



کانال تلگرامی HVAC & PIPING

▲ مقالات و جزوه های فنی و کاربردی تاسیسات صنعتی و پایپینگ
▲ تصاویر و فیلم های آموزشی
▲ نرم افزار های مرتبط با تاسیسات مکانیکی و پایپینگ
▲ جزوه های آموزشی نرم افزار های تخصصی

<https://telegram.me/pipinghvac>

ID: @pipinghvac

ضربه قوچ

مقدمه

آب از محوری ترین عوامل توسعه جوامع انسانی است و از دیرباز نقش عمده ای در زندگی بشر ایفا نموده و با زندگی او آمیخته است. تمدن های اولیه به اتفاق در کنار منابعه طبیعی آب شکل گرفته و گسترش پیدا کرده اند. در طی گذشت سالها با افزایش رشد و پراکندگی جمعیت و گسترش نیازهای کشاورزی، صنعتی و شرب دیگر ممکن نبود که بشر خود را به شرایط محیطی محدود کند و یا با صرف زمان بسیار و با هزینه ی زیاد اقدام به ساخت ابنیه های نگهداری آب کند که عموماً ظرفیت محدودی نیز دارند. لذا بشر به انتقال آب روی آورد.

نحوه ی انتقال آب بسته به موقعیت جغرافیایی و محیطی متفاوت بوده است. در مناطق پر آب از نهرهای روباز به منظور انتقال آب استفاده شده است. در مناطق کم آب روش های دیگری برگزیده شده است که از آن جمله می توان به حفر قنات و انتقال آب زیرزمینی در مسافت های طولانی اشاره کرد که این روش از شاهکارهای مهندسی آب می باشد که توسط ایرانیان ابداع شده است. استفاده از خطوط لوله ای انتقال آب، یکی دیگر از روشهای انتقال آب می باشد که با پیشرفت بشر در قرون اخیر میسر شد. این روش ضمن کاهش اتلاف آب، انتقال حجم دلخواه آب با شدت مورد نظر را میسر می سازد.

در طراحی سیستم های هیدرولیکی تحت فشار تحلیل جریانهای ناماندگار بحث بسیار مهمی است. جریان های ناماندگار در لوله ها به شکل های گوناگونی ممکن است رخ دهد که یکی از اشکال آن، جریان ناماندگار «میرا» می باشد که به طور خاص «ضربه ی قوچ» نامیده می شود.

ضربه قوچ چیست؟

تا به حال در صنعت با چنین کلمه ای ممکن است آشنا شده باشید ولی نمی دانید که این اصطلاح هب چه فرآیندی گفته می شود. زمانی که یک سیال در داخل یک لاین (لوله) در حال حرکت می باشد ممکن است بر اثر عواملی همچون کم و زیاد شدن شدت جریان یا زمانی که شیر می خواهد باز شود یا ناگهان بسته می شود. این پدیده باعث تغییر ناگهانی جریان و ایجاد افت فشار به شکل یک موج فشاری در طول لوله می شود که حرکت کرده و باعث کم و زیاد شدن فشار می شود. به این پدیده ضربه قوچ می گویند.

روشهای جلوگیری از ضربه آبی (قوچ)

یکی از معضلات سیستم های انتقال بخار پدیده ضربه آبی است که در صورت بروز با سروصدا و آسیب های جدی به لوله ها و اجزاء سیستم، مانند تله های بخار، تخلیه کننده ها (Vents) همراه خواهد بود. در این سیستم ها دو نوع ضربه داریم.

(۱) در اثر تجمع قطرات تقطیر شده در قسمت افقی لوله های بخار و عبور بخار با سرعت بالا در

۱=Transient

۲=Water Hammer

مجاورت این قطرات ضربه اتفاق می افتد. در اثر برخورد بخار سریع (تا ۵۰ m/s) با قطرات مایع لرزش ایجاد شده و در صورت حجیم بودن توده آب تشکیل شده حرکت این توده با سرعت نزدیک سرعت بخار و برخورد آن به اولین زانوئی مسیر، نیروی فوق العاده ای بر زانوئی اعمال شده که ممکن است منجر به شکست لوله گردد.

(۲) ضربه آبی نوع دوم همان کاویتاسیون است که در اثر شکل گرفتن حباب های بخار در لوله ای که از آن آب عبور می کند رخ می دهد چنانچه در اثر تبادل حرارت بخارها تقطیر شوند حبابهای بخار ترکیده و پدیده کاویتاسیون رخ میدهد در اینصورت امکان آسیب دیدگی تله های بخار و اجزاء دیگر سیستم وجود دارد.

موارد مهم در نصب لوله های بخار جهت جلوگیری از این پدیده بقرار زیر می باشند :

✓ لوله های بخار بصورت شیبدار از دیگ بخار تا محل تخلیه قطرات (Drip Trap) نصب شوند.

✓ جایگاه تخلیه قطرات بایستی جلوتر از شیر تنظیم بخار پیش بینی شود تا از تجمع قطرات در موقع بسته بودن شیر جلوگیری شود.

✓ صافی های Y شکل نصب شده در خطوط بخار بایستی دارای پرده صافی نصب شده افقی باشند تا مانع جمع شدن قطرات و حرکت توده ائی آنها در موقع شروع جریان بخار شود.

کلیه تجهیزاتی که دارای تنظیم کننده بخار هستند بایستی دارای تخلیه ثقلی قطرات از تله بخار باشند و از برگشت به مسیر با افزایش ارتفاع (Lifts) بایستی جلوگیری شود.

