

بررسی اجمالی پروژه بازیافت کندانس در کارخانه لبنی

شرکت پارس جم کنترل
از: مهندس عادل قهرمانی

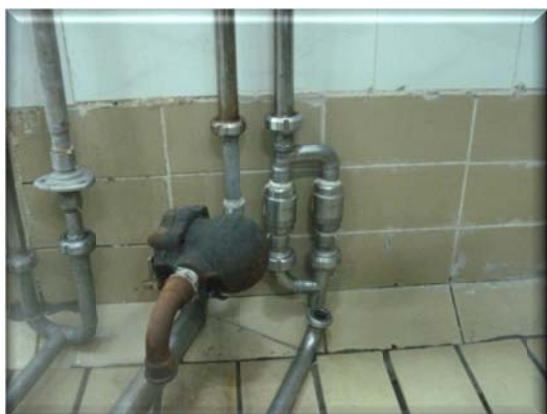
در مقالات متعدد پیشین به اهمیت بازیافت کندانس و جلوگیری از اتلافات بخار در مجموعه های مختلف مصرف کننده بخار اشاره گردیده است. در مقاله حاضر به بررسی اجمالی یکی از پروژه های بازیافت انرژی انجام گرفته توسط شرکت پارس جم کنترل در یکی از کارخانجات صنایع شیر اشاره می گردد که خوشبختانه نتایج موفقیت آمیزی را به همراه داشته است.

استفاده از سیستم بخار در فرایندهای مختلف صنایع شیرو لبنی، امری اجتناب ناپذیر بوده و در واحدهای مختلف نظیر پاستوریزاسیون ، CIP ، UF ، UHT ، شیر، ماست، خامه، شیر خشک، و... استفاده می گردد. علاوه بر فرایندهای مختلف مذکور ، از انرژی بخار در تهویه مطبوع جهت گرمایش و یا سرمایش فضاها و یا بمنظور تولید آب گرم بهداشتی و صنعتی نیز استفاده می شود.

معمولا با توجه به حجم سیستم، نوع بویلرهای مرکزی مورد استفاده، Fire tube با فشار کاری حداکثر 10bar جهت اکثر کاربردها و فرایندهای صنایع شیر است. در واحد شیر خشک معمولا از فشارهای کاری بالاتر (15barg) نیز استفاده می شود. فشار های دیگر مورد نیاز برخی از مصرف کننده ها و تجهیزات داخلی ، کمتر از 10 bar بوده که توسط شیرهای تقلیل فشار تنظیم و تامین می گردد .

مشکلات اولیه سیستم قبل از شروع عملیات بازرسی:

طبق بازدیدهای اولیه و مذاکره با کارفرمای پروژه، هزینه بالای مصرف انرژی و تاثیر آن بر قبوض گاز و آب کارخانه به عنوان مهم ترین مشکل عنوان گردید که سیستم بخار سهم قابل توجهی از کل انرژی مصرفی را تشکیل می داد. مسائل دیگری نظیر خوردگی در خطوط کندانس، عدم عملکرد مناسب تله های بخار، تحت فشار بودن خطوط کندانس، اتلافات بخار از طریق تله های بخار، مدارهای بای پس یا شیرهای تخلیه، ایجاد مشکل در سیستم دفع فاضلاب در اثر بالابودن دمای کندانس (و بخار) که مستقیما به هز آب هدایت می گردید، اتلاف بخار قابل توجه از ونت تانک کندانس و دی اریاتور ، مشکلات ایمنی جهت پرسنل ، ... نیز در مراحل بازدیدهای اولیه مشخص گردید.



مراحل اجرایی بازرسی:

