

عملگر یا (Actuator)

عملگر یا اکتویاتور در شیرهای دستی (Manually operated) نیروی لازم برای باز یا بسته کردن و ایجاد تغییرات در حالت شیر را تامین می کند. در یک سیستم ممکن است که نتوان از شیرهای صنعتی اتوماتیک استفاده کرد. در این حالت از شیرهای دستی استفاده می شود. برای کنترل و حرکت شیر نیاز به مکانیزه کردن شیر داریم. برای مکانیزه کردن شیر نیاز به نصب یک قطعه جانبی به نام عملگر داریم.



دلایل نصب عملگر بر روی شیرهای صنعتی عبارتند از :

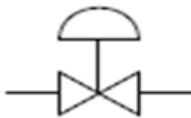
- کنترل فرآیندهای تولیدی
- دسترسی به شیر و کنترل شیر از راه دور
- قطع عملگر سیستم در موارد اضطراری از یک محل امن
- تامین گشتاورهای زیاد برای باز یا بسته کردن شیر
- تامین ایمنی سیستم

Actuator

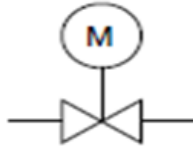
انواع اچویتور از لحاظ نوع سیستم با انرژی تحریک شیر:

- اچویتور دستی
- اچویتور پنوماتیک
- اچویتور با موتور الکتریکی
- اچویتور هیدرولیکی
- سلف اچویتد

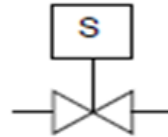
Diaphragm



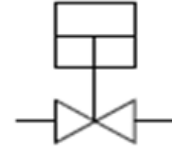
Electric motor



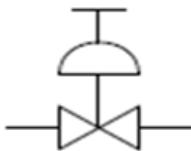
Solenoid



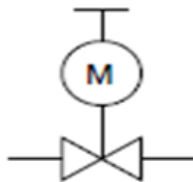
Piston



Diaphragm w/ hand jack



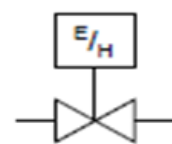
Electric motor w/ hand jack



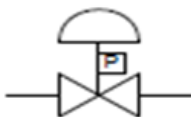
Hand (manual)



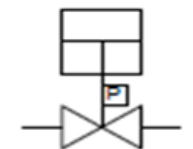
Electro-hydraulic



Diaphragm w/ positioner



Piston w/ positioner



Actuator

انواع عملگر یا اچویتور:

مکانیزم اچویتور به یکی از حالت های زیر است:

- خطی linear
- دورانی با زاویه محدود Part turn
- دورانی پیوسته Multi turn

عملگر دستی:

اغلب اچویتورهای دستی مانند: دسته چرخي که برای حرکت خطی همچون گیت ولو و گلاب ولو هستند و همچنین برای حرکت ولو چرخشی مثل شیر توپی و شیر پروانه ای که به صورت نرمال می تواند با تمام انواع ولو ها عمل کند.



عملگرهای الکتریکی (Electric actuator):

اچویتور الکتریکی چیست! اپراتورهای برقی با کنترل موقعیت یابی در صنایع فرآیندی استفاده محدودی دارند. استفاده اصلی آنها در مناطق دور افتاده مانند مزارع مخزن و ایستگاه های خط لوله بود. بخش های دور از در

Actuator

دسترس. سرعت عمل پایین و مشکلات مربوط به نگهداری در مناطق خطرناک و عدم وجود صرفه اقتصادی موانعی هستند که به کارگیری از عملگر های الکتریک را با عدم مرغوبیت همراه کرده است.

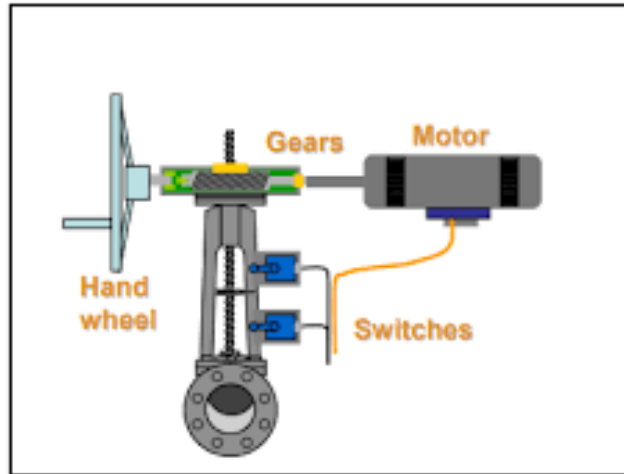


Fig. 1: Basic electric actuator components.

