

راهنمای انتخاب شیرهای کنترل

شرکت پارس جم کنترل

از: مهندس ایمان رزمی

شیرهای کنترل از جمله المانهای پرکاربرد در صنایع مختلف می باشند. به منظور انتخاب این شیرآلات، ابتدا می بایست به نیاز مندی های فرآیند توجه کرده و سپس جهت رفع این نیاز مشخصه های¹ لازم شیر را تعیین نمود.

پاسخ به سوالات زیر به انتخاب شیر کمک خواهد کرد:

- چیدمان خط به چه صورت و قطر خط چه میزان است؟ چیدمان خط، لزوم استفاده از شیر دو راهه یا سه راهه مخلوط کننده² یا جدا کننده³ را مشخص می کند. از طرفی، قطر خط نیز می تواند تعیین کننده لزوم استفاده از اتصال دنده ای یا فلنجی باشد.

- آیا جهت کنترل فرآیند بهتر است از کنترل قطع و وصلی استفاده شود یا تدریجی؟ آیا فرآیند به شیر "معمولا باز"⁴ نیاز دارد یا "معمولا بسته"⁵؟ آیا عملگر⁶ شیر می بایست عملگر مستقیم⁷ باشد یا عملگر معکوس⁸؟ آیا نیاز به قطع کامل جریان⁹ می باشد؟ شیر کنترل در چه اختلاف فشاری می بایست ببندد؟ نیروی مورد نیاز عملگر چقدر است؟

شیرهای تک نشیمنگاه قابلیت انسداد کامل جریان را دارند اما شیرهای دو نشیمنگاه از این قابلیت بی بهره اند. از شیرهای دو نشیمنگاه در خطوط بای پس فشار یا دریچه های کنترل بخار استفاده می شود.

نیروی عملگر مورد نیاز جهت انسداد جریان به طراحی و ظرفیت عبور جریان از شیر بستگی دارد. بنابراین، در انتخاب شیر و عملگر مورد نیاز، ابتدا شیر انتخاب شده و سپس عملگر مناسب انتخاب می شود.

- سیال تحت کنترل چیست؟ گستره دمایی و فشاری این سیال چیست؟

¹ Characteristics

² mixing

³ diverting

⁴ normally open

⁵ normally close

⁶ actuator

⁷ direct-acting

⁸ reverse-acting

⁹ tight shutoff

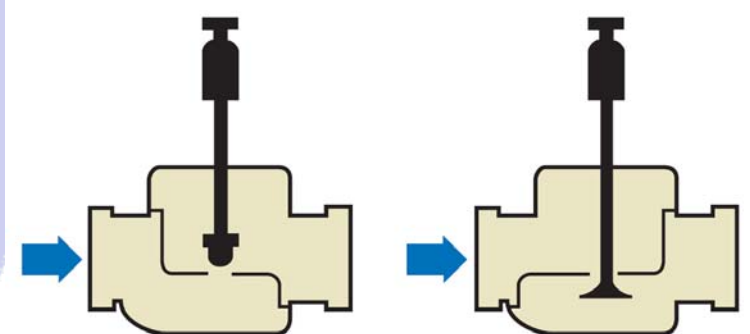
شیرهای کنترل می بایست با سیال عبوری از نظر بیشینه و کمینه دما و بیشینه فشار سازگار باشند. فشار و دمای سیال تحت کنترل نبایستی از بیشینه فشار و دمای مجاز شیر فراتر رود.

- افت فشار در عبور از شیر چه میزان است؟ آیا افت فشار به میزان کافی بالا است؟

جهت انجام فرآیند کنترل، افت فشار شیر در حالت کاملاً باز می بایست به اندازه کافی بالا باشد. اگرچه، این افت فشار نبایستی از فشار بدنه کارکرد شیر فراتر رود.