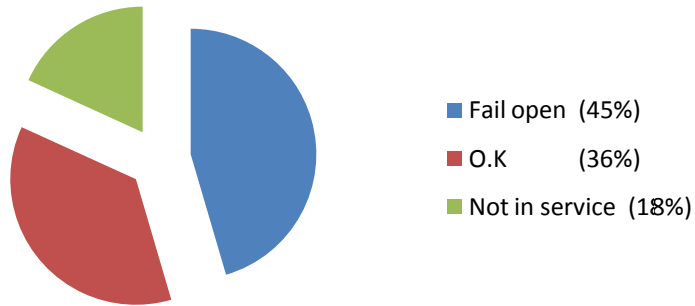
پس از مذاکرات و هماهنگی انجام گرفته ، تیم فنی متخصص جهت بازرسی سیستم بخار به مجموعه اعزام شد . با همکاری پرسنل بهره بردار مجموعه مورد نظر، از کلیه قسمت های مختلف واحد تولید بخار(موتورخانه)، سیستم توزیع بخار ، سیستم برگشت کندانس، تجهیزات و مخازن فرایندی، تله های بخار و... بازدید بعمل آمد. عملیات تست تله های بخار بصورت دقیق و با استفاده از تجهیزات ویژه نظیر دستگاه تستر اولتراسونیک و دماسنج مادون قرمز ضمن نگرش فنی به فشار کاری مختص هر تله، شرایط نصب، چگونگی فرایند مرتبط و... انجام گرفت. برخی از تله های بخار در وضعیت مناسب به سر برده ، برخی دارای نشتی بخار بودند . در موارد جزئی تله ها در حالت بسته و یا عدم امکان عبور کندانس بودند که با استفاده از مدارهای بای پس و یا درین ، کندانس حاصل به هرزآب هدایت می شد . مدل ، قطر و کیفیت سازنده های برخی از تراپها مورد نیز در مواردی نادرست و مورد ابهام بود .

هزینه مستقیم بخار تولیدی در زمان برداشت اطلاعات پروژه (اواخر سال ۱۳۸۹) حداقل برابر با ۸۵,۰۰۰ ریال بر ازاء هر تن بخار تخمین زده شد. این مقدار بسیار خوشبینانه بوده و در واقع با توجه به صدمات به تجهیزات مختلف ، هزینه مربوط به مراتب بیشتر از این مقدار به مجموعه تحمیل می گردید. ارزش کندانس بازیافتی نیز در حدود ۳۰,۰۰۰ ریال بازاء هر تن بخار برآورد گردید . در ارقام فوق الذکر، هزینه مربوط به سوخت بالاترین درصد را تشکیل داده (بالاتر از ۶۵ در صد) و دیگر هزینه ها شامل هزینه های آب، مواد شیمیایی، دفع هرز آب، پرسنل، استهلاک تجهیزات و هزینه های تعمیرات و نگهداری است.

تقسیم بندی های سیستم از نظر فشار کاری و محوطه نصب تجهیزات بعمل آمده و پس از برداشت اطلاعات فنی خصوصا در زمینه تله های بخار، با استفاده از نرم افزار مخصوص نسبت به آنالیز و برآورد هزینه های ناشی از نشت مستقیم بخار و یا عدم بازیافت کندانس اقدام گردید. جدول زیر نشان دهنده خلاصه وضعیت عملکردی تله های بخار است:

تعداد کل تله های بخار	تله های بخار سالم	تله های بخار دارای نشتی	خارج از سرویس	حداکثر فشار کاری (بار)
۳۳	۱۲	۱۵	۶	۱۰
%۱۰۰	%۳۶	%۴۵	%۱۸	در صد

وضعیت عملکردی تله های بخار سالن های تولید



پاره ای از نواقص سیستم :

در ادامه به اختصار به پاره ای از نواقص و مشکلات موجود در سیستم بازیافت کندانس و تله های بخار موجود اشاره می شود.

- مدار کندانس موجود بصورت عمومی فرسوده و ناکارآمد بنظر می رسد.
- درصد بالائی از کندانس خروجی مبدل های حرارتی ، مخازن و تجهیزات فرایندی بازگشت نشده و مستقیماً به هرزآب هدایت می گردید.

کنترل



- تله های بخار تصب شده جهت تخلیه خطوط اصلی بخار عمدتا دارای مدل نامناسب و مشکلات نصب بوده و در بسیاری موارد دارای نشستی داخلی می باشند . اکثر تله های بخار مذکور از نوع ترموستاتیک بوده و با توجه به فاصله کم تا خط انتقال بخار ، می باید با مدل های ترمودینامیک تعویض می شدند .
- اکثر تله های بخار نصب شده در خروجی یونیت هیترهای بخار دارای نشستی بخار و بعضا مشکلات نصب بودند .