موتورهای الکتریکی مدتهاست که برای فعال کردن ولوهای بزرگ مورد استفاده قرار می گیرند، به خصوص ولو هایی که به عنوان شات اف ولو (روشن / خاموش) کار می کنند. پیشرفت در طراحی موتور و مدار کنترل موتور باعث شده است که فن آوری درجه عمل شده موتور به حدی برسد که اکنون با فن آوری های اکچویاتور لجیسی مانند پنوماتیک رقابت کند. یک اکچویاتور الکتریکی عملگر روتاری یا چرخشی (روشن / خاموش) را برای یک شیر توپی تامین می کند.

برای کاربردهای دستی توسط اپراتور این محرک الکتریکی خاص با دسته نیز عرضه می شود. در مواقعی که موتور الکتریکی یا پاور به مشکل یا نارسایی بر بخورد موتورهای الکتریکی نیازی به نیروی اضافی برای عمل کردن نیستند بلکه به صورت دستی توسط اپراتور این کار انجام می شود و این برخلاف اکچویاتورهای پنوماتیک و هیدرولیکی است.

به عنوان مورد حداقلی به لیمیت سویچ هایی برای اینکه شیر کاملاً باز یا کاملاً بسته باشد نیاز داریم. یک اکچویاتورهای الکتریکی به یک سنسور موقعیت ولو واقعی احتیاج دارد تا بتواند دقیقاً شیر را در هر حالت دلخواه تنظیم کند. این سنسور ممکن است به صورت پتانسیومتر باشد یا ترنسفر مر متغیر مانند (LVDT/RVDT)

Actuator

عملگرهای مدرن شامل موتورهای الکتریکی می شوند. از اکچویتورهای الکتریکی می توان برای راه اندازی دستی و یا از راه شیرهای صنعتی استفاده کرد.

اکچویتورهای الکتریکی شامل بخش های زیر می شوند:

- موتور الکتریکی
- سیستم کنترل
- گیربکس
- لیمیت سوئیچ

مزایای اکچویتورهای الکتریکی:

- سرعت موتورهای الکتریکی را می توان با گیربکس کاهش داد و به سادگی، سرعت دورانی مطلوب را به دست آورد.
- با توجه به وجود گیربکس بین موتور و اکچویتور، ثبات وضعیت خوبی در عملگرهای الکتریکی وجود دارد.
- موتور الکتریکی را می توان توسط سیستم کنترل فرایند، تحت کنترل داشت.
- اکچویتورهای الکتریکی آلودگی و رطوبت در محیط ایجاد نمی کنند.
- تامین انرژی اکچویتورهای الکتریکی بسیار ساده است.
- انرژی الکتریکی و خروجی عملگرهای الکتریکی دچار نوسان نمی شود.
- عملگرهای الکتریکی طراحی مناسب و بهینه ای دارند.

معایب اکچویتورهای الکتریکی:

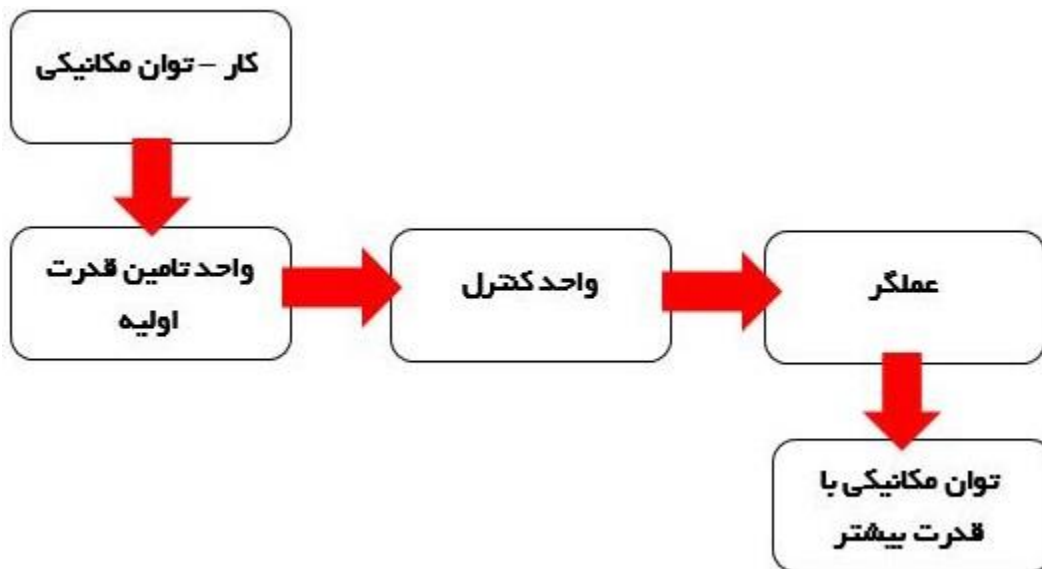
- عملگرهای الکتریکی نسبتا گران هستند.
- در صورت قطع انرژی الکتریکی، عملگر الکتریکی در همان وضعیت باقی می ماند.

