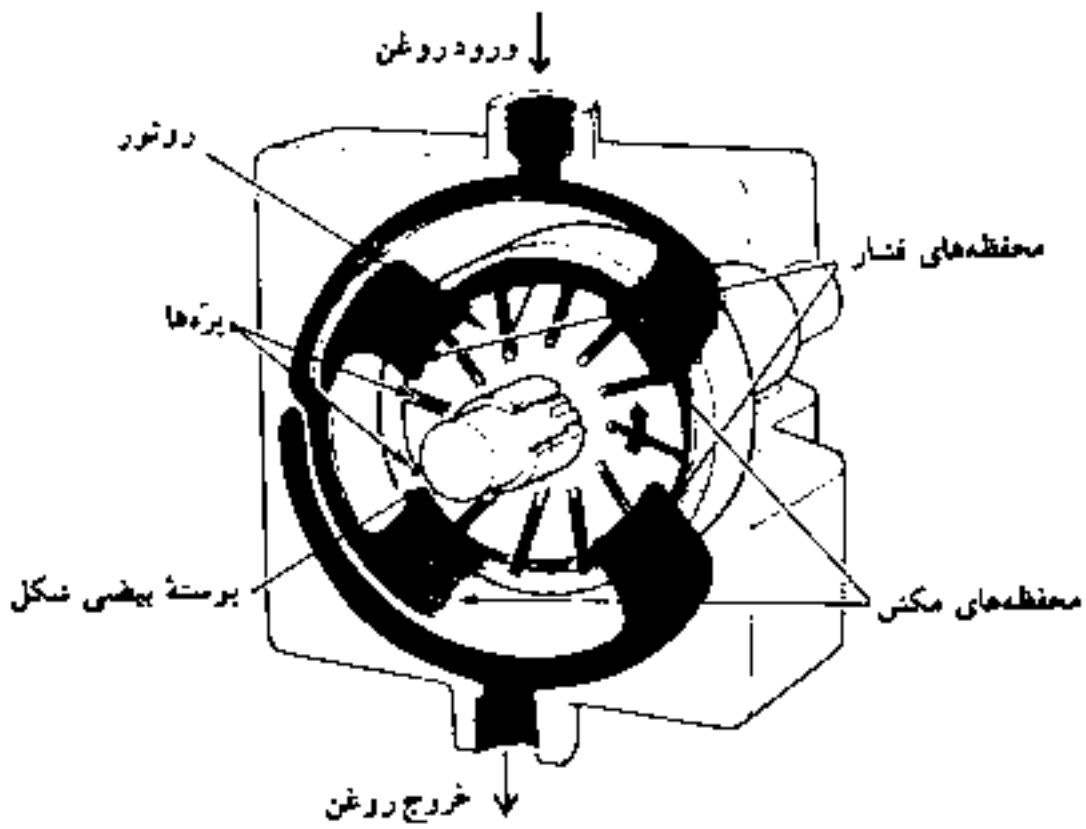
پره‌های آن با خارج شدن بیشتر از شیارهای مربوطه فرسایش را جبران مینماید.

روتور با شکافهای شعاعی داخل پوسته و خارج از محور نسبت به آن قرار دارد. بطوریکه در یک نقطه با هم مماس هستند. روتور همراه با محور حرکت دورانی دارد. تیغه‌هائی که داخل شکافهای روتور قرار دارند در اثر نیروی گریز از مرکز در تماس دائمی با پوسته میباشند.

در طرفین نقطهٔ تماس روتور با پوسته مجاری ورود و خروج روغن قرار دارند. هر تیغه موقع رسیدن به نقطهٔ تماس تقریباً بطور کامل درون شکاف مربوطه قرار دارد و با ادامهٔ گردش ضمن اضافه شدن به فاصلهٔ بین روتور و پوسته تیغه نیز از شکاف خارج شده و تماس خود را با بدنه حفظ میکند. چون به فضای بین روتور و پوسته و تیغه‌ها افزوده میشود و بعلت ارتباط با لولهٔ ورودی روغن، در اینحالت فضای مذکور از روغن پر میشود. این عمل تا رسیدن تیغه به نقطهٔ مقابل به نقطهٔ تماس (نیمدور گردش روتور) ادامه دارد. سپس تیغه شروع به داخل شدن در شکاف خود میکند و این در حالتی است که ارتباط از قسمت ورود (محفظهٔ مکش) قطع و با قسمت خروج (محفظهٔ فشار) برقرار شده است. بنابراین ضمن کم شدن فضای یاد شده روغن داخل آن متراکم شده و تحت فشار در لولهٔ خروج جریان می‌یابد.

پمپهای پره‌ای یا بالانس هیدرولیکی ــ وجود اختلاف فشار در طرفین نقطهٔ تماس باعث عدم تعادل بین نیروهای وارد بر شافت و بلبرینگ آن گردیده، عمر پمپ را کوتاه می‌کند. برای رفع این نقص پمپهائی ساخته میشود که روتور آنها در مرکز یک پوستهٔ بیضی شکل قرار گرفته دارای دو نقطهٔ تماس، دو مجرای مکش و دو مجرای فشار هستند.



(شکل ۶ ــ ۲) پمپ پره‌ای یا بالانس هیدرولیک

مجاری فشار با ۱۸۰ درجه فاصله نسبت بهم و مجاری مکش نیز با ۱۸۰ درجه فاصله نسبت بهم قرار دارند. نیروهای حاصل از مکش و فشار دو به‌دو یکدیگر را خنثی نموده یک حالت تعادل بین نیروها برقرار میشود.

