عملگر ها

انواع ولو Valve (شیر صنعتی)

یکی از رایج ترین المان های کنترل نهایی در سیستم های کنترل صنعتی کنترل ولو می باشد ولو ها بر حسب فرمان یک سیگنال همچون سیگنال یک کنترل کننده (Plc) فلوی سیال عبوری از یک لوله را محدود می کنند بعضی از طرح های کنترل ولو برای کنترل گسسته ی فلوی سیال در نظر گرفته می شود (On/Off) در حالی که برخی دیگر بین حالت کاملا باز یا کاملا بسته مورد استفاده قرار می گیرند (Shut)

یکی دیگر از انواع ولو ها ولو های کنترلی هستند که میزان باز و بسته شدن ولو قابل کنترل است به این نوع ولو ها Throttling Valve می گویند .

کنترل ولو از دو قسمت عمده به نام بدنه ولو Body که شامل همه ی تجهیزات مکانیکی برای تاثیر گذاری در فلوی سیال میباشد و محرک ولو Actuator که نیروی مکانیکی لازم برای حرکن اجزای داخلی بدنه ولو را تامین میکند.

برخی از بدنه ی ولو های کنترلی مانند ولوهای سماوری Plug Valve و و ولو های توپی Ball Valve در سرویس های On/Off به مراتب بهتر کار می کنند در حالی که طرح های دیگر همچون ولو های کروی دوپورتی Double Ported Globe Valve در کاربرد های Throttling بهتر عمل می کنند .

به مجموعه ی اجزاء خاصی که در داخل بدنه ی یک کنترل ولو قرار دارند و عمل باز و بسته کردن ولو را به عهده دارند اصطلاحا تریم ولو Valve Trim گفته می شود .

اولین دسته از ولو ها

2-1 ولو های ساقه کشویی Sliding – Stem Valve

Stem ساقه ----Sliding لغزشی

در این ولوها قطعات متحرک بدنه به صورت خطی حرکت می کنند برخی از طرح های بدنه ولو ساقه کشویی در شکل صفحه 1934 Pdf نشان داده شده است

اکثر ولوهای کنترلی ساقه کشویی عملکردی مستقیم دارند Direct Acting به این معنا که با بیرون رفتن ساقه Stand از بدنه دریچه ی ولو بیشتر باز می شود و متعاقبا هنگامی که ساقه به داخل بدنه وارد می شود دریچه ی ولو بسته می شود بدنه ی یک ولو با عملکرد معکوس Reverse-Acting بر عکس حالت قبل خواهد بود .

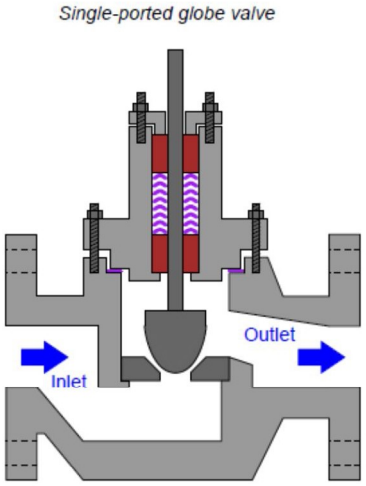
نکته: F.C در ولو ها یعنی ولو در حالت خراب بسته می ماند Fail Close

F.O در ولوها یعنی ولو در حالت خراب باز می ماند Fail Open

ولوهایی که زیر مجموعه ی ولوهای ساقه کشویی **Sliding Stem Valves** هستند

Globe Valves 1-2-1 :

ولو های کروی با تغییر فاصله ی بین یک پلاگ متحرک و یک نشیمنگاه Seat فلوی سیال را محدود می کنند (در برخی موارد از یک جفت پلاگ و یک جفت نشیمنگاه استفاده می شود) ولوهای کروی یکی از محبوب ترین طرح های ولو ساقه کشویی استفاده شده در سیستم Throttling می باشند .



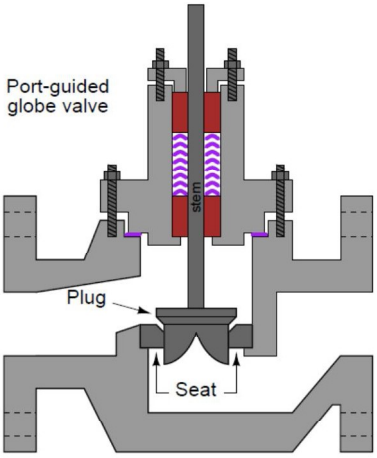
تصویر یک گلاب ولو را در زیر مشاهده می کنید.

Needle Valve

با یک تغییر کوچک در طراحی ولو کروی یک ولو سوزنی Needle Valve حاصل می شود قطر پلاگ ولوهای سوزنی بسیار کوچک است به طوریکه معمولا با سوراخ نشیمنگاه هم اندازه بوده و به خوبی در داخل آن قرار می گیرد این ولو ها در کنترل فلوی هوا یا گاز بسیار مورد استفاده قرار می گیرند سه تصویر نمایش داده شده در صفحه ی Pdf1936 یک ولو سوزنی را در وضعیت کاملا بسته –نیمه باز و کاملا باز نمایش می دهد .Left to Right

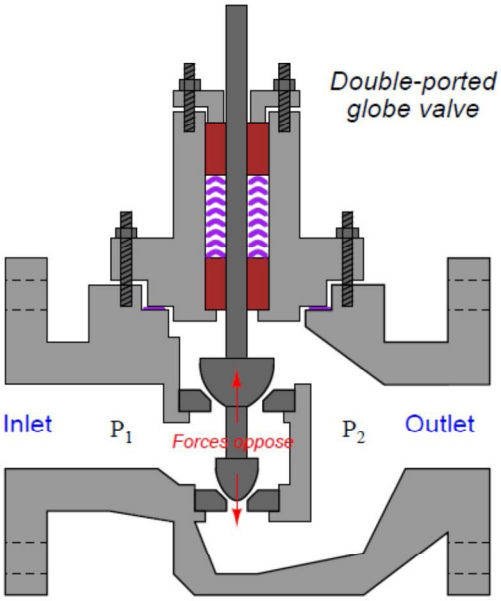
Port- Guided Globe Valve

یکی دیگر از تغییرات روی طراحی ولو کروی ولو پورت راهنما Port- Guided Globe Valve میباشد پلاگ این ولو ها شکل غیر معمولی داشته و در داخل نشیمنگاه به بالا و پایین حرکت می کند از این رو می توان گفت که حلقه ی نشیمنگاه Steam Ring برای پلاگ به عنوان یک راهنما عمل می کند به طوریکه پلاگ و نشیمنگاه را هم طراز کرده و تنش هدایت بر روی ساقه را به حداقل می رساند.



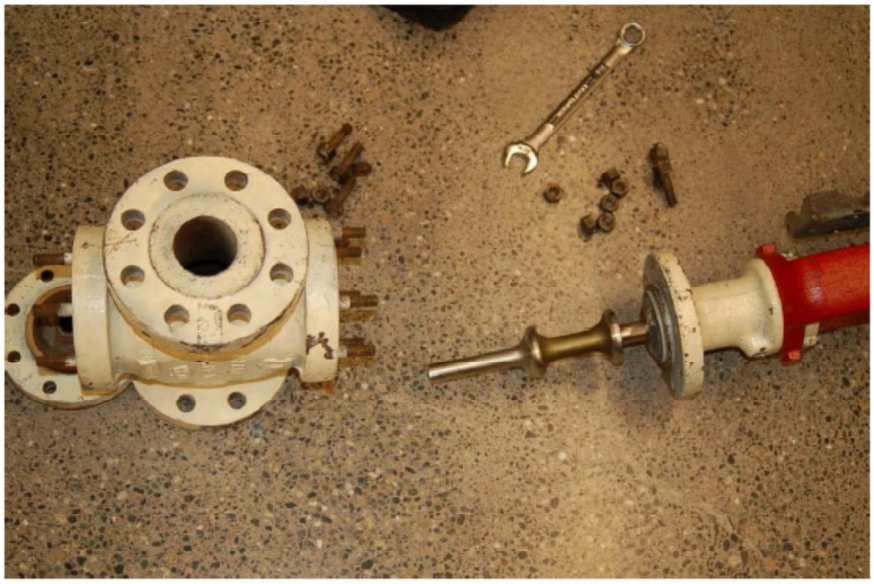
Double Ported Globe Valve

برخی از ولو های کروی برای کنترل میزان فلوی سیال از یک جفت پلاگ (بر روی یک ساقه) و یک جفت نشیمنگاه استفاده میکنند این ولو ها را ولو کروی دو پورتی گویند هدف استفاده از ولو های کروی دو پورتی این است که با اعمال فشار سیال پروسه به دو طرف پلاگ ها نیروی وارده به Stem به حداقل برسد (از این شیر ها در مواردی که فشار ورودی زیاد است نیز استفاده می شود)



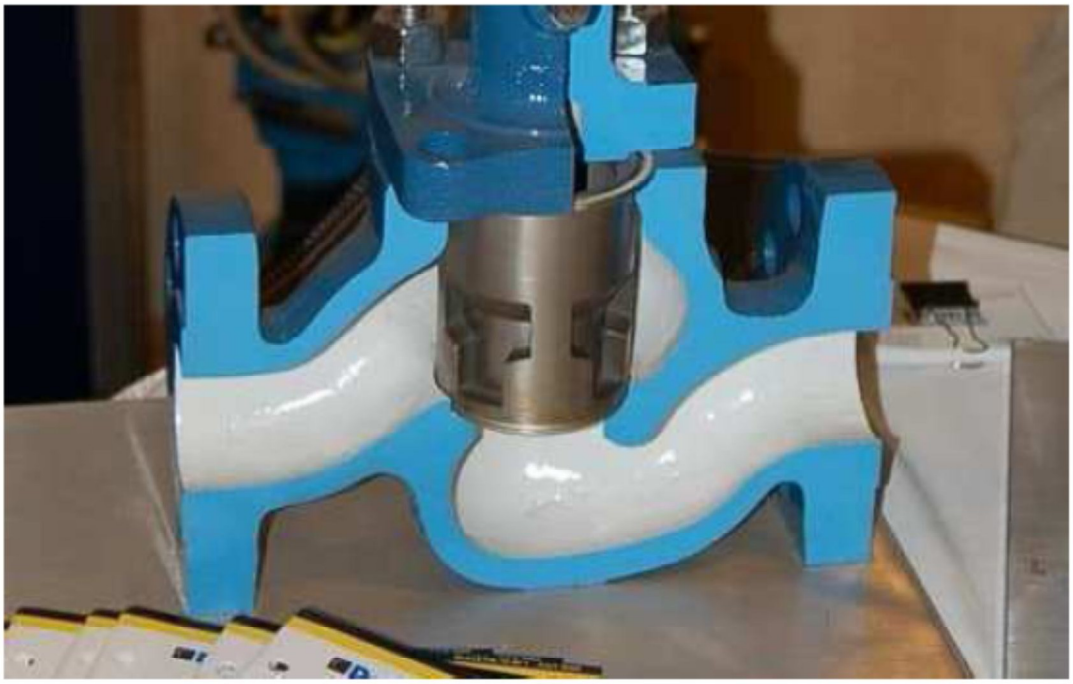
از مزایای ولو های کروی دو پورتی در مقایسه با تک پورتی تحریک ساده تر و راه اندازی راحت تر می باشد این ولو ها دارای یک نقطه ضعف مشخص هستند و آن این است که بستن کامل این ولو ها تقریبا غیر ممکن است برای آب بندی کامل سیال لازم است

که هر دو پلاگ به طور هم زمان بر روی دو نشیمنگاه قرار گیرند که این امر بسیار مشکل است به طوریکه اگر یک ولو دو پورتی در کارگاه در بهترین شرایط راه اندازی شود بعد از نصب آن بر روی پروسه به دلیل تغییرات ابعادی ساقه و بدنه ولو که ناشی از گرمایش و یا سرمایش سیال است بستن کامل محقق نخواهد شد این مسله خصوصا زمانی مشکل ساز است که ساقه از مواد متفاوتی نسبت به بدنه ساخته می شود معمولا ساقه از فولاد ضد زنگStainles Steel ساخته شده در حالی که بدنه آن از فولاد ریخته گری Cast Steel ساخته می شود فولاد ضد زنگ سرد نسبت به فولاد ریخته گری گرم ضریب انبساط حرارتی متفاوت دارد و این بدین معنی است که زمانی که ولو در معرض گرمایش یا سرمایش قرار گیرد دیگر پلاگ های ولو به طور همزمان بر روی نشیمنگاه قرار نمی گیرند .

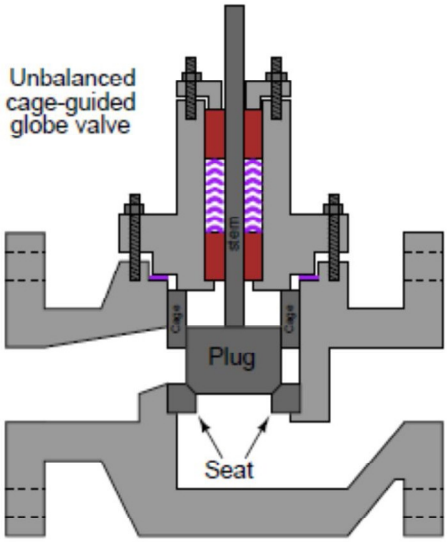


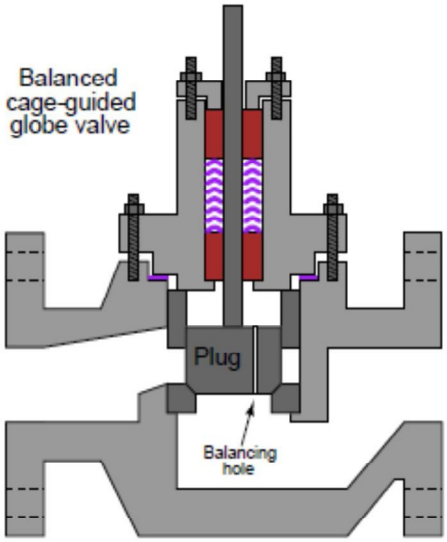
Gage Guided Globe Valves

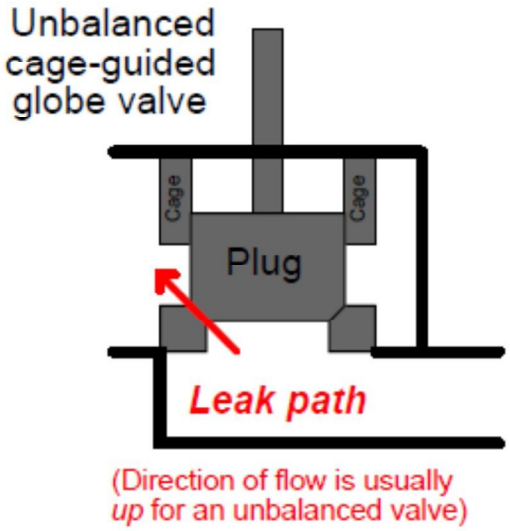
یک ورژن مدرن تر از طراحی ولو کروی از یک پلاگ به شکل پیستون استفاده شده است که در داخل یک قفس Cage قرار گرفته و پورت ها نیز به صورت ریخته گری یا ماشین کاری بر روی قفس قرار گرفته اند ولو های کروی قفس راهنما با بیشتر یا کمتر آشکار کردن سطح پورت روی قفس احاطه کننده فلو را تنظیم می کنند در واقع با بالا و پایین کردن پلاگ ، پورت روی قفس احاطه کننده ی فلو بازتر یا بسته تر می شود در اینجا قفس وظیفه ی هدایت پلاگ را نیز به عهده دارد شکل صفحه ی 1939 یک ولو برش خورده از این مدل را نشان می دهد در این تصویر قفس و پلاگ در موقعیت کاملا بسته قرار دارند یکی از مزیت های این ولو ها این است که تنها با تعویض قفس ولو با قفس دیگری که اندازه یا شکل سوراخ متفاوتی دارد می توان مشخصات فلو را به سادگی تغییر داد و یا قفس های خراب را تعویض نمود .

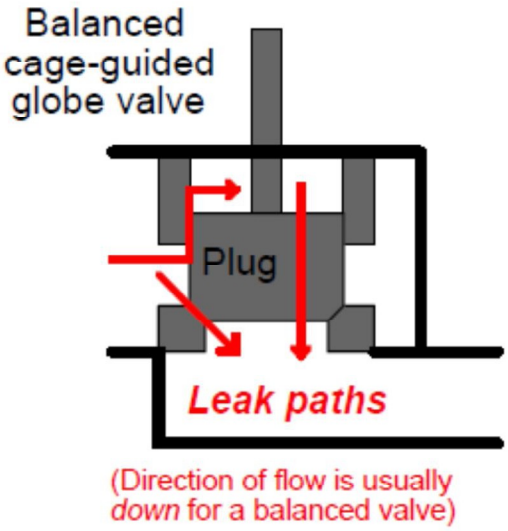


همانطور که در شکل پیداست روی قفس پنجره ها می باشد و داخل قفس صفحه ای حرکت می کند و مسیر را باز و بسته می کند .ولو های کروی قفس راهنما در دو نوع پلاگ متعادل Balanced و پلاگ نامتعادل Unbalanced در دسترس هستند پلاگ متعادل دارای یک یا چند سوراخ از بالا به پایین هستند این سوراخ ها اجازه می دهند فشار سیال دو طرف پلاگ برابر شوند این امر در به حداقل رساندن نیروی وارده بر پلاگ که باید توسط اکچویتور (عملگر) بر آن غلبه شود کمک می کند همانند شکل های صفحه ی 1940 با این حال این نوع ولو یک نقطه ضعف دارد و آن این است که وقتی در موقعیت کاملا بسته قرار دارند همیشه یک مسیر نشتی مضاعف وجود دارد (Leak Path)



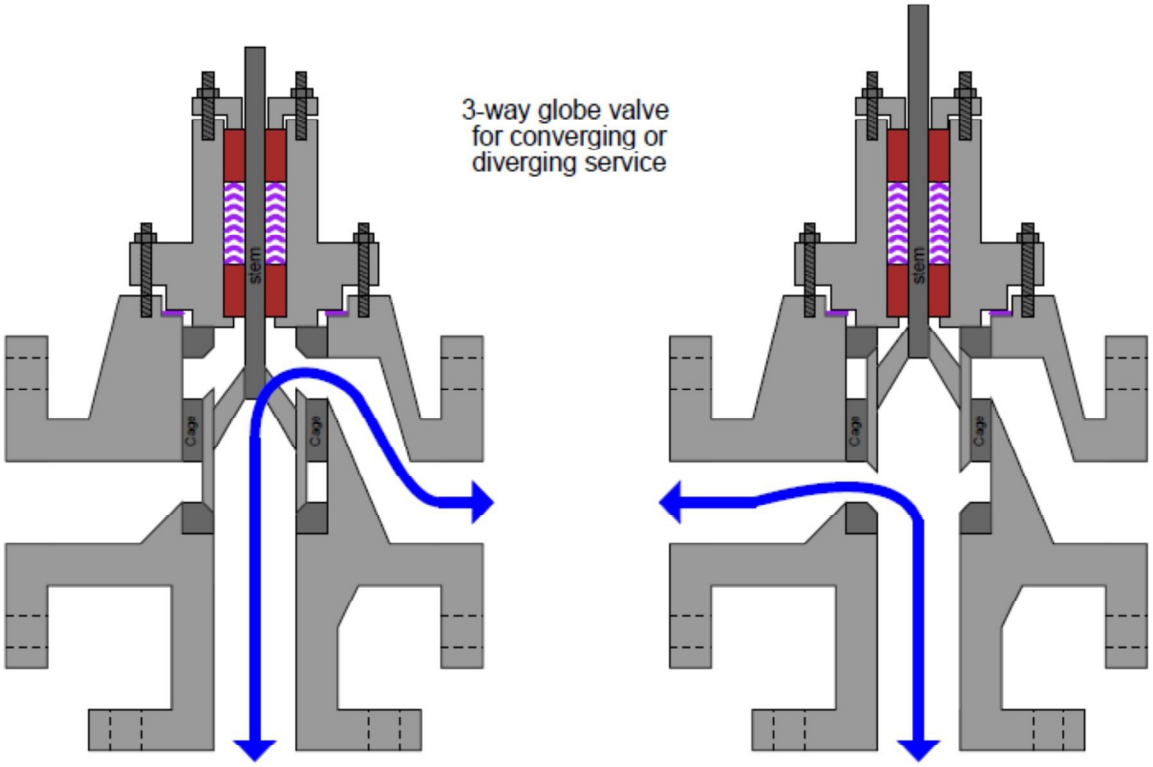






Three Way Globe Valve

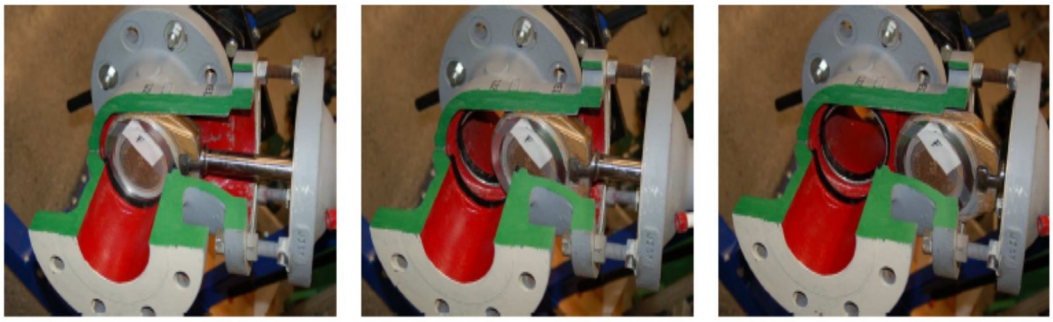
یک ورژن دیگر از گلاب ولو ها ولو های سه راهی Three Way می باشد که گاهی اوقات ولو مخلوط کننده و گاهی اوقات ولو منحرف کننده نامیده می شود این طرح ولو دارای سه پورت است به طوریکه یک پلاگ درجه ی اتصال دو پورت با پورت سوم را کنترل می کند تصاویر صفحه ی 1941 این ولو ها را نشان می دهد

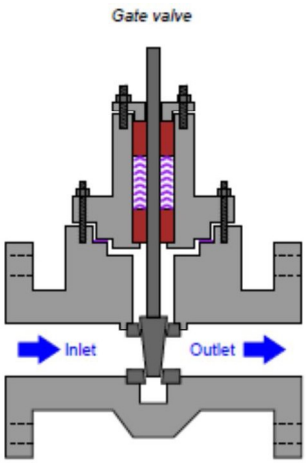


در شکل مسیر های عبور جریان سیال نشان داده شده جهت ورودی ها و خروجی ها روی ولو مشخص می شود .مخلوط شدن سیال می تواند به صورت همزمان با نیمه باز شدن دیچه ها و یا غیر همزمان با بسته شدن و باز شدن کامل مسیرها انجام شود .

