کنترل و تنظیم بخار – بخش اول

مهندس بهاره سلطانی

منبع: **Design of Fluid Systems (Spirax Sarco)**

در صنایع امروزی، کنترل و تنظیم مناسب بخار چه از نظر فشار و چه از نظر تحویل حجم بخار مورد نیاز تجهیزات حرارتی بسیار حایز اهمیت است. در تجهیزات فرآیندی، کنترل شار حرارتی جهت حفظ دمای محصول در شرایط مطلوب ضروری بوده و عدم رعایت آن به معنی تضییع محصول و ورود خسارات مالی فراوان خواهد بود. کنترل فشار و تنظیم جریان بخار جهت ورود به مبدل های حرارتی به کمک انواع مختلف شیر انجام می پذیرد. در این مجموعه مقالات به معرفی انواع شیرآلات کنترل پرداخته شده و جهت کمک به انتخاب بهینه این شیرآلات تفاوت های آنها با یکدیگر در کاربردهای مختلف شرح داده می شود. هدف از این مقالات، توصیف کامل این شیرها نبوده و تنها به معرفی مشخصه های کاری آنها و مزایای استفاده از هر یک پرداخته خواهد شد.

شیرهای فشارشکن

دیگ های بخار عمدتا به نحوی طراحی شده اند که در فشاری بالاتر از فشار مورد نیاز دستگاه ها کار کرده و نمی بایست در فشارهای پایین تر مورد استفاده قرار گیرند. استفاده از دیگ های بخار در فشار پایین باعث کاهش بازدهی و افزایش احتمال وقوع پدیده انتقال آب دیگ به درون خط (Carryover) خواهد شد. بنابراین، با تولید و توزیع بخار در حداکثر فشار قابل تامین دیگ، می توان به بالاترین بازدهی دستگاه رسید. به علاوه، با استفاده از این روش می توان شبکه توزیع بخاری با قطر کمتر و در نتیجه هزینه های نصب و اتلافات حرارتی کمتری داشت. از طرفی، تجهیزات مصرف کننده بخار دارای حداکثر فشار کاری ایمن می باشند که نباید از آن تجاوز نمود. لذا، فشار بخار در نقاط مصرف می بایست به کمک شیرهای فشارشکن کاسته شود. همچنین، ظرفیت حرارتی نهان بخار در فشار پایین تر بیشتر بوده و در نتیجه در جرم مشخصی از بخار انرژی بیشتری قابل انتقال می باشد که موجب می شود به بخار کمتری نیاز باشد. از طرفی، به دلیل اینکه دمای بخار اشباع با فشار آن رابطه مستقیمی دارد، تنظیم فشار روشی ساده ولی در عین حال موثر برای کنترل دما خواهد بود که بطور مثال می توان

Saman Paya Ideh

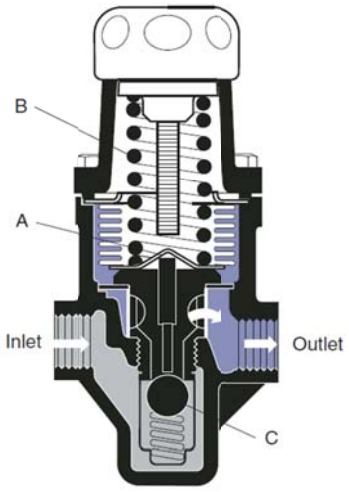
به مصرف بخار به تجهیزاتی همچون استریل کننده ها و خشک کن ها اشاره نمود. در نهایت، کاهش فشار بخار موجب هدررفت کمتر بخار فلاش (Flash Steam) از ناحیه مسیر ونت مخازن کندانس نیز خواهد شد.

اکثر شیرآلات فشارشکن را می توان به سه گروه عمده تقسیم بندی کرد.