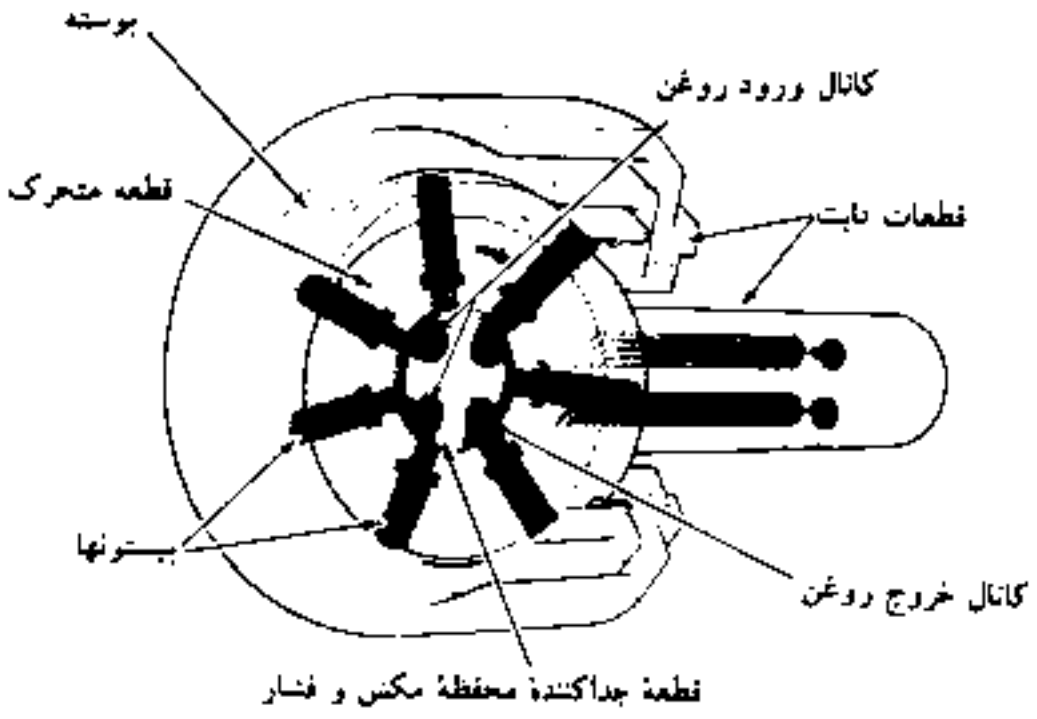
پمپهای گریز از مرکز Centrifugal Pumps ــ این پمپها برای فشار معین طراحی میشوند و در ایجاد جریان ثابت و منظم روغن بسیار خوب عمل میکنند. از این پمپها بیشتر در مدار خنک‌کنندهٔ سیستم هیدرولیک استفاده میشود. در صورت وارد شدن فشار بیش از حدّ ظرفیت، پمپ بدون ایجاد هیچگونه ضایعه‌ای روغن را در داخل پره‌های خود به حرکت درآورده و پس از پائین آمدن فشار مجدداً روغن را به جریان خواهد انداخت.

(شکل ۷ ــ ۲) پمپ گریز از مرکز و طرز کار آن

پمپهای پیستونی شعاعی (دوّار) Radial Piston Pumps ــ این پمپها برای فشار بالا و دبی زیاد و برای کار در سرعتهای زیاد و راندمان بالا مناسب هستند. آب‌بندی قطعات و حفظ این حالت همچنین جلوگیری از فرسایش در این پمپها اهمیّت بسیار دارد. لذا روغن هیدرولیک بکار برده شده باید دارای خواصّ نفوذ بین قطعات آب‌بندی شده، روغنکاری و حفاظت آنها در مقابل فرسایش باشد.

مجرای ورود و خروج روغن به مرکز استوانهٔ متحرک منتهی شده و بوسیلهٔ قطعه‌ای از هم جدا میشوند. در استوانهٔ متحرک سیلندر و پیستونهای کوچک شعاعی قرار دارد. استوانهٔ متحرک بصورت خارج از مرکز نسبت به پوستهٔ استوانه‌ای خود میباشد و دارای حرکت دورانی یکنواخت است.

پیستونها در اثر نیروی گریز از مرکز در تماس دائمی با پوسته میباشند. بعبارت دیگر هر



(شکل ۸ ــ ۲)

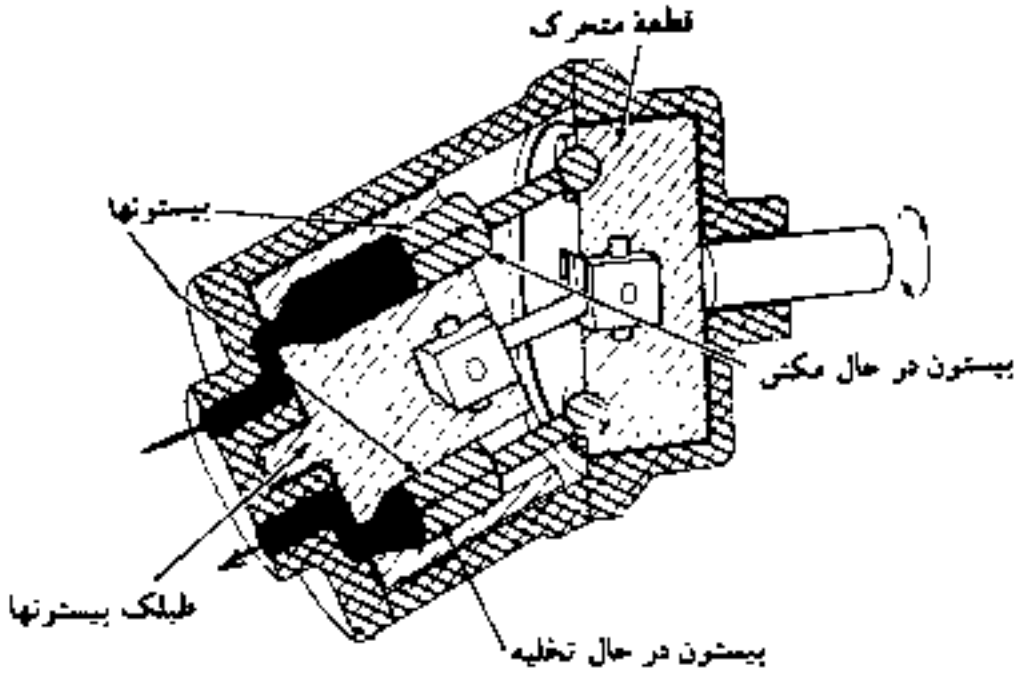
پیستون بازاو هر دور گردش قطعهٔ متحرک یک حرکت رفت و برگشتی دارد. هر پیستون در زمان خروج از سیلندر مقابل محفظهٔ ورودی روغن و در زمان ورود به سیلندر مقابل محفظهٔ خروجی روغن قرار دارد. بنابراین در هر دور گردش، هر سیلندر یکبار روغن را از محفظهٔ ورودی گرفته و در محفظهٔ خروجی تخلیه می‌نماید.

این پمپها برای دبی ثابت در دور ثابت می‌باشند ولی با تغییر فاصلهٔ محوری استوانه‌های ثابت و متحرک که قابل تنظیم است میتوان دبی را تغییر داد.

