A-PDF Watermark DEMO: Purchase from www.A-PDF.com to remove the watermark

به نام خالق زیبایی‌ها

http://www.mohandes-iran.com

شیرهای کنترلی

مدرس : امیر حصیمی

پست الکترونیک: ahassimi@iooc.co.ir

ویرایش سوم

زمستان ۱۳۹۶

http://www.mohandes-iran.com

فهرست مطالب

عنوان — صفحه

مقدمه	۴
تاریخچه شیر کنترلی	۴
شیر کروی و انواع آن	۵
انواع شیر از لحاظ خصوصیات جریانی	۸
جریان بحرانی	۹
تعاریف برای شیر کنترلی اتوماتیک	۱۱
طراحی شیر	۱۴
کلاس فشاری شیر کنترلی	۱۷
اجزای شیر کنترلی	۱۸
شیرهای کنترلی توپی V	۲۳
پیوست‌ها	۲۷
منابع	۳۴

http://www.mohandes-iran.com

مقدمه

مطابق تعریف مندرج در استاندارد ISA-S75.05 شیر کنترل وسیله‌ای است که با اعمال نیرویی غیر از نیروی دست عمل می‌نماید و میزان جریان سیال را در یک سیستم کنترل فرایندی تنظیم می‌کند، شیر کنترل شامل یک شیر است که به یک مکانیزم محرکه یا Actuator که توانایی تغییر عنصر کنترل کننده سیال را دارد متصل می‌باشد. این تغییر برمبنای سیگنالی است که از سیستم کنترل دریافت می‌شود.

شیر کنترل نقش مهم و اساسی در یک صنعت فرایندی ایفا می‌نماید و قسمت زیادی از هزینه های خرید قطعات و دستگاه ها در صنایع، مربوط به شیر کنترل و سیستم های جانبی آن می‌باشد.

رشد شیرهای Rotary از سال ۱۹۵۰ تا سال ۱۹۸۰ از یک درصد به ۵۰ درصد رسیده است و کاربرد آن بیشتر و بیشتر شده است. اولین نوع از شیرهای Rotary نوع پروانه‌ای آن بود. شیرهای Rotary از لحاظ هزینه و نیز عملکرد، مزایایی را نسبت به شیرهای خطی از خودشان نشان دادند. شیرهای معروف Straight-through دارای ظرفیت جریانی یا همان C_v بیشتر می‌باشند ولی جزء شیرهای High Recovery بوده و مستعد ایجاد Choking و Cavitation می باشند. ولی از لحاظ وزن و ابعاد موقعیت مناسبی دارند. شیرهای Rotary دارای دامنه محدودتر فشار و دما نسبت به شیرهای Globe می‌باشند.

انتخاب شیرهای کنترل قبلا بر مبنای پارامترهای اولیه ای نظیر Pressure Rating ، دامنه جریان، افت فشار و .. بود اما اکنون تاکید بر هزینه‌ها می باشد بنابراین شیرهای کنترلی باید از لحاظ هزینه های اولیه و هزینه های تعمیراتی، مناسب باشند ضمن اینکه می بایست خواص کنترلی خوبی داشته باشند. پارامترهای ثانویه در انتخاب شیر کنترل شامل نشتی های مجاز، خصوصیات جریانی، دما، لزجت و سایش می‌باشد.

همچنین می‌بایست مساله Noise جریان، محرک یا Actuator مناسب را با توجه به حداکثر اختلاف فشار بین دو طرف شیر (Max. Shut-off Differential Pressure) و نیز موقعیت دهنده شیر یا Positioner مشخص گردند.

مشخص نمودن اندازه شیر کنترل که به آن Valve Sizing اطلاق می‌شه، بستگی به پارامترهای متغیری بنام Cv دارد. پارامترهای مورد نیاز جهت محاسبه ضریب جریانی که در انتها با مثالی توضیح داده شده است، در استاندادر ISA مشخص شده است. همچنین تعریف این ضریب جریانی در ادامه ذکر شده است. باید دقت نمود که Cv مربوط به شیر کنترلی (اعم از دستی یا اتوماتیک) می‌باشد و به اشتباه "بنام ضریبی برای جریان" شناخته می‌شود. بر طبق تعریف این ضریب، نشان داده می‌شود که حداکثر دبی که از محلی از خط لوله که مقرر هست شیر کنترلی قرار گیرد، چقدر می‌باشد (زیرا 1 Psi بسیار افت فشار کمی می‌باشد).

تاریخچه شیر کنترلی

استفاده از شیر کنترل حداقل به زمان رومیان بر می‌گردد، زمانی که آنها از شیرهای سماوری برنزی استفاده می‌کردند ولی استفاده از شیر کنترل اتوماتیک ابتدا توسط جیمز وات در اواخر قرن ۱۸ میلادی انجام شد. وی در ماشین بخار خود جهت کنترل سرعت، از شیرهای کنترل استفاده نمود.

اجداد شیرهای کنترل امروزی در قرن نوزدهم میلادی همزمان با کاربرد بیشتر بخار به بازار، گسترش یافتند. در اواخر قرن نوزدهم رگلاتورهای فشار و ارتفاع به بازار آمدند. در سال ۱۸۸۰ ، ویلیام فیشر (William Fisher) مهندسی در ایالت آیوای آمریکا در پی راهی جهت کنترل فشار خروجی پمپ های آب آتش‌نشانی بود. با تلاش وی، تنظیم کننده‌هایی (governor) جهت پمپ ها ساخته شد و پس از آن شرکت Fisher تاسیس گردید. در سال ۱۹۰۷ این تنظیم‌کننده‌ها در نیروگاههای ایالات متحده، کانادا و انگلیس نصب شدند.

http://www.mohandes-iran.com

در سال ۱۸۸۲ آقای ویلیام ماسون (William Mason) شرکت "ماسون رگلاتور" را تاسیس نمود. این شرکت در قسمتی از شهر بوستون از ایالت ماساچوست قرار داشت. وی سپس تنظیم کننده‌های دیگری برای کشتی های بخار تولید نمود.

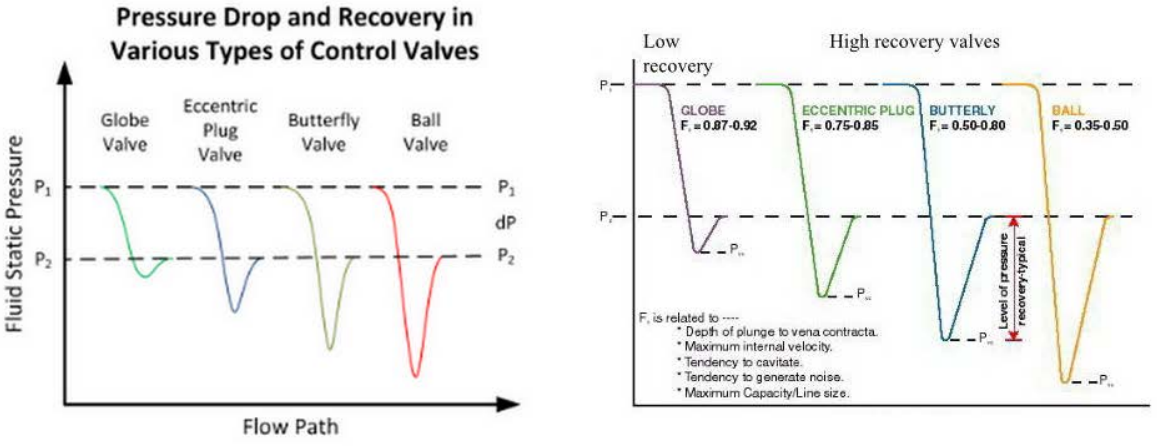
در سال ۱۸۹۰ رگلاتورها در کشتی‌های نیروی دریایی آمریکا مورد استفاده قرار گرفتند. شرکت های دیگری نیز در اواخر قرن نوزدهم جهت ساخت شیر کنترل شروع به فعالیت نمودند. با رشد صنایع نفت و گاز نیاز به رگلاتورهای بزرگ بیشتر گردید و بنابراین رگلاتورهای عمل کننده با پایلوت به بازار عرضه شدند. در سال های ۱۹۲۰ و ۱۹۳۰ شرکت Hanlon-Waters ، ابداعاتی در زمینه ساخت شیرهای کنترل بعمل آورد. این شرکت در ایالت اوکلاهامای آمریکا قرار داشت.

تا سال ۱۹۳۰ جهت تعیین سایز شیرهای کنترل از نمودارهای شرکت Fisher استفاده می‌شد تا اینکه آقای Ralph Rockwell و آقای دکتر Mason از شرکت Foxboro فرمولهایی را جهت تعیین اندازه شیرهای کنترل ارایه نمودند. در این فرمول های اولیه، اثری از Cv نبود.

در سال های ۱۹۴۳ تا ۱۹۴۵ شرکت National Steam Specially Club شروع به استاندارد سازی جهت ابعاد شیرهای کنترل (Face-To-Face) نمود. استاندارد سازی نهایتا بوسیله گروهی متشکل از Paul Elfers از شرکت Fisher و Ralph Rockwell از شرکت Mason-Neilan و .. تکمیل گردید.

اولین نوع شیرهای Rotary در سال ۱۹۳۰ توسط شرکت Mason-Neilan ساخته شد. در سال ۱۹۵۴ شیرهایی از نوع Saunders و پروانه‌ای (Butterfly) تولید شد.

در بین سال های ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۵ شیرهای هوشمند گسترش یافتند. شیرهای هوشمند شیرهایی هستند که از ترانسمیترهای هوشمند در Positioner های خود، استفاده نموده‌اند.



شکل شماره ۱. افت فشار و بازیافت آن در انواع شیرها

شیر کروی[1] و انواع آن

یکی از پرکاربردترین شیرهای صنعتی، شیرهای کروی یا Globe می‌باشند که بیشتر برای کنترل جریان مورد استفاده قرار می‌گیرند. کاربرد آن برای کنترل و تنظیم جریان سیال، به جهت طراحی شکل بندآور و تغییر جهت حرکت سیال می‌باشد. نام این شیر نیز برگرفته از شکل ظاهری بدنه آن که شبیه یک کره است، می باشد. اجزای اساسی این نوع شیر شامل بدنه، درپوش، ساقه، بندآور، نشیمن گاه و آب‌بندها می‌باشد. جهت ورود جریان به شیرهای کروی بسیار مهم است. این شیر می‌تواند طوری قرار گیرد که جریان از زیر دیسک وارد شیر شود (انرژی جنبشی سیال مانع از بسته شدن شیر شده و کمک به باز

[1] Globe Valve

http://www.mohandes-iran.com

شدن آن نماید) و یا جریان از بالای دیسک وارد گردد؛ که حالت اول جهت اجتناب از احتمال جدا شدن قطعه‌ای از مجموعه ساقه (Stem) و بندآور، برای مواقعی است که شیر بیشتر وظیفه کنترل جریان را داشته باشد و حالت دوم برای مواقعی که بستن سریع جریان مورد نیاز باشد، مفید است. در اینحالت، شیرها برای قطع و وصل کردن جریان و آب بندی کامل، مورد استفاده قرارمی‌گیرند. در هنگام مقایسه بین یک شیر کروی و یک شیر دروازه‌ای، معمولاً نشتی از نشیمنگاه شیر کروی کمتر می‌باشد. انواع آن از لحاظ ساختمانی شامل شیرهای T شکل، شیرهای Y شکل و شیرهای زاویه‌ای است که در ادامه به توضیح آنها می‌پردازیم.

به دلیل کاربردهای فراوانی که این نوع شیرها در صنعت دارند، طراحان دست به تغییراتی در ساختمان آنها زده‌اند تا متناسب با نیاز، استفاده از آنها برای موقعیت های جدید بهینه شود. این شیرها را می توان در سه دسته کلی تقسیم کرد:

شیرهای T شکل

ساده ترین نوع شیرهای کروی می‌باشند. در این شیرها، سیال برای مواجهه با بندآور ۹۰ درجه تغییر جهت می دهد و برای ترک شیر نیز دوباره ۹۰ درجه تغییر جهت می‌دهد. این شیرها با طرح ساده و ابتدایی خود، علی رغم افت فشار بالایی که دارند، به دلیل هزینه ساخت پائین، بسیار به وفور مورد استفاده قرار می‌گیرند. به عنوان مثال در شرایطی که جریان سیال به ندرت در مسیر برقرار می‌شود، مانند مسیرهای کنارگذرِ شیرهای کنترل و یا در سرویس هایی که افت فشار اهمیت چندانی نداشته و تنها کنترل جریان مد نظر باشد، از این نوع شیرها استفاده می‌شود.