شیرهای کف فلزی^{۱۰}

این نوع شیرآلات در کاربردهای تهویه مطبوع بسیار مورد استفاده بوده و از قطر ۱/۲ اینچ تا ۱۲ اینچ با ظرفیت های عبور، مشخصه ها و گستره دمایی و فشاری متنوعی موجود می باشند. به کمک این شیرها می توان جریان سیال را کاملاً قطع کرده و فشارهای کاری مختلف کنترل بسیار خوبی بر شدت جریان داشت. شیرهای کف فلزی به صورت دو راهه مستقیم یا ۹۰ درجه و سه راهه مخلوط کننده یا جدا کننده ساخته می شوند. این شیرها جریان را قطع کرده و بر روی بدنه خود جهت صحیح عبور جریان را نشان می دهند. نصب اشتباه آنها می تواند باعث نوسانات بار، ایجاد سر و صدا و نیز فرسایش شدید شیر گردد.



شیر کف فلزی دو راهه - با پایین آمدن ساقه، شیر سمت راست باز می شود در حالیکه شیر سمت چپ بسته می شود.

شیر کف فلزی دو راهه یک ورودی و یک خروجی هم راستا یا ۹۰ درجه دارد. جهت بکاراندازی این شیرها از عملگرهای الکتریک و پنوماتیک با حرکت خطی می توان استفاده نمود.

شیرهای توپی^{۱۱}

¹⁰ Globe Valve

¹¹ Ball Valve

شیرهای توپی دستی یا اتومات در کاربردهای قطع و وصلی یا در صورت تجهیز به عملگرهای الکتریک در کاربردهای تدریجی بکار می روند. این شیرها در نوع دو راهه و سه راهه خود قابلیت انسداد کامل جریان را دارا می باشند. شیرهای توپی را می بایست جهت کنترل مناسب جریان همانند سایر شیرآلات به دقت اندازه گذاری نمود.

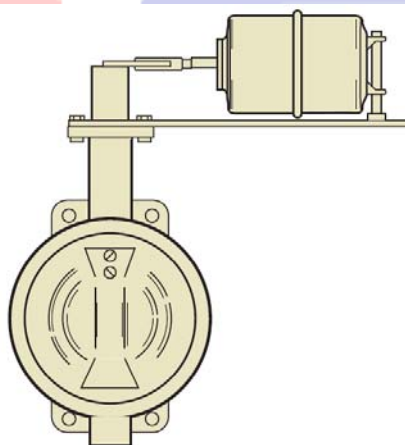
در صورت استفاده از این شیرآلات در کاربردهای تدریجی، می بایست از انواع ساخته شده جهت این کاربردها استفاده نمود. پکینگ این نوع از شیرآلات نایستی در طی هزاران سیکل کارکرد از آب بندی خارج شوند. جنس توپی و ساقه شیر جهت کاهش احتمال چسبندگی به نشیمنگاه می بایست از نوع فولاد ضد زنگ یا ماده ای شبیه آن باشند.

شیرهای توپی دو راهه کنترل جریان را به صورت درصد ثابت^{۱۲} انجام داده و جهت جریان در این نوع شیرآلات اهمیتی ندارد.

از شیرهای توپی سه راهه نیز می توان در حالت های مخلوط کننده یا جدا کننده استفاده نمود. این نوع شیرها در شرایط بار ثابت دارای مشخصه کنترلی خطی می باشند.

شیرهای پروانه ای^{۱۳}

شیرهای پروانه ای، جریان آب داغ، آب سرد یا آب کندانسور را در کاربردهای قطع و وصلی یا تناسبی کنترل می نمایند. این نوع شیرآلات نیز به صورت دو یا سه راهه یافت شده و با استفاده از آنها با انتخاب نیروی عملگر و پوشش بدنه مناسب انسداد کامل جریان امکان پذیر است.



شیر پروانه ای

¹² Equal percentage

¹³ Butterfly Valve

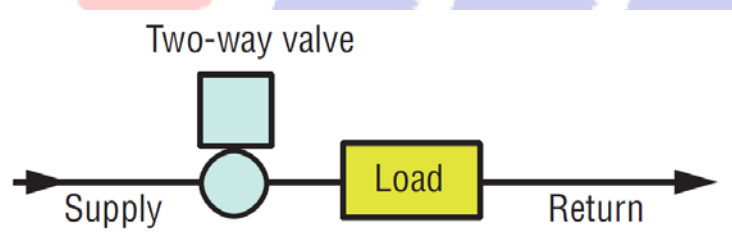
از انواع سه راهه آن جهت اختلاط یا پخش جریان استفاده شده و جهت عبور جریان اهمیتی ندارد. این نوع از شیرهای پروانه ای شامل دو شیر پروانه ای مجزا است که بر روی یک سه راهی فلنجی سوار شده و به گونه ای به عملگر مرتبطند که با باز شدن یکی، دیگری بسته می شود. کمترین ظرفیت شیرهای پروانه ای سه راهه زمانی بدست می آید که هر دو شیر پروانه ای نیمه باز باشند.