پمپهای پیستونی محوری Axial Piston Pumps ــ پمپهای پیستونی محوری از نظر مشخصات فنی مشابه پمپهای پیستونی شعاعی هستند. در این پمپها طبلکی با تعدادی پیستون موازی محور آن پیش‌بینی شده که معمولاً برای حفظ جریان ثابت روغن تعداد این پیستونها فرد میباشد.

انتهای هر پیستون با یک مفصل کروی به قطعهٔ دیگری مربوط میباشد که محور آن نسبت به محور طبلک انحراف دارد. انحراف مذکور باعث ایجاد حرکت رفت و برگشتی پیستونها در موقع چرخش پمپ میشود. هر پیستون در زمان حرکت خروجی از سیلندر مربوطه مقابل محفظهٔ مکش و در زمان حرکت ورودی به سیلندر در مقابل محفظهٔ فشار قرار دارد. بنابراین در هر دور محور پمپ هریک از سیلندرها یکبار روغن را از محفظهٔ مکش دریافت و در محفظهٔ فشار تخلیه می‌نماید.

نسبت به اینکه موتور محرک پمپ، طبلک پیستونها را به گردش درآورد یا قطعهٔ مقابل آنرا، پمپهای پیستونی محوری به دو دسته تقسیم میشوند:

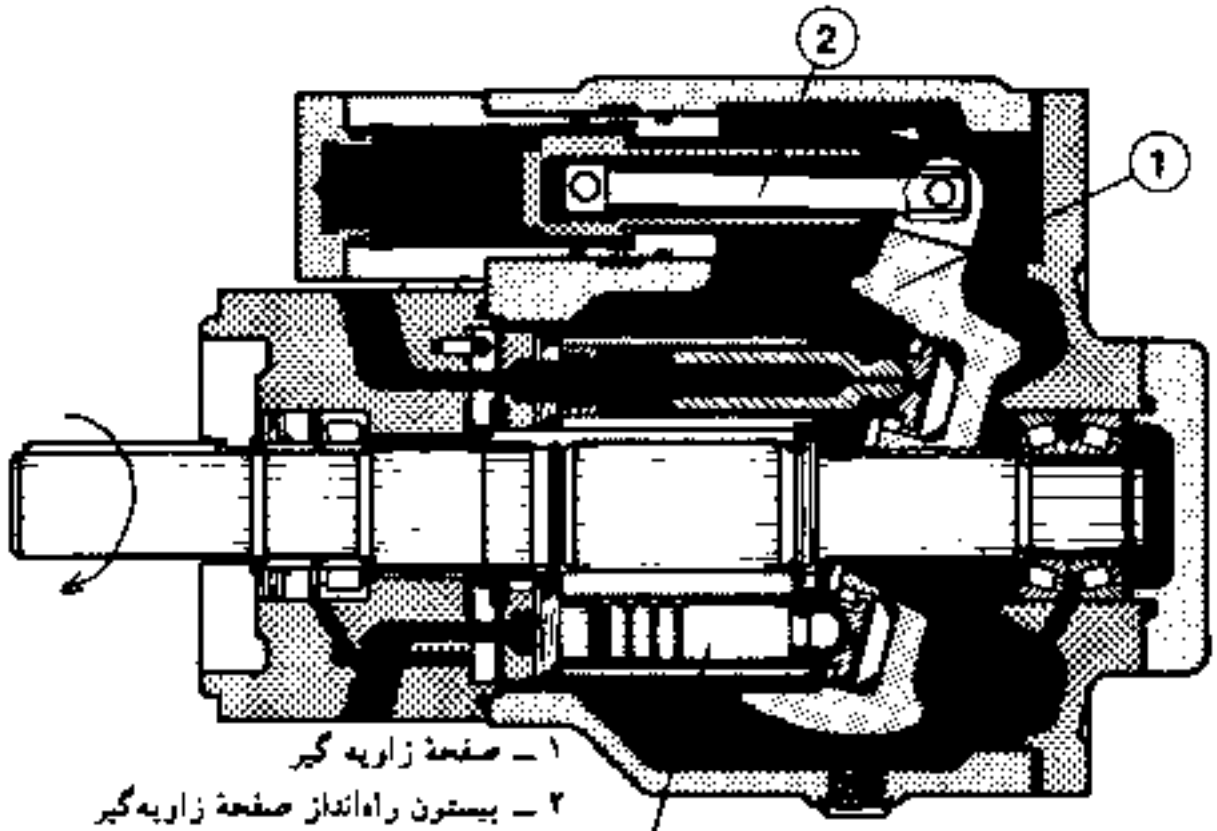


(شکل ۹ ــ ۲) پمپ بیستونی محوری با شافت زاویه‌دار

۱ ــ پمپهای بیستونی محوری با شافت زاویه‌دار.

۲ ــ پمپهای بیستونی محوری با صفحهٔ زاویه‌گیر.

در پمپهای با شافت زاویه‌دار موتور محرک قطعهٔ مقابل طبلک را حرکت داده طبلک بیستونها تحت‌تأثیر قطعهٔ مذکور به گردش درمی‌آید. در این پمپها بعلّت ثابت بودن زاویه بین دو



۱ ــ صفحهٔ زاویه گیر
۲ ــ بیستون راه‌انداز صفحهٔ زاویه‌گیر
۳ ــ بیستون اصلی پمپ

(شکل ۱۰ ــ ۲) پمپ بیستونی محوری با صفحهٔ زاویه‌گیر

قطعه، در دور ثابت دبی ثابت خواهد بود.

در پمپهای پیستونی محوری با صفحهٔ زاویه‌گیر موتور محرک مستقیماً به محور طبلک حامل پیستونها مربوط میشود و آنرا بگردش درمیآورد و صفحه‌ای با زاویه قابل تنظیم نسبت به محور طبلک (صفحهٔ زاویه‌گیر) حرکت رفت و برگشتی پیستونها را در موقع گردش شافت محرک تأمین میکند.

تغییر دبی این پمپ با تغییر زاویه صفحهٔ زاویه‌گیر که کورس پیستونها را تنظیم میکند امکان‌پذیر است. وقتی زاویه بین محور طبلک پیستونها و محور صفحهٔ زاویه‌گیر صفر باشد کورس پیستونها صفر و در نتیجه دبی پمپ صفر خواهد بود و هر چه از این حالت خارج شود کورس پیستونها بیشتر شده و دبی پمپ در دور ثابت افزایش مییابد.