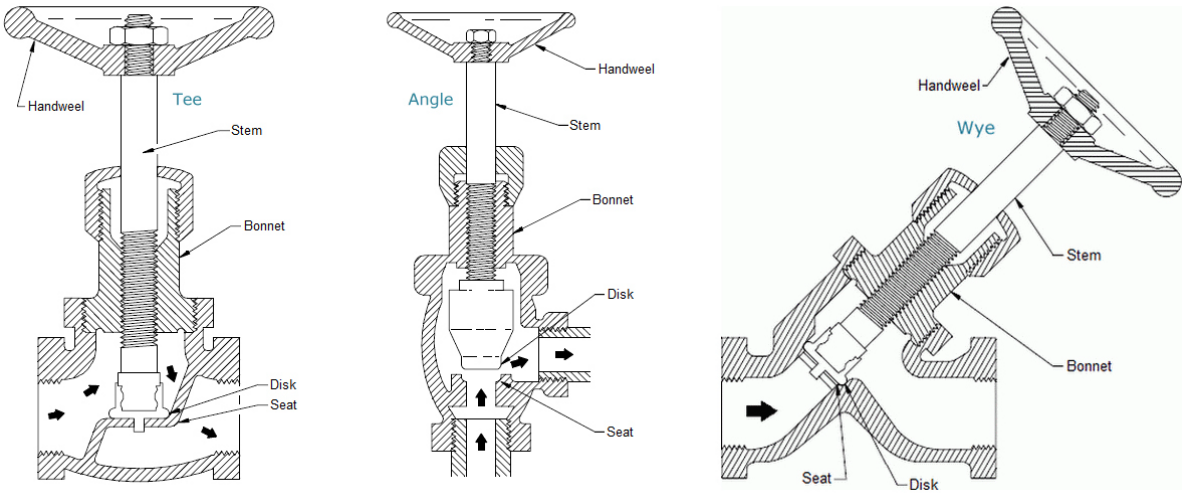
شیرهای Y شکل

در مواردی که نیاز باشد شیر به مدت طولانی در وضعیت کاملاً باز در سرویس قرار بگیرد، شکل T باعث افت فشار، اتلاف انرژی و فرسایش بدنه می شود؛ لذا در این موارد از نوع دیگری از شیرهای کروی با شکل Y استفاده می‌شود. در این طراحی با تغییری مختصر در ساختارِ شیر، خواص آن به طرز چشم گیری بهبود پیدا می‌کند. در حقیقت شکل Y دارای بیشترین ضریب جریان و پائین ترین افت فشار در میان مدل های مختلف شیر کروی است. در این شیرها، سیال با تغییر زاویه ای کمتر از ۹۰ درجه وارد شده و مجدداً با تغییر زاویه ای کمتر از ۹۰ درجه از شیر خارج می شود. از این شیرها در کنترل جریان های فصلی که شیر در بازه‌های زمانی طولانی باز می‌ماند، یا در زمان های راه اندازی که نیاز به باز بودن شیر به مدت طولانی وجود دارد، به صورت گسترده‌ای استفاده می شود. از مزایای دیگر این طراحی این است که در خطوط drain که عموماً بسته‌اند، می‌توان رسوبات شکل گرفته در سمت پائین گذر را به سادگی و با سیخ زدن از شیر خارج کرد.

شیرهای زاویه‌ای

نوع سوم این شیرها، شیرهایی با ساختار زاویه‌ای می‌باشند. در این شیرها، سیال بدون تغییر جهت وارد شیر می شود و با ۹۰ درجه تغییر، شیر را ترک می کند. افت فشار در این شیرها، بیشتر از افت فشار شیرهای نوع Y می‌باشد. اما مزیت این گونه شیرها، تغییر ۹۰ درجه‌ای جهت جریان بدون استفاده از زانویی است. هچنین در جریان‌هایی که شدت جریان به شدت و با ضربان تغییر می‌کند، مانند لوله‌هایی که جریان دوفازی دارند یا دائماً هوا می‌گیرند، استفاده از این شیرها بسیار مفید است. چرا که این شیرها به واسطه شکل و ساختارشان به سادگی نیروهای ناشی از ضربات سیال را تحمل می‌کنند.

http://www.mohandes-iran.com



شکل شماره ۲. انواع شیر کروی از لحاظ ساختمانی

نسل اول تا سوم شیرهای کنترلی

طراحان برای حل مشکلات انتقال فشار و نیروی سیال به بندآور و ساقه و توسعه دامنه فشار و اندازه شیر، وارد عمل شده و نسل دوم شیرهای کروی را طراحی نمودند. زیرا در نسل اول این شیرها که جریان سیال از زیر بندآور وارد می شود، برای بستن شیر باید نیروی بسیار زیادی به ساقه اعمال کرد که اینکار با بکار بردن Actuator (Handdwheel) بزرگتر انجام می‌شد که مشکل محدودیت جا، سنگین شدن Actuator و نیز افزایش زمان باز و بسته کردن شیر را به دنبال داشت.

در نسل دوم این شیرها از دو بندآور و دو نشیمنگاه استفاده شده است. در حالت بسته، از سوی سیال دو نیرو به دو بندآور شیر وارد می‌شود. با توجه به اینکه سطحی که تحت تأثیر فشار سیال سرویس قراردارد، در دو بندآور تقریباً مساوی است، از سوی سیال دو نیروی مساوی و مختلف الجهت به مجموعه بندآورها و ساقه وارد می‌شود که یکدیگر را خنثی کرده و تعادل هیدرولیکی به وجود می‌آید. در نتیجه با نیروی کمی می توان شیر را باز و در حالت مخالف، بسته نمود.

مشکل رایجی که در شیرهای نسل دوم وجود داشت، این بود که آنها نمی‌توانستند، جریان سیال را کاملاً قطع و آب‌بندی نمایند. این مسأله در بسیاری از کاربردها یک نقطه ضعف اساسی به شمار می‌رفت. به همین دلیل طراحان در پی رفع این ایراد، نسل سوم شیرهای کروی را ابداع نمودند. در این شیرها، بندآور به شکل یک استوانه است که با کمک یک cage ، در مسیر حرکت خود به سهولت حرکت می‌کند (در ادامه توضیح بیشتری در مورد آن در قسمت اجزای شیر داده خواهد شد). وظیفه این راهنما جلوگیری از انحراف و لق زدن استوانه مذکور می باشد. بدنه این شیرها را می توان به سه منطقه تقسیم کرد: منطقه اول، ورودی شیر؛ منطقه دوم، بخش خروجی و در آخر، منطقه موازنه کننده فشار قرار دارد. باید توجه داشت که به دلیل وجود مجراهایی در بندآور، بخش ورودی همیشه با بخش درپوش هم فشار است. در حالتی که شیر بسته است، سیال به واسطه وجود تجهیزات آب بندی در بالا و پایین راهنمای بندآور، به بیرون نشت نخواهد کرد، اما با حرکت بندآور و بالا رفتن آن، مسیر خروج سیال باز شده و سیال جریان پیدا می کند. باز هم به دلیل وجود مجراهای ارتباطی بین بخش های پایین و بالای بندآور، بالانس هیدرولیکی برقرار بوده و شیر به سادگی باز یا بسته خواهد شد.

البته برای کنترل‌های خاص جریانی، از گونه‌های خاص شیرهای کنترلی با بدنه توپی، مانند شیرهای V-Port Ball Valve نیز استفاده می‌گردد که در ادامه مقداری در مورد آنها نیز توضیح داده خواهد شد.

http://www.mohandes-iran.com

شکل شماره ۳. V-Port & X-Port Ball Valve

انواع شیر از لحاظ خصوصیات جریانی (Flow Characteristics)

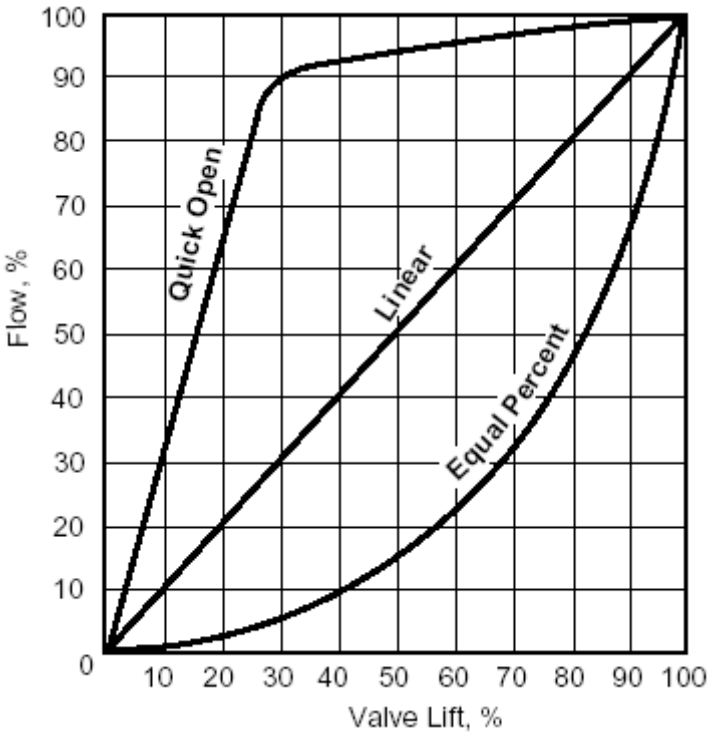
Quick Opening ، Linear و Equal Percentage. شیر نوع Quick Opening در حرکت های اولیه ساقه (تا حدود ٪۳۰)، دبی زیادی را از خود عبور می‌دهد و در انتهای حرکت ساقه، جریان کمی از شیر عبور می‌کند. این نوع شیر برای کاربردهای قطع-وصل جریان استفاده می‌شود که جهت ایجاد سریع دبی بیشینه طراحی شده است. در شیر از نوع Linear نسبت تغییرات حرکت شیر و تغییرات مقدار جریان، بدون توجه به موقعیت بندآور، همیشه یکسان است. بعنوان مثال در موقعیت ٪۲۰ باز بودن این نوع شیر، ٪۲۰ جریان را خواهیم داشت. از این نوع شیر در جایی که افت فشار شیر سهم عمده‌ای از افت فشار کلی سیستم دارد، استفاده می‌گردد. در شیر از نوع Equal Percentage تغییر در مقدار جریان به ازای تغییر واحد در حرکت شیر، مستقیماً متناسب با مقدار جریانی است که درست قبل از بوجود آمدن تغییر، وجود داشته است. بعبارت دیگر وقتی مقدار جریان کم است، تغییرات کم و وقتی مقدار جریان زیاد است، تغییرات نیز زیاد خواهد بود. عموماً از این نوع شیر در کنترل فشار استفاده می‌شود.

برای طراحی شیرهای کروی (دستی یا اتوماتیک) و تعیین میزان دبی سیالی که از خود عبور می‌دهد، یک ضریب جریانی شیر یعنی Valve Flow Coefficient (C_v) یا فاکتور جریانی یعنی Flow Factor (K_v) تعریف می‌گردد. تعریف ضریب جریانی شیر به صورت مقدار دبی آب برحسب gal/min در دمای ۶۰ °F است که از شیری با افت فشار ۱ psi عبور می‌کند.

مزایای شیر کروی: سرعت نسبتاً بالای واکنش شیر بعلت فاصله کمی که بندآور بین حالت باز و بسته طی می‌کند و نیز سادگی تعمیر آن بدون نیاز به جدا شدن از خط لوله.