Actuator

با توجه به مزایای ذکر شده، اکچویاتورهای الکتریکی برای سیستم‌ها و فرآیندهای الکتریکی که نیاز به کنترل دقیق دارند، انتخاب مناسبی هستند. در انتخاب عملگر الکتریکی باید توجه داشت که بی‌جهت از موتورهای قوی‌تر استفاده نکرد. موتورهای الکتریکی، قطعات متحرک کمی دارند بنابراین نیاز به نگهداری کمتری دارند و از نظر مصرف انرژی نیز بازده بالاتری دارند.

عملگرهای پنوماتیکی (Pneumatic actuators):

عملگرها یک بخش مهم و پرکاربرد از سیستم‌های پنوماتیکی هستند که در اصل تمامی فرآیندها در سیستم‌های پنوماتیکی در راستای حرکت عملگرها رخ می‌دهند و همانطور که می‌دانیم هوای فشرده به عنوان سیالی است که عامل ایجاد تحریک و حرکت در عملگرهای پنوماتیکی است.



انواع عملگر پنوماتیکی:

۱. عملگر خطی: این عملگرها حرکت خطی در طول دارند و دارای دو نوع یک طرفه و دو طرفه بوده و در کورس و قطرهای مختلف پیستون طراحی و تولید می‌شوند.

Actuator

۲. عملگر چرخشی یا دورانی: این عملگرها دارای حرکت دورانی یا چرخشی هستند که خود به دو نوع چرخ محدود و چرخش ۳۶۰ درجه تقسیم می‌شوند. در حالت دوران محدود شفت می‌تواند به صورت محدود (کسری از ۳۶۰ درجه) و راست گرد یا چپ گرد بچرخد.

اساسی‌ترین نکته‌ای که برای انتخاب جک یا سیلندر پنوماتیک حائز اهمیت است، طول کورس و قطر پیستون است که بسته به نوع نیاز در ابعاد و سایزهای مختلف موجود است.

نحوه حرکت یک عملگر پنوماتیکی:

طول کورس

مسافت طی شده توسط پیستون یا شفت سیلندر از نقطه آغاز حرکت تا آخرین مکانی را که امکان حرکت دارد، طول کورس می‌نامند. لازم به یادآوری است که واحد اندازه‌گیری طول کورس میلی‌متر (mm) است و با توجه به طراحی‌های مختلف می‌تواند مقادیر متفاوتی داشته باشد.

قطر پیستون

قطر میله پیستون طبق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$P = F/A$$

$$A = \pi r^2$$

$$\rightarrow D = 2\sqrt{F/(\pi P)}$$

با واحد میلی‌متر (mm) بیان می‌شود.

اجزای داخلی سیستم‌های پنوماتیک و نحوه کار کردن آن:

به طور کلی یک جک پنوماتیک دارای فضایی جهت نگه داشتن هوای فشرده و یک محل جهت خارج شدن هوای فشرده است. اجزای اصلی درون یک جک پنوماتیک عبارت است از: شافت، پیستون که در اصل درون سیلندر به طور خطی جا به جا می‌شود و یکسری لوازیم مهر و موم کاری هوای فشرده. هرگاه هوای فشرده به درون فضای عملگر

Actuator

هیدرولیک (جک یا سیلندر) راه می یابد، به دلیل آبیندی های انجام شده در جک راهی برای خروج نمی یابد و به سطح مقطع پیستون فشار وارد می کند و در نتیجه این فشار، شافت متصل به انتهای پیستون خارج می شود.