موتورهای هیدرولیکی Hydraulic – Motors

موتورهای هیدرولیکی وسائلی هستند برای تبدیل انرژی موجود در روغن تحت فشار (روغن خروجی از پمپهای هیدرولیکی) به انرژی مکانیکی (حرکت دورانی یا خطّی).

موتورهای هیدرولیکی شباهت زیادی به پمپهای هیدرولیکی دارند. از اغلب پمپهای هیدرولیکی با تغییرات اندکی که در آنها داده میشود میتوان بجای موتور هیدرولیکی استفاده نمود.

انواع موتورهای هیدرولیکی ــ موتورهای هیدرولیکی بطور کلّی به اشکال ذیل ساخته میشوند:

۱ ــ موتورهای هیدرولیکی دنده‌ای (داخلی یا خارجی).

۲ ــ موتورهای هیدرولیکی پره‌ای.

۳ ــ موتورهای هیدرولیکی پیستونی دوّار.

۴ ــ موتورهای هیدرولیکی پیستونی محوری.

۵ ــ موتورهای هیدرولیکی پیستونی (نظیر جکهای هیدرولیکی).

اساس کار کلیّه موتورهای هیدرولیکی بر نیروی رانش که توسّط روغن تحت فشار به عضو متحرک وارد میشود قرار دارد.

انبارهای هیدرولیکی (آکومولاتورهای هیدرولیکی) Hydraulic Accumulators ــ انباره یا منبع فشار هیدرولیکی وسیله‌ایست برای ذخیرهٔ انرژی موجود در مدار هیدرولیک و آزاد ساختن آن در مواقع لزوم.

موارد استفاده: اهمّ وظائف انباره‌ها در سیستم هیدرولیک عبارت است از:

۱ ــ ذخیرهٔ روغن برای مواقعی که مقدار زیادی روغن در زمان کوتاهی لازم باشد، بطوریکه پمپ قادر به تأمین آن نباشد.

۲ ــ جبران روغن کسری حاصل از نشتی و ثابت نگهداشتن فشار سیستم.

۳ ــ ثابت نگهداشتن حجم روغن در گردش (که در اثر تغییرات حرارت تغییر میکند) در سیستمهای بسته.

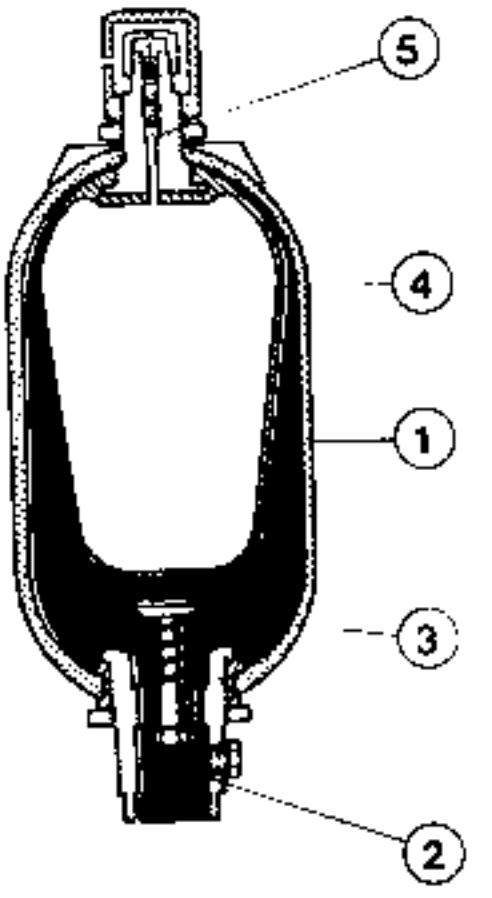
۴ ــ جذب فشارهای ناگهانی و ضربات حاصل از آنها.

طرز کار: انباره‌ها به شکلهای متنوعی ساخته میشوند ولی مکانیزم کار اغلب آنها مشابه است. از معروفترین و متداولترین انباره‌ها، انبارهٔ نیتروژنی است.

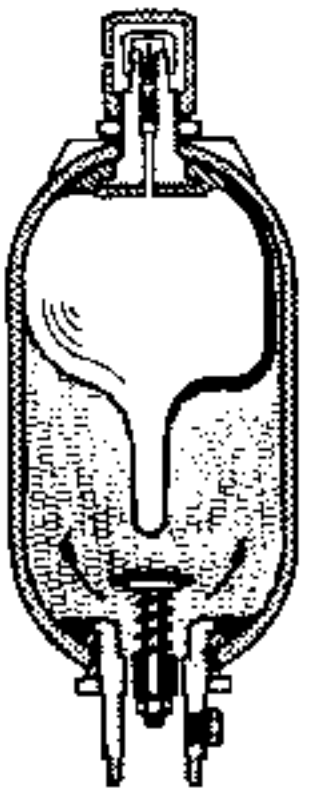
قسمتهای مختلف انباره‌های نیتروژنی عبارت است از: پوستهٔ فولادی، سوپاپ گاز، دیافراگم بادکنکی، سوپاپ محافظ دیافراگم و مجرای ورود و خروج روغن.

دیافراگم بادکنکی که از جنس لاستیک و قابل ارتجاع است از طریق سوپاپ گاز از نیتروژن (ازت) با فشار مناسب پُر میشود. در اینحال بادکنک تمام فضای داخلی پوسته را اشغال نموده و به سوپاپ محافظ دیافراگم فشار آورده و مسیر روغن را می‌بندد. سوپاپ محافظ نیز از خارج شدن دیافراگم از پوسته و پاره شدن آن جلوگیری میکند.

هرگاه فشار روغن در سیستم از فشار گاز درون دیافراگم بیشتر شود پیستون محافظ مجرای روغن را باز کرده، روغن داخل پوسته شده، گاز درون دیافراگم تحت فشار روغن متراکم شده، دیافراگم جمع میشود که در نتیجه به فشار درونی آن افزوده میگردد تا موقعی که بین فشار گاز و فشار روغن در سیستم هیدرولیک تعادل برقرار گردد. بمحض کم شدن فشار سیستم بهر



(شکل ۱۱ ــ ۲) قسمتهای مختلف یک انبارهٔ نیتروژنی



(شکل ۱۲ ــ ۲) انباره در حال شارژ شدن

علّت (کم شدن فشار سیستم نسبت به فشار درونی دیافراگم) دیافراگم به روغن درون پوسته فشار آورده آنرا بداخل سیستم میراند و از اینطریق بـه حفـظ تـعادل فشار در روغن هیدرولیک کـمک میکند عمل شارژ و دشارژ (پر و خالی شدن) انباره در طـول کـار سیستم هیدرولیک دائـماً تکرار میشود.