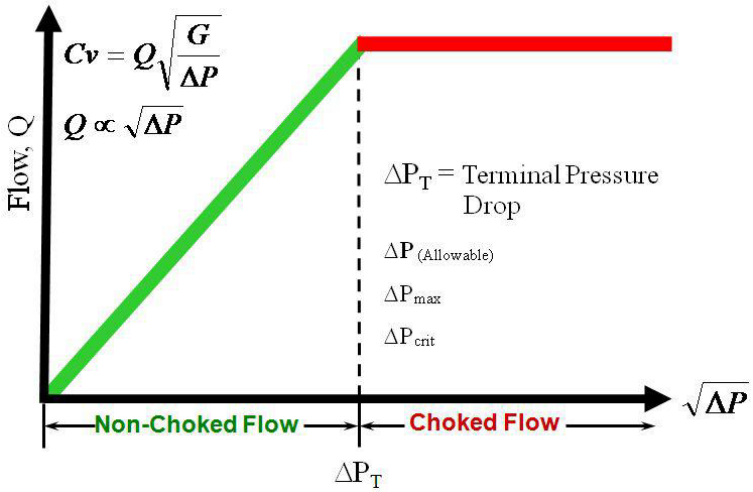
معایب شیر کروی: اساسی‌ترین مشکل این شیر، انتقال فشار و نیروی سیال به بندآور و ساقه می‌باشد.

http://www.mohandes-iran.com



شکل شماره ۴. مشخصات جریانی شیر کنترلی

جریان بحرانی[۲]



شکل شماره ۵. جریان چوک شده

چوک شدن جریان: این پدیده، یک اثر جریان تراکم‌پذیر بوده که در هنگام عبور یک سیال از یک محدود کننده جریان (مانند گلوگاه یک نازل یا شیر در یک لوله) بوجود می‌آید که دینامیک سیالات و اثر ونتوری (Venturi Effect) با یکدیگر همراه می‌گردند (پارامتر محدود شده یا چوک شده، سرعت سیال می‌باشد). در حالت سرعت پایینتر از سرعت صوت، بعلت عبور

[2] Critical Flow

http://www.mohandes-iran.com

سیال از سطح مقطع کوچکتر و با توجه به اصل بقای جرم، سرعت سیال زیاد می‌گردد درحالیکه، در همان زمان، بخاطر اثر ونتوری، فشار استاتیک (به P در معادله برنولی، فشار استاتیک و به ترم ρv^2 ½ فشار دینامیکی اطلاق می‌گردد) و در نتیجه دانسیته سیال در پایین دست محدود کننده جریانی کاهش می‌یابد. جریان چوک شده یک حالت حدی می‌باشد که نرخ جریان با کاهش بیشتر در فشار پایین دست، مادامیکه فشار بالادست معین باشد، افزایش نمی‌یابد. در این حالت دبی جرمی از فشار پایین دست مستقل گردیده و فقط به دما و فشار و نتیجتاً دانسیته گاز بالادست محدود کننده جریانی، وابستگی پیدا می‌نماید. (در Choke Valve ها که برای محدود نمودن و تنظیم دبی تولیدی از چاههای نفت و گاز، قبل از لوله جریانی، از آنها استفاده می‌گردد، از همین اصل استفاده شده تا دبی تولیدی چاه، مستقل از فشار در پایین دست که همان تاسیسات فراورش است، گردد.)

در حالت جریان یا سیال تراکم‌ناپذیر مانند آب یا مایعات، دانسیته ثابت می‌ماند. در اینحالت نوعی دیگر از چوک شدن جریان بوجود می‌آید که درصورت کاهش فشار مایع در پایین دست محدودکننده جریانی به زیر فشار بخار آن در آن دما، پدیده کاویتاسیون رخ می‌دهد. به این ترتیب، تشکیل حباب های بخار، از افزایش نرخ جریان ممانعت می‌نماید.

جریان در زیر حالت جریان چوک، Sub-Critical و بالای آنرا Critical یا بحرانی می‌خوانند.

$$\text{Critical Pressure Ratio}=\frac{P_{critical}}{P_{upstram}}=R_c=\left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$$

که

$$K=\frac{C_p}{C_v}$$

اگر نسبت P_2 (پایین دست) به P_1 (بالادست)کوچکتر و مساوی R_c باشد، جریان بحرانی خواهد بود.

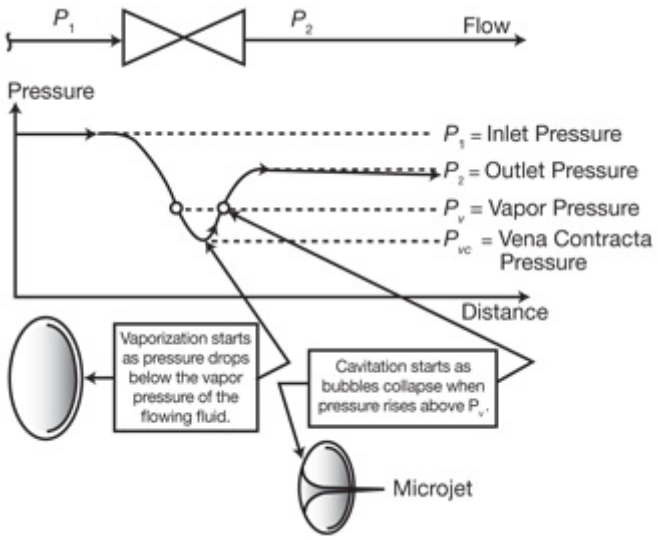
برای انتخاب شیر کنترلی با C_v مناسب، می‌بایست پدیده‌های Flashing و Cavitation در قسمت نشیمنگاه شیر، جایی که فشار به ناگهان افت پیدا می‌کند، را نیز در نظر گرفته و محاسبات آن انجام گیرد:

در پدیده Flashing ، فشار استاتیک خروجی، به زیر فشار بخار سیال در دمای عملیات که افت نماید، در همان حالت نگه داشته می‌شود و سیال تبخیر می‌گردد که در اینحالت تجهیزی مثل شیر کنترلی، بخاطر ساییدگی یا erosion بواسطه سرعت بالای سیال بخاطر انبساط مایع به بخار، دچار آسیب می‌گردد ولی در پدیده کاویتاسیون، بعد از جوشش و تبخیر، فشار استاتیک سیال در پایین دست نقطه Vena Contracta بازیابی شده و بنابراین حباب‌های ایجاد شده، بهم پیوسته و ترکیده و ایجاد Shock Wave کرده که لطمه بسیار جدی تری به تجهیز وارد می‌نماید.

برای محاسبه پدیده کاویتاسیون، می‌بایست Cavitation Index را محاسبه نمود که عبارتست از :

$$\text{Cavitation Index} = (P_1-P_v)/(P_1-P_2)$$

http://www.mohandes-iran.com



شکل شماره ۶. نقطه Vena Contracta در شیر کروی

که P_v فشار بخار مایع در دمای عملیاتی می‌باشد که معمولاً بصورت زیر احتمال پدیده کاویتاسیون تخمین زده می‌گردد:

کاویتاسیون رخ نمی‌دهد	Cavitation Index >> 2
نیاز به کنترل کاویتاسیون نمی‌باشد	1.7 < Cavitation Index < 2
نیاز به کنترل کاویتاسیون می‌باشد	1.5 <Cavitation Index < 1.7
پتانسیل برای کاویتاسیون جدی وجود دارد	1 < Cavitation Index < 1.5
Flashing در حال رخ دادن است	Cavitation Index << 1

البته روش R_c هم وجود دارد که اختلاف فشار دو طرف شیر کنترلی را با جمله $K_m*(P1-Rc*Pv)$ مقایسه می‌نماید که

K_m=Recovery Coefficient

Rc=Critical Pressure Ratio (depending on Pv/Pc, Pc= Absolute Critical Pressure of Fluid)

بطور کلی می‌توان گفت که در انتخاب یک شیر، فاکتورهای زیادی دخیل هستند که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱- محیط و شرایط محیطی مانند خوردگی، سایش، دما و فشار
۲- خصوصیات جریانی شیر
۳- اندازه شیر (باید کاملاً با توجه به شرایط فرایندی در نظر گرفته شود)
۴- کلاس فشاری شیر (باید با شرایط فشار و نیز دمای فرایند مطابقت داشته باشد)

تعاریف برای شیر کنترلی اتوماتیک

Set Point (SP): مقدار مقرر یا مطلوب برای متغیر فرایندی که می‌بایست بر روی آن مقدار تنظیم گردد.

PV (Process Value): مقدار متغیر فرایندی اندازه‌گیری شده مانند فشار یک تفکیک‌گر یا دمای نفت

OP (Output): خروجی کنترلر در زمان t می‌باشد مانند مقدار باز بودن شیر کنترلی

http://www.mohandes-iran.com

اغتشاش: تغییری است ناخواسته که در متغیرهای خارجی فرایند، صورت می‌گیرد مانند تغییر دمای محیط که باعث می‌شود تغییرهای خروجی از مقادیر مطلوب انحراف پیدا نمایند.

خطا (error): اختلاف بین SP و PV در هرلحظه

افت کنترل یا خطای ماندگار (offset): خطای حالت پایدار می‌باشد، یعنی اختلاف بین SP و PV ، هنگامیکه زمان به بی نهایت میل نماید.

overshoot: مقداری است که متغیر فرایندی از مقدار مقرر در خلال یک تغییر در بار سیستم یا در مقدار مقرر، تجاوز می‌نماید. درواقع همان عکس‌العمل شدید سیستم در لحظه ورود یک تغییر به آن می‌باشد.

زمان مرده (Dead Time) : اختلاف زمان بین لحظه وارد شدن اغتشاش و لحظه شروع پاسخ سیستم کنترلی می‌باشد که به آن گاهاً delay نیز اطلاق می‌گردد. این زمان مرده به ماهیت فرایند، موقعیت دستگاه های اندازه‌گیری و کنترلر کننده‌ها بستگی دارد. زمان انتقال مواد یا انرژی از نقطه‌ای از واحد به نقطه دیگر، اغتشاشات خارجی و لوپهای کنترلی باعث بوجود آمدن این تاخیر در سیستم فرایندی می‌شود.

تاخیر زمانی (Lag Time) : میزان زمان بعد از زمان مرده می‌باشد که متغیر فرایندی نیاز دارد تا به ۶۳,۳ درصد از مقدار نهایی خود، پس از یک تغییر پله‌ای در موقعیت شیر برسد.

کنترل کننده‌های **PID(Proportional-Integral-Derivative)** :

بصورت خلاصه می توان گفت، اگر کنترلی وجود نداشته باشد، مقدار متغیر تا رسیدن به مقدار جدید حالت یکنواخت، افزایش می‌یابد. حال اگر کنترل تناسبی (Proportional Control) وجود داشته باشد، سیستم کنترل قادر است که افزایش متغیر اندازه‌گیری را متوقف نماید و در نهایت، در یک حالت یکنواخت جدید نگاه دارد. اضافه نمودن کنترل انتگرالی باعث حذف افت کنترل (offset) می‌گردد و متغیر اندازه‌گیری شده در نهایت به مقدار معین شده باز می‌گردد. این، مزیت کنترل انتگرالی با زیان بخشی رفتار نوسانی‌تر آن می‌باشد. اضافه نمودن کنترل مشتقی بهبودی خاصی در پاسخ، ایجاد می‌نماید. افزایش متغیر اندازه‌گیری شده، سریعتر و با نوسان کمتر، متوقف می‌شود.

درواقع اگر به پاسخی سریع در مقابل اغتشاش ورودی نیاز باشد یا افت کنترل حالت پایدار مهم نباشد، استفاده از کنترلر فقط تناسبی، مناسب است. بطور کلی افزایش k تناسبی، باعث کنترل دقیق‌تر و بهتر فرآیند می‌گردد، اما آنرا نمی‌توان نامحدود افزایش داد زیرا افزایش بیشتر از محدوده پایداری، باعث ناپایداری در پاسخ سیستم می‌گردد و با افزایش آن نیز در محدوده پایداری، زمان رسیدن به پاسخ نهایی، کاهش اما نوسان پاسخ افزایش می‌یابد. هنگامیکه وجود خطا نامطلوب باشد، می‌بایست از عمل انتگرال‌گیری برای رفع آن استفاده نمود. نقص عمل انتگرالی افزایش نوسان پاسخ می‌باشد و احتمال ناپایداری در فرایند را نیز افزایش می‌دهد. هرچه این عمل طولانی‌تر باشد، احتمال ناپایداری بیشتر است. اگر پاسخ کنترلر تناسبی-انتگرالی در مقابل اغتشاش به حد کافی نباشد، می‌توان از عمل مشتق‌گیری نیز استفاده نمود تا دوره نوسان پاسخ را کاهش داد. درواقع به این ترتیب با محاسبه مشتق تغییرات، جهت تغییرات خطا نسبت به SP مشخص می‌گردد.

http://www.mohandes-iran.com

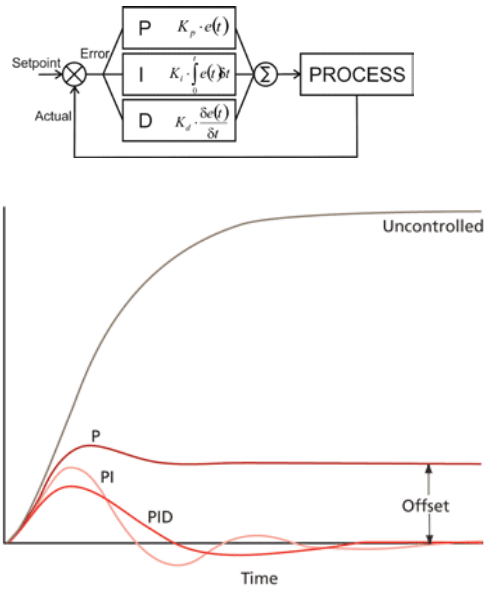
در عمل تناسبی، رابطه‌ای خطی بین ورودی یا خطا و خروجی کنترل‌کننده وجود دارد، در عمل مشتقی، خروجی کنترل‌کننده متناسب با نرخ تغییرات ورودی یا خطا (مشتق خطا نسبت به زمان) نسبت به زمان می‌باشد و در عمل انتگرالی، خروجی کنترل‌کننده متناسب با انتگرال ورودی یا خطا می‌باشد.