جک خطی یک طرفه:

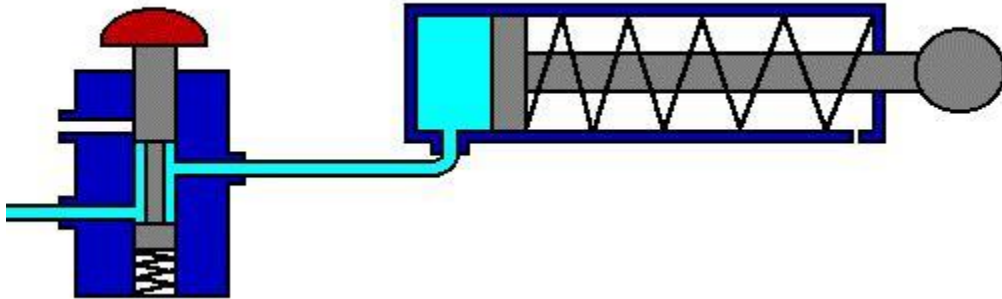
سیلندر های یک طرفه که به آنها جک یک محوره نیز گفته می شود، زیر مجموعه ای از عملگر های خطی یک طرفه هستند. در این نوع از سیلندر ها تنها یک پورت برای ورود هوا تعبیه شده است که هوا از طریق این پورت به جک وارد شده و آن را تحریک کرده، در نتیجه سیلندر در راستای باز شدن محور حرکت می کند. به این دلیل که محور داخل سیلندر قادر است تنها در یک راستا حرکت کند به آن سیلندر یک محوره گفته می شود و از طرفی دیگر به این دلیل که جهت تحریک آنها در یک سمت است به آن یک طرفه می گویند.



این دسته از جک ها برای حرکت های تکراری و خطی که بار های سنگین دارد، استفاده می شود. از انواع کاربرد های این نوع جک ها می توان به جدا کردن قطعات تولیدی از قالب ساخت، فشردن و پرس کردن قطعات و غیره اشاره کرد.

Actuator

در شکل زیر تصویر شماتیک یک عملگر خطی پنوماتیک را مشاهده می کنیم و همانطور که مشخص است؛ برگشت این جک ها به کمک یک فنر صورت می گیرد.



جک خطی دو طرفه:

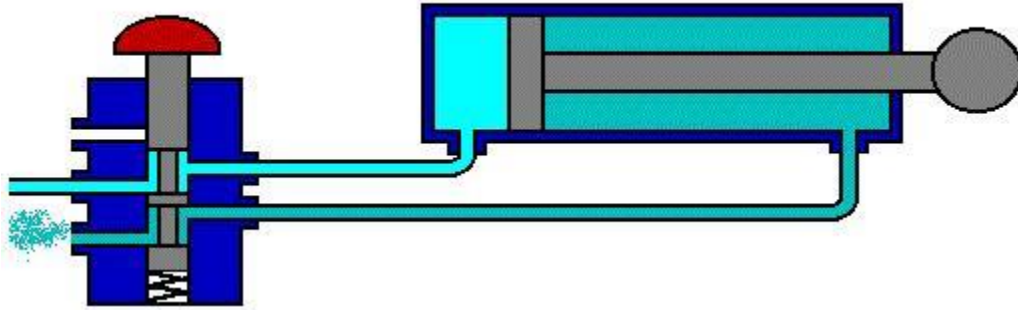
تنها تفاوتی که بین جک های دو طرفه و یک طرفه وجود دارد، در این نکته است که جک های دو طرفه می توانند از هر دو طرف (رفت و برگشت) مورد تحریک واقع شوند و در هر دو جهت کار انجام دهند؛



شرکت توسعه صنایع تابان انرژی پاسارگاد یارد کرمانشاه

Actuator

در اصل در این مدل از فنر برای بازگرداندن پیستون استفاده نمی شود و وظیفه بازگرداندن پیستون به حالت اولیه بر عهده هوای فشرده است که از محل تعبیه شده برای ورود به پیستون داخل شده و آن را باز می گرداند.



