

ضربه چکش، رایج ترین مشکل در شبکه های بخار

شرکت پارس جم کنترل
نویسنده مقاله: مهندس ایمان رزمی

مهمترین نکته حائز اهمیت پدیده ضربه چکش در شبکه بخار و کندانس در ارتباط با مسائل ایمنی است. این ضربه در شدیدترین حالت خود می تواند منجر به صدمه و حتی مرگ پرسنل نگهدار گردد. با درک طبیعت و قدرت ضربه چکش و با رعایت نکات پیشگیرانه در زمان طراحی، راه اندازی شبکه بخار، تعمیرات و نصب تجهیزات می توان از نیروهای مخرب تولیدی آن اجتناب نمود. بدین ترتیب، می توان سطح ایمنی پرسنل را به حداکثر رساند و هزینه های تعمیرات و زمان خارج از سرویس بودن شبکه را نیز کاهش داد.

ضربه چکش در اغلب شبکه های بخار مشاهده می شود. بسیاری از افراد به غلط بر این باورند که ضربه چکش اجتناب ناپذیر بوده و بخشی ذاتی از شبکه های بخار و کندانس می باشد. این در حالی است که در صورت طراحی و راه اندازی صحیح شبکه بخار می توان احتمال وقوع این ضربه را به حداقل رساند و عمر کاری سیستم را افزایش داد.



شکل (۱) - نقاط نشان داده شده نشانگر اتصال نامناسب جانبی خطوط تخلیه کندانس به کلکتور کندانس می باشند. این خطوط می بایست از بالا به کلکتور متصل شوند.

محل وقوع ضربه چکش

ایجاد ضربه چکش در خطوط بخار و یا خطوط کندانس می باشد؛ هرچند که اثر آن در محیط های ناهمگن یا دوفازی چشمگیرتر است. خطوط بازگشت کندانس از جمله سیستم های دوفازی هستند که بطور همزمان حاوی مایع (کندانس) و بخار (بخار فلاش) می باشند.

در خطوط بخار نیز ضربه چکش اغلب در زمان راه اندازی شبکه بخار و به علت عدم تخلیه مناسب کندانس تشکیلی در طول لوله بخار رخ می دهد.

اثرات ضربه چکش

نیروی حاصل از ضربه چکش می تواند:

۱. قطعات داخلی تمامی گونه های تله بخار را از بین ببرد.
۲. باعث ترک برداشتن بدنه تله بخار شود.
۳. اتصالات لوله کشی را از بین ببرد.
۴. به شیرآلات و اتصالات ابزار دقیق صدمه بزند.
۵. منجر به خرابی لوله مبدل های پوسته و لوله ای شود.
۶. جوش لوله ها را شکسته و شبکه های لوله کشی را از بین ببرد.
۷. تکیه گاه های لوله ها را از بین ببرد.

ضربه چکش لزوما همواره با تولید صدا همراه نبوده و ممکن است پرسنل قادر به تشخیص آن نباشند. برای مثال، گوش انسان قابلیت شنیدن صدای ترکیدن یک حباب کوچک بخار که باعث ایجاد شوک حرارتی می شود را ندارد. حال آنکه صدای ممتد و قابل شنیدن ضربه چکش را می توان به تلاش شبکه بخار جهت ارتباط با پرسنل سایت و تعبیر نمود. این صدا، زنگ خطری است که نشان می دهد در سیستم مشکلی وجود دارد که نیاز به تصحیح آن می باشد.

نتایج مطالعاتی که به بررسی عوامل تخریب اجزاء شبکه بخار پرداخته اند نشان می دهد ۶۷٪ آسیب های زودرس اجزاء ناشی از ضربه چکش می باشند.

عوامل ایجاد ضربه چکش

چهار عامل اصلی ایجاد ضربه چکش عبارتند از:

۱. شوک هیدرولیکی
۲. شوک حرارتی
۳. شوک جریان
۴. شوک تفاضلی^۱

شوک هیدرولیکی

درصد کمی از ضربات چکش شبکه های بخار ناشی از شوک هیدرولیکی می باشند. برای توضیح آسان آن می توان به مثال شیر آب خانگی اشاره کرد. در زمانیکه شیر آب باز می شود، استوانه ای از آب از نقطه ای که آب وارد ساختمان می شود تا خروجی شیر به حرکت در می آید و می تواند وزنی بالغ بر ۹۰ کیلوگرم آب با سرعت ۳ متر بر ثانیه و یا حدود ۱۱ کیلومتر بر ساعت داشته باشد.