روشهای مختلفی جهت تنظیم مدار کنترل کننده PID وجود دارد. معمولاً موثرترین روشها نیازمند توسعه بعضی از حالات مدل فرایندی و سپس انتخاب پارامترهای تناسبی، انتگرالی و مشتقی بر اساس پارامترهای مدل دینامیکی می‌باشد. روشهای تنظیم دستی، بخصوص برای سیستمهایی با زمانهای مدار طولانی، می‌تواند نسبتاً زمان‌بر باشد. انتخاب روش تاحد زیادی تابع اینکه آیا بتوان مدار کنترلی را بصورت offline درآورد یا خیر و تابع زمان پاسخ سیستم می‌باشد. اگر سیستم را بتوان offline نمود، اغلب بهترین روش تنظیم، متضمن تحمیل سیستم به یک تغییر پله‌ای در ورودی، اندازه‌گیری خروجی بصورت تابعی از زمان و استفاده از این پاسخ جهت تعیین پارامترهای کنترلی می‌باشد.

روشهای مختلف تنظیم پارامترهای کنترلی عبارتند از: تنظیم دستی، Ziegler-Nichols ، Tyreus-Luyben ، Cohen-Coon و ابزارهای نرم‌افزاری می‌باشد که هریک، مزایا و معایبی دارند.

روشهای کنترلی دیگری نیز وجود دارد مانند MPC (Model Predictive Control) و LQR

کنترل پیش‌بین یا MPC ، نوعی کنترل پیشرفته فرایند است که از دهه ۱۹۸۰ در صنایع فرایندی در تاسیسات شیمیایی و پالایشگاههای نفت به کار می‌رود. در سالهای اخیر، این کنترل در مدلهای بالانس سیستمهای قدرت نیز به کار رفته است. کنترل کننده‌های پیش‌بین، مبتنی بر مدلهای دینامیکی فرایند، عمدتاً مدلهای خطی تجربی هستند که با شناسایی سیستم به دست آمده‌اند. این نوع کنترل، توانایی پیش‌بینی رخدادهای آینده و اتخاذ اعمال کنترلی متناسب با آنها را دارد، درحالیکه کنترل کننده‌های PID و LQR این توانایی پیش‌بینی را ندارند. کنترل پیش‌بین بطورکلی بصورت یک کنترل دیجیتالی بکار برده می‌شود.



شکل شماره ۷. اثر افزودن کنترلهای گوناگون به سیستم در کنترل‌کننده‌های PID

http://www.mohandes-iran.com

طراحی شیر[3]

برای طراحی بایستی تعاریف زیر را کاملا درک نمود (در مورد تعدادی از آنها قبلا بحث شد):

Cavitation:
occurs in liquid service when the pressure in the valve body falls below the vapour pressure of the liquid. The bubbles which are formed will implode immediately or shortly after leaving the valve, due to the downstream pressure of the control valve recovering to rise above the liquid vapor pressure.

Choked Flow:
is a situation in which, for either compressible or incompressible fluids with fixed inlet conditions, decreasing downstream pressure fails to produce further increases in flow rate at a constant valve opening.

Compressible Fluid:
is a fluid whose density will decrease by 10% or greater if the pressure drop due to the flow of a gas through a system is large enough relative to the inlet pressure.

Design Condition:
is the set of process conditions under which the total plant or part of the plant is calculated, main equipment is ordered, etc.

NOTE: During a plant start-up or shutdown situation, conditions other than design condition may exist.

Flashing:
occurs, for liquids only, when the pressure in the valve body falls below the liquid's vapour pressure. The bubbles thus formed remain as vapour in the fluid, owing to the fact that the downstream pressure of the control valve is below the liquid's vapour pressure.

Flow Coefficient:
is the flow capacity of a control valve, commonly expressed by the "Cv" factor or "Kv" factor.

- The C_v of a control valve is defined as the quantity of water, at 60 °F, in US gallons per minute, that will flow through the valve at a specified travel with a pressure drop of 1 psi.

- The K_v of a control valve is defined as the quantity of water in m^3/h, at a temperature between 5 and 40 °C, that will flow through the valve at a specified travel with a pressure drop of 1 bar.
- Kv = 0.856 Cv.

[3] Valve Sizing

http://www.mohandes-iran.com

Fluid mixture is a mixture of various gases, a mixture of various liquids, a mixture of liquid with a non-associated gas or a mixture of a liquid with its saturated vapour.

NOTE: Other type of mixtures, such as with solids, etc., are not considered.

Incompressible fluid:

is a liquid or it is a gas whose density change within the system is less than 10٪ .

مثال :

حالت ساده و برای سیال تراکم ناپذیر آب و حالت بدون چوک شدن جریان را درنظر می‌گیریم:

دمای ورودی = ۳۶۳ کلوین

Density = 965.4 kg/m^3
Vapour Pressure = 70.1 Kpa
Critical Pressure = 22120 Kpa
Kinematic Viscosity = 3.26 x10 $^{-7}$ m^2/sec

فشار مطلق ورودی =

680 kpa

فشار مطلق خروجی =

220 kpa

Flowrate = 360 m^3/hr
Pipe Size: D1=D2=150 mm

مشخصات شیر :

Trim= Parabolic Plug
Flow Direction = Flow to Open
Valve Size: D=150 mm

از جدول شماره دو (پیوست شماره ۳) داریم :

Liquid Pressure Recovery Factor, F_L = 0.90
Valve Style Modifier, F_d =0.46

حل:

برای چنین دبی و سیال آب که از نوع شیر بالا موجود است، بر اساس استاندارد ISA ، ضریب جریانی را پیدا می‌نماییم:

http://www.mohandes-iran.com

نمودار درختی B.1 (پیوست شماره ۱) را در نظر می‌گیریم.

باتوجه به مقادیر فشار بخار و فشار بحرانی داریم :

F_F=0.96-0.28 $\sqrt{\frac{P_v}{P_c}} = 0 \cdot 944$

برای تعیین نوع جریان :

$$F_L^2(P_1 - F_F \times P_V) = 497 \cdot 2\ Kpa$$

که از اختلاف فشار ۴۶۰ کیلوپاسکال بیشتر بوده و در نتیجه، جریان بصورت non-choked می‌باشد و ضریب جریانی C توسط معادله زیر محاسبه می‌گردد:

C=$\frac{Q}{N_1}\sqrt{\frac{\frac{\rho_1}{\rho_0}}{\Delta P}} = 165\frac{m^3}{h}$ for K_v

از جدول شماره ۱ (پیوست شماره ۲) برای مقدار N_1 داریم : $1x10^{-1}$ و نیز با توجه به دبی (360 m^3/h) و نیز اختلاف فشار ورودی و خروجی ۴۶۰ کیلوپاسکال و $\frac{\rho_1}{\rho_0} = 0 \cdot 965$ ، مقدار بالا بدست می‌آید.

برای محاسبه Re_v (عدد رینولدز شیر کنترلی) داریم:

Re_v=$\frac{N4F_dQ}{v\sqrt{C_iF_L}}\left[\frac{F_L^2C_i^2}{N_2D^4} + 1\right]^{\frac{1}{4}}$=2.967x$10^6$

که از جدول شماره ۱ برای مقادیر N_2 و N_4 داریم:

N_2=1.60x10^{-3}

N_4=7.07x10^{-2}

و نیز باتوجه به مقدار F_d وF_L و دبی، ویسکوزیته دینامیکی، قطر خط لوله و

C_i=C=K_v=165 m^3/h

مقدار عدد رینولدز شیر کنترلی بدست آمد که چون بزرگتر از ۱۰۰۰۰ می‌باشد، جریان متلاطم بوده و ضریب جریانی یعنی C که محاسبه شده است، صحیح می‌باشد.

بطور کلی، از لحاظ محاسبات می‌بایست برای سه حالت یعنی دبی کمینه، دبی نرمال و دبی بیشینه، سه ضریب جریانی پیدا کرده و به سازنده شیر بهمراه اطلاعات شرایط سیال و دبی، اعلام نماییم تا سازنده بتواند شیر کنترلی مناسبی را برای ما

http://www.mohandes-iran.com

بسازد، سازنده از بین شیرهای تولیدی خود، شیری را انتخاب می‌نماید که C_v آن بین دبی کمینه و بیشینه جریان ما بوده و شیر بین ۳۰ تا ۷۰ درصد حرکت یا Travelling داشته باشد.

نمونه‌ای از Datasheet شیر کنترلی که توسط اطلاعات شرکت کارفرما یا تقاضا کننده شیر کنترلی و شرکت سازنده پرشده است در قسمت پیوست (پیوست شماره ۴) آمده است.

کلاس فشاری شیر کنترلی

کلاس فشاری شیرها با کلاس فشاری فلنجهای آنها شناخته می‌شوند. فلنج ها یکی از اتصال دهنده‌های لوله‌ها، شیرآلات و دستگاهها به یکدیگر می‌باشند. فلنج ها بصورت قطعه دیسکی شکل بوده که همیشه بصورت جفت به کمک پیچ و مهره، دو قطعه را به یکدیگر متصل می‌سازند و به آسانی نیز باز می‌گردند. آب بندی بین دو فلنج توسط gasket که در بین آنها قرار داده می‌شود، انجام می‌گیرد.

- **دسته بندی از لحاظ تحمل فشار:**

- دسته بندی فشار مطابق با استاندارد ASME B16.5 و ASME B16.47

مطابق این استاندارد فلنج های فولادی و آلیاژهای آن به کلاس های ۱۵۰، ۳۰۰ ، ۴۰۰ ، ۶۰۰ ، ۹۰۰ ، ۱۵۰۰ و۲۵۰۰ تقسیم بندی می‌شوند که با توجه به جنس فلنج و دمای عملیاتی، فشار قابل تحمل برای آن فلنج مذکور از جداول مربوطه بدست می‌آید. معمولاً فشار کارکرد، حدود ۲,۴ برابر اعداد فوق می‌باشد. مثلاً فلنج کلاس ۱۵۰ از جنس گروه ۱,۱ مواد، فشار عملیاتی برابر 19.2 barg در دمای عملیاتی 50^oC خواهد داشت.

- دسته بندی فشار مطابق با استاندارد ISO

در این استاندارد فشار تحمل فلنج های فولادی وآلیاژهای آن، با PN نشان داده شده که این بیانگر فشار اسمی بر حسب barg می‌باشد. بعنوان مثال PN30 یعنی فشار کارکرد فلنج، 30 barg می‌باشد.

- دسته بندی فشار مطابق با استاندارد API 6A (فلنج های نوع 6B و 6BX)

این نوع فلنج ها دارای تحمل فشار بیشتری نسبت به فلنج های گروه ANSI هستند و به کلاس های ۲۰۰۰ ، ۳۰۰۰ ،۵۰۰۰ ، ۱۰۰۰۰ ، ۱۵۰۰۰ و ۲۰۰۰۰ رده‌بندی می‌گردند (البته بعضی از کلاس های فشاری این استاندارد با کلاس های فشاری استاندارد ASME تطابق دارد).