شیرهای فشارشکن دارای عملگر مستقیم

این شیر ساده ترین نوع یک شیر فشارشکن است (شکل ۱). نحوه کار شیر به این صورت است که فشار پایین دست به زیر دیافراگم "A" نیرو وارد کرده و در تقابل با فشار ایجاد شده توسط فنر تنظیم "B" قرار می گیرد. این کنش و واکنش میزان بازشدگی شیر اصلی "C" و به تبع جریان عبوری بخار را تعیین می کند. برای تغییر حالت شیر از باز به بسته می بایست فشار کافی در زیر دیافراگم "A" جمع شده و بر نیروی اعمالی از طرف فنر تنظیم "B" بطور کامل غلبه کند. زمانی که شیر بسته شد، فشار پایین دست در حداکثر مقدار خود بوده و با افزایش مصرف بخار در پایین دست تدریجا کاهش می یابد. به شیوه مشابهی، فشار بخار ورودی نیز به زیر شیر اصلی اعمال شده و فنر تنظیم می بایست توانایی غلبه بر هر دو نیروی وارده از فشارهای ورودی و خروجی را داشته باشد. هرگونه تغییری در فشار ورودی، نیروی وارده بر شیر اصلی را تغییر داده و در نتیجه بر فشار خروجی نیز تاثیرگذار خواهد بود.

از معایب این شیرها می توان به نوسان فشار پایین دست در نتیجه نوسان مصارف بخار و همچنین ظرفیت نسبتا پایین آنها اشاره نمود. از طرفی، این شیرها جهت استفاده در مواردی که کنترل بسیار دقیق بخار ضروری نبوده و میزان گذر بخار نسبتا کم و ثابت است، ایده آل می باشند.