✓ یک تله ترمو استاتیک بهترین انتخاب برای یک مبدل حرارتی است در این صورت هوای جمع شده سریعاً تخلیه میگردد. در صورت عدم تخلیه قطرات امکان بروز پدیده ضربه و عملکرد ضعیف مبدل وجود دارد.

✓ هر افزایش ارتفاعی (Lifts) در خطوط برگشتی کندانس بعد از تخلیه تله بخار نیاز به یک فشار مثبت در پوسته مبدل حرارتی جهت تخلیه قطرات کندانس دارد، واضح است تا تأمین فشار کافی، احتمال افزایش دمای سمت بخار وجود خواهد داشت و در اینصورت دمای آب خروجی از مبدل نیز تغییر خواهد کرد.

✓ در اغلب مبدلهای حرارتی خلاء شکن نصب می شود بنحویکه چنانچه در داخل پوسته خلاء ایجاد شد شیر خلاء شکن باز شده و هوا به داخل مبدل جریان یابد در غیر اینصورت خلاء ایجاد شده در مبدل موجب جمع شدن مایع و بروز پدیده ضربه می گردد.

هدف از تله بخار در سیستم های بخار بیرون کردن آبی است که در داخل وسایل مصرف کننده حرارت یا خطوط لوله تقطیر می شود. تله بخار اجازه نمی دهد از آن بخار عبور کند اما آب عبور می کند، محل نصب تله بخارها بعد از هر مرحله تبادل حرارت مانند بعد از مبدل، کنوکتور و نیز در پائین اغلب رایزرها و انتهای لوله اصلی بخار می باشد.

در مورد کار با تله های بخار، یک نکته بسیار مهم وجود دارد و آن این است که اولین گام برای اجتناب از مشکلات ایجاد شده توسط این تجهیزات، انتخاب مناسب و نصب صحیح آن ها می باشد . اگر با این تجهیزات به ظاهر ساده ولی در عین حال بسیار مهم مشکلی دارید، می توانید از خطوط راهنمای ارائه شده در این نوشتار برای تشخیص و رفع عیب آن ها استفاده نمایید. وظیفه ی تله بخار، زدایش کندانسه، هوا و دی اکسید کربن از سیستم لوله کشی به محض تجمع این گازها و با حداقل اتلاف بخار است. زمانی که بخار، گرمای نهان ارزشمند خود را آزاد می کند و چگالیده می شود، این کندانسه ی داغ باید بلافاصله از سیستم جدا شود تا از بروز پدیده ی ضربه قوچ جلوگیری گردد. وجود هوا در سیستم بخار، بخشی از حجم سیستم را که قاعدتاً باید توسط بخار اشغال شود به خود اختصاص می دهد. دمای مخلوط هوا-بخار، به دمایی کمتر از دمای بخار خالص افت می کند .هوا، یک عایق است که به سطح لوله و تجهیزات چسبیده و باعث کند و غیر یکنواخت شدن فرآیند انتقال حرارت می گردد. در صورتی که دی اکسید کربن حضور داشته باشد، بخار موجود در سیستم، دی اکسید کربن را به دیواره های سطح انتقال حرارت رانده و بدین ترتیب، انتقال حرارت کاهش می یابد. دی اکسید

کربن همچنین می تواند در کندانسه به صورت محلول در آمده و تولید اسید کربنیک نماید که باعث خوردگی در لوله ها و تجهیزات می گردد.

انواع تله بخارها جهت جلوگیری از ضربه قوچ:

- ۱) تله های شناور
- ۲) تله نوع سطل باز
- ۳) تله های سطل وارانه
- ۴) تله ترمودینامیکی
- ۵) تله ترموستاتیک انبساط فلزی
- ۶) تله ترموستاتیک فشار متعادل
- ۷) تله دو فلزی (بی متال)

ضربه قوچ :

کندانسه که در بخش تحتانی خط بخار قرار دارد می تواند باعث بروز پدیده ضربه قوچ شود. زمانی که بخار با سرعت بسیار بالا حرکت می کند هنگام حرکت از روی لایه ی کندانسه باعث ایجاد موج بر روی آن می گردد. اگر این حالت افزایش یابد بخار پرسرعت می تواند کندانسه را به حرکت درآورده و هنگام تغییر راستا، یک ضربه خطرناک ایجاد کند. این پدیده را ضربه قوچ می نامند. زمانی که کندانسه پر سرعت به مانعی برخورد می کند انرژی جنبشی آن به انرژی فشاری تبدیل شده و این افزایش فشار ناگهانی می تواند باعث تخریب مکانیسم عملکردی در تله های شناور و تله های ترموستاتیک فشار متعادل گردد. برای اجتناب از این پدیده باید از تله های قدرتمند مانند تله های ترمودینامیکی یا تله های سطل وارونه استفاده نموده و یا راستای لوله کشی را عوض نمود .

تله بخارها چیست :

هنگام استفاده از بخار به عنوان ناقل گرما در سیستمهای مختلف برای اطمینان از این که تمامی بخار توسط چگالش تبدیل به آب میشود باید از تله بخار استفاده کرد و تله بخارها بخار را در درون سیستم نگاه میدارند تا زمانی که حرارت خود را آزاد کرده و به آب تبدیل شود. کندانسه زمانی بوجود میآید که بخار پرفشار داغ با جداره های سردتر لوله تماس یافته و کاهش دما به حدی باشد که موجب چگالش یا تغییر حالت از گاز به مایع شود. سیستم تله بخار بگونه ای است که تنها به آب کندانسه اجازه برگشت به سمت دیگر را می دهند. وجود کندانسه در خطوط بخار مشکلات زیادی مانند خورده شدن بیش از حد شیرها و اتصالات سوراخ شدن جداره های لوله ها و زانویی ها و ارتعاش خط لوله را بوجود می آورد. تله بخارها همچنین هوا و سایر گازهای چگالیده نشده را تخلیه می

کنند . هوا یا سایر گازها انتقال حرارت در سیستم را کاهش داده و منجر به خوردگی داخل سیستم می شوند.