طبق استاندارد ASME B16.34 که مربوط به شیرهای صنعتی فلنجی، رزوه‌ای و جوشی می‌باشد، کلاس فشاری ۴۵۰۰ نیز وجود دارد که مربوط به شیرهای نوع جوشی است.

http://www.mohandes-iran.com

اجزای شیر کنترلی

در شیر کنترلی زیر، که مربوط به شرکت قدرتمند Fisher می‌باشد که "قطعات اصلی" آن مشخص شده‌است :

- Actuator
- Positioner
- Solenoid Valve
- Pressure Regulator
- Body
- Trim

شکل شماره ۸. اجزای یک شیر کنترلی فیشر

Actuator

محرک شیر که قسمتی از شیر است که به وسیلهٔ جریان الکتریکی، فشار هوا، فشار روغن هیدرولیک به عضو مسدودکنندهٔ شیر یعنی بندآور، نیرو و حرکت اعمال می‌کند. با حرکت بندآور، جریان سیال تنظیم و یا قطع و وصل می‌گردد. محرک ها همانگونه که ذکر گردید، دارای انواع مختلفی هستند. بر اساس استاندارد ISA-S75.05 محرکها شامل :

- Diaphragm Actuators
- Piston Actuators
- Electro-Mechanical Actuators
- Electro-Hydraulic Actuators

می‌باشند.

Actuator معمولا از یک دیافراگم با سطح مقطع مناسب می‌باشد تشکیل یافته است. عضو دیافراگم عضو انعطاف پذیری است که نسبت به فشار اعمال شده به آن واکنش نشان می‌دهد و نیرو را به ساقه یا همان Stem اعمال می‌نماید. محرک شیر شامل انواع دیافراگمی، پیستونی و بصورت Vane باشد.

http://www.mohandes-iran.com

Positioner

دستگاه موقعیت دهنده شیر یا Positioner بر اساس موقعیت دهنده شیر یا گردش واسطه (Positioner Deflection) کار می‌کند و دستگاهی است که ساقه را دقیقاً در وضعیت مناسب با سیگنال ارسالی از controller قرار می‌دهد. در شرایطی که ساقه شیر کنترلی به دلایل مختلف محکم و سفت شده باشد و در برابر حرکت مقاومت نشان دهد، Positioner آنقدر فشار هوای دیافراگم را افزایش می‌دهد که ساقه به حرکت درآید. از مزایای این تجهیز، افزایش سرعت عمل شیر کنترلی می‌باشد. بخصوص برای سیستم‌های نیوماتیکی، زمانیکه فرمان از راه دور ارسال می‌گردد و وارد دیافراگم می‌شود، بعلت فشار کم و کندی انتقال پس از مدت زمان طولانی، شیر کنترل عمل می‌نماید اما positioner با ارسال هوا با فشار بالا بر روی دیافراگم، به شیر کنترلی سرعتر فرمان عمل می‌دهد.

قطعات اصلی سازنده این دستگاه عبرتند از

- یک دستگاه Bellows که فرمان را از Controller می‌گیرد.
- یک محور Bean یا میله اتصال دهنده که از یک طرف به Bellows و از طرف دیگر از طریق اتصال دهنده (Linkage) به ساقه شیر وصل است.
- یک شیر از نوع Pilot Valve که در نقطه اتکا Fulcrum به میله وصل شده است. فرمان از controller باعث حرکت Bellow می‌شود و حرکت آن باعث می‌شود که Pilot Valve هوا را اضافه کند یا بمکد (از طریق دیافراگم) تا اینکه وضعیت ساقه شیر با فرمان رسیده با هم مطابقت نماید. در این موقع Pilot بحالت معلق باقی می‌ماند. این عمل باعث می‌گردد که حرکت شیر انتهایی و حرکت Bellow با هم متناسب باشند. این سیستم Valve Positioner بنام (Deflection Balance) Positon نامیده می‌شود.

Solenoid Valve

معمولاً یک شیر برقی (الکترومکانیکی) دو یا چند مسیره هست، هنگامیکه فرمان یا سیگنال Shut Down برای آن ارسال می‌گردد، مسیر هوای ورودی به actuator را قطع و هوای موجود در روی دیافراگم را تخلیه یا vent می‌نماید. به این ترتیب، شیر کنترلی با توجه به نیروی فنر و با توجه به نوع کاربرد آن، باز یا بسته می‌شود (مانند یک ESDV یا BDV عمل می‌نماید). این تجهیز برای شیرهای کنترلی تعبیه می‌شود که نقش قطع یا وصل جریان را نیز داشته باشند. این نوع شیر در واقع با استفاده از جریان الکتریکی که از داخل یک سیم‌پیچ جهت ایجاد میدان مغناطیسی عبور می نماید، کار می‌کند.

Supply Pressure Regulator

رگلاتور جهت کاهش فشار هوای ابزار دقیق برای استفاده در Positioner شیر کنترلی بکار می‌رود.

Body

بدنهٔ شیرکه اصلی ترین قسمتی از شیر است که تحت فشار می باشد. این قسمت شامل اتصالات به لوله و مسیر جریان می‌باشد. ین قسمت همچنین محل لازم برای Seat & Plug (نشیمنگاه و بندآور) را فراهم می‌آورد.

Cage

برای شیرهای کنترلی نسل سوم از cage ها و بعنوان Flow Divider استفاده شد که کاربردهای زیادی دارد. این تجهیز، عضوی سیلندر مانند توخالی است که قسمتی از Trim شیر محسوب می گردد. از این تجهی به عنوان یک هدایت کننده جهت هدایت

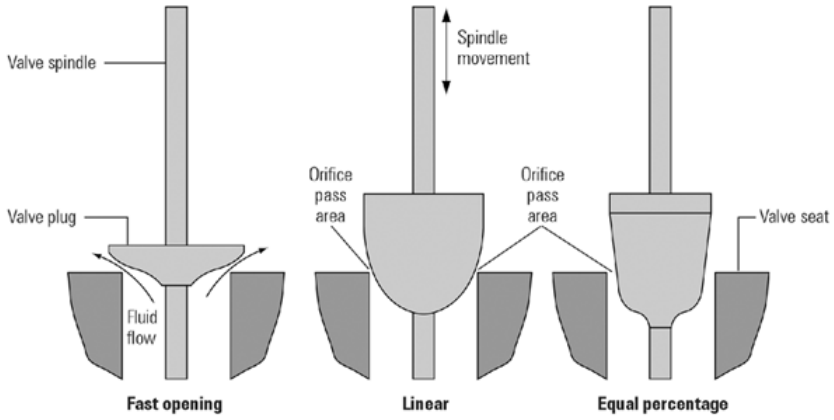
http://www.mohandes-iran.com

بندآور بر روی نشیمنگاه استفاده می‌شود. وظیفه این راهنما همانطورکه گفته شد برای جلوگیری از انحراف و لق زدن استوانه مذکور می‌باشد. در بعضی از انواع شیرها، cage ممکن است دارای حفره‌ای با اشکال مختلف باشد که خصوصیات جریانی شیر کنترل اعم از Opening ، Linear و Equal Percentage ، که در مورد آنها توضیح داده شد، را تعیین نماید. این تجهیز همچنین می تواند به عنوان کاهندهٔ سر و صدا یا noise و نیز بعنوان یک وسیله ضدکاویتاسیون استفاده گردد.

Bonnet

قسمتی از شیر است که ساقه یا Stem در آن حرکت می‌نماید و به عنوان یک هدایت‌کننده برای ساقه می‌باشد. این پوشش در برگیرنده جعبه آب‌بند و آب‌بندها و قطعات داخلی می‌باشد. بعضی از شیرهای مثل شیرهای سماوری یا بعضی شیرهای توپی، این پوشش را ندارند.

انواع Plug یا بندآور و نیز انواع Cage برای شیر کنترلی، در شکلهای شماره ۹ و ۱۰ آمده است.

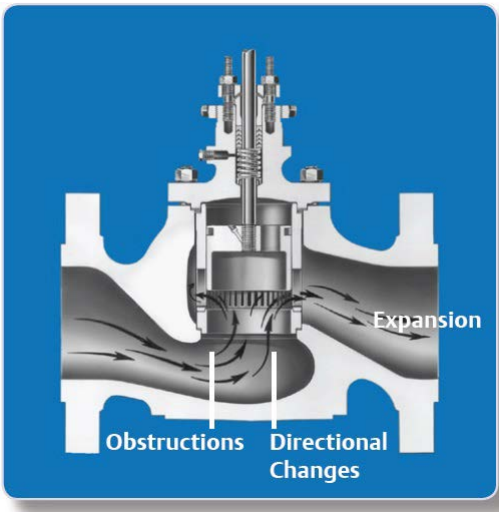


شکل شماره ۹. انواع بندآور

شکل شماره ۱۰. انواع Cage

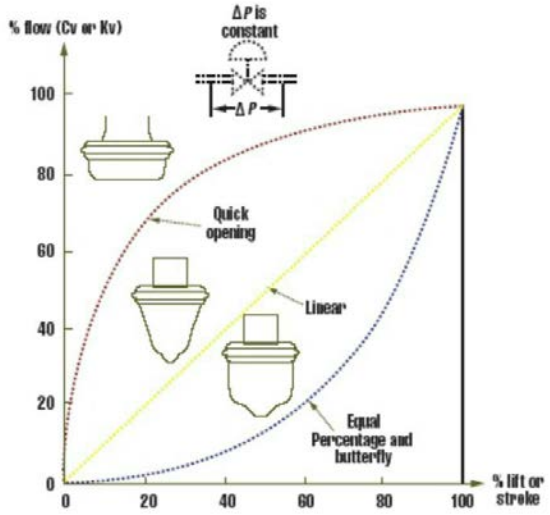
http://www.mohandes-iran.com

شکل شماره ۱۱. یک نوع Cage و بندآور آن



شکل شماره ۱۲. نمایی از یک شیر کروی

http://www.mohandes-iran.com

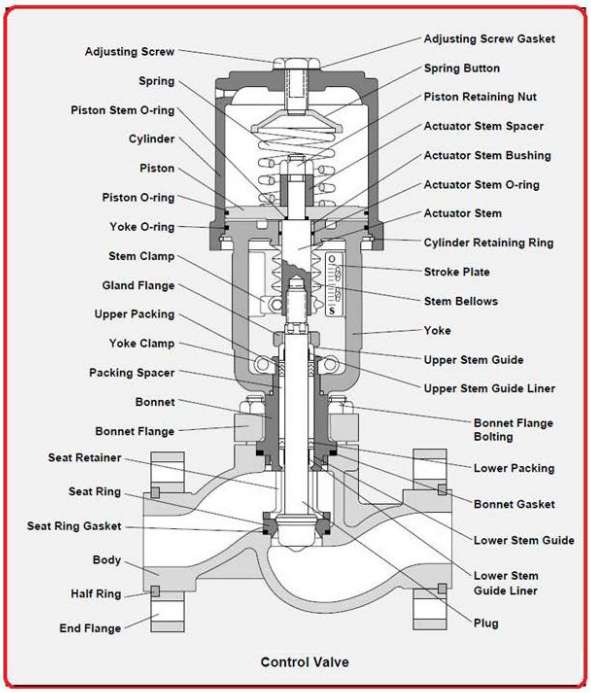


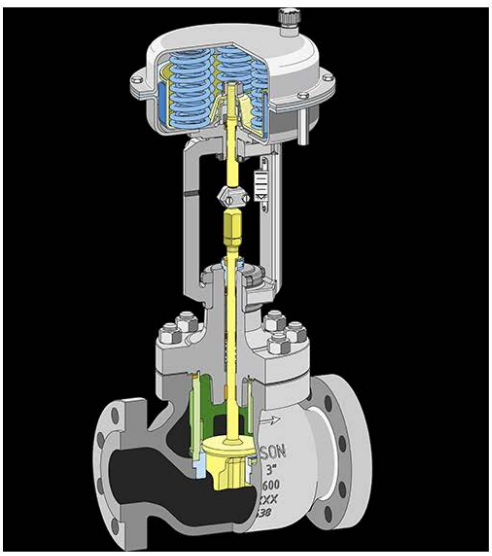
شکل شماره ۱۳. انواع بندآور متناسب با انواع حالت باز شدن برای شیر کروی

Trim

Trim شیر شامل کلیه قطعاتی از شیر است که در تماس با سیال فرایندی می‌باشد، به جز بدنه شیر، Bonnet ، فلنج های بدنه و Gasket. بنابراین برای یک شیر کروی، Trim شامل بندآور، نشیمنگاه، Guide Bushing و Cage می‌باشد. قسمت هایی از Packing Box هم بعنوان Trim محسوب می‌گردند.

قسمتهای مختلف یک شیر کنترلی را در شکل شماره ۱۴ مشاهده می‌نمایید.