در صورتیکه از شیرهای پروانه ای جهت کنترل تناسبی استفاده شود، می بایست به افت فشار درون شیر توجه ویژه ای نمود. رسیدن افت فشار به سطح بحرانی می تواند باعث ایجاد نوسانات، کنترل ضعیف و حتی آسیب به اهرم بندی و عملگر شود.

از شیرهای پروانه ای عمدتاً در شبکه های لوله با قطر زیاد، مکانهایی با فضای نصب محدود و در نقاطی که نیاز به انسداد کامل جریان است استفاده می شود. به عنوان مثال، جهت کنترل دمای آب برگشتی به کندانسور می توان از دو شیر پروانه ای جهت مخلوط کردن آب استفاده نمود. در مسیر تغذیه آب کندانسور، این دو شیر دبی آب برج و آب برگشتی کندانسور را متناسب با یکدیگر تنظیم می کنند.

شیرهای دو راهه

همانطور که در مطالب فوق اشاره شد، انواع شیرهای دو راهه شامل شیرهای کف فلزی، توپی و پروانه ای می باشد. ترکیب بدنه شیر با عملگر (مجموعه شیر) موقعیت ساقه و پلاگ شیر را تعیین می کند. از این شیرآلات جهت کنترل بخار یا آب در کاربردهای قطع و وصلی یا تناسبی استفاده می شود. شیرآلات دو راهه قابلیت قطع کامل جریان را داشته و دارای مشخصه های مختلف جریان همچون "آزادسازی سریع"¹⁴، "خطی" و "درصد ثابت" می باشند.

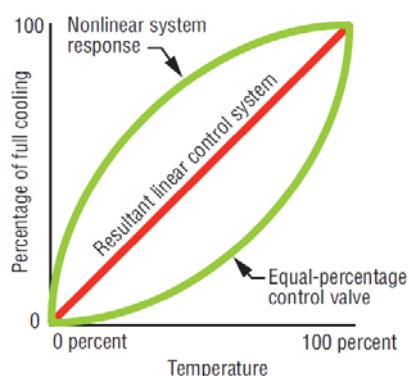


کاربرد شیر دو راهه

بصورت کلی، بی نقص ترین سیستم کنترل سیستمی است که در تمام گستره کاری خود پاسخی خطی داشته باشد. در این حالت، حساسیت سیستم کنترل به تغییرات دما در سراسر گستره کنترلی ثابت است. برای مثال، افزایش کم دما به میزان ناچیزی بار برودتی را افزایش می دهد. در مقابل، در یک سیستم غیرخطی حساسیت متغیر بوده و

¹⁴ Quick-opening

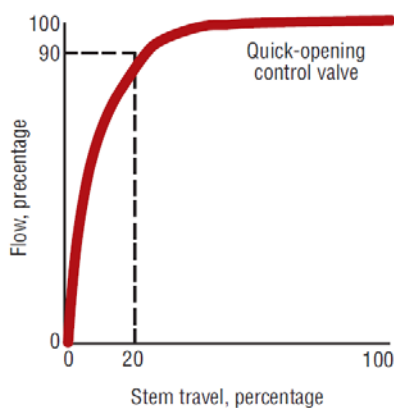
افزایش کم دما می تواند در بخشی از گستره کاری باعث افزایش زیاد و در بخشی دیگر موجب افزایش کم بار بروندی گردد. جهت دستیابی به کنترل خطی، برآیند عملکرد عملگر، شیر کنترل و نوسانات بار مصرفی می بایست خطی باشند. در صورت عملکرد خطی مجموعه، استفاده از شیر کنترل خطی مناسب است. در صورت غیرخطی بودن سیستم، جهت خطی کردن عملکرد نهایی سیستم، می بایست از شیری غیرخطی همچون یک شیر درصد ثابت استفاده نمود تا برآیند نهایی خطی گردد.