¹ Differential

حال با بسته شدن ناگهانی شیر آب، می توان تصور نمود چکشی با وزن ۹۰ کیلوگرم به قطعه فلزی ثابتی برخورد کرده و صدای قابل ملاحظه ای را ایجاد می کند. موج شوک ایجاد شده اندازه ای در حدود 300 psi داشته و تا زمان میرایی انرژی آن، بین دو انتهای شبکه لوله آب رفت و برگشت می کند.

در ناحیه مکش و تخلیه پمپ ها نیز دقیقاً همین اتفاق رخ می دهد. در ایستگاه های پمپاژ اغلب شیر یکطرفه نصب می گردد. این شیر اجازه گذر سیال را تنها در یک جهت می دهد. با روشن و خاموش شدن پمپ، جریان به سرعت به حرکت در آمده و یا متوقف می شود و پدیده مشابه در اینجا نیز اتفاق افتاده و ضربه چکش رخ می دهد. با کاهش تدریجی سرعت ستون آب پیش از توقف، اندازه حرکت^۲ آن به تدریج کم شده و نتیجتاً ضربه چکش مخربی ایجاد نمی شود.

شوک حرارتی

یک کیلوگرم بخار در فشار 0 psi حجمی معادل ۱۶۰۰ برابر حجم یک کیلوگرم آب در شرایط اتمسفریک را در بر می گیرد. این نسبت با افزایش فشار خط کندانس کاهش می یابد. در سیستم های کندانس دوفازی، حبابهای بخار در زیر سطح کندانس وجود دارند. فشار خط کندانس و به دنبال آن دمای خط از دمای بخار فلاش پایینتر است. کندانس موجود، حباب بخار را سرد کرده و حباب به سرعت می ترکد. در لحظه ترکیدن، در نتیجه ایجاد خلا، کندانس با سرعت و از تمامی جهات به درون آن وارد شده و باعث ایجاد صدایی قابل شنیدن می شود.

شوک جریان

شوک جریان، عمدتاً در نتیجه عدم تخلیه مناسب کندانس در بالادست شیر قطع و وصل و یا شیر کنترل بوجود می آید. برای مثال، شیر قطع و وصل بخاری را در نظر بگیرید که بدون در نظر گرفتن نکات مناسب در لحظه راه اندازی باز شود. زمانیکه شیر باز می شود، بخار به درون لوله سرد پایین دست شیر وارد شده و حجم زیادی کندانس با سرعت بالا ایجاد می کند. با گذر بخار از لوله، بر حجم این کندانس افزوده شده و موج بلندی از کندانس بوجود می آید. این موج تا زمانیکه با تغییر ناگهانی مسیر مواجه نشده است، مثلاً در زانویی ها یا شیرآلات، با سرعت بالا حرکت می کند. تغییر جهت حرکت کندانس باعث ایجاد ضربه چکش می شود.

همینطور، زمانیکه شیر کنترل باز می شود، حجمی از کندانس با سرعت بالا وارد دستگاه می شود. با برخورد کندانس به جداره لوله های مبدل حرارتی، ضربه چکش رخ می دهد. بعلاوه، ضربه چکش ناشی از شوک حرارتی با مخلوط شدن بخار و کندانسی که پشت سر کندانس سردتر اولیه می آید نیز رخ می دهد.

شوک تفاضلی

شوک تفاضلی نیز مانند شوک جریان در سیستم های دو فازی رخ می دهد. این شوک در زمانیکه بخار و کندانس همراه با هم و با سرعت های مختلف در یک مسیر در جریان باشند رخ داده و اغلب در خطوط بازگشت کندانس دیده می شود.

² Momentum

در سیستم های دوفازی، سرعت بخار در حدود ده برابر سرعت مایع است. در صورتیکه موجهای کندانس بلند شده و لوله را پر کنند، موقتا بین دو طرف موج کندانس توده ای آب بند^۳ ایجاد می شود. به دلیل عدم عبور بخار از آب بند کندانس، در پایین دست جریان فشار افت می کند. اختلاف فشار ایجاد شده، توده آب بند را همچون یک پیستون با سرعت زیاد به حرکت در آورده و این توده با حرکت به سمت پایین دست، مایع بیشتری را با خود همراه کرده، بر جرم آن افزوده و سرعت آن نیز افزایش می یابد.