شیرهای هیدرولیکی Hydraulic Valves

حاصل کار پمپهای هیدرولیکی که شرح تعدادی از آنها در صفحات قبل آمده است گـرفتن روغن از مخزن و فرستادن آن همراه با فشار به خارج از پمپ جهت استفـاده در مـدار هیدرولیک میباشد. استفاده از این روغن و انرژی نهفته در آن احتیاج به وسائـلی دارد کـه آنـرا کـنترل و در نقاط لازمه مورد بهره برداری قرار دهند. برای اینمنظور از شیرهای هیدرولیکی استفاده میشود.

شیرهای هیدرولیکی هستند که انجام اعمال پیچیده و متنوع و اغلب کنترلها در سیستمهای هیدرولیکی را میسّر مـیسازند.

با بکار بردن شیرها و هماهنگی در بازوبسته شدن آنها میتوان مدارهای هیدرولیکی ماشینها را طوری طرّاحی نمود که تمام برنامهها بطور اتوماتیک انجام شود.

فرمان بازوبسته شدن و هر تغییر حالت دیگر در شیرهای هیدرولیکی مـمکن است بصورت دستی، الکتریکی، هیدرولیکی، پنوماتیکی یا مکانیکی انجام گیرد.

شیرها یا سوپاپهای هیدرولیکی بطور کلّی به سه دسته تقسیم میشوند:

الف ــ شیرهای کنترلکنندهٔ مسیر روغن.

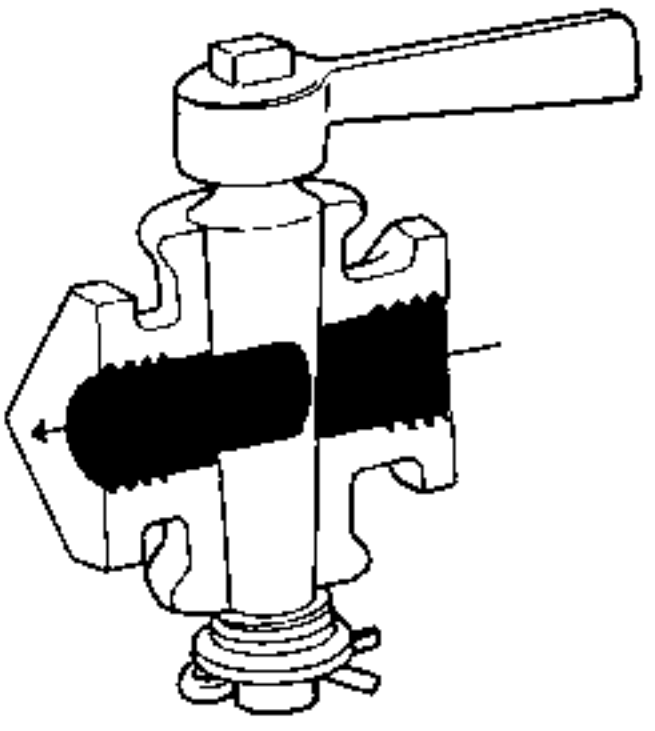
ب ــ شیرهای کنترل کنندهٔ حجم روغن.

ج ــ شیرهای کنترل کنندهٔ فشار روغن.

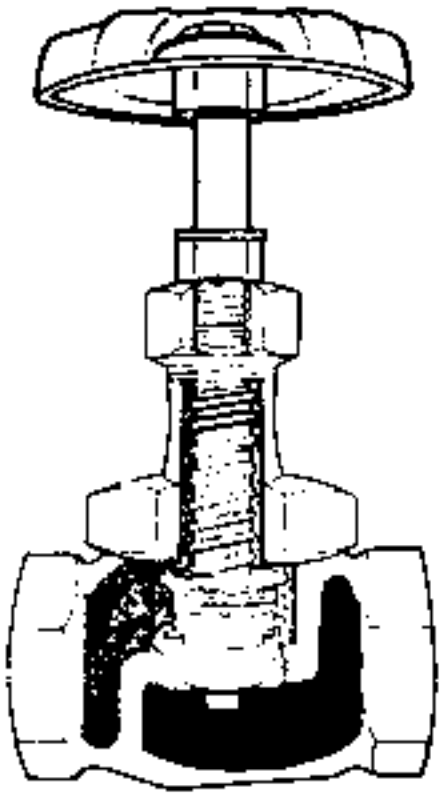
الف ــ شیرهای کـنترل مسیر روغن Directional Control Valves ــ شیرهای کـنترل مسیر برای بازوبسته نمودن و یا تعویض مسیر جریان روغن بکار میروند که تعدادی از آنها عبارتند از:

شیرهای سماوری Cock Valves ــ شیر سماوری تشکیل شده از یک مـخروط داخلی و یک مخروط خارجی که دارای سوراخی عمود بر محورشان میباشند. در حالت بـاز سوراخ هر دو مخروط در امتداد هم قرار میگیرند. تغییر حالت این شیر از باز بـه بسته و بـالعکس بـا ۹۰ درجـه چرخش محوری مخروط خارجی نسبت به مخروط داخلی انجام میگیرد. از این شیرها که معمولاً دارای جثهٔ کوچکی نیز میباشند برای هواگیری لولههای مسیر جریان، تـخلیه روغن هیدرولیک و رابط لولههای فشار با فشارسنج در سیستمهای با فشار ضعیف و متوسط استفاده میشود.

شیرهای فلکهای گرد Globe Valves ــ ساقهٔ شیر تـوسط فـلکهای در بـدنهٔ شیر پـیچیده شده قطعهٔ مخروطی یا مسطح متصل به ساقه مانند دریچهای ارتباط بین خروجی و ورودی شیر را



(شکل ۱۳ ــ ۲) شیر سماوری در حالت باز



(شکل ۱۴ ــ ۲) شیر فلکه‌ای گرد

قطع یا وصل میکند.

رسوب ذرّات و مواد زائد روی سطح دریچه و نشیمنگاه آن باعث از بین رفتن حالت آب‌بندی شیر میشود.