سیستم خطی و سیستم غیر خطی

شیرهای آزادسازی سریع

یک شیر دوراهه با مشخصه آزادسازی سریع شامل یک راهنما و یک پلاگ شیر تخت یا همان پلاگ آزادسازی سریع می باشد. از این نوع شیرآلات جهت کنترل قطع و وصلی بخار استفاده می شود. افت فشار در شیر دوراهه آزادسازی سریع می بایست ۱۰ تا ۲۰ درصد افت فشار مجموعه لوله کشی باشد. شکل زیر رابطه جریان و حرکت ساقه شیر را در یک شیر آزادسازی سریع نشان می دهند. همانطور که مشاهده می شود، برای عبور ۹۰ درصد جریان از شیر، ساقه تنها می بایست ۲۰ درصد باز شود.



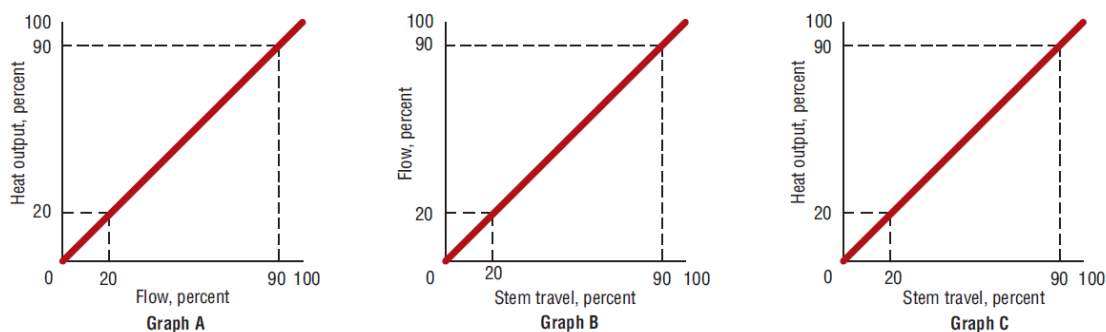
رابطه جریان عبوری و حرکت ساقه شیر در شیرهای با مشخصه آزادسازی سریع

از آنجاییکه تنها وضعیت های مهم در کنترل قطع و وصلی، حالت کاملاً باز یا کاملاً بسته است، در این نوع کنترل می توان از شیرهای خطی یا درصد ثابت به جای شیرهای با مشخصه آزادسازی سریع استفاده نمود.

شیرهای خطی

شیر خطی دارای یک پلاگ¹⁵ مخروطی شکل بوده و از آن برای کنترل تناسبی بخار یا آب سرد و یا کاربردهایی که تغییرات بار در آنها کمتر رخ می دهد استفاده می شود. به عنوان مثال، در کاربردهای بخار یا آب سرد، تغییر بار حرارتی (در مبدل یا کویل حرارتی) و به تبع آن تغییر در جریان، موجب تغییراتی به همان نسبت در برون دهی حرارت می گردد. شکل زیر ارتباط برون دهی حرارت، جریان و حرکت ساقه شیر را در یک مبدل حرارتی با استفاده از یک شیر خطی نشان می دهد:

- نمودار A، ارتباط خطی برون دهی حرارت با جریان را در یک مبدل حرارتی بخار نشان می دهد، بطوریکه تغییر در برون دهی حرارت ارتباط مستقیمی با تغییر در جریان سیال دارد.
 - نمودار B، رابطه خطی بین جریان و حرکت ساقه را در یک شیر کنترل خطی نشان می دهد. تغییر در موقعیت ساقه مستقیماً با تغییر در جریان سیال در ارتباط است.
- لازم به ذکر است هنگامیکه یک شیر خطی شروع به باز شدن می کند، به علت وجود فاصله ای کوچک جهت جلوگیری از چسبندگی شیر به نشیمنگاه، جریان کمی از شیر عبور می کند. به همین علت برخی از شیرهای خطی دارای مشخصه خطی تغییر یافته ای می باشند که این جریان کم را نیز به حداقل برساند. این مشخصه تغییر یافته در ۵ الی ۱۰ درصد بازشدگی اولیه شیر همچون مشخصه شیرهای درصد ثابت عمل کرده و سپس مشخصه خطی خود را باز می یابد.
- به کمک نمودار C می توان رابطه خطی برون دهی حرارت و حرکت ساقه شیر را در یک مبدل حرارتی مشاهده نمود. تغییرات برون دهی حرارت مستقیماً متناسب با حرکت ساقه شیر می باشد. بنابراین، در کاربردهای خطی جهت ایجاد کنترل خطی از یک شیر خطی استفاده می شود.