2-2-1 Gate Valves ولوهای دروازه ای

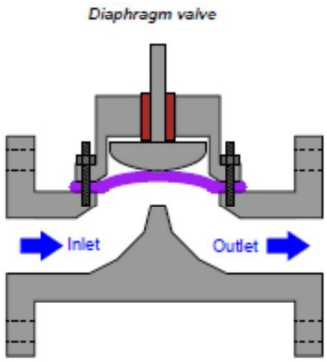
ولوهای دروازه ای با قرار دادن یک سد (دوازه) در مسیر فلو و محدود کردن آن کار می کند که می توان گفت این روش بسیار شبیه به عملکرد درب های کشویی است این ولوها در اغلب موارد برای On/Off استفاده می شود تصاویر این ولو ها در سه موقعیت متفاوت در صفحه ی 1943 قابل مشاهده است به طوریکه تصویر سمت چپ ولو را در حالت کاملا بسته و تصویر وسط ولو را در حالت نیمه باز و تصویر سمت راست ولو را در حالت کاملا باز نشان می دهد .

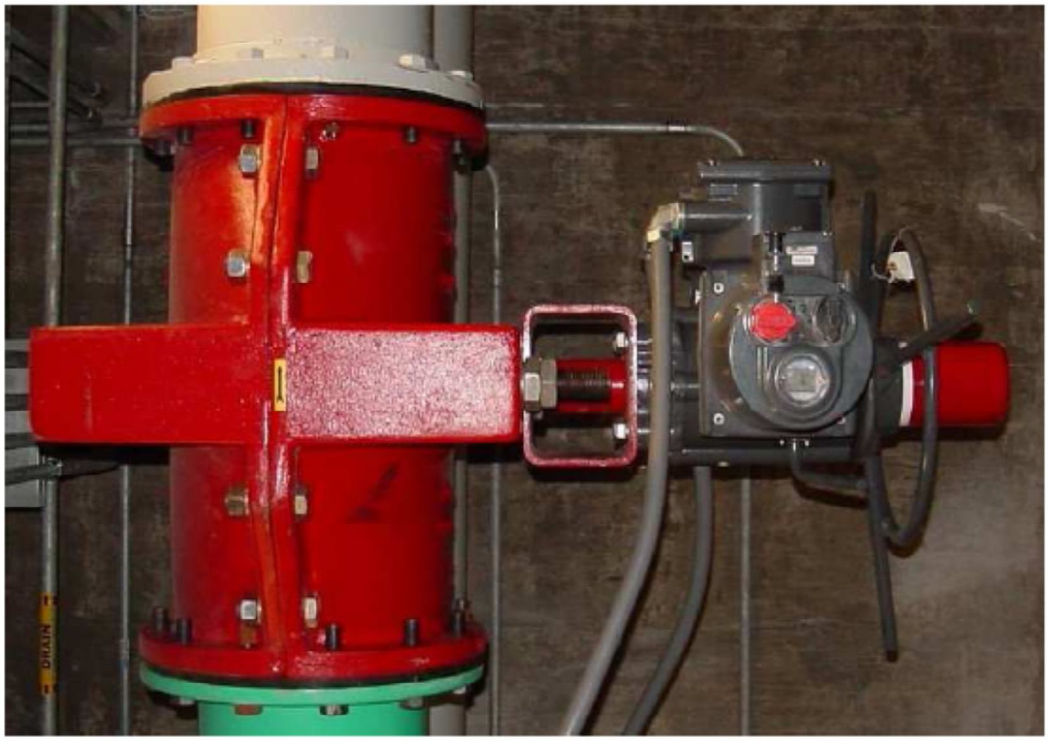


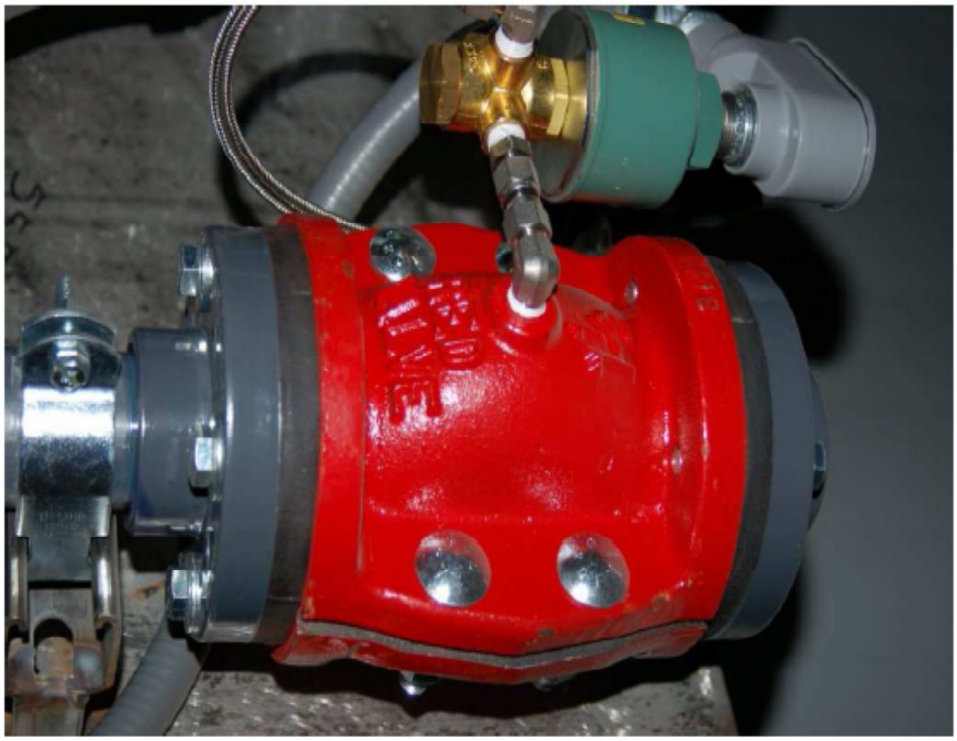


3-2-1 Diaphragm Valves ولو های دیافراگمی

ولوهای دیافراگمی به منظور محدود کردن مسیر های سیال یک صفحه ی قابل انعطاف را به لبه ی یک سد ثابت نزدیک می کند عملکرد آنها شبیه به فشار دادن یک شلنگ قابل انعطاف به منظور کنترل فلوی آب گذرنده از آن است این ولوها برای سیالاتی که حاوی ذرات معلق جامد هستند (دوغاب ها) بسیار مناسب می باشند هر چند به دلیل حالت ارتجاعی دیافراگم دستیابی به یک حالت کنترلی دقیق مشکل است اکثر این ولو ها توسط هوا تحریک می شوند به طوریکه با استفاده از هوای فشرده و اعمال آن به یک طرف دیافراگم طرف دیگر به طرف سد فشرده شده و مسیر فلو را می بندد شکل صفحه ی 1943 یک ولو دیافراگمی که توسط یک موتور الکتریکی تحریک می شود را نشان می دهد و شکل صفحه ی 1944 یک ولو دیافراگمی که توسط هوا تحریک شده و فلوی آب عبوری از یک لوله ی آب یک اینچی را کنترل میکند نشان میدهد .



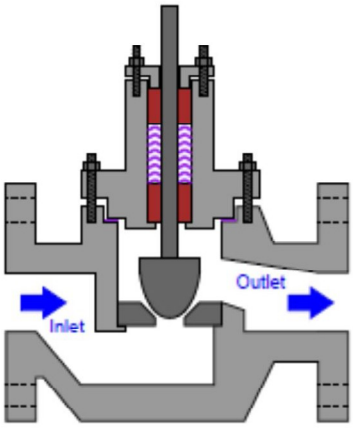




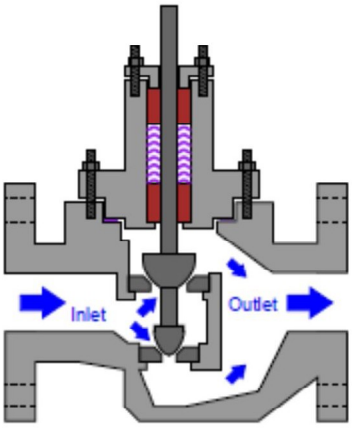
27.1 Sliding-stem valves

A *sliding-stem* valve body is one where the moving parts slide with a linear motion. Some examples of sliding-stem valve body designs are shown here:

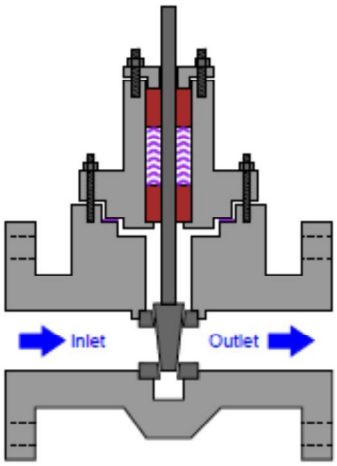
Single-ported globe valve



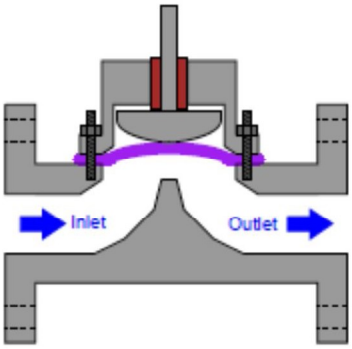
Double-ported globe valve



Gate valve



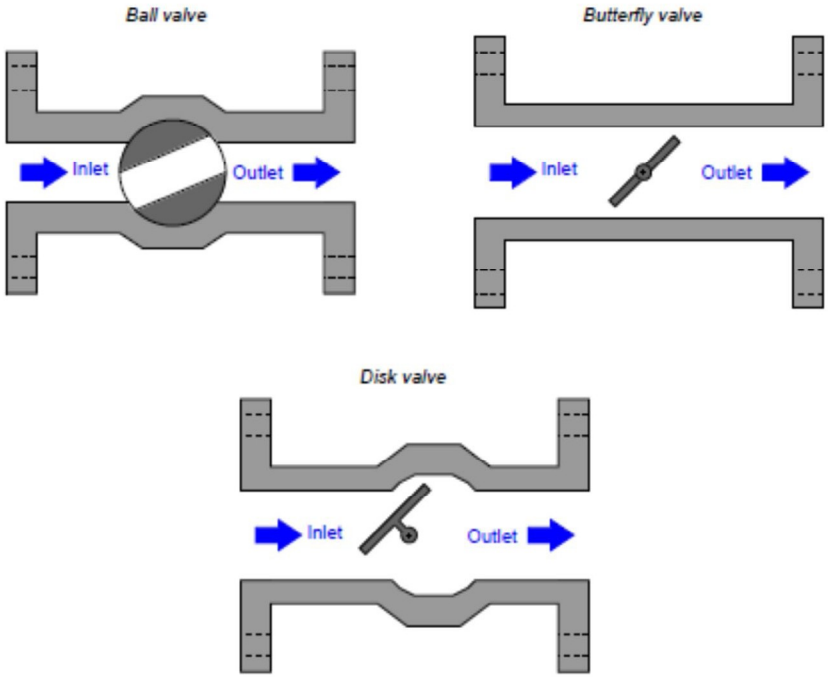
Diaphragm valve



خانواده ی دیگری از ولو ها

Rotary Stem Valves 3-1-1 ولوهای ساقه چرخشی

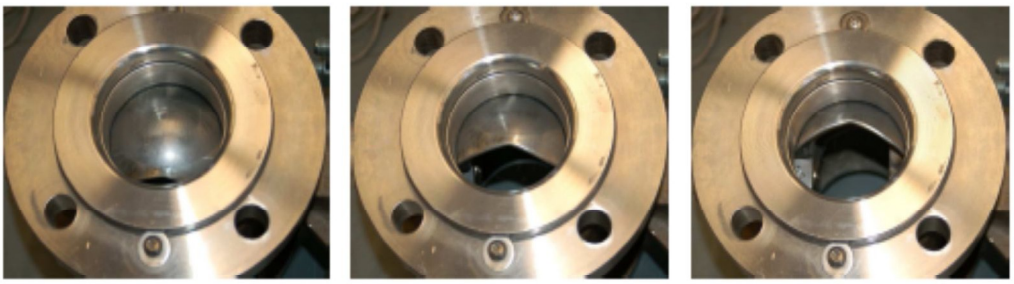
یک استراتژی متفاوت برای کنترل فلوی سیال قرار دادن یک المان چرخشی در میان مسیر فلو می باشد در واقع ولوهای چرخشی برای تحریک مکانیزم کنترلی به جای حرکت یک ساقه به داخل یا بیرون بدنه ولو به چرخش یک شافت تکیه میکنندیکی از مزیت های مهم کنترل ولوهای چرخشی نسبت به طرح های ساقه کشویی همچون ولو های کروی و دیافراگمی این است که وقتی ولو کاملا باز شده باشد تقریبا هیچ مانع و محدودیتی در مسیر سیال وجود ندارد البته ولو های دروازه ای ساختاری اینگونه دارند اما باید در نظر داشت این ولو ها (ولوهای دروازه ای) در برابر حالت کنترلی عملکرد ضعیفی نسبت به ولوهای ساقه چرخشی دارند انواع این ولوها در شکل صفحه ی 1945 آورده شده است.



1-3-1 ولو های توپی Ball Valves

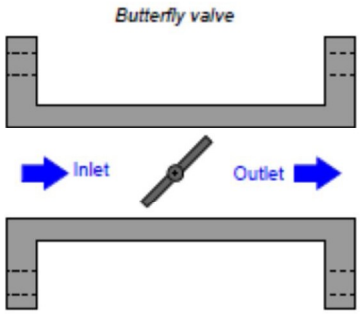
در طراحی ولو توپی چرخش یک توپ کروی که در مرکز آن یک سوراخ وجود دارد اجازه می دهد که سیال بیشتر و یا کمتر به گذر گاه وسط توپی دسترسی داشته باشد هنگامی که گذرگاه به موازات جهت حرکت سیال قرار می گیرد ولو کاملا باز و زمانی که این گذرگاه عمود بر جهت حرکت سیال قرار می گیرد ولو کاملا بسته می شود تصاویر این نوع ولو را در سه حالت مختلف در صفحه ی 1946 مشاهده می کنید .

ولوهای توپی ساده که یک گذرگاه دایره ای کامل دارند عموما برای سرویس های On/Off نسبت به سرویس های Throttling مناسب تر می باشند یک طرح بهتر از ولو های توپی برای سرویس های Throttling ولو توپی تقسیم شده Segmented می باشد که تصاویر آن را در صفحه ی 1946 مشاهده می کنید بر روی لبه ی گذرگاه توپی یک بریدگی V شکل وجود دارد در حالی که ولو به میزان کمی باز است این بریدگی یک سطح باریک را برای عبور فلو فراهم می کند و کنترل دقیق تری را نسبت به نوع ساده ی آن فراهم می آورد .



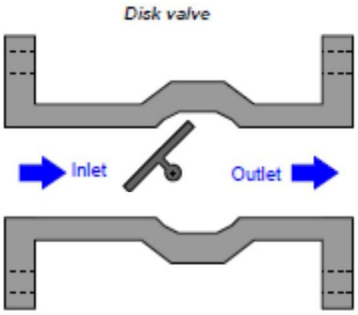
2-3-1 ولوهای پروانه ای Butterfly Valves

ولوهای پروانه ای ساختار یا سازمان بسیار ساده ای دارند در واقع المان پروانه ای یک دیسک عمود بر مسیر فلو می باشد که حول یک محور می چرخد هنگامی که این المان به موازات محور فلو قرار می گیرد دیسک حداقل انسداد را در برابر فلو ارایه می دهد و هنگامی که عمود بر محور فلو قرار می گیرد عبور سیال مسدود می شود .



3-3-1 ولو های دیسکی Disk Valves

ولو های دیسکی که اغلب اوقات ولو های دیسکی خارج از مرکز Eccentric یا ولوهای پروانه ای با کارایی بالا نامیده می شوند یک ولو پروانه ای تغییر یافته هستند که به منظور بهبود عملکرد نشیمنگاه در موقعیت کاملا بسته طراحی شده اند در این ولو ها اکثر اوقات مرکز دیسک نسبت به خط مرکزی شافت یک Offset دارد این امر باعث می شود دیسک با یک عمل بادامکی به نشیمنگاه نزدیک شده و یک نشستن فشار بالا را حاصل کند و بدین گونه بستن کامل مسیر فلو را ممکن سازد

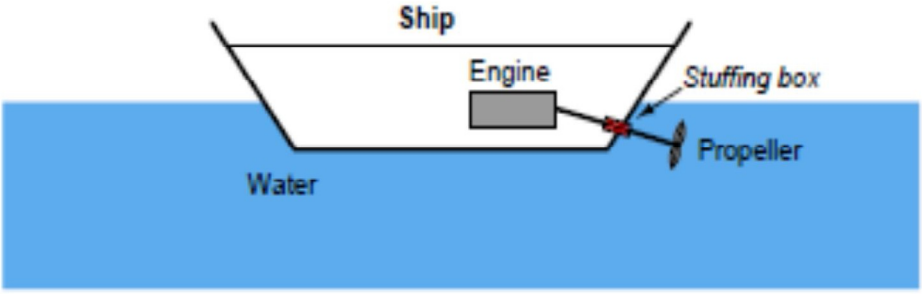


1-2 آب بندی ولو Valve Paking

صرفنظر از نوع ولو همه ی کنترل ولوهایی که مخصوصا با ساقه تحریک می شوند (اسلایدینگ استم ولو ها) به نوعی آب بندی نیاز دارند که اجازه ی حرکت ساقه توسط برخی دستگاههای خارجی (عملگر ها) را داده و علاوه بر آن آب بندی سیال پروسه را

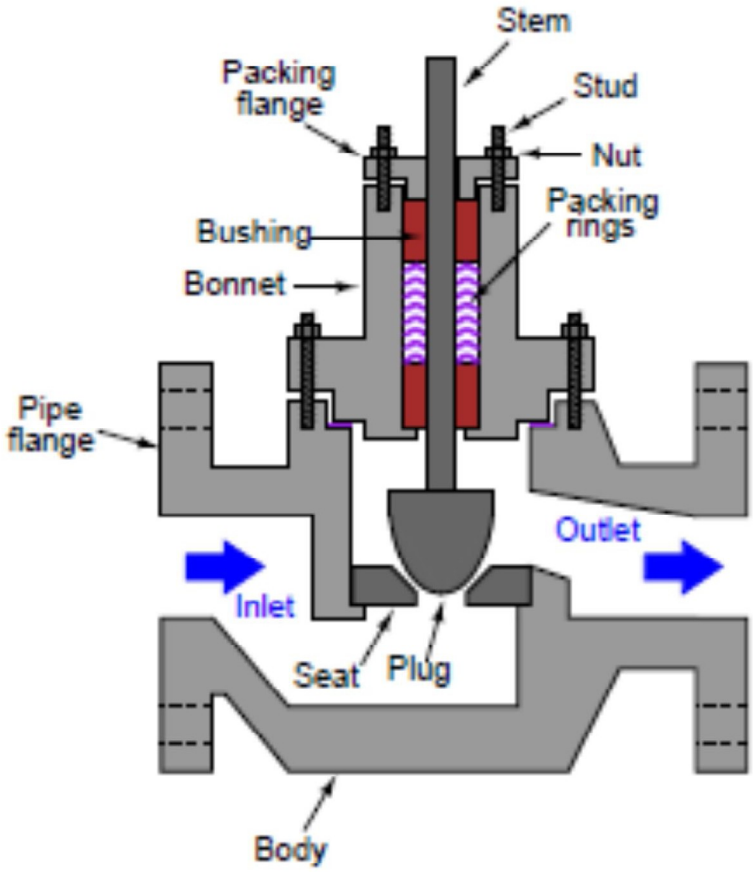
نیز حفظ کند به طوریکه بین ساقه ی متحرک و بدنه ی ولو نباید هیچ گونه نشتی وجود داشته باشد اصطلاح معمول این آب بندی را پکینگ می گویند .

این ویژگی شبیه به جعبه ی آب بندی (Stuffing Box) مورد استفاده برای آب بندی آب دریا در نقطه ای که شافت پروانه به داخل بدنه کشتی نفوذ کرده است می باشد اساس مشکل آب بندی کشتی ها و کنترل ولو ها شبیه به یکدیگر است



در واقع مسئله این است که یک آب بندی خوب چگونه می تواند علاوه بر یک شافت متحرک از نفوذ سیال جلوگیری کند راه حل این است که شافت را با یک ماده ی قابل انعطاف بپو شانیم به طوریکه به شافت چسبیده ولی از حرکت آن جلوگیری نکند مواد پکینگ سنتی که برای شافت پروانه ی کشتی استفاده می شد طناب کتان بوده است برخی از پکینگ ها را می توان گریسکاری نمود به طوریکه مواد پکینگ که مهمترین آنها تفلون و گرافیت است یک حالت خوب روغن کاری دارد جعبه های پکینگ کشتی به جای کتان از مواد پیشرفته ای چون تفلون (Teflon) که با Ptfe نیز نشان می دهند یا گرافیت استفاده می کنند که دیر تر فرسوده شده و نشتی آب کمتری دارد این مواد برای پکینگ ولوها نیز استفاده می شود .