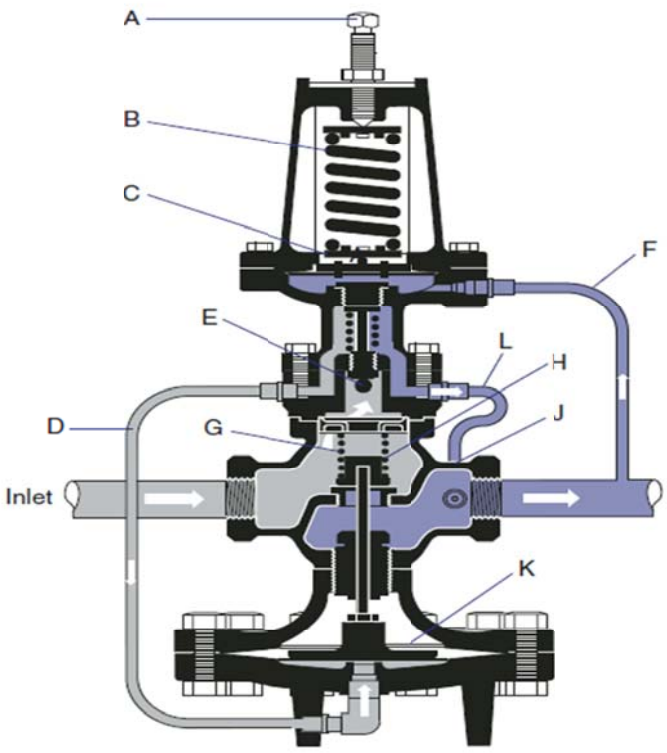


شکل ۱. شیر فشارشکن دارای عملگر مستقیم

Saman Paya Ideh

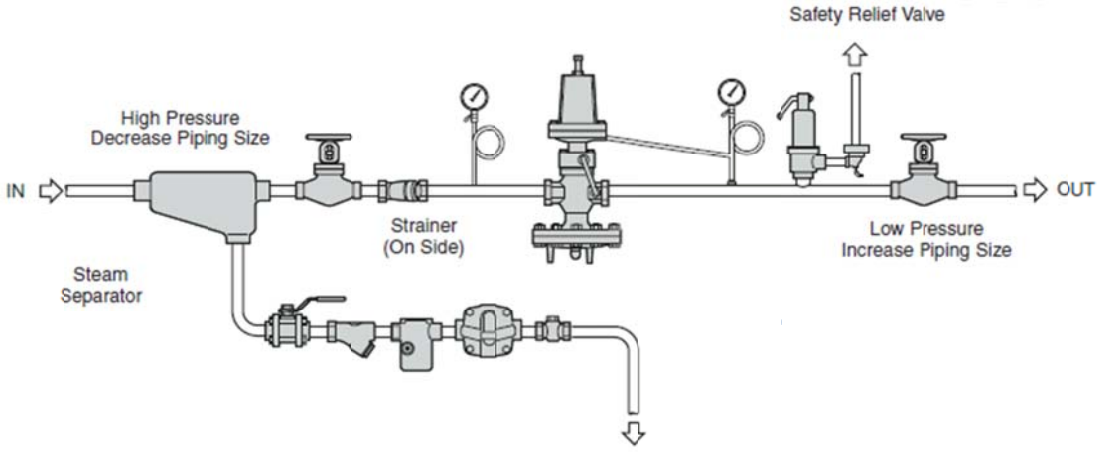
شیرهای فشارشکن پایلوت دار

از این نوع شیرهای فشارشکن در مواردی که کنترل دقیق فشار یا حجم زیاد بخار مورد نیاز است استفاده می شود (شکل ۲). نحوه عملکرد این نوع شیرها بدین صورت است که فشار خروجی شیر از طریق مسیر "F" به قسمت زیرین دیافراگم پایلوت "C" منتقل شده و در تقابل با نیروی فنر تنظیم "B" قرار می گیرد. با کاهش فشار در خروجی، نیروی فنر بر نیروی دیافراگم پایلوت غلبه کرده، شیر پایلوت را باز کرده و در نتیجه به بخار امکان می دهد از طریق مسیر "D" به زیر دیافراگم اصلی "K" منتقل گردد. شیر اصلی "H" در نتیجه تقابل نیروی وارده به زیر دیافراگم اصلی و فنر برگشتی "G" باز شده و اجازه عبور بیشتر بخار و در نتیجه برگشت فشار پایین دست به فشار مطلوب را می دهد. در مقابل، هرگونه افزایش فشار پایین دست بر دیافراگم پایلوت عمل کرده و شیر پایلوت را به سمت موقعیت بسته هدایت می کند. فشار محبوس در زیر دیافراگم اصلی به کمک مسیر "D" و روزنه "J" در مسیر خروجی شیر تخلیه شده و همزمان فنر برگشتی "G" شیر اصلی را تدریجا بسته و جریان را قطع می کند. در این وضعیت، شیر پایلوت در فاصله کمی از نشیمنگاه خود قرار گرفته و حجم بخار خروجی از روزنه "J" را جهت حفظ فشار مورد نیاز در زیر دیافراگم و در نتیجه قرارگیری شیر اصلی در موقعیت لازم جبران می کند. فشار پایین دست بوسیله پیچ "A" تنظیم شده و به کمک آن فشردگی فنر تنظیم "B" تغییر می کند.