ارتباط خروجی حرارت، گذر جریان و حرکت ساقه شیر در یک شیر خطی

شیرهای با مشخصه درصد ثابت

شیر درصد ثابت شامل یک پلاگ مخروطی است و جابجایی های یکسان ساقه شیر در گستره جریان، جریان موجود را بدون توجه به شدت جریان به میزان درصد ثابتی تغییر می دهد.

جدول زیر مثالی از نحوه عملکرد شیر درصد ثابت را نشان می دهد. فرض کنید ساقه شیر به میزان ۳۰ درصد باز شده و جریان با شدت $3/9$ gpm از شیر عبور می کند. حال اگر شیر ۱۰ درصد دیگر باز شود، جریان با شدت $6/2$ از شیر گذر می کند، بنابراین ۶۰ درصد بر شدت جریان افزوده می شود. در صورتیکه شیر ۱۰ درصد دیگر باز شود و باز شدگی شیر به ۵۰ درصد برسد، جریان ۶۰ درصد دیگر نیز افزایش یافته و به $9/9$ gpm خواهد رسید.

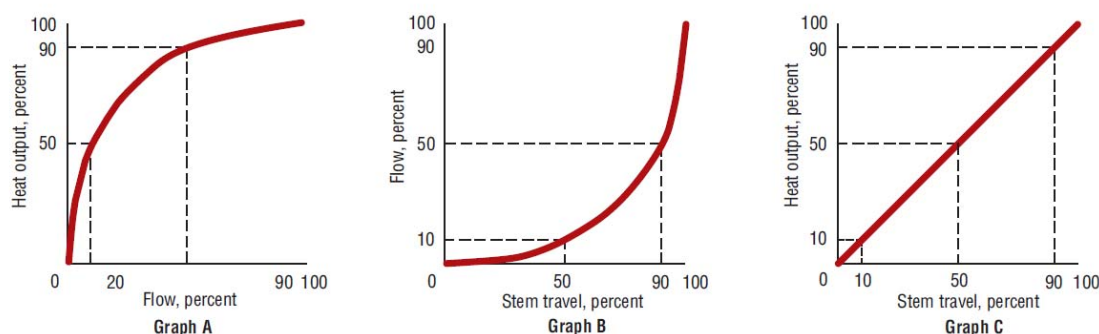
از این نوع شیرآلات در کنترل کاربردهای با تغییرات بار زیاد (مثلا کنترل تناسبی شبکه آب داغ یا بخار) استفاده می شود. به عنوان مثال، در کاربردهای آب داغ افت بار حرارتی (مثلا در کویل) و در نتیجه کاهش شدید جریان کاهش کوچکی در برون دهی حرارت ایجاد می کند. بنابراین، در این موارد از یک شیر درصد ثابت جهت دستیابی به کنترل خطی استفاده می شود.

Stem		Flow	
Change	Position	Rate	Change
—	30 percent open	3.9 gpm	—
10 percent increase	40 percent open	6.2 gpm	60 percent increase
10 percent increase	50 percent open	9.9 gpm	60 percent increase

ارتباط موقعیت ساقه و شدت گذر جریان در شیر درصد ثابت

در نمودار زیر نیز ارتباط برون دهی حرارت، جریان عبوری و حرکت ساقه را می توان در یک کویل آب داغ با دمای آب ورودی ۲۰۰ درجه فارنهایت و دمای هوای ورودی ۵۰ درجه فارنهایت مشاهده نمود.