پکینگ در یک ولو ساقه کشویی در قسمتی از بدنه ی ولو که کلاهک (Bonet) نامیده می شود قرار دارد.

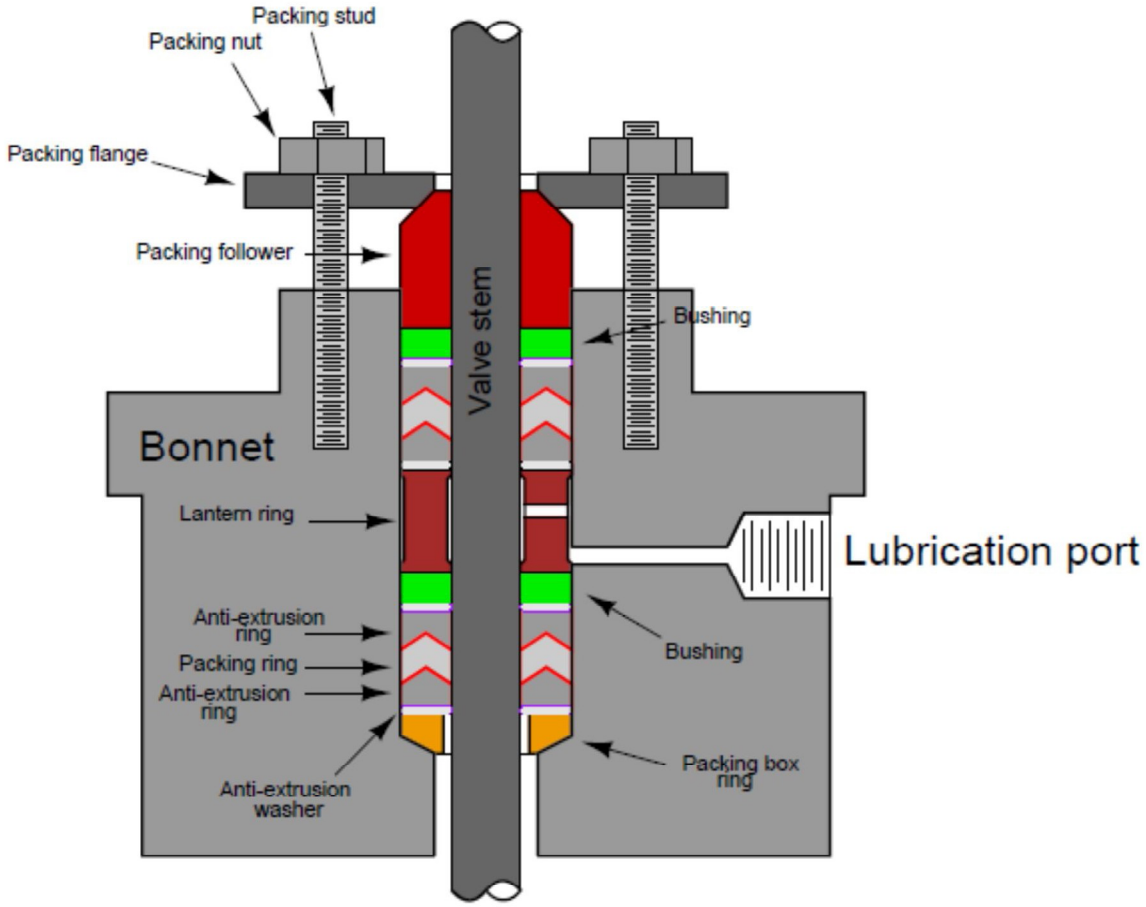


Nut مهره

Stud پیچ

در شکل فوق مواد پکینگ به شکل چندین حلقه متحدالمرکز همچون واشر های روی یک پیچ بر روی ساقه ی یک ولو چیده شده اند این حلقه ی پکینگ ها از بالا و توسط فلنج پکینگ (Paking Flange) به طرف پایین فشار داده می شوند که این امر باعث اعمال یک نیروی فشاری به دور تا دور محیط ساقه ی ولو می شود برای تولید تنش مکانیکی در مواد پکینگ در جهت ایجاد یک آب بندی محکم در بین ساقه ی ولو و دیواره ی داخلی کلاهک این نیروی فشار لازم است دو مهره ی پیچ شده بر روی پیچ های دو سر رزوه نیروی مناسب روی حلقه های پکینگ را حفظ می کنند باید مراقب باشید که این پیچ ها را بیش از حد سفت نکرده و مواد پکینگ را بیش از حد فشرده نکنید چرا که در غیر این صورت پکینگ اصطکاک بیش از حدی بر روی ساقه ی ولو ایجاد خواهد شد که نه تنها از حرکت آن جلو گیری می کند بلکه سایش بی موردی را بر روی ساقه و پکینگ ایجاد کرده و احتمال نشتی آن را در آینده افزایش می دهد از طرفی نیروی نا کافی فلنج پکینگ منجر به یک آب بندی ضعیف شده ودر نتیجه احتمال نشتی آن را زیاد می کند شکل صفحه ی 1953 اجزاء مختلف پکینگ ولو را نشان می دهد .

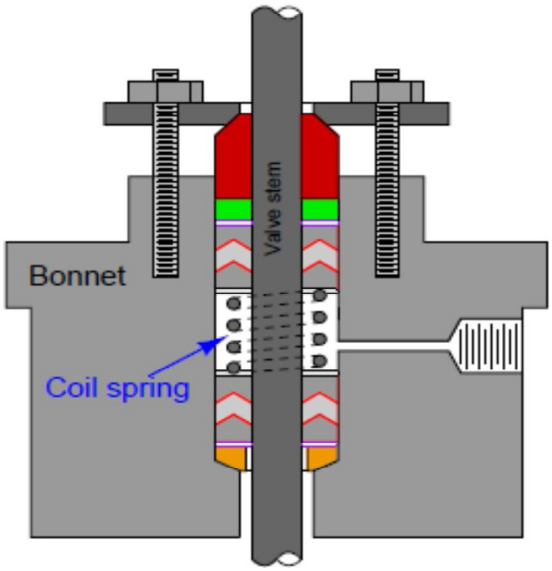
در این شکل دو مجموعه از حلقه های پکینگ را می بینید که توسط یک قطعه ی فلزی که حلقه فانوسی (Lantern Ring) نامیده می شود از هم جدا شده اند حلقه ی فانوسی به عنوان یک جدا کننده عمل کرده و اجازه می دهد که روان کننده Lubricant از طریق پورت گریسکاری Lubrication Port و از وسط کلاهک به داخل هر دو مجموعه ی پکینگ وارد شود . پکینگ نشان داده شده در اینجا توسط نیروی فشاری اعمال شده به واسطه ی دنبال گر پکینگ Paking Follower بار گذاری شده است در این سیستم خاص تنها این خود مواد پکینگ هستند که قابلیت ارتجاعی دارند این روش را بار گذاری ثابت (Stationary Loading) و در برخی موارد جام پکینگ Jam Paking می نامند .

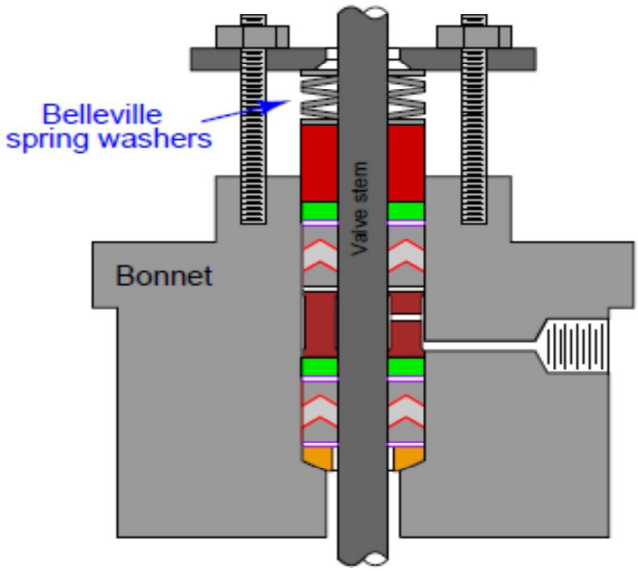


با گذشت زمان مواد پکینگ دچار خستگی شده و فرسایش می یابد به طوریکه باید با سفت کردن با احتیاط مهره های پکینگ دنبالگر پکینگ دوباره فشرده شود .

سناریویی که معمولا در تنظیمات صنعتی دیده می شود جایی است که به دلیل بی اطلاعی کارکنان برای جلوگیری از نشتی پکینگ ولو بیش از حد سفت می شود برای پکینگی که با وجود فشار مناسب مهره ها همچنان نشتی دارد بهترین راه حل تعویض پکینگ است نه بیشتر سفت کردن مهره ها .

نکته : یک جایگزین مناسب برای روش بارگذاری ثابت قرار دادن یک فنر فلزی در داخل اسمبلی پکینگ می باشد به طوریکه قابلیت ارتجاعی فنر به حفظ یک مقدار مناسب از فشار پکینگ کمک کرده و فرسودگی و خستگی مواد پکینگ را به تعویق می اندازد این روش را بار گذاری زنده Live Loading می نامند که دو نمونه از آن در شکل صفحه ی 1954 مشاهده می شود .





BelleVille فنر آکاردئونی

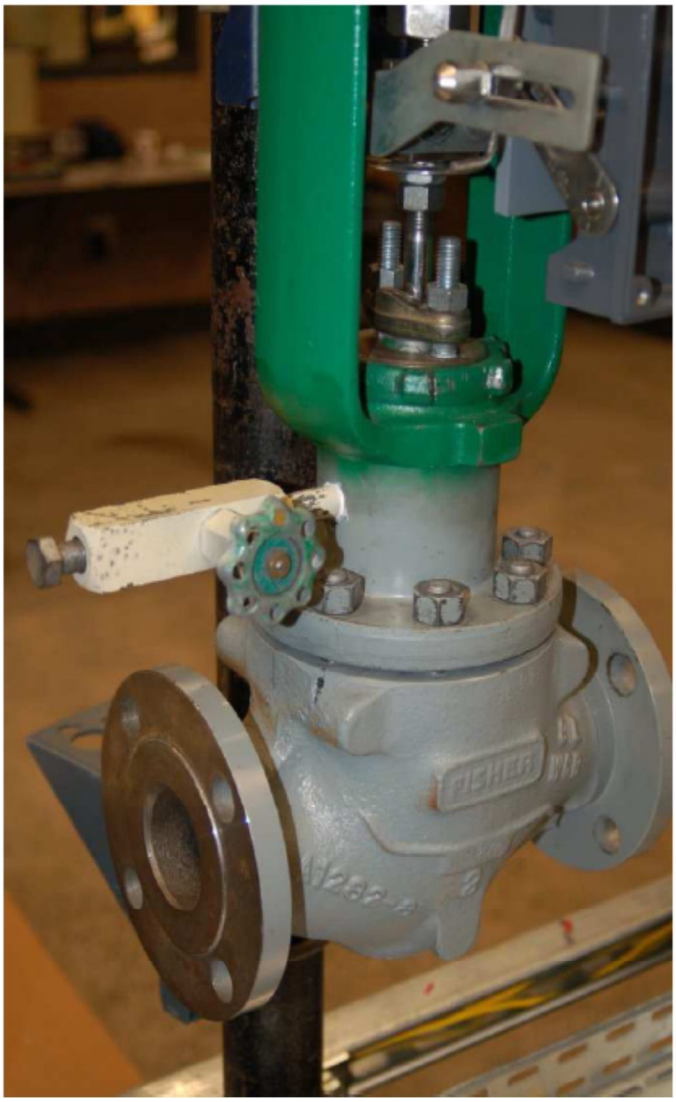
Coil Spring فنر هسته ای

محل گریسکاری در سمت راست شکل ها مشخص است.

همانطور که در شکل ها مشاهده می کنید برای بار گذاری زنده ی پکینگ ها در داخل کلاهک از یک فنر استفاده می شود این فنر ها می تواند از نوع پیچشی Coil Spring (شکل سمت چپ) یا از مجموعه ی واشر های فولادی فنری یا به اصطلاح یک فنر آکاردئونی به نام BelleVille Spring Washer استفاده می شود این واشر ها به صورت جفت

های مخالف چیده می شوند مقعر در برابر مقعر و محدب در برابر محدب به طوریکه با این کار فضای کافی برای فشرده سازی واشر ها تامین می شودشکل زیر یک پکینگ دمونتاژ شده را نشان می دهد .

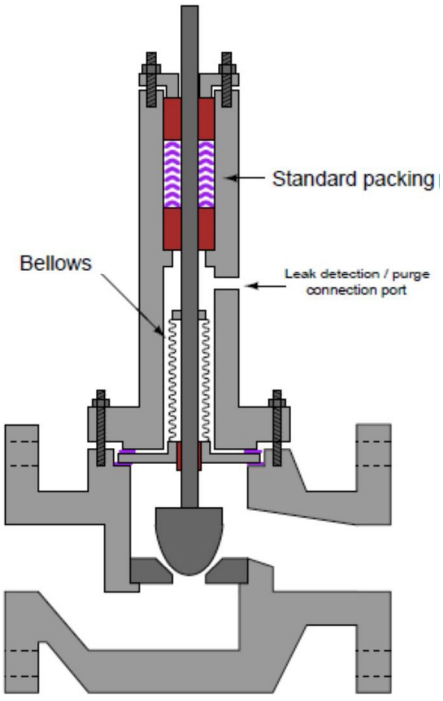
در کاربردهایی که پکینگ نیاز به گریسکاری دارد می توان یک دستگاه گریسکاری را به پورت گریسکاری متصل نمود البته این دستگاه دیر به دیر استفاده می شود همانطور که در شکل صفحه ی 1956 مشاهده می کنید یک پیچ رزوه دار به صورت یک پیستون عمل کرده و با سفت کردن آن مقدار گریس بیشتری به داخل پکینگ حل داده می شود برای گریسکاری ابتدا باید ولو دستی (فلکه) روی دستگاه گریس زنی را به دلیل حفظ ایمنی در موقعیت بسته قرار دهید سپس پیچ قرار گرفته بر روی پورت دستگاه را کاملا باز کرده سپس گریس مناسب را با فشار به داخل پورت وارد کرده و با استفاده از یک دست پیچ را در محل خود قرار داده و آنقدر بپیچانید تا احساس کنید بسته شده است سپس با استفاده از یک آچار پیچ را کمی سفت کرده و ولو دستی را باز کنید تا گریس وارد محفظه ی پکینگ شود پس از آن پیچ را کاملا به داخل بپیچانید با این کار تمام گریس به داخل پکینگ حل داده می شود و در نهایت ولو دستی را بسته تا از ایجاد نشتی جلو گیری کنیم



از شایع ترین مواد پکینگ که امروزه مورد استفاده قرار می گیرد تفلون (Ptfe) و گرافیت می باشد از نظر آب بندی اصطکاک ساقه و فرسودگی تفلون بهتر از گرافیت است بر اساس اطلاعات مندرج در کتاب Fisher با در نظر گرفتن ساقه ای به اندازه ی یک سانت اصطکاک پکینگ تفلونی به طور معمول 5 تا 10 برابر کمتر از یک پکینگ گرافیتی است تفلون در برابر مواد شیمیایی کاملا مقاوم است متاسفانه تفلون رنج دمایی محدودی داشته و نمی تواند در برابر تشعشعات هسته ای زیاد ایستادگی کند یکی دیگر از مواد پکینگی گرافیت است که نسبت به تفلون رنج دمایی بالاتری دارد و علاوه بر آن در برابر تشعشعات هسته ای مقاوم است اما گرافیت نسبت به تفلون اصطکاک ساقه ای بسیار بالایی دارد . پکینگ های گرافیتی در رنج های دمایی تا 1200 درجه ی فارنهایت قابل استفاده هستند و پکینگ های تفلونی نیز به طور معمول در رنجی بین 40 تا 450 درجه فارنهایت مورد استفاده قرار می گیرند مواد پکینگ هیبریدی همچون تفلون

تقویت شده با کربن (گرافیت) نیز وجود دارد به طوریکه در ساخت آن ها سعی شده بهترین خواص هر دو تکنولوژی مورد استفاده قرار گیرد یکی از قدیمی ترین مواد پکینگ پنبه نسوز است (Abestos) پنبه ی نسوز به صورت حلقه های پکینگ یافت می شود به طوری که یک ماده ی معدنی بوده و برای کاربرد هایی که فرایند دمای بسیار بالایی دارد استفاده می شود متاسفانه خطر ناک بودن آزبست سبب جلو گیری از استفاده از آن شده است چرا که اگر الیاف آز بست وارد ریه ی انسان شود برای همیشه در آن باقی می ماند که در نتیجه منجر به مشکلاتی برای سلامتی می گردد .

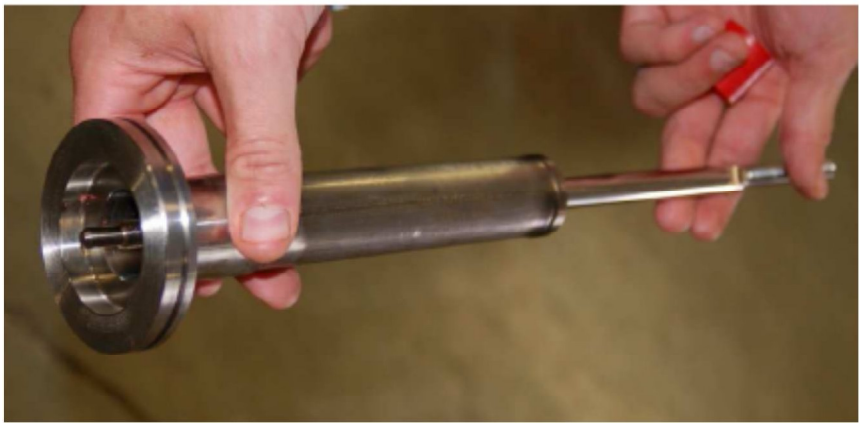
یکی دیگر از روش های آب بندی که با پکینگ های قبلی متفاوت است دستگاه بیلوز آب بندی (Bellows Seal) در این روش یک تیوب فلزی شبیه به آکاردئون به ساقه ی ولو و به کلاهک بسته می شود به طوریکه یک آب بندی متراکم و با اصطکاک نا چیز را تشکیل می دهد دنده های آکاردئونی قابلیت کشویی دارند که می توانند کشیده یا فشرده شوند از آنجا که بیلوز یک تیوب فلزی پیوسته است هیچ جایی برای نشتی وجود ندارد شکل صفحه 1958



در شکل نشان داده شده در قسمت Leak Detection یک سنسور نصب می شود که در صورت پاره شدن Bllows و ایجاد نشتی آلارم داده و این اشکال را نسان دهد .

بیلوز ها دارای طول عمر محدود می باشند و این بدان معنی است که همیشه احتمال پارگی در آن ها وجود دارد و به همین دلیل است که در کلاهک های مجهز به بیلوز همیشه یک اسمبلی پکینگ متعارف نیز قرار دارد(به جهت ایمنی)

تصویر نشان داده شده در صفحه ی 1959 یک بیلوز آب بندی واقعی را نشان می دهد (بیلوز داخل استوانه قرار دارد) برای حفاظت بیلوز ها آن ها را در داخل یک تیوب فلزی ضخیم قرار می دهند



2-2 نشتی نشیمنگاه ولو Valve Seat Leakage

در برخی از کار برد های فر آیند این مهم است که وقتی کنترل ولو در موقعیت بسته قرار دارد بتواند فلوی سیال را به طور کامل متوقف کند هر چند این امر یک نیاز اساسی است اما لزوما چنین نمی باشد چرا که بسیاری از ولوها در بیشتر عمر عملیاتی خود در حالت نیمه باز بوده و به ندرت کاملا باز یا کاملا بسته می شوند با توجه به اینکه در بالا دست Upstream و پایین دست Downstream کنترل ولو به طور معمول یک ولو مسدود کننده Block Valve نصب می شوند می توان گفت یک راه مطمئن برای صفر کردن فلوی عبوری از یک ولو وجود دارد با این حال برای برنامه های کار بردی خاصی استفاده از کنترل ولو که قابلیت بستن کامل مسیر را داشته باشد الزامی است از این رو ولو ها را بر اساس توانایی بستن کامل مسیر دسته بندی می کنند همانطور که در جدول صفحه ی 1960 مشاهده می کنید تلورانس های نشتی نشیمنگاه با اختصاص عدد رومی مشخص شده است (کلاس ولو بر اساس اعداد رومی مشخص می شود که در اینجا پایین ترین کلاس کلاس یک است هر چقدر کلاس یک ولو بالا میرود بهتر و نشتی کمتری دارد)

Class	Maximum allowable leakage rate	Test pressure drop
I	(no specification given)	(no specification given)
II	0.5% of rated flow capacity, air or water	45-60 PSI or max. operating
III	0.1% of rated flow capacity, air or water	45-60 PSI or max. operating
IV	0.01% of rated flow capacity, air or water	45-60 PSI or max. operating
V	0.0005 ml/min water per inch orifice size per PSI	Max. operating
VI	Bubble test, air or nitrogen	50 PSI or max. operating

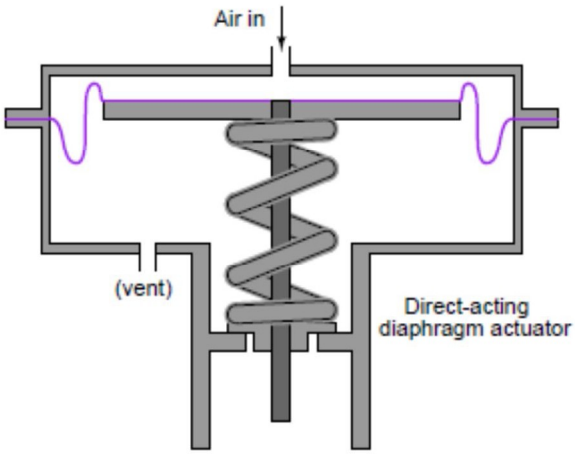
مثلا در کلاس دو جدول فوق 0.5 درصدفلوی عبوری نشتی دارد تا کلاس 4 بر این اساس نوشته شده (معمولا در صنعت از شیرهای کلاس 4 استفاده می شود) در کلاس 5 نوشته شده میزان نشتی 0.0005 میلی متر در دقیقه می باشد که دقیقا مشخص شده است .