شکل ۲. شیر فشارشکن پایلوت دار

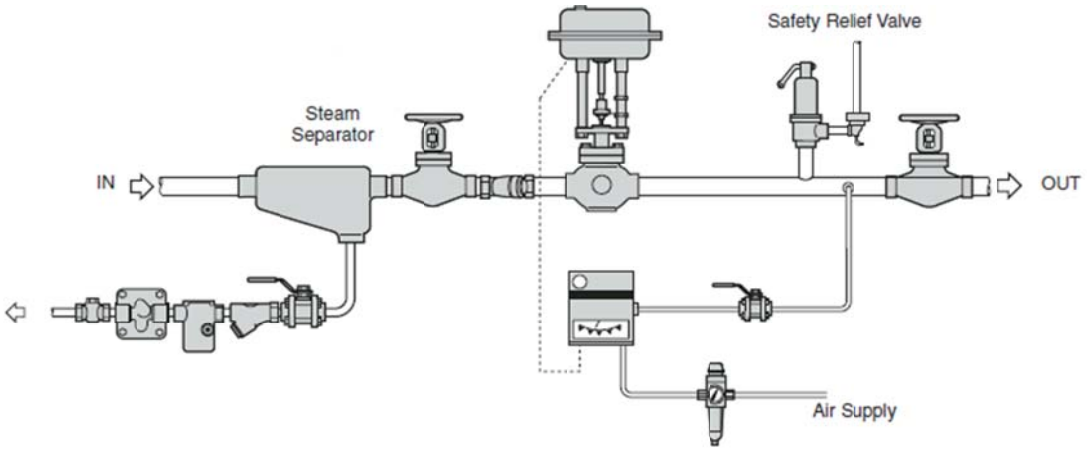
شیرهای فشارشکن پایلوت دار دارای چندین مزیت نسبت به شیرهای فشارشکن با عملگر مستقیم هستند. در این شیرها تنها جریان بسیار کوچکی از بخار لازم است تا با عبور از شیر پایلوت دیافراگم اصلی را تحت فشار قرارد داده و شیر اصلی را کاملا باز کند. بنابراین، تغییرات بسیار کم فشار پایین دست باعث تغییرات بزرگ در میزان جریان اصلی شده که نشان دهنده حساسیت بالای این نوع از شیرآلات می باشد. از طرف دیگر، اگرچه هرگونه افزایش فشار در بالادست نیروی لازم جهت بسته شدن شیر اصلی را افزایش می دهد، ولی از طرف مقابل همین نیرو از طریق مسیر تعبیه شده به زیر دیافراگم اصلی نیز وارد گردیده و بر بازشدگی شیر اثر می گذارد. بنابراین، فشار پایین دست فارغ از نوسانات فشار ورودی تامین می شود (شکل ۳).



شکل ۳. ایستگاه نمونه تقلیل فشار به کمک شیر فشارشکن پایلوت دار

شیرهای کنترل پنوماتیکی

شیرهای کنترل پنوماتیکی می توانند به کمک عملگر، پوزیشنر و کنترلر دقت بالاتری را در تقلیل فشار فراهم نمایند (شکل ۴). روش کار این تجهیزات به این صورت است که فشار جریان پایین دست بوسیله حسگر تعبیه شده به کنترلر ارسال می گردد. کنترلر نوسانات فشار را نسبت به نقطه تنظیم سنجیده و فرمان خود را به کمک فشار باد به پوزیشنر پنوماتیکی ارسال می کند. پوزیشنر نیز بر اساس فرمان دریافتی، فشار باد مورد نیاز جهت اعمال نیرو بر دیافراگم عملگر شیر را تامین می نماید. در تقابل با نیروی وارده از طرف دیافراگم، از فنر برگشتی استفاده می شود. این فنر موجب می شود شیر در اثر کاهش فشار هوای دریافتی از پوزیشنر یا قطع آن به دلایل مختلف بسته شود. با توجه به پیچیدگی صنایع و به تبع فرآیندهای کنترلی امروزی که نیازمند کنترل دقیق تر فشار بخار می باشند، شیرهای کنترل پنوماتیکی از محبوبت روز افزونی برخوردار هستند.



شکل ۴. شیر فشار شکن پنوماتیکی

انتخاب و کاربرد شیرهای فشارشکن

اولین گام ضروری در انتخاب شیر فشارشکن دقت در محل استفاده از شیر است. همانطور که پیشتر گفته شد، در کاربردهایی که مصرف بخار کم و کنترل دقیق فشار مدنظر نیست، بهترین انتخاب شیرهای فشار شکن با عملگر مستقیم خواهد بود. در سایر موارد، بخصوص در مواردی که ممکن است مصرف بخار دستگاه پایین دست قطع شده و در نتیجه فشار بخار پایین دست از مقداری معین تجاوز کند، شیرهای فشارشکن پایلوت دار بهترین گزینه می باشند.