نحوه رفتار عملگر خطی یک طرفه و دو طرفه:

عملگر دورانی و نیمه دورانی

یک عملگر قادر است حرکت دورانی و نیمه دورانی تولید کند. بارزترین تفاوت عملگر های دورانی با نیمه دورانی این است که یک عملگر دورانی می تواند در همه زوایا تا 360° درجه دوران کند، اما عملگر های نیمه دورانی دارای محدودیت گردش هستند و در اصل زاویه چرخشی این عملگر ها توسط سیستم های متوقف کننده مکانیکی به صورت داخلی یا خارجی کنترل می شوند.

به دلیل قیمت نسبتاً ارزان تر و نوع انرژی مورد نیاز آنها (هوای فشرده) عملگرهای پنوماتیکی پرکاربردترین عملگرها در شیرهای صنعتی هستند. ساختار این عملگرها نسبت عملگرهای الکتریکی یا هیدرولیکی بسیار ساده است و این عامل یکی از مزایای دیگر این مدل محسوب می شود، همچنین با توجه به ساختار ساده این مدل تعمیر و نگهداری آنها آسان تر است.

اکچویتورهای پنوماتیکی را می توان در شیرهای خطی و شیرهای دورانی با زاویه محدود نصب کرد. همچنین این اکچویتورها را می توان برای شیرهای صنعتی با سایزهای مختلف به کار برد.

Actuator

مزایای اکچویتورهای پنوماتیکی:

۱. پیستون‌ها آزادانه حرکت می‌کنند و خود به خود قفل نمی‌شوند.
۲. سیال مورد استفاده هوای فشرده است که تهیه آن آسان و کم هزینه است.
۳. خروج هوای اضافی از سیستم به محیط بدون هیچ مشکلی اتفاق می‌افتد.
۴. طراحی این عملگرها ساده تر و هزینه نگهداری و تعمیرات آنها نسبتاً کم است.
۵. در تماس با منبع گرمایی افزایش هوای گرم به عملگر پنوماتیک کمک می‌کند.

برای اکچویتور پنوماتیک دو مدل عمده وجود دارد:

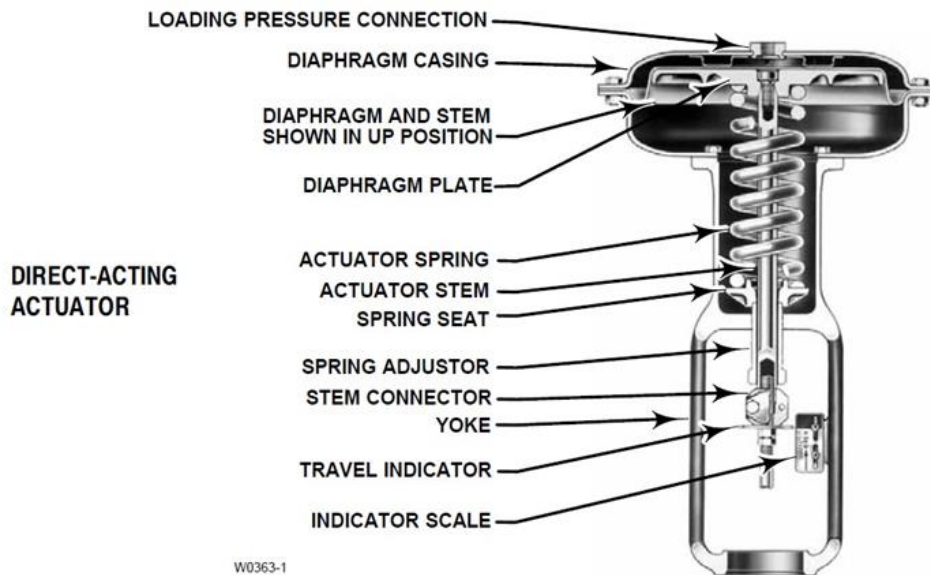
- اکچویتور دیافراگمی
- اکچویتور پیستونی

این اکچویتور ها طوری طراحی شده اند که در یک تغییر مشخص در فشار هوا تغییر قابل توجه ای در ولو داده و آنرا از کاملاً بسته به کاملاً باز تغییر می دهند.

اکچویتور دیافراگمی:

عملکرد اکچویتورهای دیافراگمی به این شکل است که هوای فشرده به غشای انعطاف پذیر که دیافراگم نامیده می شود اعمال می شود. هوا از یک طرف دیافراگم وارد می شود.