تله بخارها به سه گروه عمده تله های ترموستاتیک-مکانیکی و جنبشی تقسیم می شوند. تله های ترموستاتیک دارای یک عضو دو فلزی یا فانوسه ای می باشند. که کندانسه فوق سرد و بخار را تشخیص داده و در صورت وجود کندانسه یک شیر را باز میکند. تله بخار ترموستاتیک دو فلزی از یک عضو فلزی که برای این کاربرد دارای ضریب انبساط مناسبی باشد استفاده میکند. تله بخارهای ترموستاتیک فانوسه ای از یک سیال با نقطه جوش پایین تر از آب استفاده می کنند که می تواند ضمن منقبض و منبسط شدن دریاچه تخلیه را باز و بسته نماید. این نوع تله ها معمولاً در کاربردهای با فشار بالا و در جایی که ذخیره مقداری کندانسه مجاز باشد استفاده می شود. نحوه کار تله های مکانیکی بر اساس نیروی غوطه وری و اختلاف بین چگالی بخار و کندانسه می باشد. تله های شناوری و ترموستاتیک سطلی و سطلی معکوس سه نوع عمده تله های مکانیکی می باشند. این نوع تله ها کندانسه را در دمایی نزدیک به دمای اشباع بخار تخلیه می کنند. تله های شناوری و ترموستاتیک ترکیبی از تله های شناوری و ترموستاتیک فانوسه ای می باشند. این نوع تله ها برای ظرفیت های بالا در فرایندهای بخار کم فشار و همچنین کاربردهای HVAC مناسب هستند. این تله ها تا فشارهای ۲۰۰ psi یا بیشتر موجود می باشند. ولی در فشارهای بالاتر مستعد پدیده ضربه قوچ می باشند. تله های سطلی و سطلی معکوس برای باز و بسته کردن دریاچه تخلیه از نیروی غوطه وری استفاده میکنند. سوراخ تخلیه معمولاً در بالا قرار دارد. تا احتمال مسدود شدن آن کاهش یابد. تله های جنبشی بر اساس اختلاف خصوصیات جریان های بخار و کندانسه عمل میکنند. تله های ترمو دینامیک یا دیسکی ضربه ای یا پیستونی و اوریفیس دار سه نوع عمده تله های جنبشی می باشند. تله های ترمو دینامیک یا دیسکی دارای یک عضو متحرک هستند. این عضو یک دیسک است که برای باز کردن دریاچه خروجی نشیمنگاه خود را بالا می برد. این نوع تله ها برای سیستمهای بخار پر فشار بسیار مناسب میباشند. تله های ضربه ای یا پیستونی شیر تخلیه خود را بر اساس فشار باز و بسته میکنند. این نوع تله ها بدلیل کوچک بودن منفذ تخلیه ممکن است مسدود شوند و یا گیر کنند. تله های اوریفیسی هیچ عضو متحرکی ندارند و بر اساس اختلاف چگالی کندانسه را به طور مدام تخلیه می کنند. این نوع تله ها تحت شرایط ثابت بار و فشار مانند لوله اصلی بخار بهترین عملکرد را دارند.

مهمترین راه کاهش اتلاف بخار تداوم یک برنامه دوره ای برای بازبینی و تعمیر تله بخار می باشد. هزینه های سالانه تعمیر و یا تعویض قطعات یا خود تله ها در مقایسه با هزینه ناشی از اتلاف بخار بسیار ناچیز است. برنامه آزمایش و بازرسی تله بخار بسته به نوع تله میتواند از هر یک از موارد زیر تشکیل شده باشد.

بازبینی این که انتخاب نوع تله با محل کاربرد تناسب دارد. و همچنین سایز و جزئیات لوله کشی بررسی شود.

در لوله کشی مسیر خروجی تله یک شیر تست نصب شود تا بتوان خروجی آن را عینا مشاهده کرد. با استفاده از ابزار مافوق صوت (اولتراسونیک) و یا گوشی پزشکی به صدای تله گوش کنید. اگر تله بخار به درستی کار کند یک صدای هیس ناشی از بخار آب و صدای شرشر ناشی از کندانسه شنیده می شود. با استفاده از گوشی پزشکی به صدای باز وبسته شدن دیسک و سطل گوش کنید.

دوره های بازرسی معمول برای کاربردهای مختلف از ۶ ماه برای تله های اصلی بخار تا یک سال برای تله های سیستم گرمایش تغییر میکند. همچنین توجه کنید که در یک برنامه نگهداری تله های بخار باید مشخصات کامل تله مانند محل قرار گیری سایز ظرفیت تولید کننده و شماره مدل و نوع کاربرد آن درج شود.

دوره های بازرسی معمول برای کاربردهای مختلف از ۶ ماه برای تله های اصلی بخار تا یک سال برای تله های سیستم گرمایش تغییر میکند. همچنین توجه کنید که در یک برنامه نگهداری تله های بخار باید مشخصات کامل تله مانند محل قرار گیری سایز ظرفیت تولید کننده و شماره مدل و نوع کاربرد آن درج شود.