نصب شیر بزرگتر از اندازه مورد نیاز، که در صنایع بسیار رایج است، به هیچ عنوان برای هیچ یک از انواع شیرهای کنترل توصیه نمی شود. شیر بزرگتر از حد نیاز در حداقل بازشدگی کار خواهد کرد و نتیجتا تحت خوردگی شدید مکانیکی (Erosion) قرار خواهد گرفت. به علاوه، هرگونه جابجایی کوچک در موقعیت شیر جهت تطبیق با شرایط نوسانات مصرف باعث تغیرات زیاد در میزان گذر سیال می شود. در نتیجه، همواره حجم کمتر یا بیشتری از سیال نسبت به مقدار مورد نیاز عبور کرده و موجب ایجاد نوسانات زیاد فشار پایین دست خواهد شد.

در مقابل، با استفاده از یک شیر تقلیل کوچکتر که به درستی انتخاب شده است، شاهد استهلاک کمتر و کنترل دقیق تر خواهیم بود. در مواردی که نیاز به تقلیل فشار بیشتر یا تقابل با نوسانات گسترده مصرف است، پیشنهاد می شود دو یا چند شیر بصورت سری یا موازی جهت بهبود کنترل پذیری و طول عمر شیرها نصب گردد.

قابلیت اطمینان و دقت شیرها علاوه بر انتخاب نوع و اندازه صحیح، به نصب صحیح این شیرآلات نیز بستگی دارد. به دلیل اینکه عمده مشکلات شیرهای فشارشکن ناشی از ورود بخار مرطوب و ذرات فلزی موجود در لوله ها می باشد، لذا بایستی یک

از یک سپراتور (Separator) بخار به همراه یک صافی مجهز به توری ریز (۱۰۰) در قبل از شیر فشارشکن بهره برد. در خطوط افقی، قسمت Y شکل صافی ها می بایست جهت جلوگیری از انباشتگی کندانس در زمان خاموشی و نیز حصول اطمینان از قرارگیری تمامی سطح توری آن با مسیر عبور ذرات فلزی موجود در خط در راستای افقی نصب شوند. همچنین، تمامی صافی ها به عنوان بخشی از برنامه تعمیرات پیشگیرانه می بایست جهت تمیز کردن مجهز به شیرهای بلودان باشند. لوله های ورودی و خروجی شیر فشارشکن نیز بایستی به گونه ای سایز زده شوند که سرعت بخار در آنها از ۳۰ m/s فراتر نرود. به علاوه، تبدیل های مورد استفاده می بایست از نوع غیر هم مرکز بوده و به گونه ای نصب شوند که شکم آنها به سمت بالا بوده و از انباشتگی کندانس در پشت آنها در زمان خاموشی جلوگیری شود.

در انتها، شایان ذکر است در صورتیکه تجهیزات نصب شده در پایین دست شیرهای فشارشکن قابلیت تحمل فشار ورودی به شیر را نداشته باشند، باید از شیر اطمینان مناسب در خروجی شیرها یا بر روی خود تجهیزات بهره برد تا از تجهیزات در برابر افزایش نامتعارف فشار محافظت شود. شیر اطمینان مورد نظر می بایست توانایی تخلیه حداکثر دبی بخار عبوری از شیر فشارشکن را در نقطه تنظیم خود داشته باشد. مطابق استاندارد ASME فشار تنظیمی شیر اطمینان برای تجهیزاتی که تا فشار ۷۰ psi کار می کنند می بایست ۵ psi فراتر از حداکثر فشار کارکرد تجهیزات بوده و این فشار برای مصرف کننده های بخار با فشار کاری بین ۷۰ psi تا ۱۰۰۰ psi، نهایتا ۱۰٪ بیشتر از حداکثر فشار کاری تجهیزات در نظر گرفته شود.

علاقمندان می توانند جهت دریافت اطلاعات بیشتر و یا هماهنگی جهت بازدید از مجموعه با شرکت سامان پایا ایده به شماره تلفن ۴-۲۶۲۱۸۵۲۳-۰۲۱ و یا پست الکترونیک info@spi-ir.com تماس حاصل فرمایند.

Saman Paya Ideh