مسیر پیچیدهٔ روغن در داخل شیر و وجود دیواره‌هائی که جریان را سد میکنند، مقداری مقاومت در مقابل حرکت روغن ایجاد می‌نماید و گاهی باعث ایجاد جریان متلاطم در روغن میشود. برای سهولت جریان روغن و احتراز از نشتی آن از بین ساقه و بدنهٔ شیر بهتر است در حالت کاملاً باز از شیر استفاده شود.

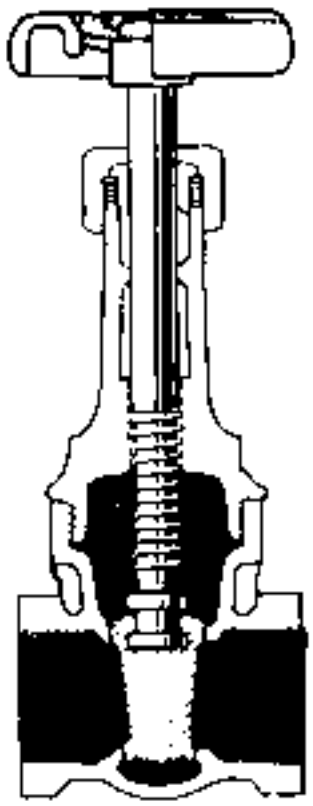
شیرهای فلکه‌ای کشوئی (دروازه‌ای) Gate Valves ــ این شیر تقریباً شبیه شیر فلکه‌ای گرد است با این تفاوت که دریچهٔ آن کشوئی است.

با پیچانیدن فلکه، کشوئی همراه با ساقه بالا و پائین شده مسیر روغن را بازوبست میکند.

(در بعضی از این شیرها ساقه در جهت محوری ثابت است و فقط کشوئی بالا و پائین میرود).

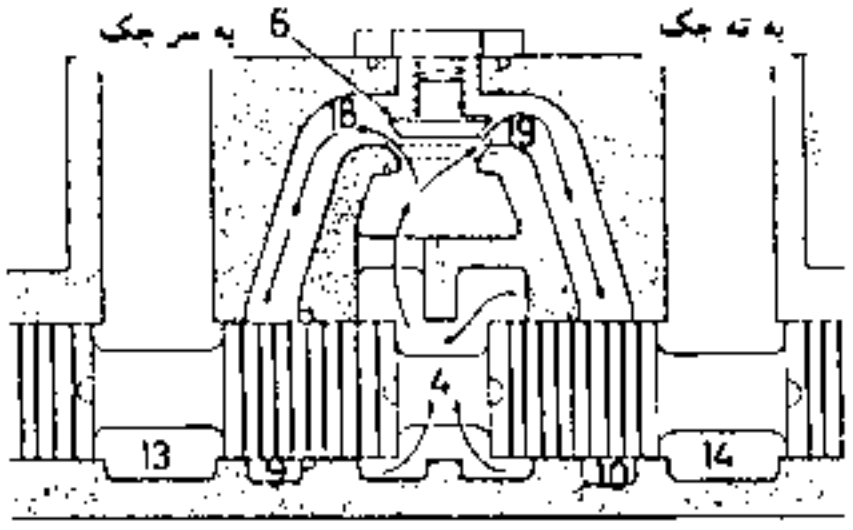
از مزایای این شیر آنست که در حالت کاملاً باز شبیه شیر سماوری عمل نموده هیچگونه مقاومتی در مقابل جریان روغن ایجاد نمیکند.

نیمه‌باز بودن شیر باعث میشود که کشوئی جلو قسمتی از مسیر را سد نموده ایجاد مقاومت نماید. ضمناً در اینحال جریان روغن باعث فرسایش و خوردگی کشوئی میگردد. بنابراین بایستی همیشه از شیر در حالت کاملاً باز استفاده شود.



(شکل ۱۵ ــ ۲) شیر فلکه‌ای کنوئی

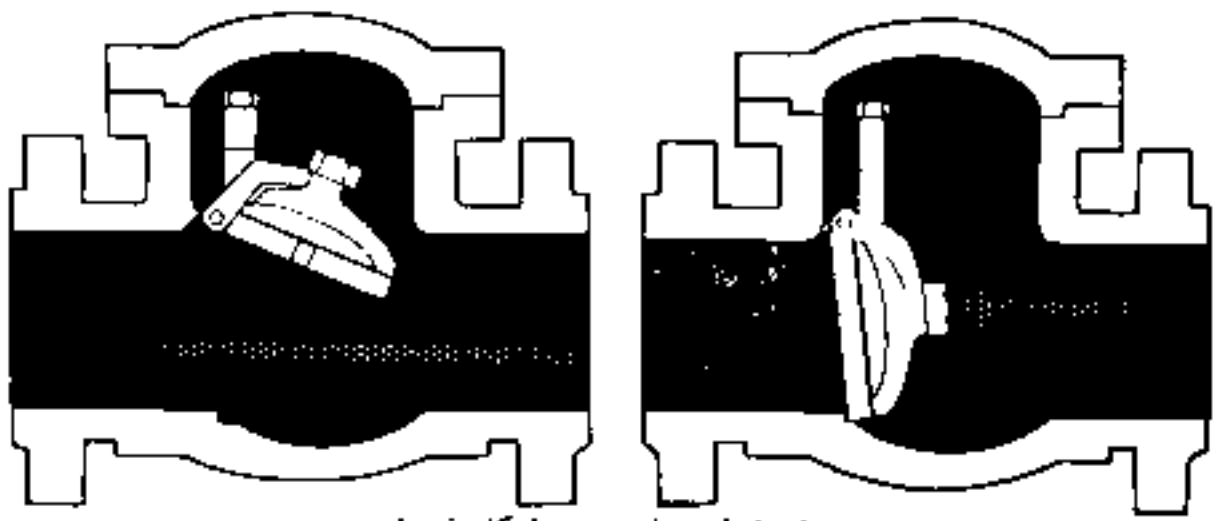
شیرهای یکطرفه Check Valves ــ هرگاه برگشت روغن برای کار سیستم هیدرولیکی لطمه‌ای داشته باشد در مسیر جریان روغن از شیرهای یکطرفه استفاده میشود. وظیفهٔ این شیرها آنست که امکان عبور روغن را از یک جهت فراهم و مسیر روغن را در جهت مخالف مسدود نماید. برای مثال وقتی پیستون هیدرولیکی بالابری در حال کار است برگشت روغن باعث پائین آمدن بار میگردد که ممکن است اگر اینکار خلاف برنامه پیش آید لطماتی جبران‌ناپذیر داشته باشد بنابراین شیر یکطرفه در سیستم هیدرولیکی چنین بالابری اینطور عمل مینماید که تا وقتی فشار روغن ارسالی از پمپ جهت انجام کار کافی باشد مسیر جریان روغن باز و روغن در جهت موردنظر جریان خواهد داشت و بمحض پائین آمدن فشار بقدری که روغن بخواهد در جهت