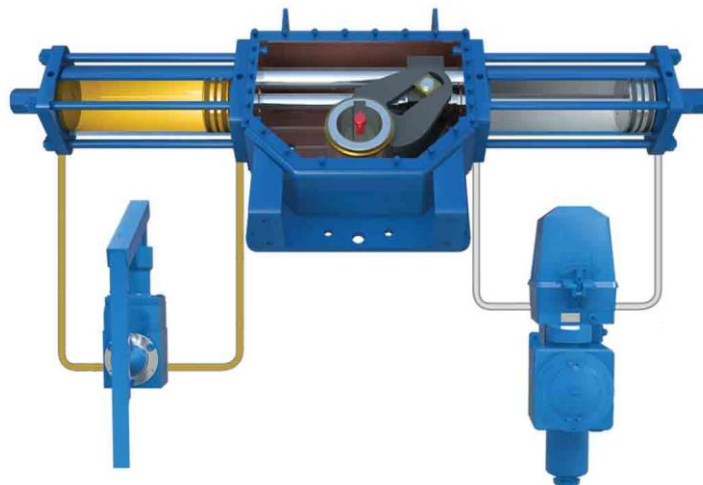
Actuator



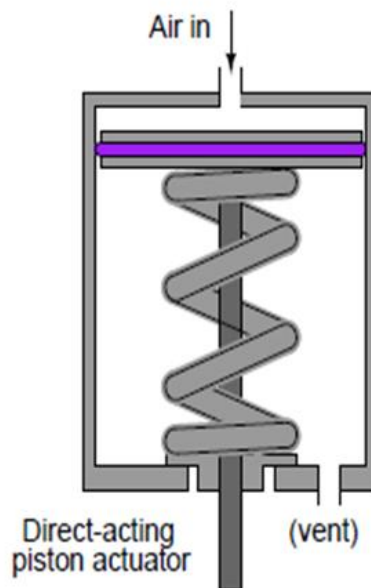
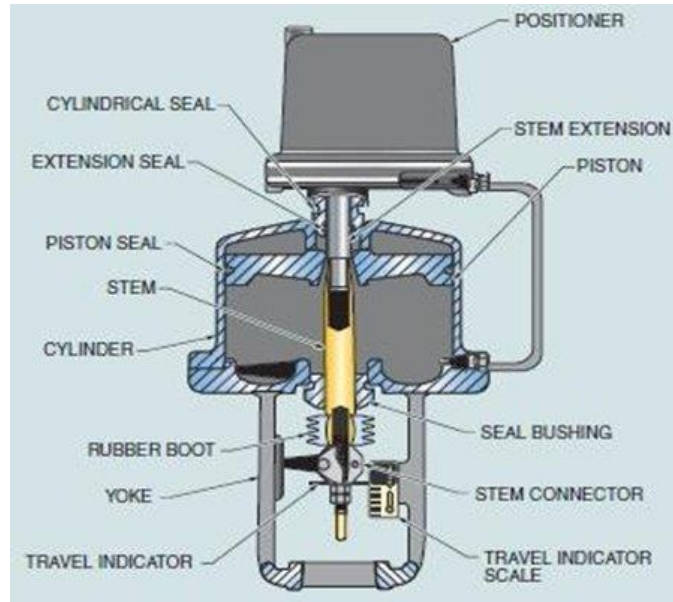
اکچویتور پیستونی:

اکچویتورهای پنوماتیکی شکل پیستون را بیشتر به خود می گیرند تا اکچویتورهای دیافراگمی

- قابلیت تاب آوری فشار بالا
- حجم کم سیلندرها
- می توانند یک طرفه یا دو طرفه باشند



Actuator



چگونه فشار بیشتر می تواند نیروی تولید شده را تقویت کند؟ اکچویتورهای پیستونی نسبت به اکچویتورهای دیافراگمی توانایی بیشتری در تولید فشار هوا دارند.

Actuator

نکاتی در مورد عملگر پنوماتیک:

بزرگ ترین مشکلی که در ابتدا برای سیلندر های پنوماتیک وجود داشت؛ عمر پایین سیلندر ها به دلیل برخورد پیستون به انتهای سیلندر بود، چرا که سرعت و قدرت این پیستون ها زیاد است اما امروزه گام مهمی برای رفع این مشکل برداشته شده است؛ به این ترتیب که پیستون قبل از رسیدن به انتهای سیلندر و ضربه زدن به آن توسط یک ضربه گیر کنترل می شود.