- تعداد ایستگاه های تله بخار در طول مسیر ناکافی بوده و نیاز به افزایش داشت .
- شیرآلات مجاور تله های بخار از نوع و کیفیت مناسبی برخوردار نبوده و غالبا معیوب بودند. نشستی بخار از ساقه برخی شیرها مشاهده شد . در ادامه طرح شیر مناسب پیشنهادی از نوع توپی مخصوص بخار و یا شیر کف فلزی از نوع بیلوز دار پیشنهاد شد. همچنین در برخی موارد شیرهای ورودی به تله ها بسته بوده (به علت نشستی داخلی تله ها) که منجر به عدم تخلیه مناسب کندانس از خط بخار و در نتیجه کاهش کیفیت بخار ، صدمه به تجهیزات ، ضربات چکش و ... می شد .
- بسیاری از تله ها بدون صافی در ورود و شیر یک طرفه در خروجی بودند .
- برخی از تله ها دچار مشکل نصب اشتباه در خود تله و یا شیرآلات مجاور بودند .
- اصالت برخی از تله ها مورد تردید بود.
- بسیاری از تله ها دارای شیر تست و تخلیه نبودند . با توجه به عدم وجود تجهیزات پرتابل جهت تست تله های بخار ، مشکلات نشستی در تله های بخار (مربوط به تخلیه خطوط اصلی) بمرور زمان افزایش یافته بود.
- تله های بخار خروجی تجهیزات عمدتا مناسب بوده و سالم بوده و جهت تخلیه کندانس به اتمسفر مناسب هستند . با توجه به نصب لوله کشی برگشت کندانس در زیر سقف های کاذب و یا زیر شیروانی ، انتقال مستقیم کندانس این تجهیزات به ارتفاع مورد نظر و طول مسیر برگشت ، در برخی شرایط (خصوصا زمان بسته شدن نسبی شیر کنترل بخار ورودی به تجهیزات) فشار کندانس خروجی کاهش یافته و قابل بازیافت نبود . به منظور رفع این مشکل در طرح پیشنهادی از پمپ های کندانس مکانیکی استفاده شد .
- با بررسی بعمل آمده برروی تله های بخار موجود در سالن های تولید ، تعداد ۱۵ عدد از تله های بخار (با قطر بین ۱/۲ الی ۱ اینچ) عمدتا مربوط به یونیت هیترها و خطوط اصلی انتقال بخار ، دارای نشستی بخار

بودند. میزان نشتی بخار متوسط از این تله ها برابر در حدود ۲۲۰ کیلوگرم بر ساعت برآورد می گردد که در صورت کارکرد ۲۴ ساعته ، بیش از ۳۵۰ تن بخار در ماه با هزینه بالغ بر ۳۰،۰۰۰،۰۰۰ ریال را اتلاف می کردند . توجه شود که رقم فوق فقط مربوط به نشتی بخار از تله های مذکور بوده و ارقام مربوط به عدم برگشت کندانس مبدل ها و مخازن پاستوریزه را در بر نمی گرفت .

- عایق کاری لوله ها و شیرآلات در برخی از قسمت ها بعلل مختلف صدمه دیده است و اتلافات حرارتی مربوط را بهمراه داشت.. در ادامه طرح پیشنهاد شد طی طرحی جامع نسبت به بهبود عایق کاری سیستم اقدام گردد .

- مبدل های پلیت CIP مخازن بدون هیچ گونه تله بخاری کندانس را به مخزن کندانس موجود هدایت می نمایند که در مواقع کاهش با حرارتی ، بخار را مستقیماً عبور خواهند داد. پیشنهاد شد در خروجی این مبدل ها از تله بخار بقطر ۱۱/۲ اینچ استفاده شده و پس از تخلیه به مخزن موجود ، توسط پمپ الکتریک به خط اصلی کندانس باز گردانده شود.

- شیرهای مخلوط کننده آب و بخار بمنظور تامین آب گرم شستشو مخازن در سالن ها ، از نوع مناسب و قابل اطمینان نبوده که علاوه بر مشکلات بهره برداری ، خطرات ایمنی و سوختگی را نیز به همراه داشته اند . بدین منظور پیشنهاد گردید تا از شیرهای مناسب مخلوط کننده دارای استاندارد و با کیفیت که دارای کنترل دما هستند استفاده شود و یا سیستم آب گرم مجزا در موتورخانه تامین و به سمت مصرف کننده ها ارسال گردد .