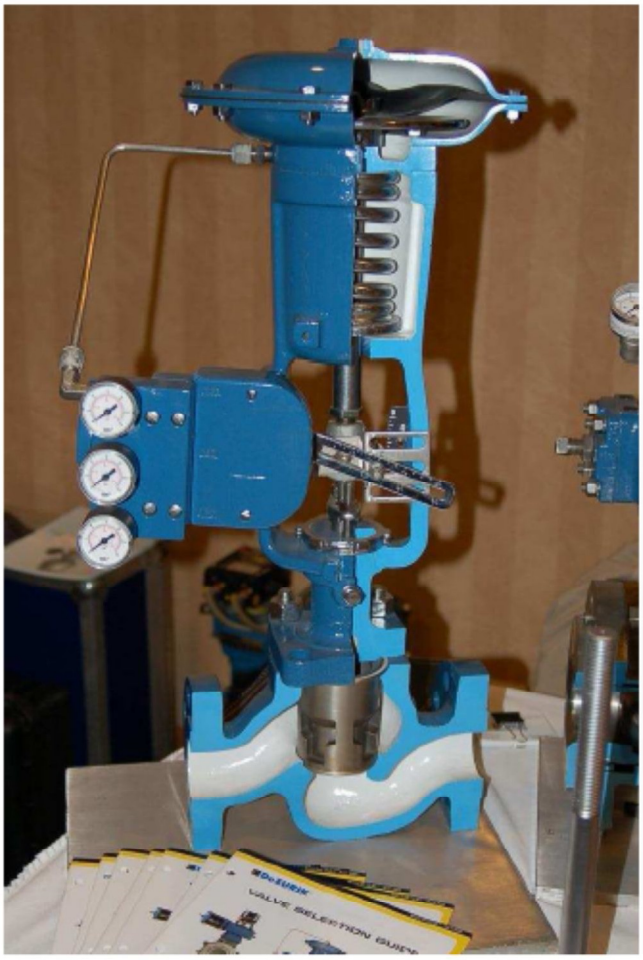
عملگر های ولو Control Valve Actuators

هدف از اکچویتور تامین نیروی محرکه ی لازم برای کار انداختن مکانیزم ولو می باشد کنترل ولو های ساقه کشویی و چرخشی هر دو از اکچویتور های یکسانی بهره می برند که از آن جمله می توان اکچویتور نیوماتیکی ، هیدرولیکی ، موتور الکتریکی و دستی نام برد .

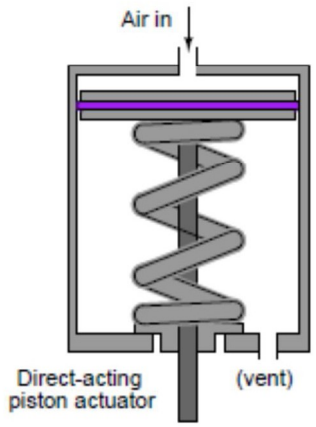
1-3 عملگر های نیوماتیکی یا پنوماتیکی :

این عملگر ها با تحت فشار قرار دادن یک دیافراگم انعطاف پذیر یا یک پیستون توسط فشار هوا مکانیزم یک ولو را حرکت می دهند تصویر نشان داده شده در صفحه ی 1962 یک کنترل ولو برش خورده را نشان می دهد همانطور که می بینید یک اکچویتور دیافراگمی در بالای بدنه ولو نصب شده است شما می توانید فنر پیچشی Coil Spring بزرگی را در قسمت اکچویتور ببینید این فنر موقعیت پیش فرض ولو را تامین میکند به طوریکه فشار هوای اعمال شده به دیافراگم، ولو را در جهت مخالف با نیروی فنر حرکت می دهد(نیروی فنر به سمت پایین است) فشار هوای اعمال شده به پایین دیافراگم ساقه کشویی ولو را در جهت رو به بالا بلند می کند در مقابل این نیروی فنر است که ساقه را به سمت پایین حل می دهد .فشار هوای مورد نیاز برای تحریک اکچویتور نیوماتیکی ممکن است مستقیما از خروجی یک کنترلر نیوماتیکی آمده و یا از طریق یک مبدل سیگنال که یک سیگنال الکتریکی را به یک سیگنال فشار هوا تبدیل می کند تامین شود این مبدل ها به عنوان I/P یا تبدیل کننده ی I به P شناخته می شوند (I TO P) . این مبدل یک سیگنال جریان الکتریکی 4 تا 20 میلی آمپر DC را به یک سیگنال فشار هوای 3 تا PSI15 تبدیل می کند تصاویر نشان داده شده در صفحه ی 1963 چند مبدل با سازنده های مختلف را نشان می دهد (یعنی از طرف اتاق کنترل جریانی به I/P اعمال می شود و I/P این جریان را به فشار مورد نیاز تبدیل می کند .


Air in
(vent)
Direct-acting
diaphragm actuator



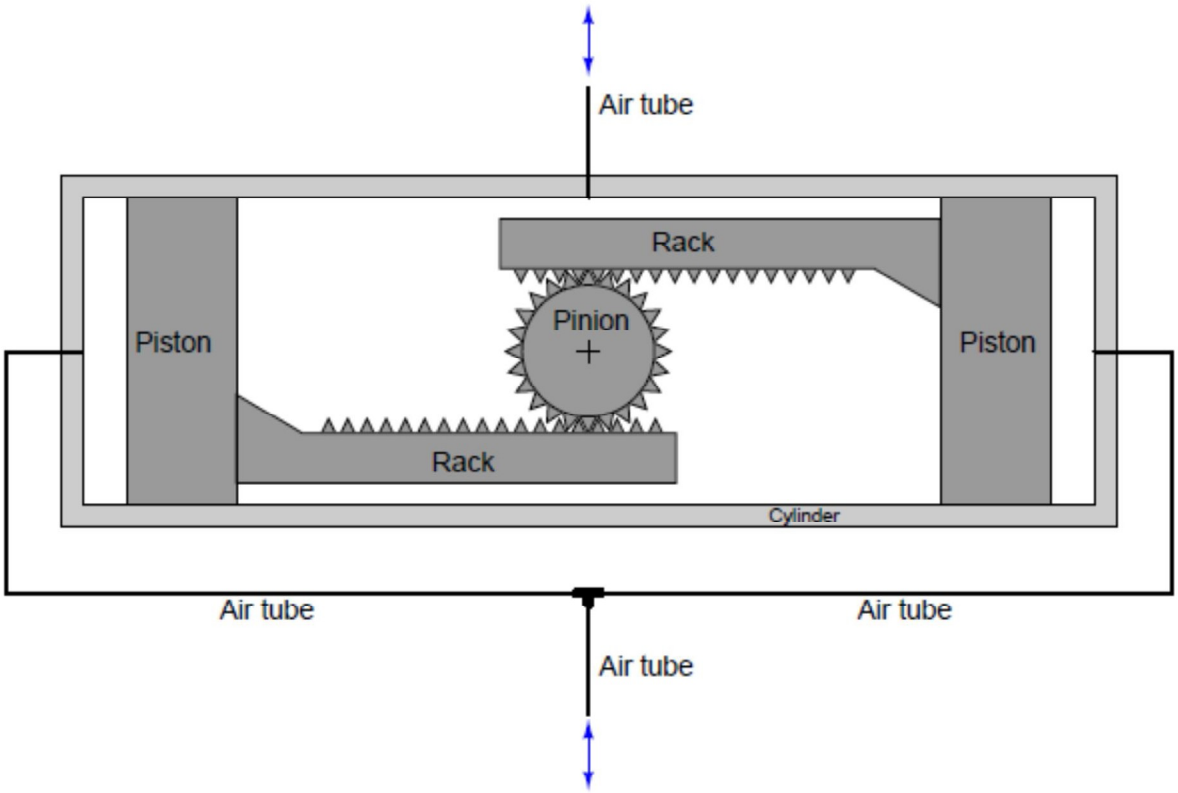
نکته :اکچویتور های پنوماتیکی ممکن است علاوه بر نوع دیافراگمی به صورت پیستونی نیز ساخته شود تصویر این نوع عملگر ها در صفحه 1956 نشان داده شده است معمولا اکچویتور های پیستونی نسبت به دیافراگمی طول حرکت بیشتری دارند



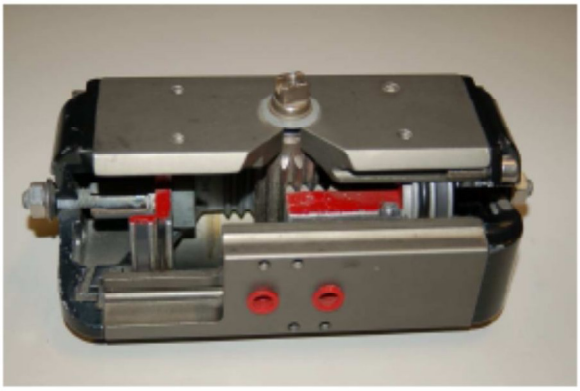
(Stroke Length طول حرکت) و قادر هستند در فشار هوای بسیار بیشتری کار کنند به طوریکه امکان ساخت اکچویتور پیستونی با طول یک مایل نیز وجود خواهد داشتاما چنین شاهکاری برای نوع دیافراگمی غیر ممکن است اکچویتور های دیافراگمی نسبت به پیستونی اصطکاک کمتری ایجاد می کنند و آن به معنی موقعیت یابی ساقه ولو با دقت بالاتر است پس در کاربرد هایی که موقعیت یابی دقیق ولو مهم و حیاتی است استفاده از اکچویتور دیافراگمی مزیت بیشتری دارد شکل صفحه 1966 یک ولو اکسیژن مناسب برای فشار های فوق العاده بالا را نشان می دهد که دارای یک اکچویتور پیستونی پنوماتیکی بزرگ و بدنه ولو نسبتا کوچک است .

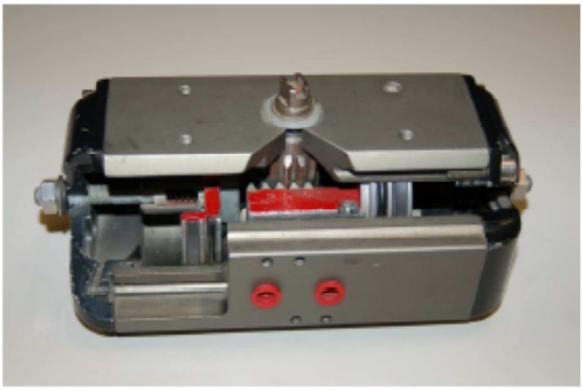
Double Piston Pneumatic Actuator

در این طرح اکچویتور برای تبدیل حرکت خطی پیستون به حرکت چرخشی شافت و در نتیجه حرکت تریم ولو پروانه ای یک جفت پیستون با تحریک نیوماتیکی یک مکانیزم رک و پینیون را حرکت می دهد (Rack And Pinion میله ی دندانه دار و چرخ دنده ای کوچک) به شکل زیر توجه کنید



هوای فشرده اعمال شده به تیوب پایینی(که به دوطرف سیستم وصل است) در حالی که تیوب بالاییVent شده است هر دو پیستون را به سمت مرکز حل داده و چرخ دنده ی پینیون را خلاف عقربه های ساعت می چرخاند با اعمال هوای فشرده به تیوب بالایی در حالی که تیوب پایینی Vent شده است هر دو پیستون به بیرون حل داده شده و چرخ دنده ی پینیون در جهت عقربه های ساعت می چرخد شکل برش خورده ی آزمایشگاهی سیستم فوق را در زیر میبینید





شکل زیر نمونه ای از اکچویتور با دو پیستون و سیستم رک و پینیون را نشان داده که در این شکل نشان دهنده ی دوار زرد رنگ در انتهای ساقه ی ولو چرخشی موقعیت ولو پروانه ای را نشان می دهد و همچنین جعبه سوئیچ حرکت به رنگ مشکی در شکل که چندین لیمیت سوئیچ را در خود جای داده است یک نشاندهنده از راه دور است که موقعیت ولو را برای اتاق کنترل ارسال می کند .

2-3- اکچویتور های هیدرولیکی

اکچویتور های هیدرولیکی برای حرکت مکانیزم ولو به جای فشار گاز از فشار مایع استفاده می کنند تقریبا همه ی طرح های اکچویتور هیدرولیکی با استفاده از یک پیستون به جای دیافراگم فشار سیال را به نیروی مکانیکی تبدیل می کند رتبه ی فشار بالای اکچویتور های پیستونی مزایای خود را از فشار های سیستم هیدرولیک معمول جدا کرده است و ماهیت روان کننده ای روغن هیدرولیک به چیره شدن خاصیت اصطکاک اکچویتور های نوع پیستونی کمک می کند علاوه بر این قادر هستند که به سادگی نیروهای خیلی بزرگی تولید کنند و به دلیل عدم تراکم پذیری روغن هیدرولیک موقعیت یابی بسیار پایداری ارائه دهند برخی از این عملگر ها برای فراهم کردن قدرت سیال خود از پمپ های الکتریکی کنترل شده استفاده می کنند به طوریکه ولو عملا توسط یک سیگنال الکتریکی کنترل می شود سایر اکچویتور های هیدرولیکی با تکیه بر یک سیستم قدرت سیال جداگانه (پمپ- مخزن- کولر- و لوهای سولونوئیدی یا دستی و .....) فشار هیدرولیک را فراهم می کنند با این حال سیستم های منبع فشار هیدرولیک به علت نیاز به تیوب کشی با دیواره ی ضخیم (برای اینکه فشار روغن بالاست) و نیاز به پاکسازی سیستم از هر گونه حباب هوا و مشکل حفظ شبکه از هرگونه نشتی نسبت به سیستم های پنوماتیکی تمایل به محدوده فیزیکی محدود تری دارند یکی دیگر از معایب سیستم هیدرولیکی در مقایسه با پنوماتیکی عدم ذخیره سازی قدرت ذاتی می باشد سیستم های هوای فشرده شده به واسطه ی تراکم پذیری هوا (قابلیت ارتجاع) به طور طبیعی انرژی درون هر حجم فشرده شده را ذخیره میکند و در نتیجه در صورت خاموش شدن کمپرسور اصلی یک درجه مشخص از قدرت ذخیره شده را فراهم میکند همانطور که در تصویر صفحه ی 1971 مشاهده می کنید یک اکچویتور پیستونی رهیدرولیکی به یک ولو On/Off بزرگ متصل شده است دو سیلندر هیدرولیکی را می توان در بالای بدنه ی گرد ولو مشاهده کرد که به صورت افقی نصب شده اند این اکچویتور برای تبدیل حرکت خطی پیستون نیوماتیکی به حرکت چرخشی مورد نیاز برای چرخاندن تریم ولو از یک مکانیزم رک و پینیون استفاده میکند .

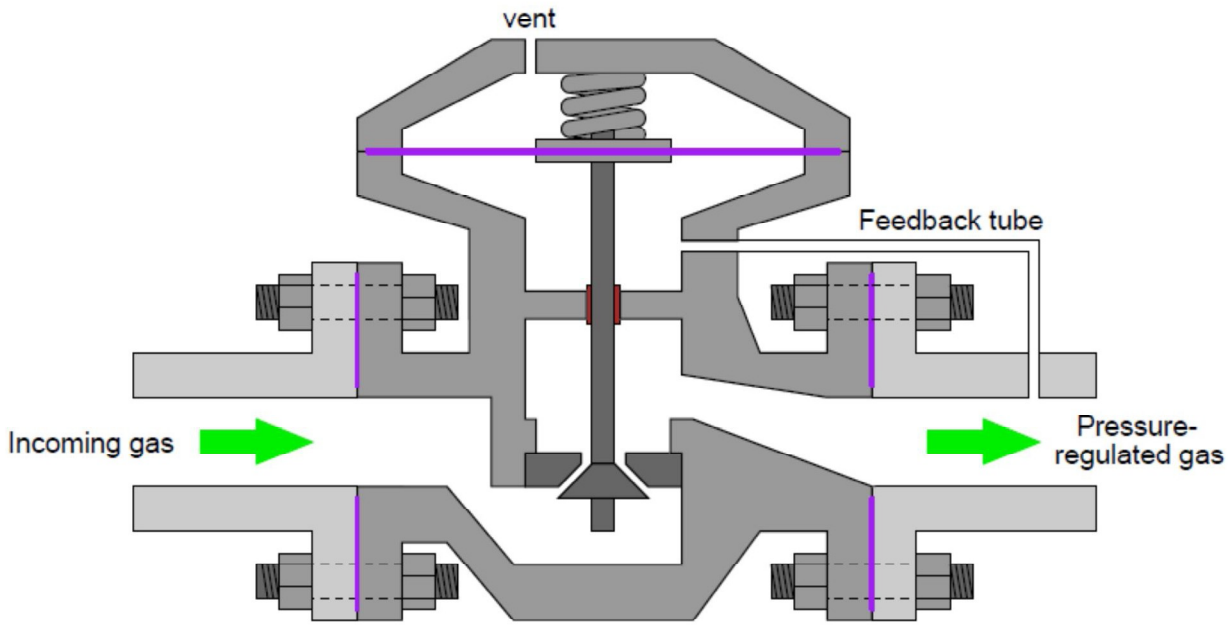
نکته : در سیستم پنوماتیکب ذخیره شدن هوا را می توان وقتی فشار هوا قطق است و شلنگی را از اتصالی جدا میکنیم ببینیم

3-3- ولوهای خود عمل کننده

این ولو ها به خودی خود یک نوع عملگر محسوب نمی شوند و در واقع در جایی که فشار سیال فرآیند خود مکانیزم ولو را تحریک می کند به عنوان یک فرم تحریک شناخته می شود این اصول خود کار (self operating) می تواند در کاربرد های کنترلی یا on/off ودر سیستم های گاز یا مایع مورد استفاده قرار گیرد سیال فرآیند می تواند به طور مستقیم به المان تحریک کننده (دیافراگم یا پیستون) تیوب کشی شود یا برای تنظیم فشار آن قبل از رسیدن به اکچویتور از میان یک مکانیزم کوچک که پایلوت(pilot) نامیده می شود عبور کند استفاده از پایلوت این امکان را می دهد که حرکت ولو اصلی توسط یک دستگاه قابل تنظیم کنترل شود یک کاربرد رایج این نوع مکانیزم تنظیم فشار گاز می باشد

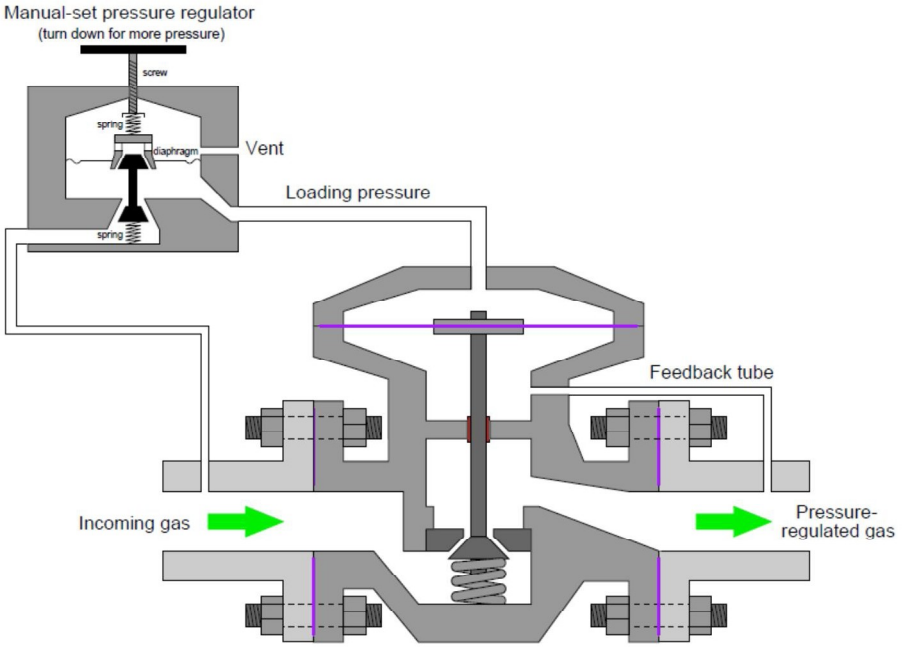
شکل زیر یک اسلایدینگ استم گلاب ولو را نشان می دهد همانطور که می بینید فنر سعی میکند پلاگ را از نشیمنگاه دور کند اگر فشار گاز ورودی به فشار فنر بچربد مسیر بسته می شود (اکچویتور خارجی نداریم) فشار گاز فید بک آمده از طرف پایین دست ولو بر روی یک دیافراگم انعطاف پذیر (در شکل با رنگ بنفش نشان داده شده است) اعمال شده و پلاگ را به سمت نشیمنگاه حرکت می دهد با فشار پایین دست کمتر تریم ولو بیشتر باز می شود و با فشار پایین دست بیشتر تریم ولو بیشتر بسته می شود این فنر ست پوینت این رگولاتور را تنظیم می کند .