(شکل ۱۶ ــ ۲) شیر یکطرفهٔ کنترل یک جک

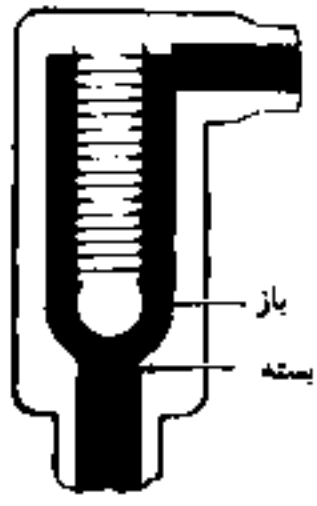
مخالف حرکت کند مسیر جریان بسته شده و تا موقعی که فشار سیستم به حدّ کافی جهت ادامهٔ کار نرسد بسته میماند. با بالا رفتن فشار، مسیر باز و کار ادامه پیدا میکند.

در اشکال ذیل دو نوع دیگر از این شیرها نشان داده شده‌است.



(شکل ۱۷ ــ ۲) شیر یکطرفهٔ زبانه‌ای Flapper Valve

در بعضی از این شیرها، فنری در پشت دریچه قرار داده شده که بسته شدن دریچه را در موقع جریان معکوس تسهیل می‌نماید.



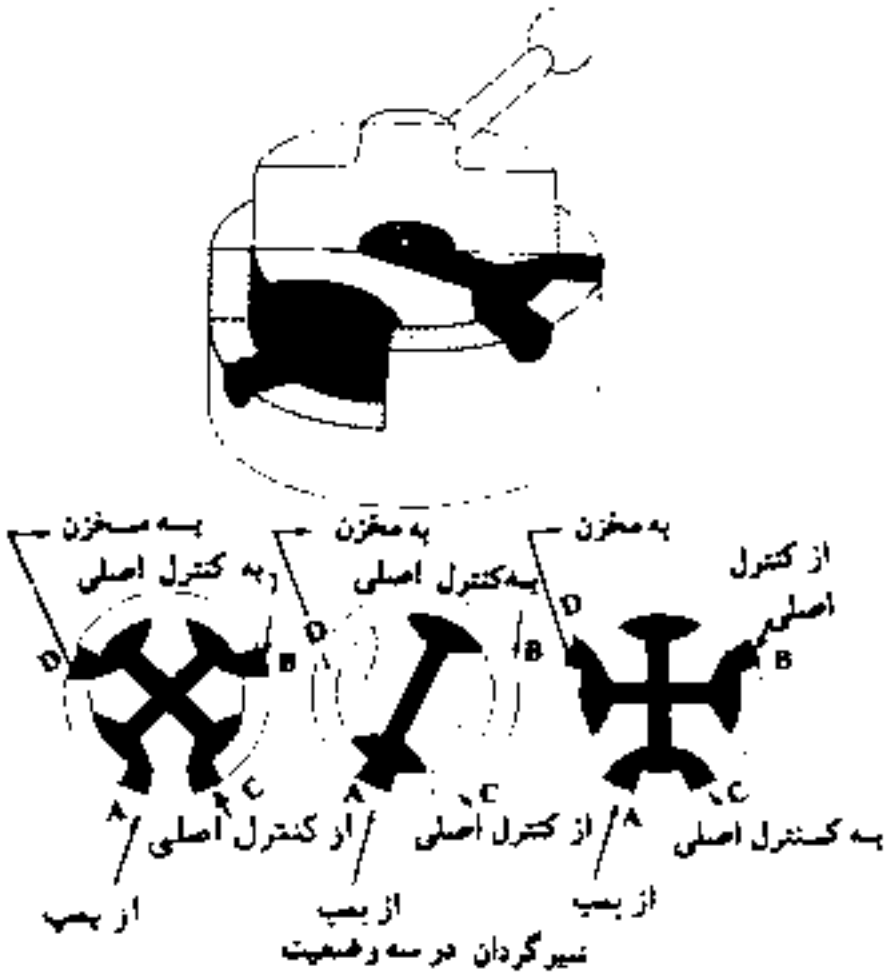
(شکل ۱۸ ــ ۲) شیر یکطرفهٔ ساچمه‌ای Ball Valve

در بعضی از این شیرها با پیچی که روی سر فنر پیش‌بینی شده میتوان طول فنر را تغییر داد و با اینکار فشار فنر را تنظیم نمود.

شیرهای گردان Rotary Valves ــ شیرهای گردان از نوع شیرهای کنترل مسیر میباشند. از این شیرها گاهی مستقلاً بعنوان کنترل کنندهٔ مسیر جریان استفاده میشود ولی اغلب برای راه‌اندازی اسپولهای بزرگ (شیرهای قرقره‌ای بزرگ که شرح آنها بعداً خواهد آمد) از فاصلهٔ زیاد بکار میروند.

کنترلهای کوچکی را که توسط آنها متصدی (Operator) بتواند از فاصله زیاد کنترلهای بزرگ هیدرولیکی را راه‌اندازی کند، پایلوت نامند.

در شکل ۱۹ ــ ۲ یک شیر گردان و حالات مختلف آن نشان داده شده. در حالت نشان داده



(شکل ۱۹ــ۲)شیر گردان و
طرز کار آن

شده در سمت چپ روغن خروجی پمپ از مجرای A وارد شیر شده، از طریق مجرای Bخارج گردیده وارد مدار کنترل اصلی میشود. پس از راه‌اندازی کنترل اصلی از طریق مجرای C به D و از D به مخزن برمیگردد.

در شکل وسط که از چرخش قطعه میانی شیر خلاف عقربه‌های ساعت حاصل گشته است حالتی را نشان میدهد که روغن از مجرای Aوارد شیر ولی دهانهٔ خروجی آن بسته شده. بنابراین جریان روغن متوقف بوده و شیر در حالت خلاص میباشد.