- نمودار A ارتباط غیرخطی برون دهی حرارت و جریان را در یک کویل آب داغ نشان می دهد. افت ۵۰ درصدی جریان باعث افت ۱۰ درصدی حرارت خروجی شده است. برای کاهش ۵۰ درصدی حرارت خروجی، جریان می بایست ۹۰ درصد کاهش یابد.
 - نمودار B رابطه غیرخطی جریان و حرکت ساقه را در یک شیر کنترل درصد ثابت نشان می دهد. برای کاهش ۵۰ درصدی جریان، ساقه می بایست ۱۰ درصد بسته شود. در صورتیکه ساقه ۵۰ درصد بسته شود، جریان ۹۰ درصد کاهش می یابد.
 - نمودار C ارتباط حرارت خروجی و حرکت ساقه را در کویل حرارتی نشان می دهد که تقریباً ارتباطی خطی است. ۱۰ درصد کاهش حرارت خروجی نیازمند ۱۰ درصد بسته تر شدن ساقه و ۵۰ درصد کاهش حرارت خروجی مستلزم ۵۰ درصد بسته تر شدن ساقه است.
- شیرهای با مشخصه درصد ثابت مشخصه غیرخطی شبکه های آب داغ را جبران کرده و کنترلی تقریباً خطی ایجاد می کند.



ارتباط خروجی حرارت، گذر جریان و حرکت ساقه شیر در یک درصد ثابت

شیرهای سه راهه

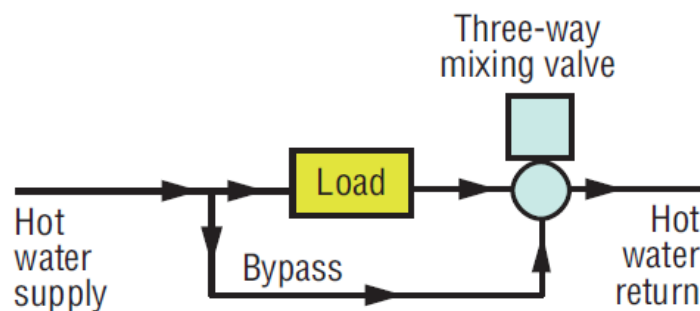
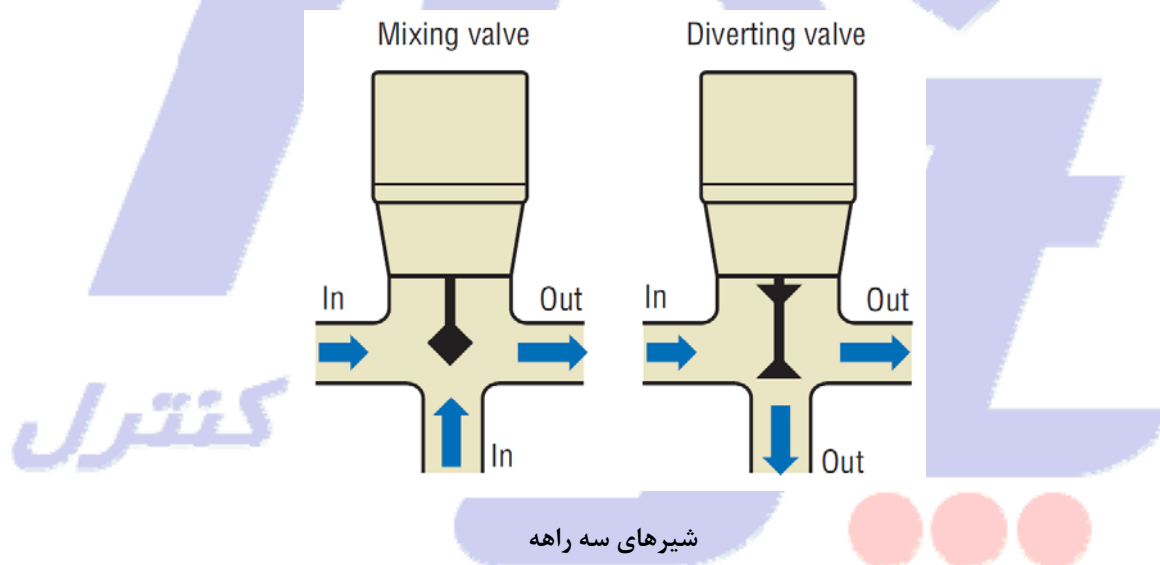
شیرهای سه راهه جریان سیالات را مخلوط یا پخش می کنند. طراحی داخلی شیر سه راهه کف فلزی امکان انسداد مسیر جریان سیال را در کاربردهای مختلف ایجاد می کند. جهت صحیح عبور جریان بر روی بدنه این شیرها نشان داده شده است و همانطور که پیشتر نیز گفته شد، نصب ناصحیح شیر سه راهه می تواند باعث نوسانات جریان، ایجاد صدا و ساییدگی شدید شیر شود. شیرهای سه راهه عمدتاً مشخصه خطی داشته و برخی از آنها در کاربردهای کویل حرارتی به صورت درصد ثابت عمل می کنند. شیرهای توپی نیز به صورت شیر سه راهه موجود بوده و انواع پروانه ای را می توان به گونه ای ترکیب نمود که به صورت شیر سه راهه عمل نمایند.