شکل شماره ۱۴. قسمت‌های مختلف شیر کنترلی

http://www.mohandes-iran.com

شیرهای کنترلی توپی V

شیرهای پروانه‌ای و توپی که در گذشته فقط بعنوان شیرهای قطع-وصلی درنظر گرفته می‌شدند، امروزه بطور وسیعی بعنوان شیرهای کنترلی استفاده می‌گردند. نسبت به شیر کروی مرسوم، امتیازات این شیرها (بخصوص توپی) شامل قیمت و وزن پایین‌تر و ظرفیت عبوردهی جریان بالاتر (دو تا سه برابر شیر کروی) می‌باشد. بقیه خصوصیات مانند مسدود نمودن مسیر عبور جریان بصورت کامل، طراحی‌های ایمن در برابر آتش‌سوزی و نشتی کم از ساقه، باعث شده که ملزومات تنظیم شده دولتی در اداره ایمنی و بهداشت حرفه‌ای[4] و آژانس حفاظت از محیط زیست[5] در ایالت متحده آمریکا و دستور العمل تجهیزات تحت فشار در اتحادیه اقتصادی اروپا[6]، آسانتر ارضا گردند.

شیرهای با دهانه خروجی V شکل و توپی V شکل (V-Port & V-Ball) یک انتخاب عملی را نسبت به انواع دیگر شیرها شامل شیرهای کروی که تمایل به بزرگ و گران‌بودن دارند و اینکه همیشه نمی‌توانند آب‌بندی خوبی را گارانتی کنند (نشیمنگاه‌های فلز برروی فلز)، ارایه می‌دهند. بنابراین می‌بایست همیشه یک شیر قطع‌کننده برای ایزوله نمودن شیر کروی، به مجموعه اضافه نمود. انتخاب نوع V از یک نشیمنگاه فلزی متمایز که توسط توپی‌شیر دربرگرفته شده است جهت آب‌بندی کامل، تشکیل یافته است که با نشیمنگاه نرم ارتجاعی پشتیبانی شده که در نتیجه، شیر مستعد نشتی داخلی نمی‌باشد. این شیرها ظرفیت بالا و کنترل فشار مناسبی را که مورد نیاز برای سیالات تمییز یا کثیف می‌باشد و نیز در کاربردهای سیالات سوسپانسیون رشته‌ای، فراهم می‌آورند. rangeability در واقع نسبت بیشینه جریان قابل‌کنترل به کمینه آن می‌باشد. توپی شیر متمایزشده، خصوصیات جریانی قابل کنترل از تقریباً حالت بسته تا موقعیت کاملاً باز را ایجاد می‌کند.

گذرگاه جریانی خطی، اجازه بازیابی بالای فشار، بازده موثر حداکثری و مقاومت ساییدگی بسیار عالی را فراهم می‌آورد. این بازیابی بالای فشار بعلت فرمهای داخلی خطی و اغتشاش جریانی حداقلی، باعث از بین رفتن نسبتاً کم انرژی جریان و فراهم آوردن ضریب جریانی بیشتر نسبت به شیرهای کروی می‌شود. بنابراین فشار پایین‌دست شیر در نقطه Vena Contracta به درصد بالایی از مقدار ورودی آن بازیافت می‌گردد. همچنین این بازیابی فشار باعث فرایند باصرفه‌تری بخصوص در مقایسه با شیر کروی پیچ و خم‌دار می‌شود.

گذرگاه جریان خطی باعث می‌گردد که پدیده کاویتاسیون، کمتر اتفاق بیافتد. همچنین به‌کمک ایجاد شبکه لوله‌ای سوراخها، سر و صدا و نوسان و نیز خسارت ناشی از کاویتاسیون کاهش پیدا می‌نماید. این شبکه، به قسمت پایین‌دست نشیمنگاه فلزی توسط منبع ترموالکتریکی براده‌برداری شده و سپس بمنظور یکپارچه شدن با توپی‌شیر، رویهم قرار می‌گیرد. تمامی مجموعه برای حذف ساییدگی و بالابردن مقاومت ساییدگی نیز، سخت می‌گردند. بطور کلی استفاده از شیرهای V در کاربردهایی که احتمال کاویتاسیون وجود دارد، توصیه می‌گردد. طراحی‌های ضد کاویتاسیون و ضد صدا معمولاً به دو صورت می‌باشد. اولین نوع طراحی شامل تضعیف کننده‌های صدا هستند که داخل توپی شیر بکار می‌روند و باعث می‌شوند که جریان به جریانهای کوچکتر تقسیم شود. سوراخکاری داخل تضعیف‌کننده صدا می‌تواند بگونه‌ای تغییر یابد که بر خصوصیات جریانی شیر نیز تاثیر گذارد. نوع دیگر طراحی، اضافه نمودن آرایش پیچ و خم‌دار چند مرحله‌ای داخل توپی شیر است که بخاطر سوراخهای کوچک، سرعت سیال زیر سطحی که موجب آسیب‌دیدگی می‌شود، قرار می‌گیرد.

---

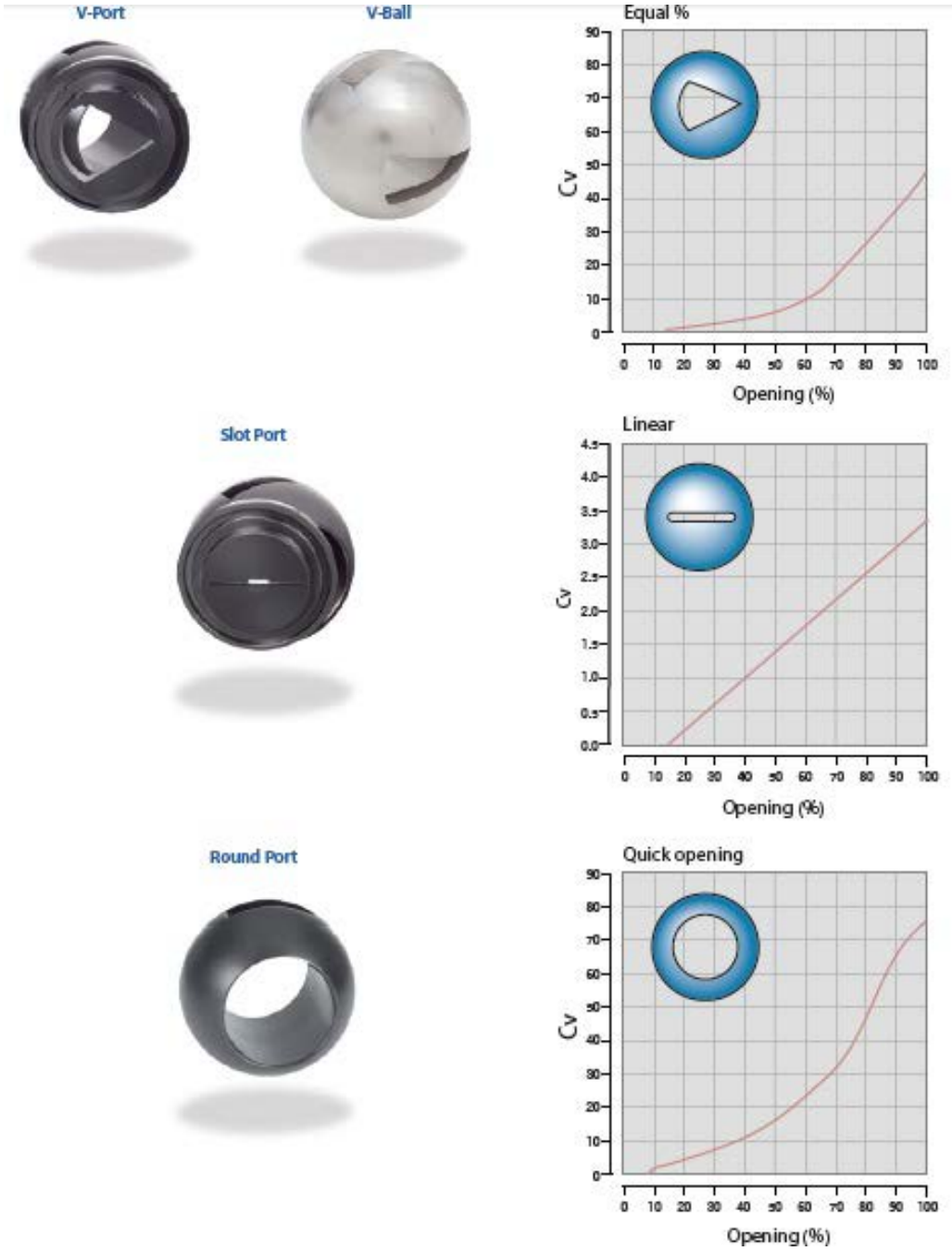
[4] Occupational Safety & Health Administration (OSHA)
[5] Environmental Protection Agency (EPA)
[6] European Economic Community (EEC)

http://www.mohandes-iran.com

بیشتر بودن ضریب جریانی این شیرها به این معنی می‌باشد که بواسطه شیر با اندازه کوچک‌تر به دبی جریانی یکسانی که شیر کروی بزرگتر از خود عبور می‌دهد، می‌توان دست یافت. بنابراین شیر فضای کمتری را اشغال نموده و وزن کمتر، صرفه اقتصادی بیشتر و تعمیرات راحت‌تری را به دنبال خواهد داشت. از طرفی، چون تمامی فشار سیال به بندآور شیر کروی اعمال می‌گردد، نیاز به محرکهای بزرگی برای اینگونه شیر جهت ایجاد نیروی بزرگ برای به حرکت درآوردن آن می‌باشد، درحالیکه حرکت ۹۰ درجه چرخشی شیرهای V ، اجازه استفاده از محرکهای کوچکتر را برای به حرکت در آوردن شیر می‌دهد.

کارایی و دقت کنترلی برتر برای هندسه پایین دست شیرهای با دهانه خروجی V شکل طراحی می‌گردد. شکل V بریده شده با دقت لیزر، خصوصیات جریانی Equal Percentage را امکانپذیر ساخته، درحالیکه طراحی مجرا مانند(slot)، خصوصیات جریانی Linear را فراهم می‌آورد. شیرهای کنترلی V تمایل کمتری برای نشتی خارجی از ساقه را نیز دارند، زیرا گشتاور کمتری از محرک این شیرها برای به حرکت درآوردن آنها مورد نیاز است و نتیجتاً فرسایش آب‌بند ساقه نیز کمتر خواهد بود. به همین میزان، تعمیرات این شیرها نیز کاهش می‌یابد.

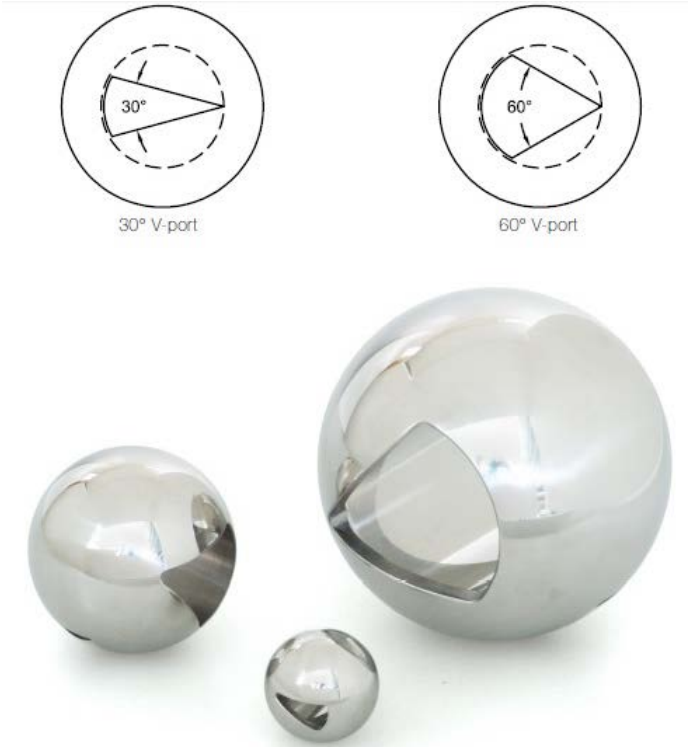
http://www.mohandes-iran.com



شکل شماره ۱۵. مقایسه خصوصیات جریانی شیرهای با دهانه خروجی V شکل و توپی V شکل، با دهانه خروجی slot مانند و توپی معمولی