انرژی کم هوای فشرده را نمی توان برای حرکت دیسک های گوه ای و باز کردن شیرهای بزرگ به کار برد. هوا یک ماده قابل تراکم است و نمی تواند میله شیر متصل به پیستون را دقیقاً در یک وضعیت نگهدارد. در طراحی اکچویتورهای پنوماتیکی رینگ هایی با آب بندی لاستیکی در نظر گرفته شده است که باعث محدودیت دمایی اینگونه عملگرها می شود. در نتیجه نیاز به عایق حرارتی و قطعات پیشگیری کننده از آتش می باشد. موتورهای بادی (air motors) ممکن است به علت وجود مواد خارجی ریز، ممکن است در عملگرشان اختلال ایجاد شود و قطعات موتور دچار خوردگی شوند. ممکن است نیروی هوای فشرده قادر به حرکت دادن شفت شیرهای بزرگ نباشند. عملگرهای پنوماتیکی رایج ترین عملگرهای مورد استفاده در شیرهای صنعتی هستند.

این اکچویتورها مزایای قابل توجهی دارند. به عنوان مثال می توان موارد زیر را نام برد:

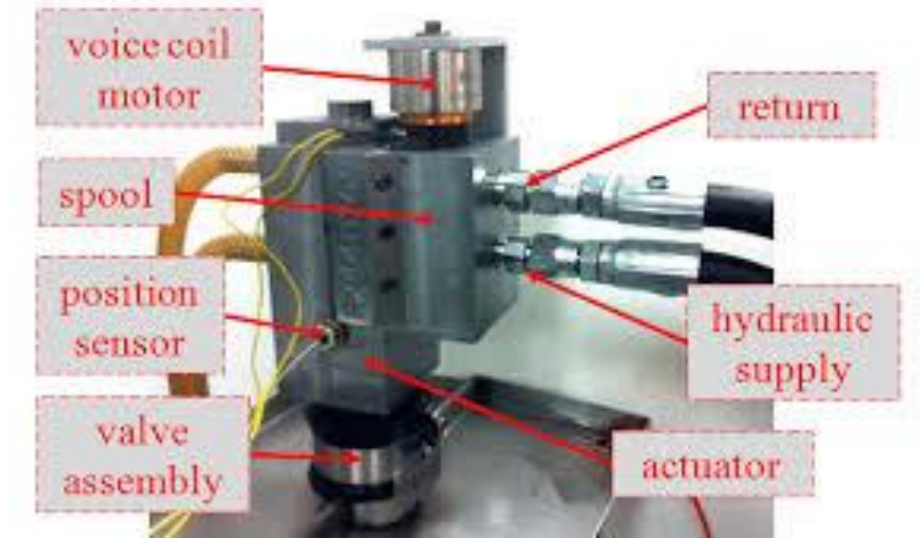
- تعمیر و نگهداری آسان
- قطعات یدکی فراوان
- ساخت قطعات و اجزا از متریال های فلزی مختلف
- مناسب برای محیط ها و کاربردهای مختلف

اکچویتور های هیدرولیکی (Hydraulic actuators):

اکچویتور های هیدرولیکی امکان ایجاد گشتاورهای خیلی بزرگ را دارند به همین دلیل برای به گردش در آوردن شیرهای صنعتی بزرگ بهترین انتخاب هستند. ثبات وضعیت این اکچویتورها بسیار عالی است زیرا در مواردی که نتوان در آنها از اکچویتورهای الکتریکی یا پنوماتیکی استفاده کرد اکچویتورهای هیدرولیکی بهترین انتخاب هستند.

Actuator

هیدرولیک اکچویتورها از فشار مایع نسبت به فشار گاز برای حرکت مکانیزم ولو استفاده می کنند. هیدرولیک اکچویتورها برای استفاده از پیستون نسبت به دیافراگم طراحی شده اند تا فشار سیال را به نیروی مکانیکی تبدیل کنند. نرخ فشار بالا اکچویتور پیستونی به فشار سیستم هیدرولیک و لغزش طبیعی روغن هیدرولیک کمک می کند تا بر اصطکاک مشخص اکچویتور پیستونی غلبه کند. با توجه به رتبه بندی فشار بالا اکثر پیستون های هیدرولیک ممکن است نیروهای محرک فوق العاده با اکچویتور هیدرولیکی تولید کنند.