تله بخار:

باز هم از تله بخار تجهیزات بسیار متفاوتی در زندگی روزمره ما وجود دارد که با بخار کار می کنند. این حوزه از یک خشکشویی فقط با ۵ تله بخار تا یک پالایشگاه با تعداد هزاران تله را شامل شود. متناسب با اندازه تأسیسات، اثر تله های بخار خراب بر فرآیند میتواند خطرناک و زیان آور باشد.

تله های بخاری که پس از خراب شدن بسته مانده اند، مبدل حرارتی را دچار آب گرفتگی نموده و فرآیند را به حال توقف در می آورند. تله های بخاری که پس از خراب شدن باز مانده اند نه تنها باعث اتلاف بخار پر فشار به قیمت گزافی می شوند بلکه بیشتر اوقات فشار موثر بخار را در دستگاه های مصرف کننده کاهش میدهد و ضمن پایین آوردن دمای فرآیند، نتایج زیان آوری را به بار می آورند.

بنابراین، تله های بخاری که درست کار نمی کنند کارایی فرآیند را کاهش میدهند و هزینه تولید را بالا می برند. برای جلوگیری از این اتلاف و کارکرد مناسب دستگاه های مصرف کننده بخار لازم است که تله های بخار در بهترین شرایط از نظر کارکرد باشند و بازرسی تله های بخار برای دستیابی به این امر ضروری است.

در ضمن تعمیر و نگهداری تله های بخار یکی از راه های ارزان و ساده صرفه جویی در مصرف انرژی است.

نتایج یک مطالعه در ۹۳ شرکت صنعتی عمده ژاپن شامل پالایشگاه، صنایع شیمیایی، تولید نیرو و فولاد نشان می دهد که قریب ۳۰ درصد تله های بخار در حال کار خراب هستند.

وظایف تله های بخار به طور کلی عبارتند از:

➤ تخلیه کندانس به محض شکل گیری

➤ ممانعت از خروج بخار

➤ تخلیه هوا و سایر گازهای غیر قابل چگالش

برای انجام وظایف فوق از تله های بخار که در واقع نوعی شیر اتوماتیک می باشند استفاده می شود. تله های بخار را از نظر نوع، کلاً به سه دسته تقسیم می کنند:

(۱) تله های بخار مکانیکی

(۲) تله های بخار ترموستاتیک

(۳) تله های بخار ترمودینامیک

خرابی تله های بخار تله هایی که پس از نصب صحیح نتوانند وظایفی را که در بالا اشاره شد به درستی انجام دهند، خراب هستند و خرابی این تله ها به شرح زیر است:

• باز بودن تله های بخار

• نشستی تله بخار

• خروج بخار از تله بخار (تله بخار کاملاً باز است)

• بسته بودن تله های بخار

دلایل کارکرد نامناسب تله های بخار:

عواملی که باعث کارکرد نامناسب تله های بخار می شوند متنوع بوده و همچنین بستگی به نوع تله بخار نیز دارند. برخی به علت خرابی خود تله می باشند و برخی به علت نصب نوع نامناسبی از تله یا وضعیت نامناسب نصب آن است. عواملی که باعث کارکرد نامناسب تله های بخار میشوند عبارتند از:

- سایش سطح آب بندی کننده تله به وسیله بخار، آب و ذرات موجود در کندانس و همچنین به خاطر کارکرد؛

- محدودیت حرکت اجزای شیر به واسطه خوردگی یا جرم گرفتگی؛

- بسته نشدن کامل شیر به خاطر آشغال یا جرمهایی که در اثر خوردگی بین شیر و نشیمنگاه آن قرار گرفته اند؛

- نامیزانی سطوح آب بندی (شیر و نشیمنگاه) به خاطر ضربه قوچ، انجماد یا نصب نامناسب قطعات تعویض شده؛

- پارگی یا تغییر شکل شناور یا فانوسی تله ترموستاتیک به وسیله انجماد، ضربه قوچ یا خوردگی، یا در تله های سطلی معکوس، نبود آب در داخل تله باعث می شود تا تله کاملاً باز باشد؛ در تله های ترمودینامیک دیسکی، کمبود آب به منظور آب بندی ورودی تله بخار، باعث می شود که دیسک تله پی در پی نوسان کند.

دو عامل اول اغلب در مورد هر تله ای که زمان زیادی از کارکرد آن می گذرد اتفاق می افتد عامل سوم در برخی از انواع تله ها محتمل است، به خصوص هنگامی که تصفیه آب ناقص، باعث خوردگی در سیستم شود. چهار عامل آخر اغلب به واسطه نصب نادرست یا انتخاب نوع نامناسبی از تله رخ می دهد.

بازرسی تله های بخار:

برای بازرسی تله های بخار لازم است تا مقدماتی برای این کار مهیا شود این عوامل عبارتند از:

(۱) افرادی که به بررسی تله های بخار خواهند پرداخت، لازم است که کاملاً در مورد انواع مختلف تله های بخار و اصول عملکرد و ویژگی های هر یک از انواع تله های بخار و دستگاه های که به منظور بررسی تله های بخار به کار گرفته می شوند، به طور کامل آموزش دیده باشند و در ضمن به این کار علاقه مند باشند.

(۲) قبل از انجام هر کاری، لازم است تا نقشه آن موقعیت همراه با مناطق مختلف کارخانه با یک کد مشخصه تهیه شود، این کار به منظور کمک به بازرسی در تعیین مکان تله های بخار است.

(۳) برای هر منطقه یک سری کد تعریف شود. بازرسی باید محل تمام تله های بخار را در نقشه محوطه تعیین کند و به هر تله برچسب با شماره مخصوص تله را بزند که پیشوند این شماره کد منطقه تعیین شده باشد.