(گاهی وقت ها که فشار گاز خروجی زیاد می شود اما به اندازه ای نیست که فنر را حل دهد و مسیر بسته شود این فشار از طریق فید بک به دیافراگم فشار آورده و کمی مسیر را می بندد و بالعکس اگر فشار افت کرد فنر مسیر را باز می کند یعنی در حقیقت به گونه ای فشار را نیز کنترل می کنند بسیار ولو های دقیق و گران قیمتی هستند)



در شکل فنر اینبار از پایین فشار می آورد و فشار ورودی قبل از اینکه به ولو برسد وارد مکانیزمی به نام پایلوت می شود

در شکل زیر با تنظیم فشار گاز در مسی loading pressur در حقیقت فشار فنر تنظیم می شود



توضیح شکل فوق:

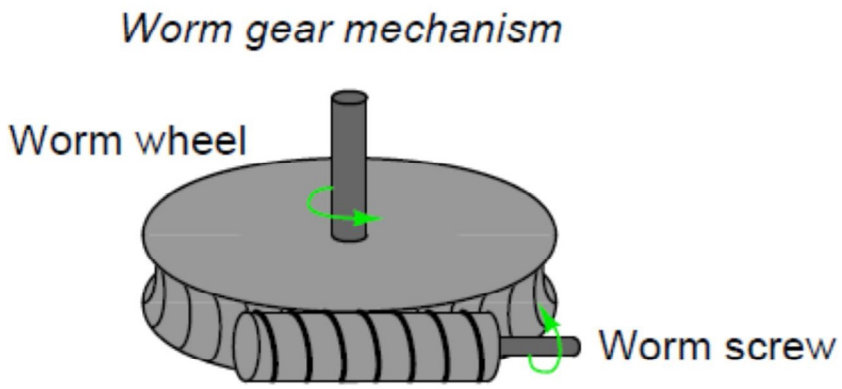
تغییری که در شکل فوق می بینید اضافه شدن رگولاتور فشار پایلوت بار گذاری شده می باشد که با استفاده از یک منبع فشار گاز خارجی نقطه ی تنظیم فشار را ایجاد می کند یک رگولاتور فشار با تنظیم دستی برای ارسال یک فشار بار گذاری بر روی دیافراگم تحریک کننده ی رگولاتور اصلی به عنوان دستگاه پایلوت به کار رفته است در این طرح به جای سفت کردن فنر داخلی رگولاتور اصلی می توان با تنظیم فشار بار گذاری شده از خارج رگولاتور اصلی را تنظیم کرد از آنجایی که این فشار به سادگی با چرخاندن دستگیره ی روی رگولاتور خارجی تنظیم می شود. یکی از کار برد های معمول این روش کنترل سیستم آبیاری می باشد یکی از موارد خاص ولو خود عمل کننده ولو فرو نشانی فشار pressure relief valve یا ولو اطمینان فشار psv (pressure safty valve) می باشد این ولو ها در حالت نرمال بسته هستند و تنها زمانی باز می شوند که فشار سیال کافی بر روی آن ها ایجاد شود .

نکته:ولو های فرو نشانی که از پایلوت استفاده می کنند دارای مزیت گستره ی زیاد تنظیم پذیری هستند در حالی که ولو های اطمینان بدون پایلوت معمولا دارای رنج های تنظیم محدود می باشند .

شکل زیر یک ولو با پایلوت راه انداز را نشان می دهد :

3-4اکچویتور های الکتریکی

موتور های الکتریکی برای تحریک ولوهای بزرگ و به خصوص ولو های on/off مورد استفاده قرار می گیرند اکثر اکچویتور ها یا عملگر های ولو الکتریکی به منظور کاهش سرعت بالای چرخشی موتور الکتریکی و در جهت چرخش آرام برای حرکت دادن یک مکانیزم ولو بزرگ از یک مجموعه چرخ دنده حلزونی worm gear mechanism استفاده می کنند تصویری از این مکانیزم در صفحه ی 1975 قابل مشاهده است .



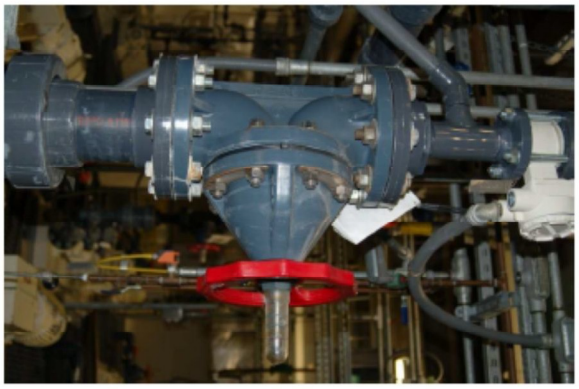
پیچ حلزونی worm screw بسیار شبیه به یک بست رزوه دار است به طوری که رزوه های آن به نحوی منظم گام بندی شده تا با چرخ دنده ی حلزونی worm wheel در گیر شود هنگامی که پیچ حلزونی را به آرامی حل داده و یا می کشد و یک نسبت چرخ دنده ی بزرگ حاصل می شود این حرکت آرام چرخدنده می تواند مستقیما برای گردش یک ولو چرخشی استفاده شود یا می توان به وسیله ی یک شافت رزوه دار از آن برای حرکت یک ولو ساقه کشویی استفاده کرد شکل زیر یک عملگر الکتریکی که باعث تحریک یک ولو توپی می شود را نشان می دهد در این شکل همانطور که می بینید علاوه بر اینکه عملگر برقی است هندویل دستی هم دارد در امتداد این هنویل در داخل استوانه worm screw قرار دارد

نکته: تقریبا همه ی اکچویتور های الکتریکی دارای دو لیمیت سوئیچ هستند که یکی وضعیت کاملا بسته ی ولو و دیگری وضعیت کاملا باز ولو را نشان می دهد عملگر های برقی قدرت بالایی دارند اما خاصیت کنترلی بالایی ندارند

مدلی دیکر با نشانگر موقعیت ولو

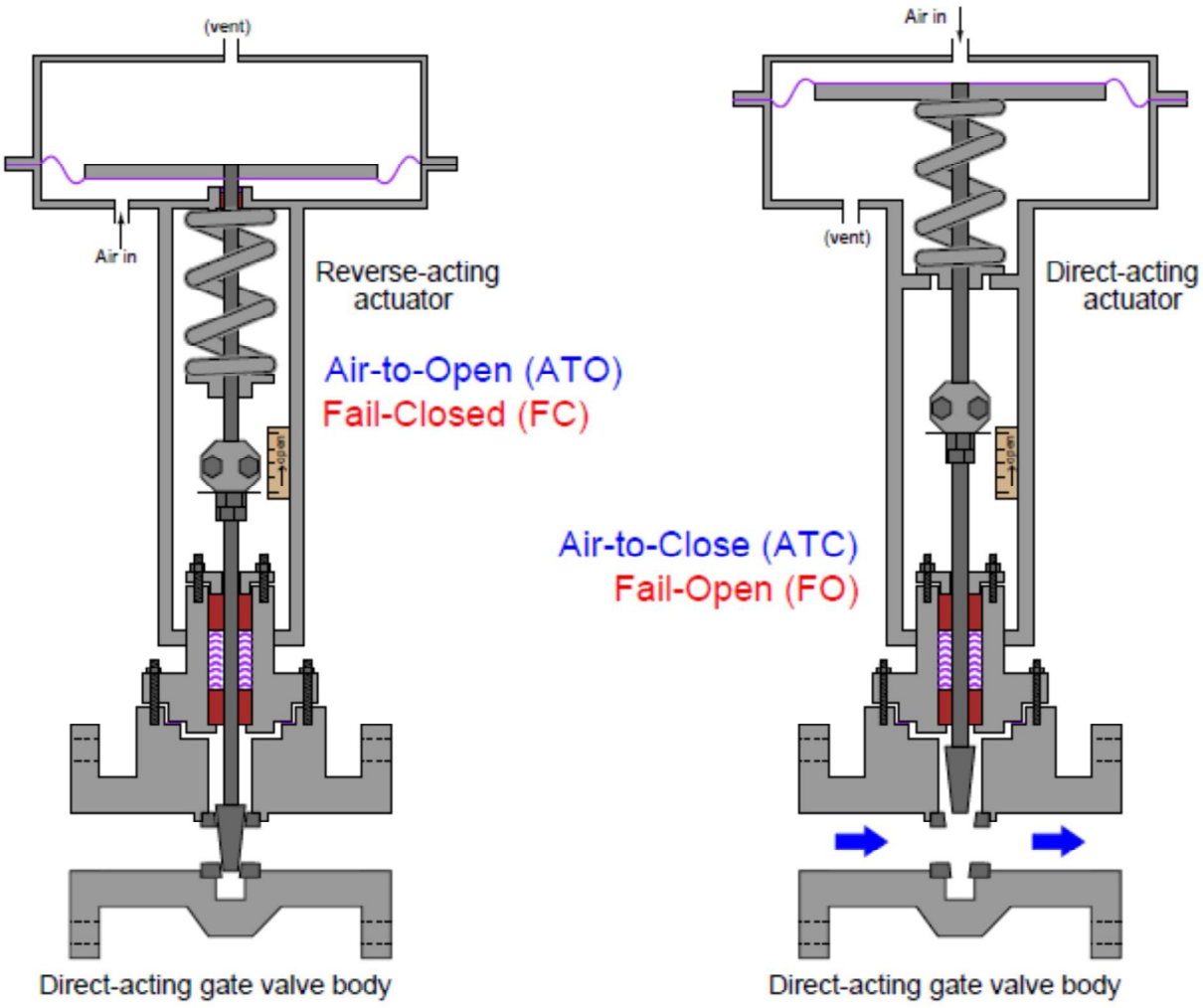
5-3عملگر های دستی Hand (manual) actuators

ممکن است ولو ها به صورت دستی تحریک شوند در شکل صفحه ی 1979 انواع عملگر های دستی قابل مشاهده است به تصویر پایین سمت چپ توجه کنید که با چرخاندن دسته ی ولو ساقه ی آن به بالا و پایین حرکت می کند



4-2مد خرابی ولو Valve failure mode

یکی از پارامتر های مهم طراحی ولو موقعیتی است که ولو در صورت خرابی با آن روبرو می شود برای ولو هایی که به وسیله ی برق تحریک می شوند موقعیت مذکور معمولا آخرین موقعیتی است که ولو قبل از از دست دادن نیروی برق در آن قرار داشته است و در ولو های پنوماتیکی یا هیدرولیکی یک فنر بزرگ موقعیت خرابی امن را مشخص می کند



1-4عملکرد مستقیم – معکوس Direct / reverse action (مهم)

مد خرابی امن fail – safe یک ولو پنوماتیکی فنری تابعی از عملکرد اکچویتور و عملکرد بدنه ولو است برای ولو های ساقه کشویی یک اکچویتور با عملکرد مستقیم (direct acting actuator) با افزایش فشار هوا ساقه را به پایین حل می دهد در حالی که یک اکچویتور با عملکرد معکوس (revers acting actuator)با افزایش فشار هوا ساقه را به سمت بالا می کشاند اگر بدنه ی یک ولو ساقه کشویی در زمانی که ساقه بالا می آید باز شود direct acting نامیده می شود و اگر در زمانی که ساقه بالا می آید بسته شود به عنوان revars acting طبقه بندی می شود به این ترتیب با جور کردن اکچویتور و بدنه مناسب می توان یک کنترل ولو ساقه کشویی با تحریک نیوماتیکی را به صورت air – to- open یا air – to – close طراحی کرد

رایج ترین ترکیب، ترکیب یک بدنه ولو direct acting با یک اکچویتور ولو direct یا revers می باشد

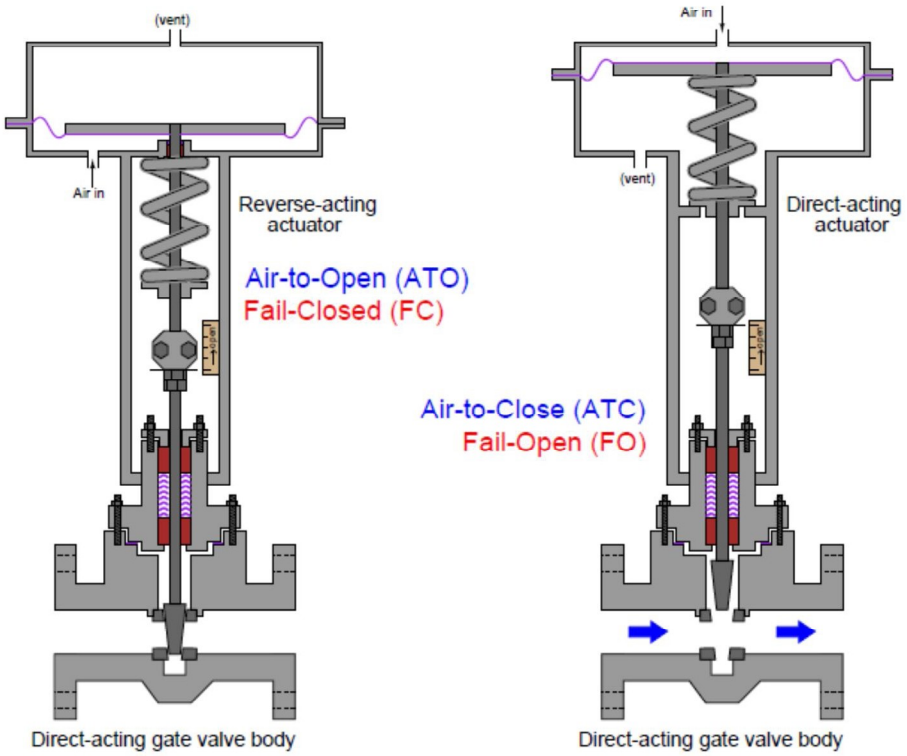
پس :

Direct acting valve: وقتی استم رو به بالا می رود مسیر باز می شود

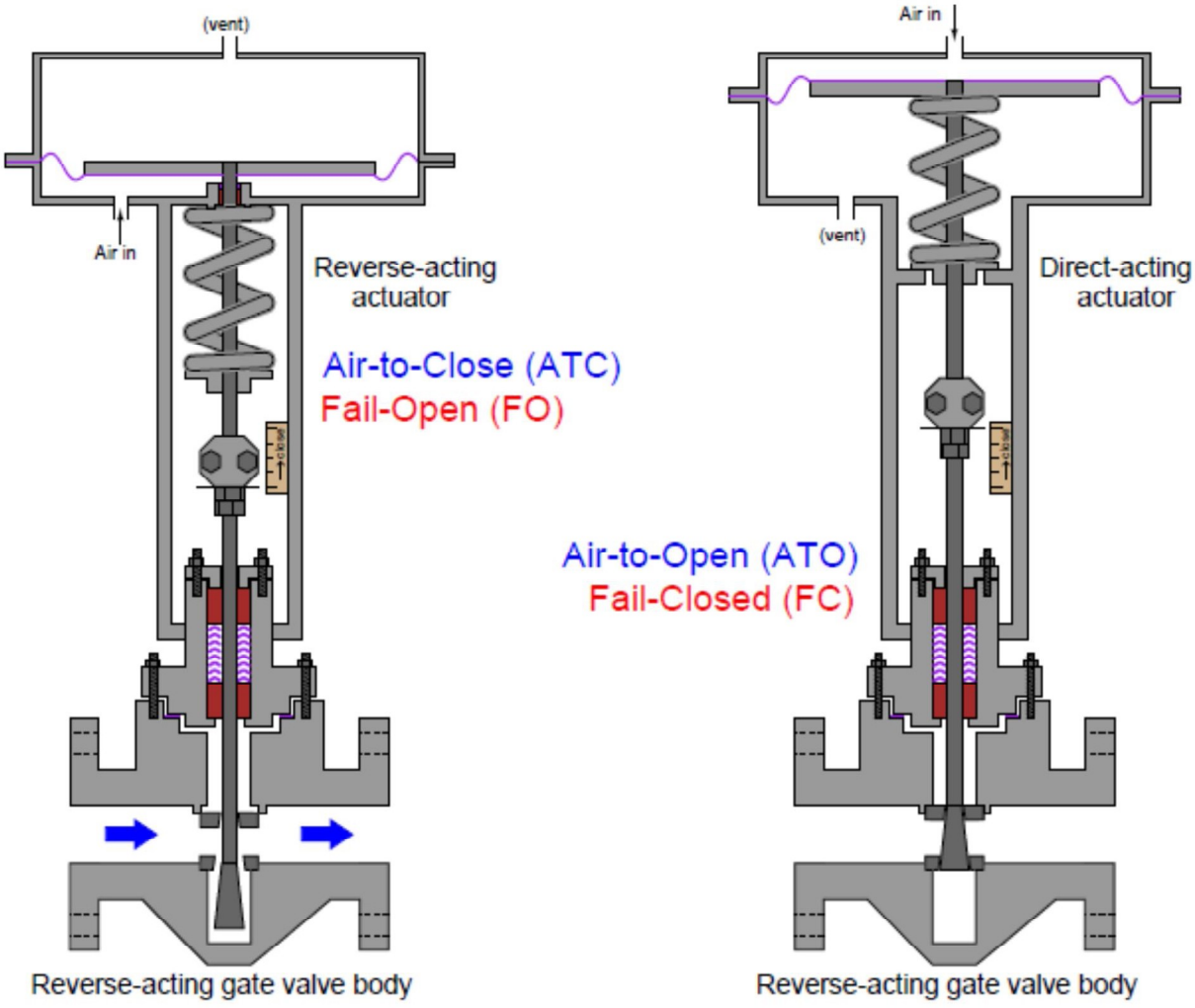
Revers acting valve : یعنی استم وقتی بالا می رود مسیر بسته می شود

در شکل زیر سمت چپ با ورود هوا اکچویتور استم را رو به بالا می کشد پس revers acting actuator می باشد اما نوع بدنه ولو Direct acting valve می باشد چون با بالا رفتن استم مسیر باز می شود fail close است چون وقتی هوا اعمال نشود با فشار فنر استم رو به پایین می آید و مسیر بسته است .پس یک بدنه دایرکت با یک اکچویتور ریورس داریم.

و در شکل زیر سمت راست direct acting actuator است چون با فشار هوا اکچویتور پایین می آید و بدنه ولو direct acting valve می باشد چون با بالا رفتن استم مسیر باز می شود(بدنه و لو و اکچوینور را جداگانه برسی می کنیم)



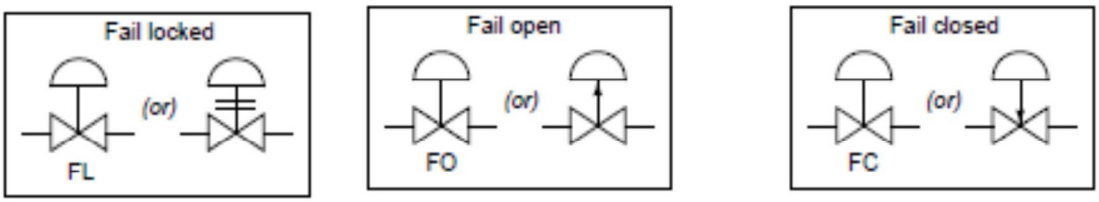
شکل زیر سمت راست بدنه ولو revers و اکچویتور direct است (چون با پایین آمدن استم مسیر باز می شود و استم نمی تواندبه سمت بالا برود)شکل زیر سمت چپ بدنه ولو rsvers و اکچویتور revers می باشد



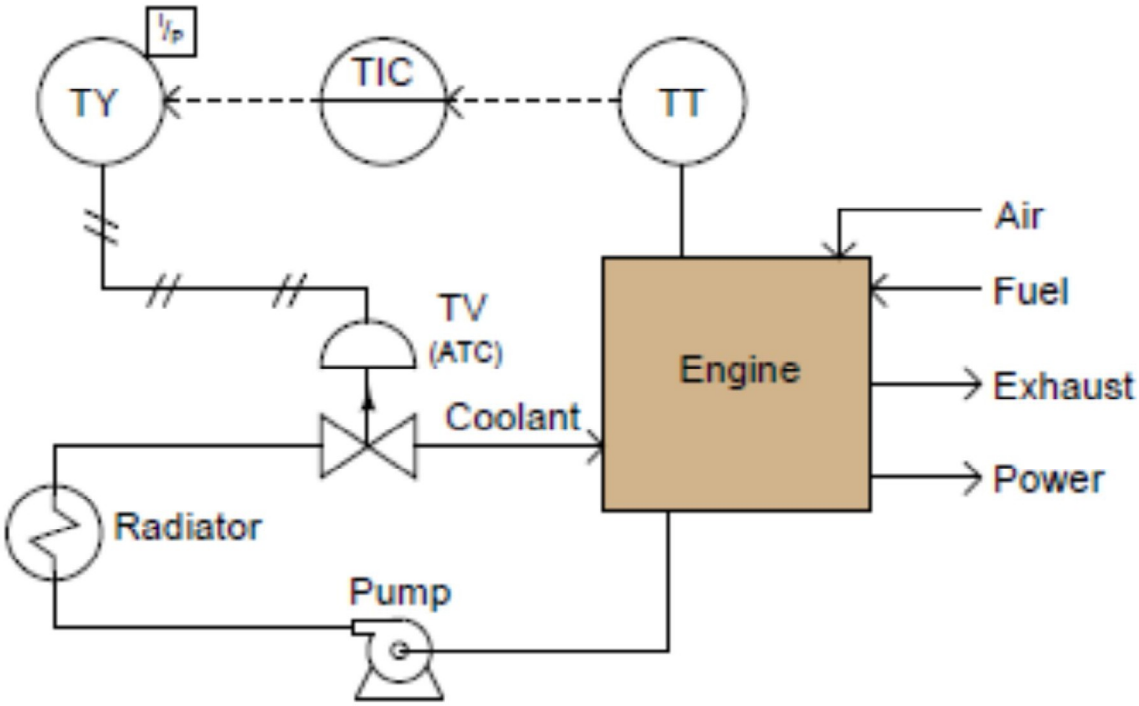
3-4- انتخاب مد خرابی مناسب Selecting the proper failure mode

توجه داشته باشید که چگونگی مد خرابی یک ولو اغلب اوقات با عملکرد کنترلی آن مرتبط است این قضیه بدان معنی است که یک کنترل ولو نیوماتیکی Air – to- open با از دست دادن فشار هوا به صورت FC (Fail close) عمل کرده و یک کنترل ولو نیوماتیکی air- to- close با از دست دادن فشار هوا به صورت FO(Fail open) عمل خواهد کرد به هر حال این حقیقت بسیار مهم است چرا که داشتن یک طراحی ایمن مطلوب نیاز مند این است که مد خرابی مناسب

تنها با توجه به عوامل خطر ساز فرآیند تعیین شده باشد و نه قرار داد ها و عادت های سیستم کنترلی معمولا مردم نحوه ی عملکرد کنترل ولو ATO را آسان تر از کنترل ولوATC درک می کنند (سیگنال بیشتر مساوی است با فلوی سیال فرآیند بیشتر)اما این قضیه نباید در اصول انتخاب ولو دخالت داشته باشد کنترل ولو های ATO که معمولا ماهیت FC دارند تنها برای کاربرد های کنترل فرآیند خاصی مناسب هستند اگر یک ولو FO برای یک فرآیند ایمن تر باشد در نتیجه کنترل ولو تحریک نیوماتیکی برای کار برد مورد نظر لزو ما باید ATC باشد



به عنوان مثال می توانیم یک سیستم خنک کننده ی اتوماتیک را که برای یک موتور مولد برق بزرگ در نظر گرفته شده است مانند شکل صفحه 1983 در نظر بگیریم



TT: (tempressur transmitter) سنسوری است که علاوه بر اندازه گیری دما مبدل نیز میباشد یعنی میزان اندازه گیری شده را به صورت جریان 4تا 20 میلی آمپر انتقال می دهد

TIC: (tempressur indector controller) کنترلری که علاوه بر کنترل دما را اندازه می گیرد و نمایش می دهد

TY: (پوزیشنر ولو) جریان را به پنوماتیک تبدیل می کند I TO P

ATC: یک ولو AIR TO CLOSE

بررسی سیستم کنترلی فوق :

واضح است که در مدار فوق یک ولو FC نسبت به یک ولو FO برای موتور خطر ناک تر است اگر ولوFC باشد بر اثر خرابی روند خنک کاری موتور از دست رفته و موتور بیش از حد گرم می شود و اگر ولو FO باشد در صورت خرابی موتور خنک تر از مقدارطراحی شده می شود که تنها پیامد آن کاهش بازدهی و بهره وری است با این حال انتخاب واکنش تجهیزات ابزار دقیق تنها با انتخاب کنترل ولو به پایان نمی رسد. حال واکنش ترانسمیتر دما ، کنترلرو ترانسدیوسرI/P باید چگونه پیکر بندی شود خوب است بدانید در هر سه مورد باید واکنش به گونه ای باشد که در صورت خرابی در سیگنال ورودی ، ولو به موقعیت FS (fail safe)برود.