- مخازن پاستوریزه با تخلیه کندانس اتمسفریک :



این مخازن به منظور پاستوریزه کردن و افزایش دمای محصول تا حدود 90C با استفاده از بخار بکار گرفته می شدند. به علت استفاده از فشار متوسط بخار جهت گرمایش و عدم تحمل پوسته مخازن در برابر این فشار ، کندانس خروجی این مخازن بدون هیچ تله بخاری مستقیماً به محیط بیرون تخلیه و به هرزآب هدایت می گردد. این امر منجر به اتلافات قابل توجهی از کندانس و انرژی می شد. بمنظور

امکان بازیافت کندانس حاصل از این مخازن و ممانعت از اتلافات بخار در زمان کاهش بار حرارتی با رعایت تمهیدات جهت جلوگیری از صدمه به مخزن، پیشنهاد شد:

- فشار ورودی به مخازن توسط شیر فشار شکن مناسب به میزان مورد نظر (در حدود 1 barg) تقلیل یابد.

- در قسمت زیرین مخزن، کندانس حاصل توسط یک تله بخار نوع فلوتری (با قطر 1" جهت مخازن ۲۰۰۰ لیتر و با قطر ۱/۲ اینچ جهت مخازن ۱۰۰۰ لیتری) تخلیه گردد .

- بمنظور امکان برگشت کندانس به موتورخانه، کندانس های حاصل از مخازن به سمت پکیج پمپ کندانس مکانیکی مربوط هدایت گردد.

محاسبات ، ارائه طرح و اصلاح سیستم کندانس

در ادامه پروژه، سیستم جدید بازیافت کندانس، طراحی، محاسبه و ترسیم گردیده به همراه کلیه مدارک ساخت مخازن، تجهیزات مورد نیاز و نقشه های فنی ارائه گردید. نوع مناسب تله های بخار مورد نیاز با توجه به هر مصرف کننده، فشار کاری و میزان کندانس ایجاد شده در دستگاه پیشنهاد گردید و سازنده های معتبر مناسب به کارفرما معرفی گردیدند. بسیاری از تجهیزات فاقد اطلاعات مربوط به مصارف بخار بودند و بنابراین با توجه به اطلاعات فرایندی ، محاسبه کاملی جهت برآورد بار حرارتی و مصرف بخار انجام شد . اطلاعات کامل مربوط به مصارف بخار تجهیزات ، فشارهای کاری و تله های بخار در چک لیست های ضمیمه درج شد تا بانک اطلاعاتی کاملی از تجهیزات جهت استفاده های بعدی در کارخانه موجود گردد .

با توجه به فشار کم کندانس در برخی از تجهیزات و یا استفاده از شیرهای کنترل تدریجی که با توجه به دمای فرایند، موجب نوسان در فشار بخار ورودی به تجهیزات می شدند، در نقاط لازم از پکیج پمپ مکانیکی کندانس استفاده گردید. تمهید فوق بمنظور انتقال کندانس های کم فشار حاصل تا فاصله نسبتاً دور موتورخانه انجام گرفت.

جهت استفاده از فلاش بخار موجود در خطوط کندانس پر فشار ، در موتورخانه از مخازن فلاش استفاده شده بخار حاصل به سمت دی اریتر هدایت شد . کلیه نقشه های اجرایی و دیتیل های مربوط تهیه و به کارفرما ارائه گردید .

برآورد اولیه هزینه مستقیم بازیافتی پس از اجرای سیستم بازیافت کندانس و جلوگیری از نشتی های بخار موجود به میزان حداقل ۷۰,۰۰۰,۰۰۰ در ماه تخمین زده شد. پس از اجرای پروژه و انجام اصلاحات ، عدد فوق با صرفه جویی تقریبی ۶۰,۰۰۰ متر مکعب گاز در ماه (در حدود ۴۰٪ کاهش مصرف سوخت) و نیز صرفه جویی قابل توجهی در میزان آب مصرفی و مواد شیمیایی، ، استهلاک تجهیزات و... به مراتب بیشتر از عدد فوق حاصل گردید . کاهش آلودگی محیط زیست در اثر کاهش مصرف سوخت و در نتیجه تولید گازهای حاصل از احتراق نظیر CO₂ ، CO و... از دیگر تاثیرات جانبی پروژه بود .

علاقمندان جهت دریافت اطلاعات بیشتر می توانند با شرکت پارس جم به شماره تلفن های ۸۸۷۰۸۲۲۳،۲۴ یا پست الکترونیکی info@pars-jam.com تماس حاصل فرمایند.