عوامل مؤثر در تعیین تعداد دفعات بازرسی سالیانه عبارتند از:

الف- نوع تله نصب شده: تله های سطلی معکوس و تله های شناور تله هایی قابل اعتماد هستند. در حالت کارکرد عادی، این تله ها ممکن است بدون مشکل، چندین سال متوالی کار کنند. تله های دیسکی ترمودینامیکی کمتر از سایر انواع تله ها قابل اعتماد هستند و ممکن است تنها ظرف چند ماه مصرف بخار این تله ها افزایش یابند.

ب - تعداد تله های سیستم: هر چه تعداد تله ها در سیستم بیشتر باشد، این احتمال که تعداد بیشتری تله های بخار در یک دوره زمانی معین دچار نشتی شوند، افزایش میابد.

ج - ظرفیت تله: ظرفیت تله بستگی به سایز اوریفیس و اختلاف فشار دو طرف آن دارد. هر دوی این عوامل تعیین کننده مقدار اتلاف بخار در زمان خرابی تله است. از این رو به بازرسی تله های بزرگتر

باید اهمیت بیش تری داده شود. زیرا در صورت خرابی این نوع تله ها، مقادیر زیادی انرژی تلف می شود.

د- در دسترس بودن کارکنان: بررسی بین هزینه بخار اتلافی و هزینه کارکنان برای بازرسی تله های بخار، یکی از عوامل تعیین کننده می باشد.

ه- در دسترس بودن تله های بخار: یکی از عوامل مؤثر در هزینه کارکنان موقعیت و وضعیت است که تله بخار در آن محل نصب شده است. برای مثال تله در مکان های مرتفع یا پر خطری نصب شده است.

و- فشار بخار: فشار بخار یکی از عوامل تعیین کننده در تعداد دفعات بازرسی است؛ زیرا با افزایش فشار بخار اتلاف از تله های خراب و احتمال خرابی آنها افزایش می یابد.

ز- کاربرد تله بخار: وظیفه تله بخار نیز به عنوان یک عامل تعیین کننده در تعداد دفعات بازرسی در سال است. در یک برنامه جامع تعمیر و نگهداری باید کاربرد و وظیفه تله بخار دقیقاً مشخص شود و تعیین گردد که خرابی این تله ها چه پیامدهایی را خواهد داشت و سپس با توجه به اهمیت آن تعداد دفعات بازرسی در سال مشخص شود.

۴) برای بررسی کارکرد تله ها نیاز به یک لیست بازرسی است تا فرد را در انجام این کار کمک نماید. این لیست باید شامل موارد زیر باشد:

- شماره منطقه؛
- شماره تله؛
- نام سازنده؛
- شماره مدل(فنی)؛
- نوع تله بخار: (مکانیکی، ترموستاتیکی، ترمودینامیکی)؛
- مکان تله نسبت دستگاه: (بالا، پایین)؛
- (کاربرد) : Tracing تخلیه خط اصلی بخار، تخلیه دستگاه فرآیند، تخلیه خط و تخلیه دستگاه گرمایش)؛
- (اولویت): (بسیار مهم، مهم، عادی، فرعی)؛
- مکان تله از لحاظ ارتفاعی: (بالا، پایین)؛
- مکان تله نسبت به واحد: (داخل، خارج)؛
- وضعیت کندانس از لحاظ بازیابی: (دارد، ندارد)؛
- حالت کارکرد تله بخار: (پیوسته، ناپیوسته)؛
- فشار خط ورودی؛

- فشار خط برگشت کندانس؛
- دمای کارکرد تله؛
- نوع و اندازه اتصال؛
- زمان نصب؛
- وجود صافی در ورودی تله بخار؛
- تاریخ بازرسی بعدی؛
- ملاحظات
- مدارک سازنده تله های بخار موجود در واحد صنعتی و سایر مدارک لازم تهیه شود.
- با توجه به مدارک سازنده تله بخار، بررسی شود که آیا از لحاظ نوع و اندازه، تله مناسبی انتخاب شده و همچنین توصیه های لازم در مورد نصب صحیح تله در نظر گرفته شده است.
- چه بسا، تله بخار از لحاظ نوع، اندازه و سایر عوامل به درستی انتخاب شده باشد، اما نصب به طریق نادرست، باعث شود که یک تله سالم کارکرد نامناسب پیدا کند.

روشهای بررسی کارکرد تله های بخار:

بررسی کارکرد تله های بخار در حال کار بهطور عمده به چهار طریق زیر صورت می پذیرد:

(۱) روشهای بصری:

در این روش شخص با مشاهده تخلیه تله بخار، صحت کارکرد تله بخار را ارزیابی می نماید. برای این منظور اگر مشاهده کندانس خروجی به علت متصل بودن خروجی تله به خط کندانس میسر نباشد، ممکن است یک شیر بلافاصله بعد از تله قبل از شیر قطع خروجی نصب شود که شخص با باز کردن آن و مشاهده چگونگی تخلیه کندانس، کارکرد تله را بررسی نماید. روش دیگر این است که در خروجی تله، یک شیشه رؤیت نصب شود تا خروجی تله بخار قابل رؤیت باشد. این روش برای بررسی تله های بخاری که کارکرد سیکلی باز و بسته دارند مانند تله های سطلی معکوس و تله های ترمودینامیک مناسب می باشد.