اگر از ولو تا سنسور دما یک پله به عقب برگردیم i/p اولین المانی است که با آن مواجه می شویم همانطور که می دانید وظیفه ی آن تبدیل سیگنال جریان 4 تا 20 میلی آمپر به فشار پنوماتیک متناظر است که اکچویتور ولو می تواند از آن استفاده کند از آنجایی که می دانیم مد خرابی ولو ها بر پایه ی از دست دادن فشار هوای محرک است می خواهیم i/p به گونه ای پیکر بندی شود که در صورت خرابی سیم کشی سیگنال ورودی، خروجی آن (فشار هوا برای تحریک ولو)حداقل فشار لازم را داشته باشد به طوریکه سیگنال ورودی 4 تا 20 میلی آمپر یک فشار خروجی 3 تا 15 psi را تولید کند (یعنی حداقل جریان ورودی حداقل فشار خروجی را ایجاد نماید)

تجهیز بعدی که در این لوپ قرار دارد کنترلر است انتخاب این تجهیز نیز باید به گونه ای باشد که در صورت دریافت سیکنال PV (متغیر پروسه که در این مثال دما استPRESSUR VARIABLE) کاهش یافته یک سیگنال خروجی کاهش یافته را به وجود آورد

در نهایت به آخرین تجهیز که ترانسمیتر دماست می رسیم (TT) همانند اکثر تجهیزات ابزار دقیق عملکرد مستقیم یا معکوس این تجهیز نیز باید پیکر بندی شود اکنون سوال این است که چگونه باید مستقیم (موتور داغ تر مساوی است با میلی آمپر خروجی بیشتر) یا معکوس (موتور داغ تر مساوی است با میلی آمپر خروجی کمتر) بودن آن را انتخاب کرد در اینجا ترانسمیتر باید به گونه ای پیکر بندی شود که یک موتور داغ تر سبب افزایش فلوی سرد کننده شود (کنترل ولو

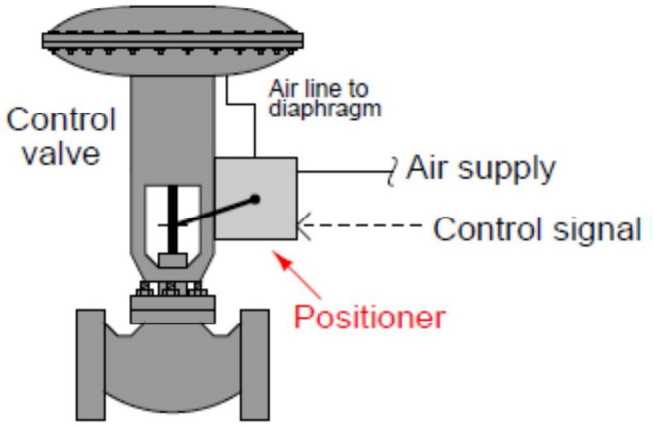
بیشتر باز شود) از آنجا که می دانیم بقیه ی سنسور ها به گونه ای طراحی شده اند که وقوع یک سیگنال حداقل در هر کجای آن تمایل دارد ولو را به حالت کاملا باز ببرد در نتیجه ترانسمیتر باید به صورت REVERSE ACTING(معکوس) باشد به طوریکه موتور داغ تر باعث کاهش سیگنال میلی آمپر خروجی ترانسمیتر شود چرا که خروجی 4 میلی آمپر ولو را به ایمن ترین موقعیت خود می برد .

نکته : بعضی از TT ها بر روی خود کلیدی دارند که میتوان به وسیله ی آن در صورت خرابی TT نوع سیگنال خروجی را بسته به نیاز سیستم روی جریان حداقل یا حداکثر به طور دائم قرار داد .

نکته : BENCH – SET: حداقل نیروی لازم برای حرکت تریم ولو می باشد

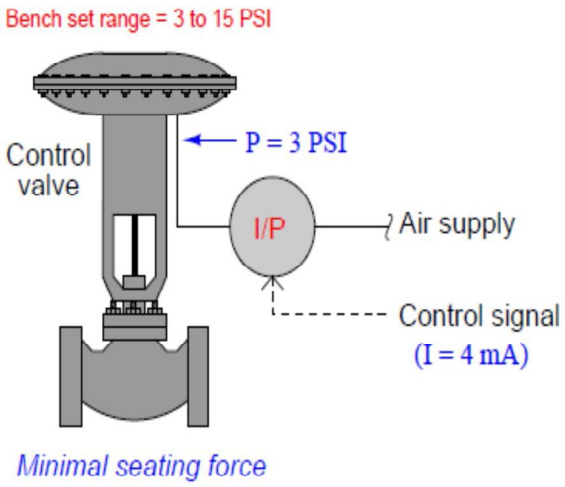
پو زیشنر های ولو VALVE POSITIONERS :

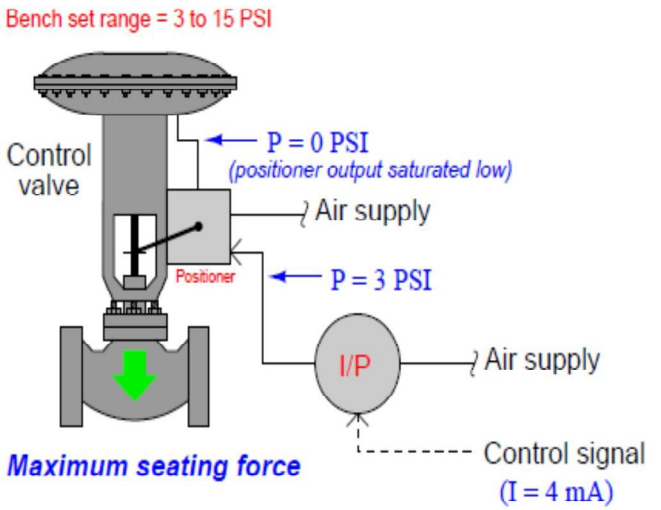
در اکچویتور های ولو به منظور تبدیل نیروی مکانیکی به حرکت مکانیکی فقط در شرایطی می توان گفت که فنر به کار رفته خوب کار می کند که تنها نیروی پیستون یا دیافراگم با نیروی مقاومت فنر در گیر باشد متاسفانه علاوه بر نیروی فشار سیال محرک و نیروی عکس العمل فنر نیروهای دیگری همچون اصطکاک پکینگ ساقه و نیروی پلاگ ولو ناشی از فشار تفاضلی دو طرف آن اعمال می گردد(یعنی نیروی اعمالی برای حرکت ساقه هدر می رود و ساقه در موقعیت مورد نظر قرار نمی گیرد) یکی از راه حل های رایج برای رفع این مشکل استفاده از پوزیشنر می باشد پوزیشنر یک دستگاه کنترل حرکت است که فعالانه موقعیت ساقه را با سیگنال کنترلی مقایسه کرده و آن قدر فشار ارسالی برای دیافراگم یا پیستون را تنظیم میکند تا به موقعیت درست ساقه برسد شکل صفحه 1994



همانطور که در شکل فوق مشاهده می کنید یک پوزیشنر مدل DVC 6000 شرکت فیشر را نشان داده است برای حس کردن موقعیت ساقه ولو از یک اتصال فید بک استفاده می کند در مدل جدید تر DVC6200 بر روی ساقه ی ولو یک آهنربا نصب شده است که با حرکت ساقه جابجا می شود برای حس کردن و تعیین موقعیت یک آهنربای پیچ شده بر روی ساقه ی ولو از یک سنسور اثر هال استفاده شده است (آهنربایی روی استم تعبیه می شود و بر اساس حرکت آهنربا جلوی سنسور موقعیت استم ولو مشخص می شود) این طرح فید بک موقعیت غیر مکانیکی عواملی چون فرسودگی ،واکنش شدید ، تداخل ، و سایر مشکلات مربوط به لینک های مکانیکی را حذف می کند یک پوزیشنر نه تنها موقعیت یابی ساقه ی ولو دقیق تری را ممکن می سازد بلکه با استفاده از آن سرعت ساقه سریعتر از حالتی خواهد بود که اکچویتور ولو مستقیما توسط یک I/P تغذیه می شود . در شکل فوق پوزیشنر و I/P در یک پک وجود دارد .

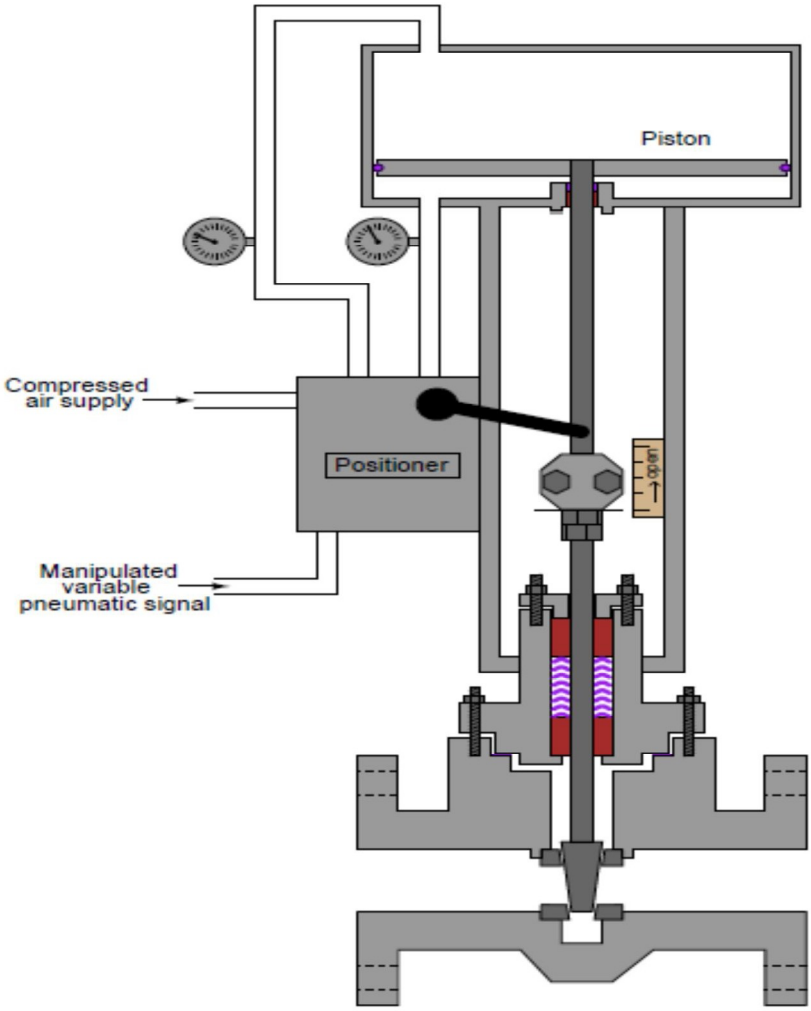
نکته :خوب است بدانید که صرفا تماس بین پلاگ و نشیمنگاه درون یک ولو ساقه کشویی برای اطمینان از بسته شدن محکم مسیر عبور فلو کافی نمی باشد بلکه به منظور قطع کامل فلوی عبوری از ولو ، پلاگ باید با قوت روی نشیمنگاه فشار وارد کند





در شکل سمت راست پوزیشنر و I/P همراه با هم وجود دارد در صورتی که در شکل سمت چپ فقط I/P وجود دارد همانطور که نشان داده شده وجود پوزیشنر باعث می شود فشار پشت استم ولو به اندازه کافی قوی باشد و باعث می شود استم با فشار در سیت بنشیند چون در لحظه ی CLOSE و 4 میلی آمپر دیگر هیچ فشاری پشت دیافراگم وارد نمی شود .

استفاده از پوزیشنر ها برای سبک های دیگر اکچویتور نیز کاملا ضروری می باشد یک نمونه از اکچویتور پیستونی نیوماتیکی double- acting در شکل زیر (صفحه 1988) فابل مشاهده می باشد

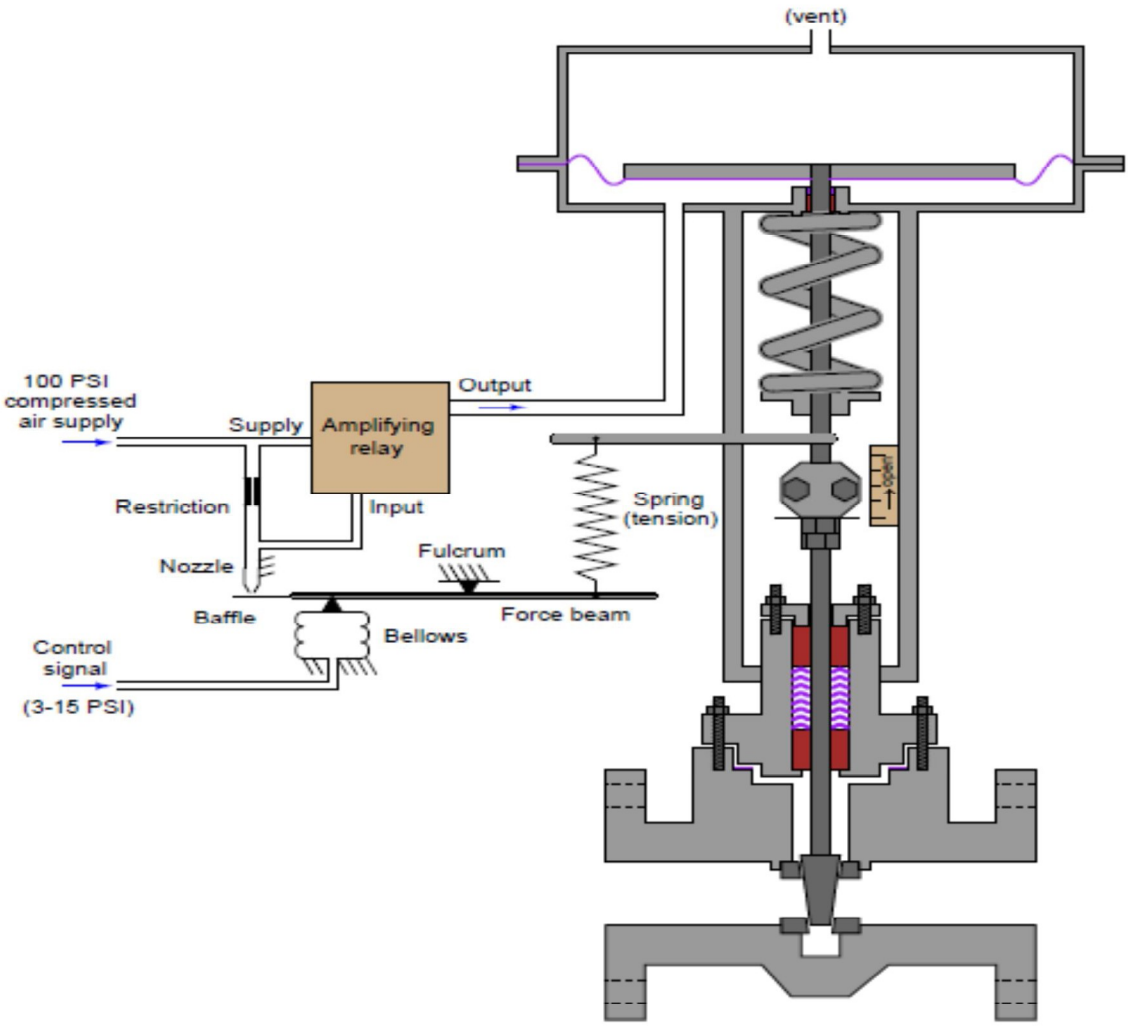


در این نوع ولو هم باز شدن هم بسته شدن ولو با هواست یعنی در یک سمت از فنر استفده نشده است .

نکته :اکچویتور های کنترل ولو های الکتریکی کلاس دیگری از طرح های مختلف اکچویتور ها می باشد که همواره به نوعی از سیستم پوزیشنر نیاز دارد زیرا موتور الکتریکی در حالت عادی از موقعیت شافت خود آگاه نبوده و در نتیجه نمی تواند یک کنترل ولو را با دقت حرکت دهد به این ترتیب مدار پوزیشنر با استفاده از یک پتانسیومتر یا سنسور LVDT موقعیت ساقه ی ولو را آشکار کرده و برای درایو (کنترل دور موتور) کردن موتور از مجموعه ای از ترانزیستور های خروجی استفاده میکند با این کار یک اکچویتور الکتریکی واکنش پذیر به یک سیگنال کنترلی آنالوگ ایجاد می شود .

