AC = زمان لازم بر حسب ثانیه برای اشباع شدن کندانس از آلودگی ها و رسیدن آن به حد غیر مجاز پس از اعلام پاسخ توسط دستگاه تشخیص (برای سیستم هایی با پتانسیل بسیار بالا در تولید آلودگی و ناپاکی)

MD = تاخیر زمانی احتمالی روش های آنالیزی بر حسب ثانیه که با توجه به نوع روش در جداول ذکر شده است

در نهایت توصیه می شود که پیش از استفاده از اینگونه سیستم ها (شیر کنترلی اتوماتیک تخلیه و دستگاه تشخیص) از میزان ظرفیت و قابلیت تخلیه کندانس تولیدی و مقدار آب تغذیه مورد نیاز بویلر مطلع شویم و حتما قبل از نصب شیر تخلیه اتوماتیک آن را امتحان و از صحت عملکرد آن اطمینان حاصل نمائیم. تنظیم و کالیبره کردن هفته ای اینگونه سیستم ها با توجه به میزان تخلیه مورد نیاز - میزان دقت دستگاه سنجش و فرکانس های تولیدی آن ، امری ضروری است.

به طور خلاصه می توان گفت که بازگرداندن کندانس تولیدی در شرایطی مطلوب جهت استفاده از آن بعنوان آب تغذیه بویلر ، موجب کاهش چشمگیر هزینه های ناشی از مصرف سوخت و افزایش راندمان دیگ می شود. بر طبق آمار بدست آمده در صورت رعایت کلیه نکات ذکر شده در این مقاله در کنار یکدیگر ، میزان هزینه های ناشی از اتلافات و مصرف سوخت در سیستم ، در حدود 15 درصد کاهش می یابد.

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

کنترل