(۲) روشهای حرارتی:

این روش ها عموماً بر اساس اختلاف درجه حرارت در بالا دست و پایین دست تله های بخار کار می کنند. این روش ها عبارتند از روش های پایرومتری، ابزارهای نشانگر مادون قرمز، نوارهای حرارتی (که به دور تله پیچیده می شوند و در صورت افزایش دما رنگشان تغییر می کند) و چسب های حرارتی که در دماهای خاصی ذوب می شوند. عیب این روش این است که یافتن تله های بخاری که به صورت باز خراب شده اند با این روش مشکل است.

۳) روشهای اکوستیک:

در این روش شخص با گوش کردن صدای تله بخار پی به وضعیت کارکرد تله می برد. این کار به روشهای مختلفی از جمله توسط گوشی های پزشکی، پیچ گوشتی، گوشی های مکانیکی و دستگاه های اولتراسونیک صورت می گیرد. گذر بخار از لوله ها تولید صدایی شبیه به "هیس" می کند، اما گذر کندانس از لوله، صدای شبیه به شرشر دارد. دستگاه های اولتراسونیک برای اینکار بهترین انتخاب می باشند زیرا قابلیت حذف سایر سر و صداهای محیط را دارند. این روش برای بررسی کارکرد تله های بخاری که کارکرد سیکلی باز و بسته دارند مناسب است و برای بررسی کارکرد تله های بخاری که به طور پیوسته کار می کنند، مانند تله های شناور، لازم است دستگاه اولتراسونیک طوری کالیبره شود تا صداهای مزاحم حذف شوند و اگر در کنار این تله بخار، تله های دیگری نیز موجود است، لازم است حین بررسی کارکرد آنها به طور موقت متوقف شود.

۴) روش هدایت حرارتی:

جدیدترین تکنولوژی در بازرسی تله های بخار، روش هدایت الکتریکی است. از آن جا که آب ماده هادی الکتریسیته است و بخار ضریب هدایت الکتریکی بالایی ندارد، با توجه به این اختلاف، در مورد حضور یا عدم حضور کندانس، با توجه به مقاومت حاصل می توان اظهار نظر نمود. برای این منظور از یک سنسور استفاده می شود. این سنسور در محفظه ای قبل از تله بخار نصب شده است و در هنگام کارکرد عادی تله بخار پر از کندانس است. هنگامی که تله بخار نشتی دارد یا کاملاً باز است، سطح کندانس درون محفظه افت میکند و سنسور در معرض بخار قرار می گیرد و سیگنال الکتریکی از دستگاه اندازه گیری قطع می شود و خرابی تله نشان داده می شود. این سیستم با هر نوع تله ای و ساخت هر نوع سازنده ای کار می کند. در مدل های جدید این سنسور، از یک المان اندازه گیر دما استفاده شده است تا خرابی تله را در مواقعی که به صورت بسته خراب شده است، نشان دهد.

تجهیزات بازرسی تله های بخار و نرم افزارها:

از میان سازندگان تله های بخار برخی شرکت ها اقدام به ساخت تجهیزات بازرسی تله های بخار کرده اند تا به بازرسان تله ها کمک کنند. شرکت Spirax Sarco برای بررسی تله های بخار دستگاه Spiratec را ارائه نموده است که دو مدل قابل حمل و ثابت دارد. البته برای استفاده از آن لازم است در جلوی تله بخار یک سنسور نصب شود.

شرکت Gestra دستگاه VKP-30 را برای کنترل و ارزیابی و ثبت داده های مربوط به تله های بخار ارائه کرده است. دستگاه قابل حمل است و پس از بازرسی، گزارشی در مورد تله های نیازمند به تعمیر و همینطور تاریخچه ای از بازرسی های گذشته را ارائه می نماید.

شرکت Trapman دستگاه TLV را برای آنالیز و بررسی تله های بخار ارائه کرده است. اطلاعات بیش از ۳۰۰۰ تله بخار مختلف برای آنالیز در حافظه دستگاه وجود دارد.

نرم افزار Steam Work Pro محصول شرکت Conserve-It Software یک برنامه مناسب برای حفظ و نگهداری اطلاعات تله های بخار است. نرم افزار Trap Base XP محصول شرکت Field Data Specialists یک نرم افزار جامع و کامل برای ثبت و ضبط و آنالیز داده ها است .
نرم افزار Trap Master محصول شرکت Yarway نیز یک نرم افزار مناسب برای این منظور است .

نتیجه گیری

ایجاد یک برنامه مدون و جامع برای تعمیر و نگهداری تله های بخار امکان صرفه جویی و استفاده مؤثر از شبکه بخار را برای صنایع مختلف فراهم می آورد . با رشد تکنولوژی امکان استفاده از روش ها یا دستگاه های ویژه برای این کار فراهم شده است و همچنین امکانات و نرم افزارهای ویژه برای ثبت و نگهداری و آنالیز اطلاعات تله های بخار شبکه، این امکان را به واحدهای مسئول میدهد تا با آنالیز آماری این اطلاعات، گزارش ها و هزینه های اتلاف بخار، اقدام به برنامه ریزیهای تعمیر و نگهداری کنند و راندمان بخش انتقال و مصرف بخار رادر حد مطلوبی حفظ نمایند .