شیرهای با دهانه خروجی V شکل و توپی V شکل، ایده‌آل برای کنترل جریانی دقیق‌تر، بهمراه ویژگی سادگی و آب‌بندی یک شیر توپی معمولی می‌باشند. خصوصیات جریانی به شکل لبه توپ نیمه کامل و نیز جهت برقراری جریان وابسته می‌باشد. شکل شکاف V شکل، در لبه شیر از حالت مقعر برای دهانه‌های کوچک تا حالت محدب برای دهانه‌های بزرگ تغییر می‌نماید. شیرهای با دهانه خروجی V با زاویه ۳۰ درجه، اجازه کنترل ظریف‌تر در سرتاسر چرخش شیر را داده در حالیکه شیرهای با دهانه خروجی V با زاویه ۶۰ درجه، ضریب جریانی بیشتری از میان شیر را برای کنترل سیال فراهم می‌آورند.

http://www.mohandes-iran.com



شکل شماره ۱۶. شیرهای با توپیV شکل با زاویه‌های ۳۰ و ۶۰ درجه

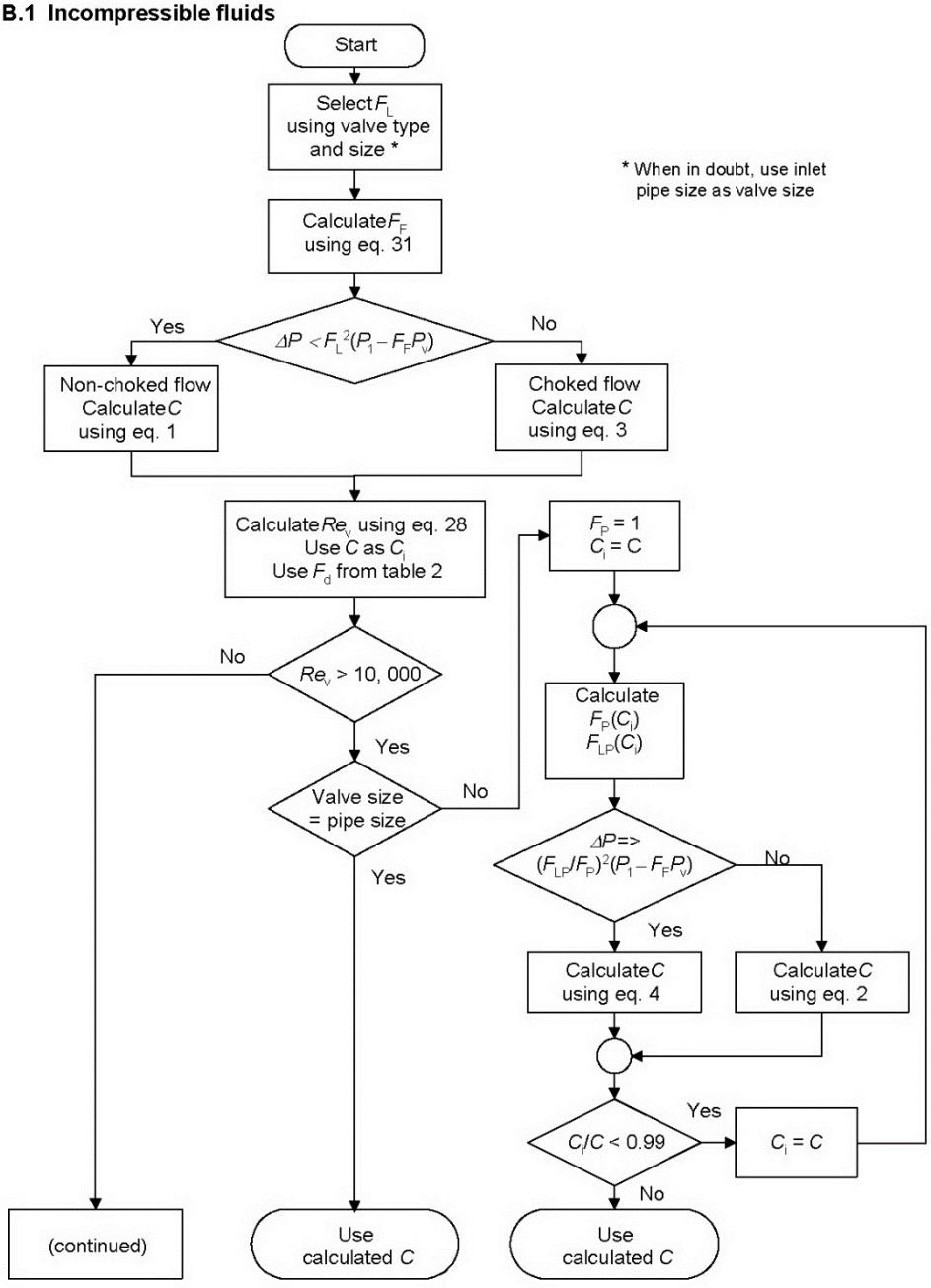
http://www.mohandes-iran.com

پیوست‌ها

پیوست شماره ۱

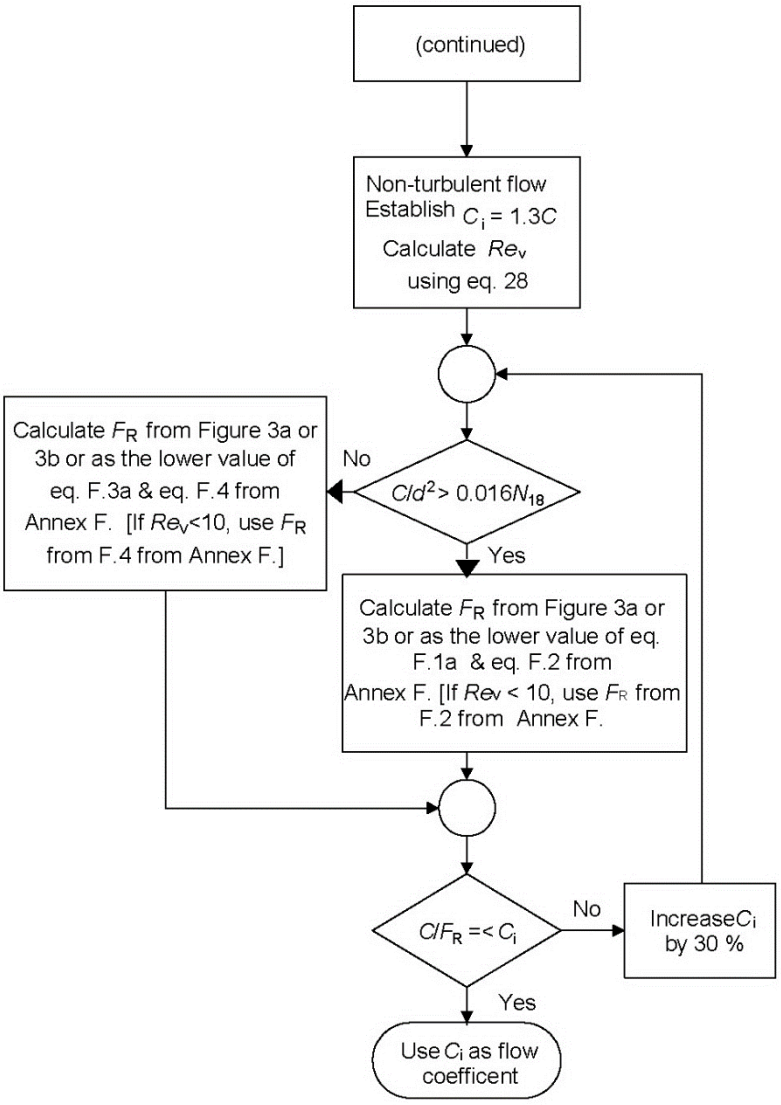
Annex B (informative) — Control valve sizing flow charts

B.1 Incompressible fluids



http://www.mohandes-iran.com

B.1 Incompressible fluids (continued)



http://www.mohandes-iran.com

پیوست شماره ۲

Table 1 — Numerical constants *N*

Constant	Flow coefficient C		Formulae unit						
	K_v	C_v	*W*	*Q*	*P*, *⊿P*	ρ	*T*	*d*, *D*	*ϑ*
N_1	1×10^{-1} 1	8.65×10^{-2} 8.65×10^{-1} 1	– – –	m^3/h m^3/h gpm	kPa bar psia		– – –	– – –	– – –
N_2	1.60×10^{-3}	2.14×10^{-3} 8.90×10^{2}	– –	– –	– –	– –	– –	mm in	– –
N_4	7.07×10^{-2}	7.60×10^{-2} 1.73×10^{4} 2.153×10^{3}	– – –	m^3/h gpm scfh	– – –	– – –	– – –	– – –	m^2/s cS cS
N_5	1.80×10^{-3}	2.41×10^{-3} 1.00×10^{3}	– –	– –	– –	– –	– –	mm in	– –
N_6	3.16 3.16×10^{1}	2.73 2.73×10^{1} 6.33×10^{1}	kg/h kg/h lbm/h	– – –	kPa bar psia	kg/m^3 kg/m^3 lbm/ft^3	– – –	– – –	– – –
N_7 ($t = 15.6^{\circ}C$)	4.82 4.82×10^{2}	4.17 4.17×10^{2} 1.36×10^{3}	– – –	m^3/h m^3/h scfh	kPa bar psia	– – –	–K –K –R	– – –	– – –
N_8	1.10 1.10×10^{2}	9.48×10^{-1} 9.48×10^{1} 1.93×10^{1}	kg/h kg/h lbm/h	– – –	kPa bar psia	– – –	K K R	– – –	– – –
N_9 ($t = 0°C$)	2.46×10^{1} 2.46×10^{3}	2.12×10^{1} 2.12×10^{3} 6.94×10^{3}	– – –	m^3/h m^3/h scfh	kPa bar psia	– – –	K K R	– – –	– – –
N_9 ($t_s = 15°C$)	2.60×10^{1} 2.60×10^{3}	2.25×10^{1} 2.25×10^{3} 7.32×10^{3}	– – –	m^3/h m^3/h scfh	kPa bar psia	– – –	K K R	– – –	– – –
N_{18}	8.65×10^{-1}	1.00 6.45×10^{2}	– –	– –	– –	– –	– –	mm in	– –
N_{19}	2.5	2.3 9.06×10^{-2}	– –	– –	– –	– –	– –	mm in	– –
N_{22} ($t_s = 0°C$)	1.73×10^{1} 1.73×10^{3}	1.50×10^{1} 1.50×10^{3} 4.92×10^{3}	– – –	m^3/h m^3/h scfh	kPa bar psia	– – –	K K R	– – –	– – –
N_{22} ($t_s = 15°C$)	1.84×10^{1} 1.84×10^{3}	1.59×10^{1} 1.59×10^{3} 5.20×10^{3}	– – –	m^3/h m^3/h scfh	kPa bar psia	– – –	K K R	– – –	– – –
N_{27} ($t_s = 0°C$)	7.75×10^{-1} 7.75 x 101	6.70×10^{-1} $6.70 \times 10^{+1}$ 1.37×10^{1}	kg/h kg/h lbm/h	– – –	kPa bar psia	– – –	K K R	– – –	– – –
N_{32}	1.40×10^{2}	1.27×10^{2} 1.70×10^{1}	– –	– –	– –	– –	– –	mm in	– –

NOTE Use of the numerical constants provided in this table together with the practical metric and US units specified in the table will yield flow coefficients in the units in which they are defined.

http://www.mohandes-iran.com

پیوست شماره ۳

Table 2 — Typical values of valve style modifier F_d, liquid pressure recovery factor F_L, and pressure differential ratio factor x_T at full rated travel [1)]

Valve type	Trim type	Flow direction [2)]	F_L	x_T	F_d
Globe, single port	3 V-port plug	Open or close	0.9	0.70	0.48
	4 V-port plug	Open or close	0.9	0.70	0.41
	6 V-port plug	Open or close	0.9	0.70	0.30
	Contoured plug (linear and equal percentage)	Open Close	0.9 0.8	0.72 0.55	0.46 1.00
	60 equal diameter hole drilled cage	Outward [3)] or inward [3)]	0.9	0.68	0.13
	120 equal diameter hole drilled cage	Outward [3)] or inward [3)]	0.9	0.68	0.09
	Characterized cage, 4-port	Outward [3)] Inward [3)]	0.9 0.85	0.75 0.70	0.41 0.41
Globe, double port	Ported plug	Inlet between seats	0.9	0.75	0.28
	Contoured plug	Either direction	0.85	0.70	0.32
Globe, angle	Contoured plug (linear and equal percentage)	Open Close	0.9 0.8	0.72 0.65	0.46 1.00
	Characterized cage, 4-port	Outward [3)] Inward [3)]	0.9 0.85	0.65 0.60	0.41 0.41
	Venturi	Close	0.5	0.20	1.00
Globe, small flow trim	V-notch	Open	0.98	0.84	0.70
	Flat seat (short travel)	Close	0.85	0.70	0.30
	Tapered needle	Open	0.95	0.84	$N_{19}\frac{(CF_L)^{0.5}}{D_0}$
Rotary	Eccentric spherical plug	Open Close	0.85 0.68	0.60 0.40	0.42 0.42
	Eccentric conical plug	Open Close	0.77 0.79	0.54 0.55	0.44 0.44
Butterfly (centered shaft)	Swing-through (70°)	Either	0.62	0.35	0.57
	Swing-through (60°)	Either	0.70	0.42	0.50
	Fluted vane (70°)	Either	0.67	0.38	0.30
High Performance Butterfly (eccentric shaft)	Offset seat (70°)	Either	0.67	0.35	0.57
Ball	Full bore (70°)	Either	0.74	0.42	0.99
	Segmented ball	Either	0.60	0.30	0.98

1) These values are typical only; actual values shall be stated by the valve manufacturer.