همانند مثال فوق الذکر، این حجم از کندانس دارای اندازه حرکت بالایی شده و در برخورد با سه راهی، زانویی و یا شیرآلات آسیب زیادی را ایجاد می کند.

بنابراین، جهت جلوگیری از این پدیده، خط بازگشت کندانس را می بایست بطور صحیح اندازه گذاری نمود. زمانیکه کندانس از فشار بالا به خطوط کم فشار کندانس تخلیه می شود، مقداری از آن به بخار اشباع تبدیل می شود که به آن بخار فلاش می گویند. با انتخاب اندازه کوچکتر از میزان مناسب جهت خط کندانس، فشار مضاعفی بر سیستم اعمال می شود. این فشار، بخار فلاش را با سرعت نسبتا بالاتری به سمت مخزن کندانس به پیش می راند. با گذر بخار فلاش در طول لوله، بخشی از این بخار به علت اتلاف حرارت انرژی خود را از دست داده و به کندانس تبدیل می شود. این پدیده باعث افزایش اختلاف فشار شده و سرعت سیال را افزایش می دهد. بخار فلاش با حرکت سریعتر خود نسبت به کندانس باعث ایجاد موج در جریان کندانس می شود. در زمانیکه خط کندانس بخوبی اندازه گذاری شده باشد، موج های ایجاد شده نمی توانند به سطح فوقانی لوله رسیده و مسیر عبور بخار فلاش را مسدود کنند. برای کنترل شوک تفاضلی، باید از ایجاد آب بند کندانس در سیستم دوفازی جلوگیری نمود. خطوط اصلی بخار باید به درستی از کندانس تخلیه شده و خطوط کندانس نیز می بایست بطور صحیح اندازه گذاری شوند. طول لوله ورودی به تله بخار نیز می بایست حداقل باشد. همانطور که پیشتر گفته شد، تجمع آب می تواند منجر به ضربه چکش شده و تاثیرات مخربی را بر روی شبکه بخار و کندانس بگذارد.

روشهای جلوگیری از ایجاد ضربه چکش

با بکارگیری راهکارهای زیر می توان از ایجاد ضربه چکش جلوگیری نمود:

۱. آموزش صحیح پرسنل سایت
۲. اطمینان از طراحی صحیح خطوط بخار و کندانس
۳. تهیه دستورالعمل های استاندارد جهت راه اندازی و خاموش کردن خط بخار
۴. تهیه استانداردهای نصب تجهیزات خط بخار
۵. جانمایی و نصب صحیح ایستگاه های تله بخار بر روی خطوط بخار
۶. اتصال صحیح خطوط کندانس به قسمت فوقانی خط کندانس اصلی
۷. استفاده از تله های بخاری که بطور صحیح اندازه گذاری شده و مناسب تجهیز مورد نظر می باشند.
۸. استفاده از شیرهای تخلیه قبل از شیرهای قطع و وصل با اندازه ۲ اینچ به بالا
۹. بازرسی و تعمیر عایق لوله ها و جلوگیری از اتلاف حرارت و تجمع کندانس

۱۰. اندازه گذاری لوله کندانس جهت اطمینان از کارکرد صحیح شبکه بخار از اهمیت بسیاری برخوردار است. لوله های کندانس با اندازه کوچکتر از میزان مورد نیاز از بزرگترین عوامل ایجاد ضربات چکش می باشند.
۱۱. در خطوطی که از شیر کنترل تدریجی استفاده شده است، جهت جمع آوری کندانس پس از راه اندازی می بایست قبل از شیر از ایستگاه تله بخار استفاده نمود.
۱۲. کندانس تنها در صورت وجود اختلاف فشار مناسب، قابل تخلیه به خط کندانس غیر اتمسفریک می باشد.
۱۳. علامت گذاری خطوط بخار و کندانس
۱۴. قطع خطوط بخار و کندانس غیر مستعمل از شبکه
۱۵. اجرای منظم برنامه های تعمیر و نگهداری

علاقمندان جهت دریافت اطلاعات بیشتر می توانند با شرکت پارس جم کنترل (شماره تلفن های ۴-۸۸۷۰۸۲۲۳ و [E-mail: info@pars-jam.com](mailto:info@pars-jam.com)) تماس حاصل فرمایند.