ضربه قوچ water hammer:

همانطور که میدانیم تغییر ناگهانی سرعت جریان بصورت موج در امتداد لوله حرکت نموده و تغییر ممتوم ناشی از آن باعث ایجاد فشار قابل ملاحظه ای میشود که چنانچه این فشار تعدیل نشود پمپی که می بایست حداقل ۱۰ سال کار نماید در کمتر از ۱۰ ماه از بین میرود برای کاهش آن بخصوص در زمان خاموش شدن پمپ راههای ذیل پیشنهاد میشود: ایجاد شیر یکطرفه بر روی لوله رانش (البته شیر یکطرفه از خطرات ناشی از ضربه قوچ مصون نیست و می بایست بطور متوسط هر یک ماه یکبار بازدید شود)، نصب شیر اطمینان برای تنظیم فشار، یکی از بهترین راههای کاهش ضربه قوچ استفاده از یک محفظه هوا در مجاورت خط لوله که قسمت پائینی آن پر از آب بوده و قسمت بالائی آن هوای فشرده محبوس است می باشد، بدین ترتیب که محفظه هوا را بهر شکل دلخواه هندسی می توان ساخت و بصورت افقی، قائم یا کج نصب نمود، وقتی پمپ بطور ناگهانی خاموش می شود هوای داخل محفظه انبساط می یابد و آب انتهای آنرا به لوله رانش منتقل میکند، شیر یکطرفه لوله رانش بسته میشود و موج برگشتی به داخل محفظه هوا جریان می یابد.

- ۱) اگر پوسته پمپ ضمن کار داغ گردد ولی پمپ هیچ آبدهی نداشته باشد دلیل آن است که برای این پمپ فشار رانش خیلی بالا است (البته ممکن است در اثر کور شدن لوله پمپ نیز این اتفاق بیافتد).
- ۲) اگر پمپ سرد باشد ولی آبدهی نداشته باشد دلیل آن است که پمپ هوا گرفته است .

۳) اگر پمپ مکش ندارد در حالیکه عقربه های فشار سنج بشدت می پرند، دلیل ایستتکه هواگیری پمپ کامل نیست.

۴) اگر پمپ مکش نداشته باشد و خلاء سنج خلغ زیادی را نشان بدهد بدلیل اینستکه شیر پایاب (سوپاپ) خراب است یا برای پمپ مذکور سنگین است، یا مقاومت لوله مکش زیاد می باشد و یا اینکه ارتفاع مکش زیاد است.

۵) اگر پمپ کار کند و فشار سنج و خلاء سنج صفر نباشند ولی آبدهی وجود نداشته باشد دلیل آن مقاومت زیاد خطوط لوله است.

نصب پمپهای افقی:

بطور کلی پمپهای افقی می بایست نزدیک منبع پایاب نصب شوند و حتی الامکان از طول لوله مکش کاسته شود، بهترین روش نصب پمپ آن است که پمپ و موتور و تکیه گاه یک تکهء واحد را تشکیل داده، که فونداسیون آنها جدا از فونداسیون اسکلت ساختمان باشد. در صورتیکه ارتفاع مکش از حداکثر مجاز (جدول ذیل) بیشتر باشد با راههائی نظیر شناور کردن پمپ بوسیله شافت بلند (که در تأمین آب شرب توصیه نمیشود) و ۰۰۰ میتوان مشکل مذکور را حل نمود. در چنین مواردی بهترین روش جایگزین نمودن الکترو پمپ شناور بجای افقی است.

ارتفاع محل نصب از سطح دریا (متر)

۱۷۲,۲

۳۰۰

۴۷۷

۷۱۰

۹۱۵

۱۲۲۰

۱۵۲۵

۱۸۳۰

۲۱۳۵

عمق مکش در دمای ۲۰ درجه سانیکراد

۷

۶,۸

۶,۷

۶,۶

۶,۳

۶,۱

۵,۸۵

۵,۶

۵,۴

توضیح: در دمای بالای ۲۰ درجه و کمتر از آن می بایست حداکثر ۱۰ درصد به اعداد جدول مذکور بترتیب کم یا زیاد نمود.

۶) اگر آبدهی پمپ کمتر از ارتفاع محاسباتی باشد علت آن ممکن است به علت گرفتگی صافی یا پره های پمپ، یا مشکل آبنندی، یا ارتفاع رانش خیلی زیاد و یا گردش غلط پروانه ها باشد
۷) اگر پمپ مدت کوتاهی کار کند ولی بلافاصله آبدهی آن قطع شود احتمالاً بعلت نشت هوا از اتصالات لوله مکش، یا گرفتگی لوله ها و یا عدم استغراق کامل دهنه مکش باشد.
۸) اگر یاتاقانهای پمپ بیش از حد داغ نمایند (دمای آنها نباید بیش از ۶۰-۷۰ درجه گرم شوند) علت آن عدم روغن کاری کافی پمپ یا عدم بالانس بودن محور پمپ و موتور و یا بعلت سائیدگی ناشی از کار زیاد میتواند باشد .

۹) اگر شدت صدای موتور پمپ بیش از حد معمول باشد علت آن می تواند از دلایل اصلی آن سفتی بیش از حد کاسه نمد ها یا فاصله زیاد پروانه ها بعلت سائیدگی زیاد می باشد.