- شیرهای مخلوط کننده

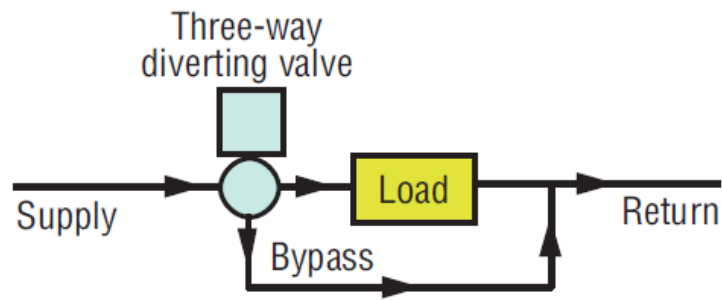
یک شیر مخلوط کننده دارای دو اتصال ورودی و یک اتصال خروجی است. این شیر سیالات ورودی را از مسیره‌های ورودی دریافت کرده و سیال ترکیبی را از خروجی خود خارج می‌کند. موقعیت قرار گیری دیسک شیر تعیین کننده نسبت اختلاط سیالات ورودی است. فشار مورد نیاز جهت بستن شیر مخلوط کننده برابر با اختلاف بیشینه فشار ورودی با کمینه فشار پایین دست شیر می‌باشد.

در صورتیکه اختلاف فشار سیستم بالاتر از فشار کاری مجاز شیر مخلوط کننده کف فلزی باشد، می‌توان از انواع توپی یا پروانه ای به عنوان جایگزین استفاده نمود.

بکارگیری شیرهای مخلوط کننده کف فلزی جهت پخش جریان با اعمال کنترل تدریجی صحیح نیست. در صورتیکه از یک شیر مخلوط کننده به عنوان شیر جدا کننده تدریجی استفاده شود، زمانی که دیسک نزدیک به موقعیت بسته است فشار ورودی دیسک را بر روی نشیمنگاه چسبانده و باعث عدم کنترل، نوسان و خوردگی شدید شیر و ایجاد سر و صدا می‌شود.



بای پس کردن بار با استفاده از شیر مخلوط کننده



بای پس کردن بار با استفاده از شیر جدا کننده

• شیرهای جدا کننده

شیر کف فلزی جدا کننده دارای یک ورودی و دو خروجی است. این شیر دارای دو پلاگ مخروطی است که در جهت های مخالف بر روی نشیمنگاه شیر نشسته و جریان ورودی را قطع می کنند. شیر، سیال را از ورودی دریافت کرده و بسته به موقعیت قرارگیری دیسک از مسیر خروجی خارج می کند. اگر دیسک شیر بر روی نشیمنگاه پایین باشد، تمام سیال از مسیر مستقیم خارج می شود و اگر دیسک بر روی نشیمنگاه بالا قرار گیرد، سیال از مسیر تحتانی خارج می شود.

فشار مورد نیاز جهت انسداد شیر جدا کننده برابر با اختلاف بیشینه فشار ورودی و کمینه فشار پایین دست شیر است.

از شیرهای کف فلزی جدا کننده نبایستی برای اختلاط سیالات استفاده نمود، در غیر اینصورت مشکلاتی مشابه با مواردی که برای شیرهای مخلوط کننده ذکر شد رخ خواهد داد.

علاقمندان جهت دریافت اطلاعات بیشتر میتوانند با شرکت پارس جم کنترل (شماره تلفنهای ۴-۸۲۲۳-۸۸۷۰ و

E-mail: info@pars-jam.com) تماس حاصل فرمایند.