نکات فنی در مورد اکچویتورهای هیدرولیکی:

آنها به دلیل عدم تراکم روغن هیدرولیک ، موقعیت یابی بسیار پایداری دارند. برخلاف پنوماتیک اکچویتور زمانیکه سیال (هوا) الاستیک می شود روغن داخل سیلندر اکچویتور هیدرولیکی به میزان قابل توجهی تحت فشار قرار نمی گیرد. اگر عبور روغن به و از سیلندر هیدرولیک توسط دریچه های کوچک مسدود شود ، اکچویتور محکم قفل می شود و این یکی از ویژگی های بسیار مهم در کاربرد جهت یابی ولو که اکچویتور باید پیستون ولو را محکم نگه دارد. برخی از اکچویتورهای هیدرولیکی شامل پمپ های کنترلی الکتریکی برای تامین نیروی سیال هستند در نتیجه ولو با سیگنال الکتریکی کنترل می شود. دیگر اکچویتورها با سیستم نیروی سیال جداگانه ای نظیر پمپ خنک کننده و یا ولو های برقی و دستی برای تامین فشار هیدرولیکی برای انجام عملکرد کار می کنند.

سیستم های هیدرولیکی:

شرکت توسعه صنایع تابان انرژی پاسارگاد یارد کرمانشاه

Actuator

سیستم های تأمین فشار هیدرولیک به دلیل نیاز به پاکسازی سیستم همه حباب های گازی و مشکل حفظ شبکه توزیع بدون نشت ، از نظر فیزیکی با محدودیت بیشتری از سیستم های توزیع پنوماتیک همراه هستند.

از معایب دیگر سیستم های هیدرولیک در مقایسه با پنوماتیک عدم ذخیره انرژی ذاتی است. سیستم های هوای فشرده با هوای الاستیکی قابل فشار به طور طبیعی انرژی را ذخیره می کنند و درجه مشخصی را تأمین می کنند نیرو در واقع کمپرسور اصلی را خاموش می کنند. سیستم های هیدرولیک طبیعتاً این ویژگی مطلوب را نخواهند داشت.

اکچویتور پیستونی هیدرولیک:

یک اکچویتور پیستون هیدرولیک به یکی شات اف ولو بزرگ متصل می شود (که برای کنترل آن /آف) دو سیلندر هیدرولیک بالای بدنه ولو به صورت افقی نصب می شود. همانند پیستون پنوماتیک ولو این اکچویتور از مکانیسم دندانه دار کردن برای تبدیل پیستون هیدرولیک به روتاری استفاده می کند.



Actuator

مزایا اکچویتورهای هیدرولیکی:

- توانایی ایجاد نیروهای بزرگ
- امکان ذخیره فشار هیدرولیکی
- پوشش و عایق کم هزینه

معایب اکچویتورهای هیدرولیکی:

انرژی جنبشی کم عملگرهای هیدرولیکی

ساخت یک شبکه هیدرولیکی برای تامین فشار زیاد تعداد زیادی عملگر اقتصادی نیست.

در لوله های طویل حامل سیال هیدرولیک ،افت فشار قابل توجهی به وجود می آید که ممکن است انرژی کافی در عملگرها تولید نکند. سیال انبساط گرمایی بالایی دارد و باید سیستم هیدرولیک را در برابر آتش و حرارت های بالا حفظ کرد. عملگرهای هیدرولیکی و الکتریکی ساختار صلب دارند و عملکرد مطمئن و دقیقی دارند. اغلب عملگرهای هیدرولیکی به خوبی نسبت به فضای خارجی آب بندی شده اند. بنابراین می توان از این اکچوئیتورها در محیط های مرطوب استفاده کرد. البته این اکچوئیتورها به نسبت گران قیمت هستند و احتیاج به مراقبتهای بیشتری به هنگام کار دارند. برای بهبود عملکرد اکچوئیتورها بهتر است همراه با آن از پوزیشنر نیز استفاده کرد.

گردآوری و تدوین: آرش مریدی شرکت توسعه صنایع تابان انرژی پاسارگاد (یارد کرمانشاه) شهریور ۱۴۰۰