2-5-پوزیشنر های پنوماتیکی تعادل نیرو Forse balance pneumatic positioners

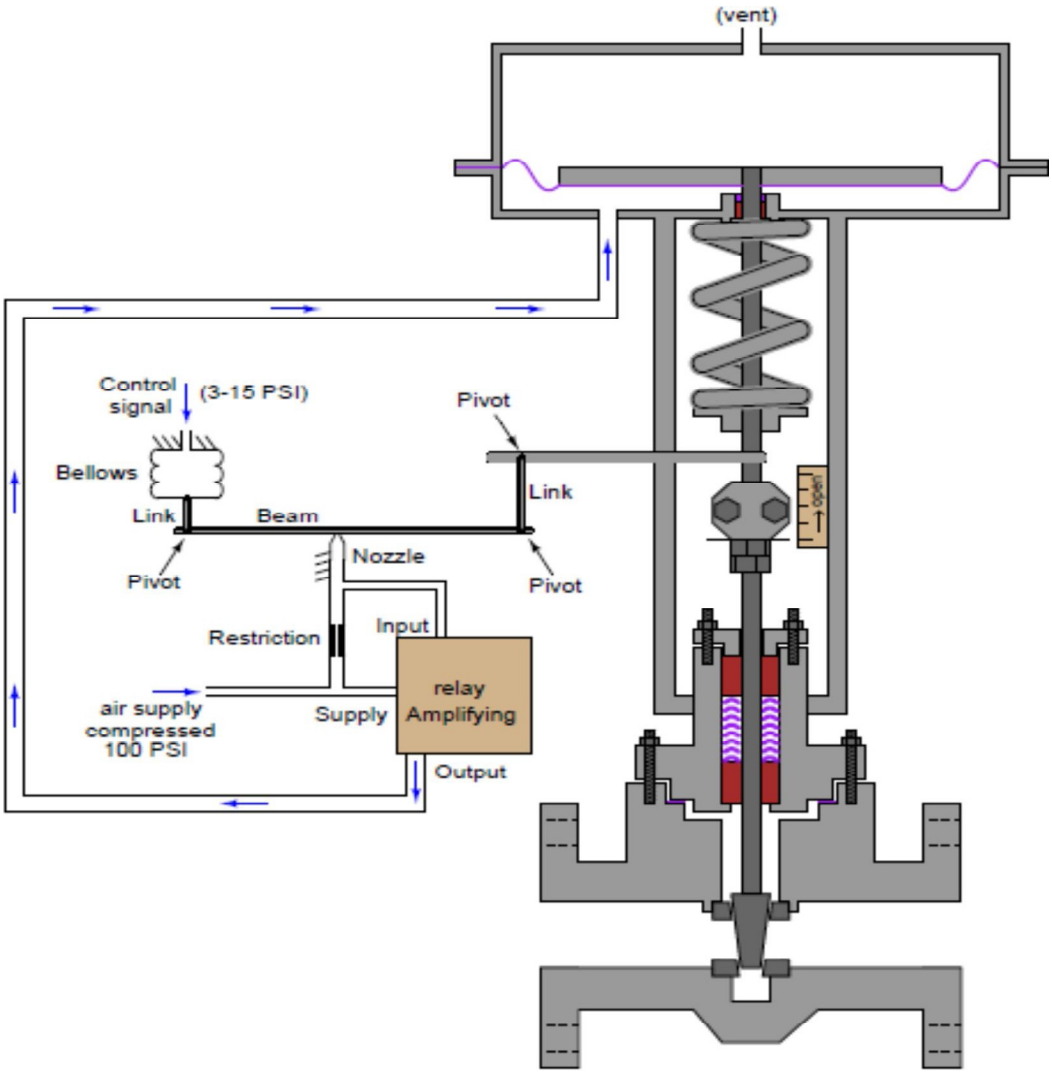
در شکل صفحه 1999 یک طرح ساده از پوزیشنر ولو نیوماتیکی تعادل نیرو نشان داده شده است



سیگنال کنترلی دریافتی پوزیشنر یک سیگنال نیوماتیکی 3 تا 15 psi می باشد که از طرف یک I/P یا یک کنترلر نیو ماتیکی می آید فشار این سیگنال کنترلی به یک بیلوز اعمال شده و در نتیجه یک نیروی رو به بالا را روی میله ی نیرو(FORCE BEAM) اعمال می کند این نیروی رو به بالا باعث نزدیک شدن تیغه (BAFFLE) به نازل می شود با نزدیک شدن تیغه به نازل فشار پشت نازل افزایش می یابد افزایش فشار سبب می شود که رله ی تقویت کننده ی نیوماتیکی فشار هوای بیشتری را برای اکچویتور ارسال کرده و در نتیجه باعث بالا رفتن ساقه ی ولو شود (ولو باز شود) وقتی که ساقه ی ولو بلند شده و به طرف بالا حرکت می کند فنر اتصال دهنده ی میله ی نیرو به ساقه ی ولو بیشتر

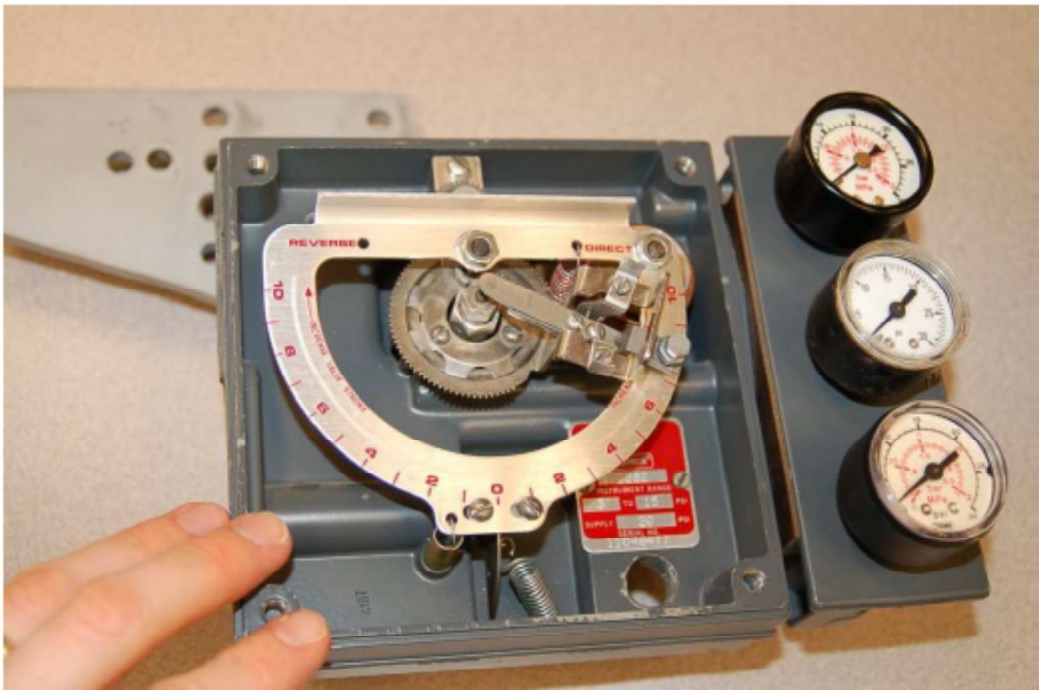
کشیده شده و یک نیروی اضافی را بر روی طرف راست میله اعمال می کند و هنگامی که این نیروی اضافی با نیروی بیلوز به توازن می رسد در یک تعادل جدید تثبیت می شود .

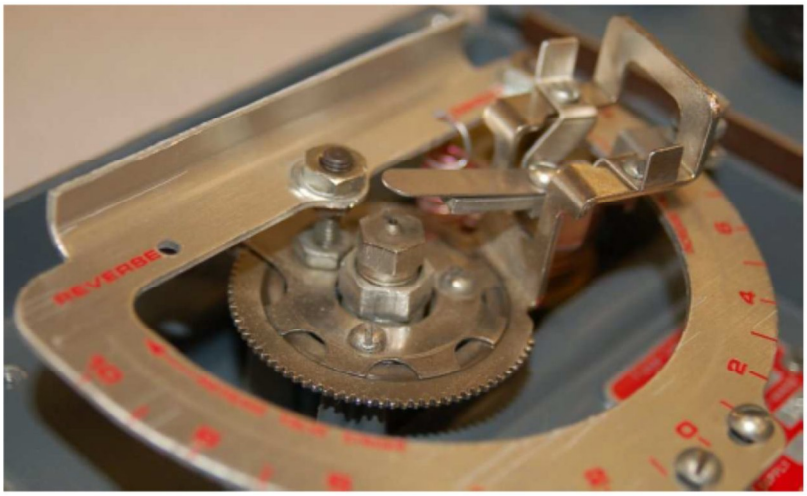
3-5-پوزیشنر های پنوماتیکی تعادل حرکتی Motion balance pneumatic positioners



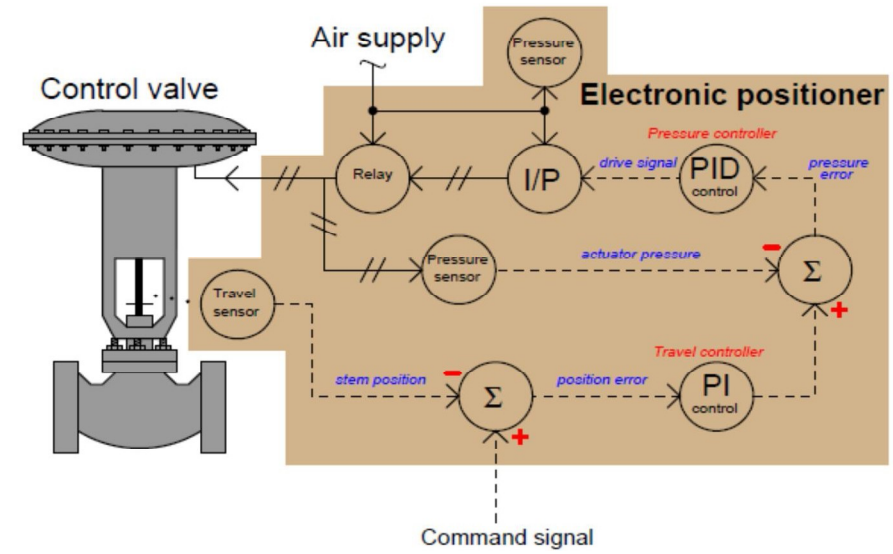
در این نوع از پوزیشنر ها حرکت ساقه ای ولو با حرکت یک المان دیگر مقابله می کند در این مکانیزم افزایش فشار سیگنال کنترلی control signal سبب می شود که بیلوز منبسط شده و بیم (Beam) را به سمت نازل حل دهد نزدیک شدن Beam به نازل باعث می شود که فشار پشت نازل افزایش یافته و در نتیجه رله ی تقویت کننده ی نیو ماتیکی فشار هوای بیشتری را برای اکچویتور ارسال کند این امر سبب حرکت رو به بالای ساقه ی ولو می شود این حرکت رو به بالا توسط اتصالات لینک (link) به سمت راست Beam اعمال شده و در نتیجه Beam کمی از نازل

دورتر می شود از این رو حرکت Beam که ناشی از افزایش سیگنال ورودی است بر خلاف حرکت بیم ناشی از بالا رفتن ساقه ی ولو عمل می کند در نهایت هنگامی که به حالت تعادل می رسیم Beam در یک موقعیت زاویه دار قرار داشته و حرکت بیلوز با حرکت ساقه ی ولو به تعادل رسیده اند تصویر نشان داده شده در صفحه 2004 یک مدل 3582 شرکت فیشر را که از این مکانیزم پیروی می کند نشان می دهد استفاده از لینک و مفصل خطاهای فنر را که ممکن است بر اثر کار کردن طولانی ایجاد شود ندارد این دو مدل پوزیشنر امروزه کاربرد زیادی در صنعت ندارند مدل پر کاربرد electronic positioners ها هستند .





همانطور که به یاد دارید هدف یک پوزیشنر مطابقت موقعیت ولو مکانیکی با سیگنال فرمان می باشد به این ترتیب می توان گفت که یک پوزیشنر در واقع یک سیستم کنترلی حلقه بسته است که به منظور دست یابی به موقعیت ساقه ولو مطلوب فشار بیشتر و یا کمتری را به اکچویتور اعمال می کند پوزیشنر های مکانیکی برای دست یابی به این loop بسته کنترلی از اهرمها و بادامک ها و دیگر اجزای مکانیکی استفاده می کنند پوزیشنر های الکترونیکی همچون مدلDVC6000 شرکت فیشر برای آشکار سازی موقعیت ساقه ولو از یک سنسور الکتریکی استفاده میکنند به طوریکه یک میکرو پروسسور برای مقایسه ی بین موقیت ساقه آشکار شده و سیگنال فرمان از تفریق ریاضی استفاده کرده (ERROR = POSITION-SIGNALخطا) و سپس یک مبدل سیگنال نیوماتیکی و یک یا چند رله یک فشار هوا را برای اکچویتور ولو ارسال می کند شکل صفحه ی 2006 یک پوزیشنر الکترونیکی ساده شده را نشان می دهد



همانطور که در این دیاگرام مشاهده می کنید در داخل یک پوزیشنر المانهای زیادی وجود دارد که برای حفظ موقعیت ولو به یکدیگر کمک می کنند . یکی از الگوریتم ها وظیفه ی مانیتور کردن و کنترل کردن فشار اعمال شده به اکچویتور وابسته جبران سازی فشار هوا که می تواند یکی از دلایل تغییرات موقعیت ولو باشد را بر عهده داشته و دیگری برای مانیتور کردن و کنترل کردن موقعیت ساقه ی یک سیگنال کنترلی آبشاری را به اجزای کنترل فشار ارسال می کند سیگنال فرمانی که از طرف کنترلر فرستاده می شود به پوزیشنر می گوید که ساقه ی ولو باید در کجا قرار داده شود اولین کنترلر قرار گرفته در داخل پوزیشنر (PI)مقدار فشار هوای مورد نیاز اکچویتور برای دستیابی به موقعیت ساقه درخواست شده را محاسبه می کند کنترلر بعدی (PID) مبدل I/P را جهت دستیابی به آن فشار به مقدار لازم درایو می کند اگر هر چیزی سبب شود که ساقه ی ولو در موقعیت فرمانی داده شده قرار نگیرد هر دو کنترلر درون پوزیشنر با یکدیگر همکاری کرده تا ولو در موقعیت صحیح خود قرار گیرد و این پوزیشنر ها نه تنها کنترلر موقعیت برتری را نسبت به پوزیشنر های مکانیکی ارائه می کنند بلکه امکاناتی همچون داده های زیر را فراهم می آورد :

الف: فشار هوای منبع

ب: فشار هوای اکچویتور

ج: دمای محیط

د-خطاهای فشار و موقعیت کل حرکت ساقه ولو

میکرو پروسسور جاسازی شده در داخل پوزیشنر قادر به انجام خود آزمایی (SELF TEST) خود کالیبراسیونی (SELF – CALIBRATION) و روتین های معمول دیگری می باشد که به طور سنتی توسط تکنسین های ابزار دقیق بر روی پوزیشنر های مکانیکی انجام می شود .

مشکلات کنترل ولوC0NTROL VALVE PROBLEMS

9-1اصطکاک مکانیکیMECHANICAL FRICTION

کنترل ولو ها دستگاههای مکانیکی هستند که دارای قطعات مکانیکی بسیاری بوده و به همین دلیل در معرض اصطکاک قرار دارند این اصطکاک معمولا در بین ساقه و پکینگ آن رخ می دهد همانطور که قبلا گفته شد آب بند های بیلوزی از لحاظ تئوری بدون اصطکاک هستند اما در عمل برای جلوگیری از انفجارهای فاجعه آمیز ناشی از پارگی بیلوز ها همیشه آب بند های بیلوزی را با پکینگ استاندارد و معمول ترکیب می کنند و از این رو وضعیت تئوری آن هیچ وقت تحقق نمی یابد .

در فیزیک اصطکاک به دو صورت استاتیک و دینامیک طبقه بندی می شود بنا به تعریف اصطکاک استاتیک نیروی اصطکاکی می باشد که دو شی ساکن را با یکدیگر نگه میدارد همچنین اصطکاک دینامیک نیروی اصطکاکی است که از حرکت لغزشی دو شی بر روی یکدیگر ممانعت می کند اصطکاک استاتیک از لحاظ مقداری همیشه بزرگتر از اصطکاک دینامیک است (یک سورتمه ثابت بدون حرکت –اصطکاک استاتیک و یک سورتمه در حال حرکت – اصطکاک دینامیک می باشد)

به عنوان مثال یک کنترل ولو ساقه کشویی AIR TO OPEN را تصور کنید که فشار BENCH SET آن به اکچویتور نیوماتیکی اعمال شده است (منظور از فشار BENCH SET مقدار فشاری است که در آن ولو در آستانه ی باز شدن قرار می گیرد) حال تصور کنید که فشار هوای اعمال شده به اکچویتور به آرامی افزایش یابد این ولو چه کاری باید انجام دهد اگر کشش فنر به درستی تنظیم شده و اصطکاک نا چیزی در ولو وجود داشته باشد هنگامی که فشار اعمالی به اکچویتور از فشار BENCH SET فراتر می رود ساقه به آرامی بالا رفته و ولو را از حالت کاملا بسته خارج می کند با این حال می خواهیم بدانیم اگر اصطکاک قابل توجهی در اسمبلی پکینگ وجود داشته باشد این ولو چگونه عمل خواهد کرد .

به فرض اینکه در اسمبلی پکینگ اصطکاک زیادی وجود داشته باشد وقتی که فشار از مقدار BENCH SET تجاوز می کند به جای اینکه ساقه بلافاصله به آرامی بالا رود این ولو در موقعیت کاملا بسته باقی می ماند تا زمانی که فشار اضافی کافی در اکچویتور جمع شده و یک نیروی نسبتا بزرگ را برای غلبه بر کشش فنر به اضافه ی اصطکاک پکینگ تولید کند پس از آن هنگامی که ساقه از اصطکاک استاتیک رها شده و شروع به حرکت می کند از آنجایی که اصطکاک دینامیک کمتر از استاتیک است و به این دلیل که اکنون دیگر نیروی اکچویتور بیشتر از مجموع کشش فنر و اصطکاک است و ساقه ی ولو سریعتر حرکت می کند هوای فشرده حبس شده در داخل اکچویتور درست شبیه به یک فنر عمل کرده و انرژی ذخیره شده را آزاد می کند با این حال زمانی که ساقه حرکت ی کند حجم محفظه درون اکچویتور

دیافراگمی یا پیستونی افزایش یافته و باعث می شود که فشار افت کند و در نتیجه نیروی محرک کاهش یابد هنگامیکه نیرو به اندازه کافی کاهش یافت ساقه متوقف شده و اصطکاک استاتیک دوباره ساقه را می گیرد تا زمانیکه فشار اعمالی به اندازه ی کافی افزایش یابد و دوباره به اصطکاک استاتیک غلبه کندپاسخ مکانیکی یک اکچویتور مکانیکی که اصطکاک ساقه ی بالایی دارد در صفحه 2056 قابل مشاهده است

نکته : برای بهبود و اصلاح STICTION ولو کاری بیشتر از گریسکاری منظم پکینگ نمی توان انجام داد عمل گریسکاری به وسیله ی دستگاه گریسکاری مخصوصی که در داخل کلاهک ولو پیچ می گردد انجام می شود

نکته : یکی از عوامل رایج و مشترکی که باعث ایجاد اصطکاک بیش از اندازه پکینگ می شود سفت کردن بیش از حد پیچ های پکینگ توسط کارکنان تعمیر و نگهداری می باشد .

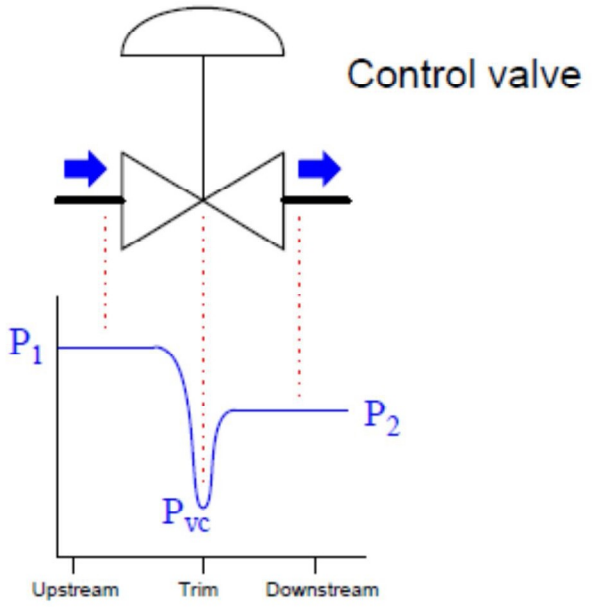
2-9-فلشینگ Fiashing :

وقتی که یک سیال از میان گذر گاههای فشار آور و تنگ تریم یک کنترل ولو عبور می کند سرعت میانگین آن افزایش می یابد هنگامی که سرعت سیال افزایش می یابد انرژی جنبشی آن نیز افزایش پیدا خواهد کرد موجب قانون بقای انرژی انرژی پتانسیل که در اینجا به شکل فشار سیال می باشد نیز باید به همان نسبت کاهش پیدا کند (در فیزیک داشتیم با زیاد شدن انرژی جنبشی انرژی پتانسیل کم می شود و بالعکس چون انرژی از بین نمی رود)

$$P1\ A1\ V1 = P2\ A2\ V2$$

P: جنس سیال A: سطح مقطع V: سرعت

جنس سیال که یکی است پس با کم شدن A2 برای حفظ تساوی V2 افزایش می یابد یعنی با کم شدن سطح مقطع سرعت افزایش می یابد در این حالت چون انرژی جنبشی افزایش پیدا کرده فشار که انرژی پتانسیل است کاهش پیدا می کند در شکل زیر فشار P1 در بالا دست ولو (قبل ا شیر) پس از وارد شدن به ولو و ناحیه تریم PVC افت کرده و در پایین دست ولو دوباره افزایش پیدا می کند P2



بنابر این وقتی که کنترل ولو فلو را تنظیم می کند در داخل گذر گاه تنگ تریم فشار سیال کاهش یافته و پس از خارج شدن از گذرگاه های تنگ تریم و ورود به مساحت های عریض تر بدنه ی ولو فشار سیال دوباره باز یافت شده و افزایش می یابد (انرؤی جنبشی کم می شود فشار زیاد می شود) اگر سیالی که توسط ولو کنترل می شود یک مایع بوده (یعنی گاز یا بخار نباشد و فشار مطلق آن همواره کمتر از فشار بخار آن باشد)مایع شروع به جوشیدن می کند وقتی این پدیده

در داخل یک کنترل ولو اتفاق می افتد اصطلاحا به آن فلشینگ گفته می شود همانطور که نمودار شکل زیر نشان می دهد نقطه ای از ولو که پایین ترین فشار را دارد (که فشار VENA CONTRACTA یا PVC نامیده می شود) اولین جایی است که فلشینگ رخ می دهد فلشینگ عموما یک عامل نا مطلوب در کنترل ولو محسوب می شود چرا که بر اثر جوش آمدن مایع در نقطه ای که حداکثر تنگی وجود دارد مایع به سرعت به بخار تبدیل شده و در نتیجه فلوی عبوری از ولو خفه می شود و از نرخ کلی فلو که باید از ولو عبور کند به شدت جلوگیری می کند(کم شدن فشار مطلق از فشار بخار سیال را به بخار تبدیل می کند) فلشینگ برای تریم ولو مخرب است به طوریکه جوش آمدن مایع سبب سرعت سریع ذرات و برخورد آنها با سطح پلاگ و نشیمنگاه می گردد که این امر در طول زمان موجب خوردگی فلز می گردد تصویر صفحه ی 2060 نشان می دهد که پدیده ی فلشینگ چگونه می تواند یک پلاگ ولو را تخریب کند

نکته : یکی از مشخصه های وجود اثر فلشینگ در یک کنترل ولو صدای هیس (HSSING) می باشد این صدا مانند این است که از داخل ولو شن و ماسه عبور می کند