تشریح پدیده ضربه قوچ:

وقتی که یک سیال درون یک مسیر بسته در حال جریان باشد و کندشدن و یا تسریع سرعت جریان به وجود آید پدیده ضربه قوچ مشاهده خواهد شد. نظیر مواقعی که در مسیر لوله شیری قرار گرفته باشد و به وسیله آن تغییری در سطح خروجی جریان ایجاد می شود. اگر این تغییرات تدریجی باشد می توان محاسبات را با توجه به اینکه مایع تراکم ناپذیر و جداره های مسیر عبور سخت هستند. به روش مشابه با تموج انجام داد. وقتی یک شیر را در مسیر خط لوله و جریان به سرعت می بندیم جریان درون شیر کاسته می شود. این عمل افزایش هد در سمت ورودی شیر را به دنبال خواهد داشت و ضربه ای ناشی از فشار زیاد را ایجاد می کند که در بالا دست جریان با سرعت موج صوتی تقویت می شود. نتیجه این ضربه فشاری کاهش سرعت جریان می باشد. در سمت دیگر شیر فشار کاهش خواهد یافت و موج فشار کاسته شده با سرعت موج به طرف پایین دست جریان حرکت می کند که این نیز کاهش سرعت را به همراه دارد. اگر سرعت بسته شدن به اندازه کافی سریع و و فشار حالت پایدار به مقدار کافی کم باشد جابجایی از بخار در سمت پایین دست شیر شکل می گیرد و به این ترتیب خلاء حاصله در نهایت از میان خواهد رفت و موج ناشی از فشار زیاد ایجاد می شود .

قبل از بدست آوردن معادلات لازم جمبربوط به ضربه قوچ وقایع و حوادث متوالی که پس از بسته شدن ناگهانی شیر در پائین دست جریان درون لوله که جریان آن از یک مخزن تامین می گردد به وقوع می پیوندد را بررسی می کنیم. در این حالت از اصطکاک صرفه نظر می کنیم. فرض کنیم که شیر در لحظه بسته شدن در زمان صفر و سیال مجاور شیر متراکم و متوقف می شود. در نتیجه جداره های لوله کشیده می شوند. به محض اینکه اولین لایه متراکم شود. همین فرآیند برای لایه بعدی صورت خواهد گرفت سیال در بالا دست شیر به حرکت خود به طرف پایین دست جریان با سرعتی که کم نشده است ادامه می دهد تا اینکه لایه ها یکی پس از دیگری متراکم شوند و این عمل تا منبع تامین جریان ادامه می یابد. فشار ایجاد شده به صورت موج به بالا دست جریان منتقل می شود و سیال در حال جریان را متوقف و متراکم می سازد و سبب انبساط لوله می شود. وقتی که موج حاصله به بالادست جریان در لوله می رسد تمام سیال تحت هد اضافی قرار می گیرد و تمامی اندازه حرکت از میان می رود و در نتیجه انرژی جنبشی کلا به انرژی کشسانی تبدیل می شود. در بالادست جریان در لحظه رسیدن موج فشاری شرایط نامتوازنی ایجاد می شود زیرا فشار مخزن تغییر نکرده است. در این صورت سیال شروع به برگشتن به طرف عقب می کند. جریان معکوس حاصله سبب می شود فشار به وضعیتی مشابه قبل از بسته شدن شیر برگردد و در عین حال جداره های لوله به وضعیت عادی برخواهد گشت و سیال دارای سرعتی برابر سرعت اولیه که صفر می باشد در جهت عکس می شود. این فرآیند تبدیل با سرعت صوت در لوله منتقل می شود و به پایین دست جریان می رسد. در لحظه L/a ۲ موج به شیر خواهد رسید. فشار در طول لوله به حد طبیعی و سرعت در همه جا برابر سرعت صفر در جهت مخاف می باشد. چون شیر بسته است سیالی از لوله خارج می شود تا جریانی در شیر ایجاد شود و فشار کم خواهد شد (h -) مانند اینکه جریان متوقف شده باشد. این موج ناشی از فشار کم با سرعت به سمت بالادست جریان حرکت می کند و در همه جا باعث سکون جریان می شود. در نتیجه باعث می شود به دلیل فشار کمتر سیال منبسط شود و جداره های لوله منقبض شوند (اگر فشار استاتیک در لوله به اندازه کافی بالا نباشد تا هد بالاتر از فشار بخار باقی بماند مایع در آن قسمت تبخیر خواهد شد و به حرکت خود به سمت عقب در مدت زمانی طولانی ادامه خواهد داد).

در لحظه ای که موج فشار منفی به بالادست جریان می رسد سیال در حال سکون است ولی دارای هد یکنواخت می باشد. این پدیده سبب ایجاد شرایط نامتوازن در مخزن خواهد شد و سیال در درون لوله با سرعت صفر به سمت جلو جاری می شود. در نتیجه همزمان با انتشار موج به طرف پایین دست جریان با سرعت لوله و جریان سیال به شرایط عادی بر می گردند. در زمانی که موج به شیر می رسد شرایط دقیقاً همانند زمان بسته شدن شیر است.

منابع و مأخذ

<http://m-steem.blogfa.com/post-۱۰.aspx>

<http://m-steem.blogfa.com/>

<http://www.iran-eng.com/showthread.php?t=۱۰۲۶۶>

صفحه

فهرست

| | |
|----|---|
| ۱ | ضربه قوچ چیست |
| ۱ | روشهای جلوگیری از ضربه آبی (قوچ) |
| ۲ | انواع تله بخارها جهت جلوگیری از ضربه قوچ |
| ۳ | ضربه قوچ |
| ۳ | تله بخارها چیست |
| ۵ | تله بخار |
| ۶ | دلایل کارکرد نامناسب تله های بخار |
| ۷ | بازرسی تله های بخار |
| ۸ | روشهای بررسی کارکرد تله های بخار |
| ۱۰ | تجهیزات بازرسی تله های بخار و نرم افزارها |
| ۱۱ | نتیجه گیری |
| ۱۱ | ضربه قوچ Water Hammer |
| ۱۲ | نصب پمپهای افقی |
| ۱۳ | تشریح پدیده ضربه قوچ |
| ۱۵ | منابع و مأخذ |