2) Flow tends to open or close the valve, i.e. push the closure device (plug, ball, or disc) away from or towards the seat.

3) Outward means flow from center of cage to outside, and inward means flow from outside of cage to center.

http://www.mohandes-iran.com

پیوست شماره ۴

CONTROL VALVE DATA SHEET

VSP2010-K01A-03

SINCE 1987 KOPECS CONTROL VALVE
www.kopecs.com

Project		Tag No.	02-PV-0201A
Customer		Q'ty 1	SHT. No. 3/10
Ult. Client		Revision No. 0	Date 12/8/17
Inq./P.O. No.		Serial No.	RFQ-G436
Process	P&ID : QSMS-02-PR-PI-0105		
Application			

1	SERVICE CONDITIONS	Fluid	GAS SOUR		Critical Pr.	BarA	Critical Tr.	Deg C
2			Units	Max.	Norm.	Min.		
3		Flow Rate	Kg/hr	4451	4047	1214		
4		Inlet Pressure	BarG	1.8	1.8	1.8		
5		Outlet Pressure	BarG	1.6	1.6	1.6		
6		Differential Pressure	Bar	0.2	0.2	0.2		
7		Inlet Temperature	Deg C	85	24.8	24.9		
8		Density	Kg/m3	3.7	3.7	3.7		
9		Specific Heat Ratio	k	1.2	1.2	1.2		
10		Compressibility	Z	0.982	0.982	0.982		
11		Required Capacity	Cv	206.97	187.8	56.11		
12		Opening Travel	%-EQ	70.68	67.01	41.78		
13		Predicted SPL	dBA	< 85	< 85	< 85		

14	GENERAL	Inlet Pipe Size	8	Inch	20	Sch.	50	POSITIONER	Type E/P
15		Outlet Pipe Size	8	Inch	20	Sch.	51		Mfr / Model Y.T.C / YT - 2550L
16		Design Pressure	[IN]	[OUT]		BarG	52		Input Signal 4 ~ 20 mA DC
17		Design Temperature	[IN]	[OUT]		Deg C	53		Increase Signal To VALVE OPEN
18		Max. Shut-Off Dp.				Bar	54		
19	VALVE BODY/BONNET	Model No.	KCG 12Series				55	SOL. V/V	Type N/A
20		Body Type	GLOBE				56		Mfr / Model N/A
21		Body Size	6" (150A)				57		Energized To N/A
22		Pr. Rating	ANSI 300 LBS				58		Voltage
23		End Connection	RF FLANGED				59	LIMIT SW.	Type N/A
24		Bonnet Type	STANDARD				60		Mfr / Model N/A
25		Flow Direction	FLOW TO OPEN				61		Contact Point N/A
26		Lining					62		
27	VALVE TRIM	Trim Type	P - PORT				63	ACC. OTHERS	Filter Regulator Y.T.C / YT - 250(1/4")
28		Port Size	6 in	Rated Cv	360		64		Volume Booster Y.T.C / YT - 350(1/4")
29		Flow Character.	EQ - %	Stroke	60 mm		65		I-P Transducer N/A
30		Plug Type	BALANCED				66		Position Feedback N/A
31		Seat Leakage	ANSI Class IV				67		N/A
32	MATERIAL	Body /Bonnet	A216 WCB				68	MISC.	Elect Housing STD Ex ia IIC T5,6
33		Stem	316L SS				69		Tubing Material S.S 316L
34		Plug /Disc /Ball	316L SS				70		Stroke Time(s)
35		Seat Ring	316L SS				71		Approx. Weight
36		Cage /Retainer	316L SS				72		
37		Balance Seal	316L + TFE				73	Notes / Special Instruction	
38		Packing	V - PTFE				74	1. POSITIONER & FILTER REGULATOR : 316 SS	
39		Gasket	316L+TFE - SPIRAL WOUND				75	2. NACE 01.75 : YES	
40	ACTUATOR	Actuator Type	DIAPHRAGM - RA				76		
41		Mfr / Model	KOPECS / KAC 40 SERIES				77		
42		Actuator Size	480Lmm Dia.				78		
43		Failure Mode	VALVE CLOSE				79		
44		Supply (Max)	4.5(7.0) Barg				80		
45		Manual Override	N/A				81		

47						
48	0	2012-08-17	FOR INFORMATION	S.Y.AN		G.M.CHO
49	No.	Date	Revision Description	Prepared By	Reviewed By	Approved By

http://www.mohandes-iran.com
mohandes-iran.com

CONTROL VALVE SIZING SHEET

Project	QESHM OIL PRODUCTION UNIT	Revision No.	0
Customer	OCEANUS	SHT. No.	3/10
Ult. Client	IRANIAN OFFSHORE OIL CO.	Prepared By	S.Y.AN
Tag No.	02-PV-0201A	Date	2012-08-17

Valve Sizing : Gas Flow

VSP2010-K01A-03

Body Size	6" (150A)	Flow Rate Unit	Kg/hr
Inlet Line Size	8	Pressure Unit	BarG
Outlet Line Size	8	Temperature Unit	Deg C
Outlet Line Schedule	20	Velocity Unit	m/sec
Trim Type	P - PORT		
Rated Cv	360		
Rangeability	30		

Service Conditions

	Max.	Norm.	Min.		
Flow Rate	4451	4047	1214		
Inlet Pressure	1.8	1.8	1.8		
Outlet Pressure	1.6	1.6	1.6		
Diff. Pressure	0.2	0.2	0.2		
Inlet Temperature	85	24.8	24.9		
Density	3.7	3.7	3.7		
Specific Heat Ratio	1.2	1.2	1.2		
Compressibility	0.982	0.982	0.982		

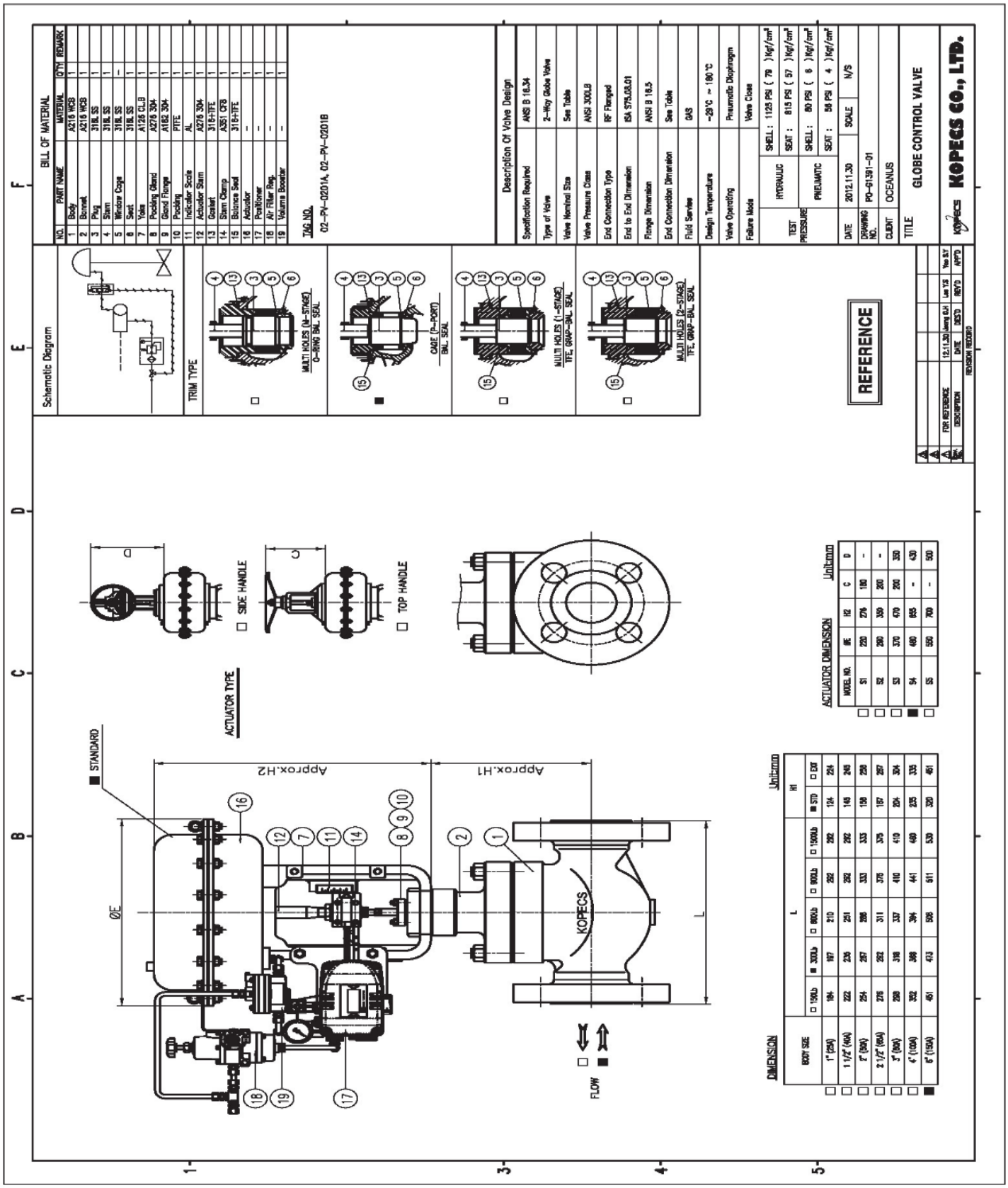
Sizing Output

Calculated Cv	206.97	187.8	56.11		
Stroke % (EQ %)	70.7	67.0	41.8		
Stroke % (Linear)	56.0	50.5	12.7		
Stroke % (Modified)	83.7	80.9	45.3		
Choked Flow	None	None	None		
	1.83	1.83	1.84		
Outlet Valve Velocity	19.7	17.9	5.4		
Outlet Line Velocity	10.8	9.8	2.9		
Noise Level [dBA]	< 85	< 85	< 85		

Notes

1. Single phase control valve sizing is based on ISA S75.01, "Flow Equations For Sizing Control Valves".

http://www.mohandes-iran.com



http://www.mohandes-iran.com

منابع

- بسته نرم‌افزاری آموزش اپراتور بهره‌برداری مربوط به شرکت ملی صنایع پتروشیمی

- "اصول کار شیرهای کنترلی"، شرکت ره‌آوران فنون پتروشیمی

- یوسفی (۱۳۸۹)، "اصول و ساختار ولوها، فلنج‌ها و گسکت‌ها"، انتشارات اتحاد-جهان‌نو

- رازی‌فر (۱۳۹۵)، "طراحی تجهیزات فرایندی"، انتشارات اندیشه‌سرا

- گوهرخی، ترابی، نجفی و شعبانی (۱۳۸۷)، "شبیه سازی دینامیکی فرایندهای شیمیایی با نرم‌افزار HYSYS Dynamic 2006"، انتشارات شرکت دانشگران صنعت پژوه

- کاتالوگ شیرهای شرکتهای Habonim ، FlowTek و تجهیزات فرایندی Top Line.

- Flow Equations for Sizing Control Valves (ISA-75.01.01-2007)

- www.flowserveperformance.com/sizing_selection: valtek: control valve sizing

- www.Flowserve.com, Flowserve Cavitation Control

- www.Linkedin.com

- BELA & LIPTAK, Instrument Engineers' Handbook, "Process Control and Optimization", VOLUME II, GAYLER, MARTON (1970, 1985), LIPTAK (1995) and MILLER (2005), Control Valve Selection and Sizing, Valve Types: Ball Valves, Taylor & Francis Group, 2006.

http://www.mohandes-iran.com