با توجه به فلشینگ یکی از مهمترین پارامتر های عملکرد یک کنترل ولو فاکتور بازیافت فشار آن می باشد این فاکتور کل افت فشار از ورودی تا خروجی ولو و افت فشار از ورودی تا نقطه ای از ولو که دارای حداقل فشار می باشد را با هم مقایسه می کند

$$F_L = \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{P_1 - P_{vc}}}$$

FL: فاکتور باز یافت فشار(PRESSUR RECOVERY FACTOR) بدون واحد

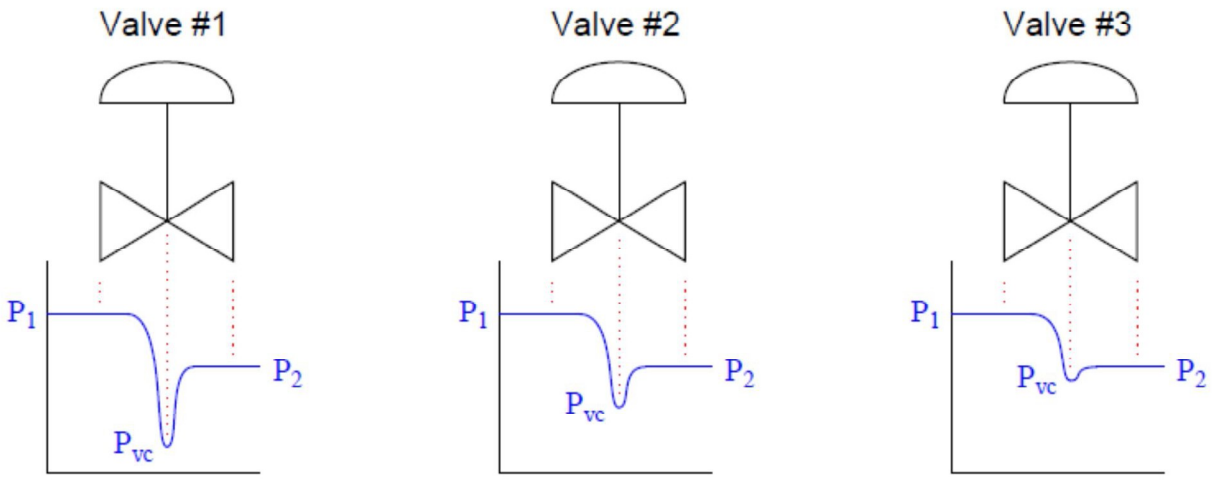
P1: فشار مطلق سیال در بالا دست

P2 : فشار مطلق سیال در پایین دست

PVC: فشار مطلق سیال در ناحیه ی ونا کنترکتا (VENA CONTRACTA نقطه ای از ولو که فشار سیال به حداقل خود می رسد)

پس با داشتن فشار ورودی و خروجی می شود میزان FL را محاسبه کرد و در انتخاب ولو ولوی با FL مناسب در نظر گرفت

شکل صفحه ی 2061 تصاویر سه کنترل ولو مختلف را نشان می دهد که همگی یک افت فشار دائمی و یکسان P1-P2 ارائه می دهند اما باید توجه داشت که هر یک مقدار FL متفاوتی دارند ولو شماره یک بزرگترین باز یافت فشار و کمترین مقدار FL را ارائه می دهد



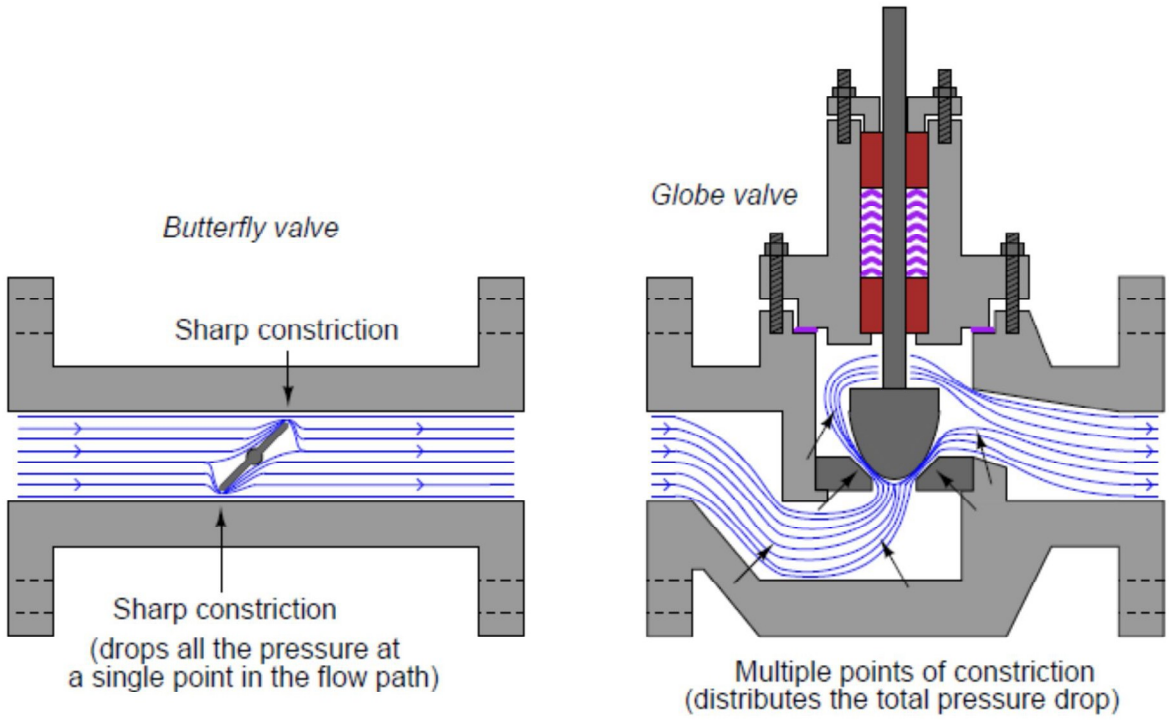
ولو شماره ی یک دارای FLکمتری است چرا که اگر در شک نمودار این ولو توجه کنید در ناحیه ی افت فشار PVC به صفر (محور افقی) نزدیک می شود پس اگر در فرمول زیر مقدار PVC را صفر در نظر بگیریم مخرج کسر عددی بزرگ خواهد شد و در نهایت مقدار FL کم خواهد شد .

$$F_L = \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{P_1 - P_{vc}}}$$

این فرآیند به آن دلیل است که از حداقل فشار موجود در VENA CONTRACTA تا فشار پایین دست این ولو، مقدار فشار مایع نسبت به دو ولو دیگر بیشتر افزایش پیدا می کند در نتیجه این ولو بیشتر مستعد ابتلا به فلشینگ در سرویس مایع می باشد زیرا فشار VENA CONTRACTA آن بسیار کمتر از دو ولو دیگر است

(در شکل نمودار های فوق هر قدر میزان PVC بیشتر می شود یعنی ازمحور افقی دورتر می شود نشان دهنده ی این است که سطح مقطع در ناحیه ی VC بیشتر است)

ولو شماره ی 3 برعکس ولو شماره ی 1 بازیافت فشار بسیار کمی داشته و مقدار FL آن تقریبا برابر یک است اگر از منظر اجتناب از فلشینگ به آن نگاه کنیم از سه ولو نشان داده شده در صفحه ی 2061 همین ولو بهترین ولو برای استفاده در سرویس مایع می باشد چگونگی سبک ولو (توپی – پروانه ای – کروی و ..) بر روی فاکتور بازیافت فشار بسیار موثر است هر چه مسیر سیال عبوری از ولو پیچیده تر و خم تر باشد سیال فرصت بیشتری پیدا می کند که انرژی را در حرکت متلاطم پراکنده کند با مقایسه ی دو سبک مختلف ولو نشان داده شده در صفحه ی 2062 خواهید دید ولوی که کمترین فاکتور بازیافت فشار را داراست بیشتر در معرض فلشینگ قرار می گیرد آشکار است که ولو کروی در توزیع مساوی افت فشار در سرتاسر مسیر فلو بهتر عمل می کند در مقابل ولو پروانه ای تنها می تواند در نقاط تنگ بین دیسک و بدنه ولو فشار را افت دهد چرا که بدنه ی ولو یک مسیر مستقیم است بنابر این ولو پروانه ای یک فشار VENA CONTRACTA بسیار کمتر را نسبت به یک ولو کروی تجربه کرده (مقدار FL پایین تری دارد) و ا این رو ولو پروانه ای نسبت به کروی بیشتر در معرض ابتلا به پدیده ی فلشینگ خواهد بود .



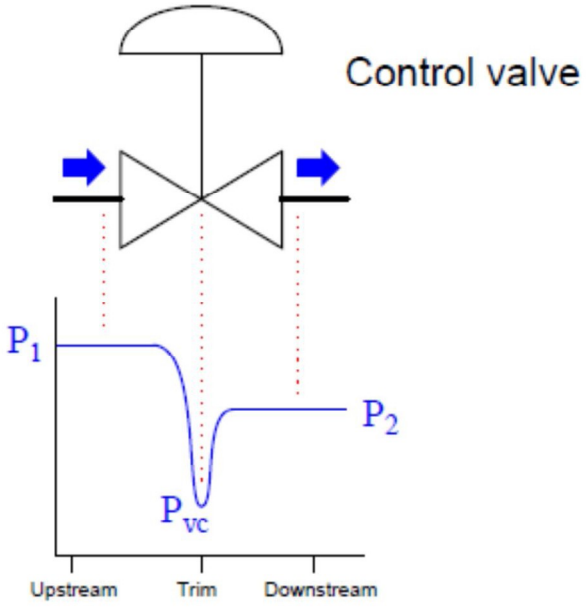
همانطور که در شکل میبینید تمام شرایط برای این دو ولو یکی است (فشار ورودی و نوع سیال) در گلاب ولو بخاطر وجود پیچ و خم های زیاد در هر مرحله افت فشار داریم یعنی عبور سیال از نواحی مختلف افت فشار های متعددی را دارد گه باعث می شود که درصد افت فشار در هر ناحیه کم باشد و پدیده ی فلشینگ اتفاق نیفتد یا کمتر باشد در مدل پروانه ای این افت فشار خیلی زیاد است فقط در ناحیه ی بالا و پایین پروانه که این مسئله باعث ایجاد پدیده ی فلشینگ می شود .

FL در پروانه ای پایین و در گلاب ولو بالاست

3-9-کاویتاسیون Cavitation :

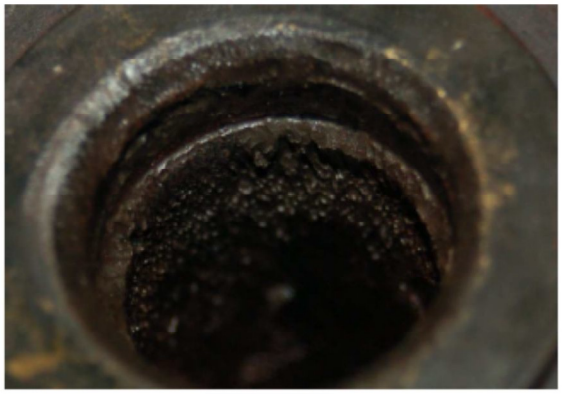
سیال عبوری از میان یک کنترل ولو در هنگام گذر از تریم ولو تغییراتی را در سرعت خود تجربه می کند به طوریکه وقتی سیال به محدوده ی باریک و تنگ تریم وارد می شود سرعت آن افزایش یافته و پس از آن زمانی که به مساحت های عریض تر پایین دست بدنه ی ولو وارد می شود سرعت آن کاهش می یابد این تغییرات سرعت باعث می شود انرژی جنبشی ولو تغییر کند و طبق قانون بقای انرژی هر افزایش انرژی جنبشی با یک کاهش مکمل در انرژی پتانسیل همراه است که معمولا این انرژی پتانسیل به شکل کاهش فشار نمایان می شود این بدان معنی است که در نقطه ای از تریم

ولو که حداکثر تنگی وجود دارد فشار سیال افتاده و در پایین دست تریم دوباره افزایش پیدا می کند اگر سیال مایع بوده و فشار vena contracta کمتر از فشار بخار آن مایع در دمای فعلی سیال باشد مایع خود به خود به جوش خواهد آمد این همان پدیده ی فلشینگ است با این حال اگر به سبب باز یافت فشار در پایین دست تریم فشار به نقطه ای بالاتر از فشار بخار آن مایع برسد بخار کندانس شده و دوباره به شکل مایع در می آید به این پدیده گاویتاسیون گویند



کاویتاسیون حتی از فلشینگ مخرب تر است حباب های بخار اغلب اوغات به صورت غیر متقارن کندانس شده و به مایع تبدیل می شوند (شبیه به موشک نوک تیز) به طوریکه یک طرف حباب پیش از طرف دیگر دچار فروپاشی می شود این امر باعث تبدیل انرژی جنبشی حباب ها به یک جت سرعت بالا از مایع می شود با توجه به آزمایشات تجربی سرعت این میکرو جت ها چیزی تا 100 متر بر ثانیه تخمین زده شده است هیچ ماده ی شناخته شده ای قادر نیست در برابر این شکل از فشار به طور مداوم مقاومت کند یعنی کاویتاسیون هر نوع کنترل ولوی را در یک بازه ی زمانی کافی و معین خراب می کند بر اثر برخورد هر میکرو جت با سطح فلز تکه ی بسیار کوچکی از آن تراشیده شده و در نتیجه حفره ی بسیار کوچکی بر روی سطح فلز ایجاد می شود و با گذشت زمان بر روی سطوح فلز ها حفره های متعدد ایجاد می شود این نوع آسیب ها با شکل ظاهری آسیب های ناشی از فلشینگ به طور کلی متفاوت است چرا که خوردگی های ناشی از

فلشینگ به صورت صاف و صیقلی است تصاویر 2064 یک پلاگ شیار دار که بر اثر پدیده ی فلشینگ تخریب شده (تصویر سمت چپ) و یک نشیمنگاه خورده شده بر اثر کاویتاسیون (تصویر سمت راست) را نشان می دهد

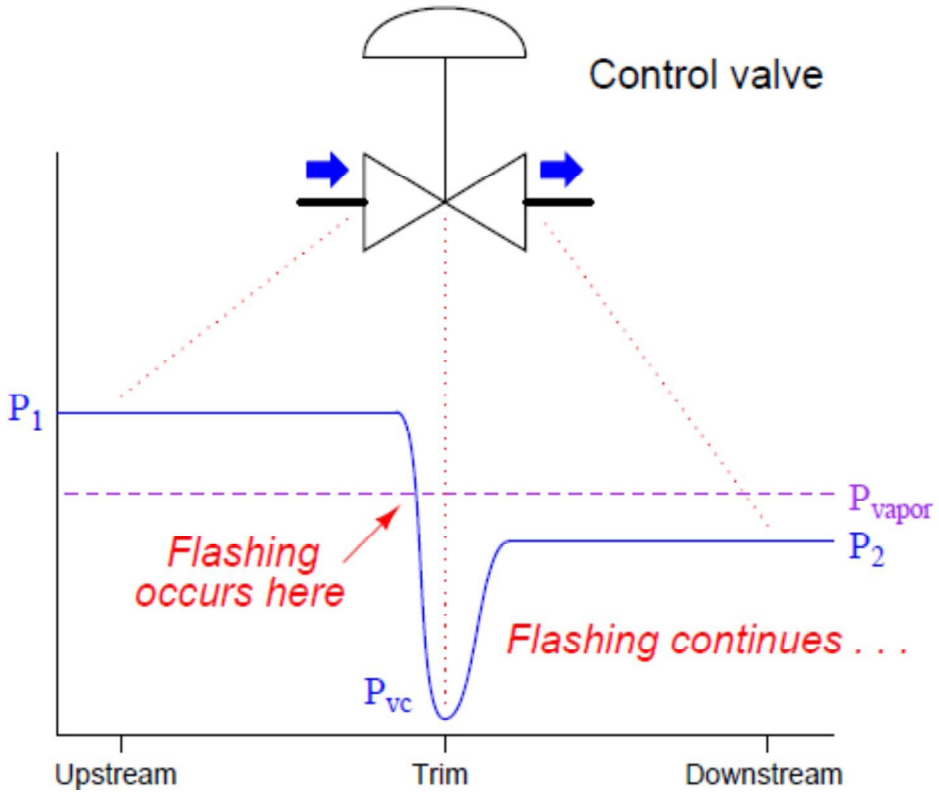


چند روش موجود برای کم کردن کاویتاسیون :

1-جلوگیری از پدیده ی فلشینگ

2-حفظ اثر فلشینگ (فشار باز یافت را کاری می کنند که از فشار بخار pv بالاتر نرود)

وقتی که جریان فلو از میان کنترل ولو حرکت می کند اگر به هر دلیلی ما نتوانیم از افت فشار سیال و رسیدن آن به زیر فشار بخار مایع جلوگیری کنیم تنها یک گزینه داریم و آن این است که اطمینان حاصل کنیم که فشار مایع پایین دست هیچگاه به بالاتر از فشار بخار مایع نمی رسد حداقل تا وقتی که سیال کاملا از قطعات با ارزش کنترل ولو عبور کرده و به ناحیه ای وارد شود که آسیب های ناشی از کاویتاسیون خیلی گران و پر هزینه تمام نشود این روش وجود فلشینگ را در داخل کنترل ولو تضمین می کند که به طور کلی از کاویتاسیون مخرب تر نمی باشد در شکل زیر فشار باز یافت از فشار بخار P VAPOR بالاتر نرفته است



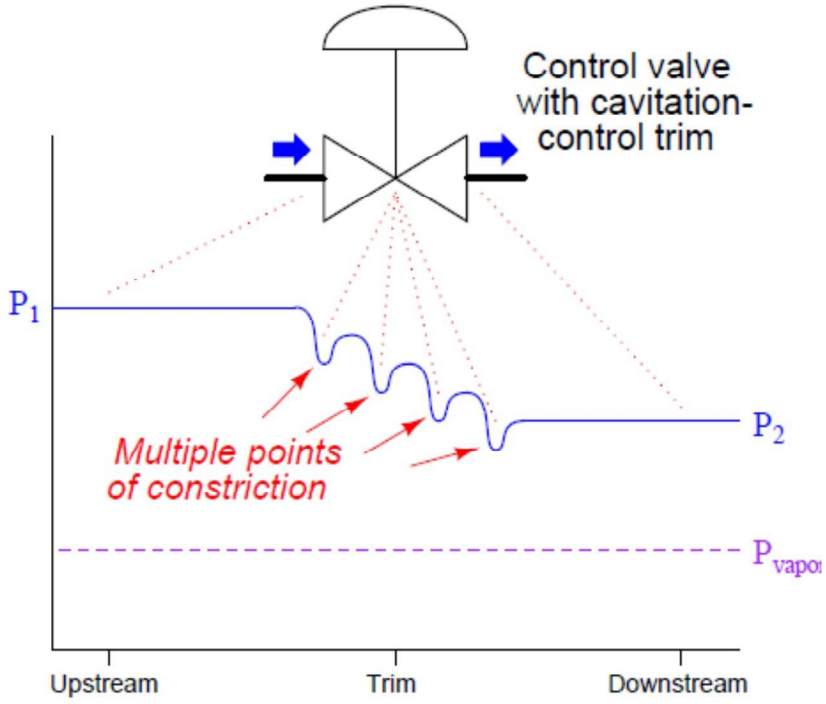
3-انتخاب نوعی از کنترل ولو که FL کمتری دارد

4-انتقال ولو به محلی از فر آیند که فشار بالاتری دارد (که موجب افزایش فشار در بالا دست و پایین دست می شود یعنی باعث می شود افت فشار از PV پایین تر نیاید نه فلشینگ داشته باشیم نه کاویتاسیون)

5-استفاده از چندین کنترل ولو به صورت سری برای اینکه در هر یک از کنترل ولو ها فشار کمتری کاهش پیدا کند

6-کاهش دمای مایع (این کار فشار بخار را کاهش می دهد افت فشار اگر در فرآیند امکان پذیر باشد انجام می دهند)

7-استفاده از تریم کنترل ولو کاویتاسیونی : خوب است بدانید می توان تریم ولو را مخصوصا برای جلوگیری از کاویتاسیون طراحی کرد نوعی از این تریم به گونه ای طراحی می شود که فشار سیال عبوری از کنترل ولو را در مراحل متعددی افت می دهد یک ولو مجهز به تریم کنترل کاویتاسیون پرو فایل فشار متفاوتی خواهد داشت چرا که در این گونه تریم چند نقطه ی VENA CONTRACTA وجود دارد و سیال به اجبار از میان یک سری مجاری باریک عبور داده می شود



نکته :

صدای ایجاد شده توسط کاویتاسیون با صدای ایجاد شده توسط فلشینگ کاملا متفاوت است صدای فلشینگ مانند صدای عبور شن و ماسه از میان ولو می باشد اما کاویتاسیون صدای ترق و تروق بسیار بلند تری تولید می کند که از پالس های ضربه ی متمایزی تشکیل شده است صدای کاویتاسیون مثل این است که ما داریم شن و سنگ را به زور از میان ولو عبور می دهیم

نکته : نرم افزاری به نام سایزینگ وجود دارد که می شود با توجه به نوع سیال و فشار ورودی و .. ولو مناسب پروسه را انتخاب کرد تا پدیده ی فلشینگ و .. کمتر اتفاق بیفتد)

4-9 -پدیده ی خفه شدن CHOKED FLOW:

هم کنترل ولو گاز و هم کنترل ولو مایع ممکن است خفه شدن (مسدود شدن) فلو را تجربه کند به بیان ساده خفه شدن فلو شرایطی است که در آن وقتی فشار پایین دست کاهش یابد نرخ فلوی عبوری از ولو نتواند به مقدار قابل توجهی تغییر کند پدیده ی خفگی در گاز زمانی اتفاق می افتد که سرعت گاز به سرعت صوت آن گاز برسد این حالت را اغلب فلوی بحرانی یا فلوی صوتی می نامند و اگر سیال مایع باشد به دلیل پدیده ی فلشینگ بخار ناحیه ی تنگ تریم را فرا می گیرد و اجازه نمی دهد سیال عبور کند و دبی کاهش می یابد .