شکل سمت راست حالتی را نشان میدهد که از چرخش مجددً قطعهٔ میانی و در همان جهت خلاف عقربه‌های ساعت ایجاد شده. در این حالت روغن از پمپ و از طریق مجرای A وارد شیر شده از مجرای C خارج و پس از راه‌اندازی کنترل اصلی در خلاف جهت قبلی از طریق مجرای B به شیر بازگشته و از طریق D به مخزن برمیگردد.

شیر گردانی که مورد بحث قرار گرفت با داشتن چهار مجرا در پوسته و دو کانال در قطعه میانی میتوانست سه حالت بخود بگیرد که با اضافه نمودن این مجراها و کانالها میتوان جریان روغن را برای مسیرهای بیشتری کنترل کرد. باز و بسته شدن این شیرها معمولاً بصورت مکانیکی یا دستی صورت میگیرد ولی امکان راه‌اندازی هیدرولیکی و الکتریکی آنها نیز هست.

از مزایای این شیر (سادگی طرز کار، امکان کار درفشارهای مختلف، امکان ادامهٔ کار

وقتی روغن هیدرولیک کثیف یا لجنی شده باشد و راندمان خوب) میباشد.

شیرهای راه دهنده یا قرقره‌ای (اسپولها) Spool Valves ــ شیرهای راه دهنده تشکیل شده‌اند از یک میله با چند قسمت متوالی قطور و نازک که در داخل پوسته‌ای با تعدادی مجرای عبور روغن حرکت کشویی دارند.

تعداد برآمدگیهای روی قطعهٔ میانی بستگی به تعداد مسیرهائی دارد که کنترل عبور روغن هیدرولیک از آنها بعهدهٔ آن باشد. قطعهٔ میانی با پوسته دارای آب‌بندی دقیقی میباشد و هرگونه فرسایش آن دو باعث نشت روغن از یک سمت برآمدگیها به سمت دیگر گردیده و دقت کار سیستم مختل میشود.

وجود هرگونه کثافت و مواد زائد در روغن نیز ممکن است باعث گریپاژ و از کار افتادن شیر گردد. این شیرها بعلّت دقت و سرعتی که در کنترل مسیر جریان روغن دارند بیشترین مصرف را در مدارهای هیدرولیکی نسبت به شیرهای دیگر دارند.

شیرهای راه دهنده به دو دستهٔ کلّی تقسیم میشوند:

الف ــ شیرهای راه دهندهٔ مرکز باز.

ب ــ شیرهای راه دهندهٔ مرکز بسته.

شیرهای راه دهندهٔ مرکز باز شیرهائی هستند که در حالت خلاص (عدم استفاده از جریان روغن ارسالی از پمپ) اجازه میدهند روغن از آنها عبور کرده به مخزن باز گردد. بعبارت دیگر جریان دائمی روغن را امکان‌پذیر میسازند.

شیرهای راه دهندهٔ مرکز بسته، شیرهائی هستند که در حالت خلاص، مسیر روغن را سد نموده و جریان روغن را متوقف میسازند.

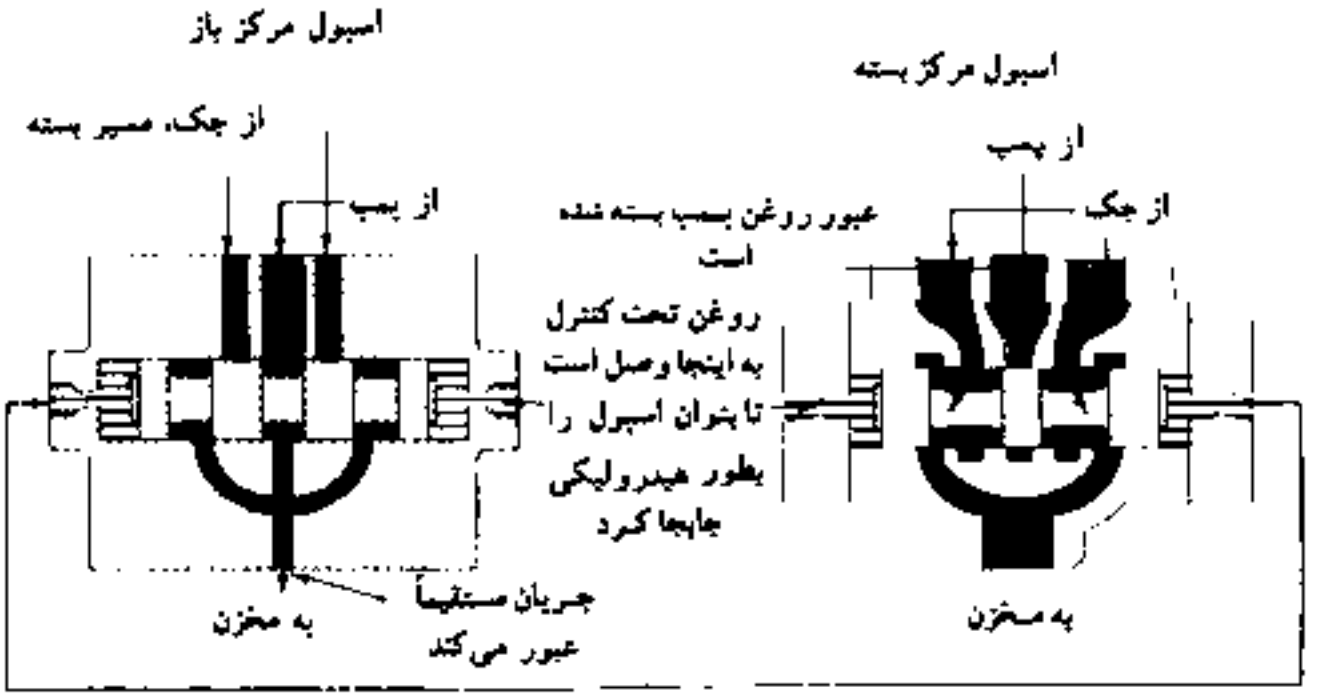
در شکل صفحهٔ بعد طرز کار اسپولهای مرکز باز و اسپولهای مرکز بسته نشان داده شده. در سمت راست حالتهای مختلف یک شیر مرکز بسته و در سمت چپ حالتهای مختلف یک شیر مرکز باز که (با کنترل پایلوتی) کنترل اصلی یک جک هیدرولیکی را بعهده دارند نشان داده شده.

در هر یک از شیرها شکل الف حالت خلاص و شکل ب حالت بالابر و شکل ج حالت پائین‌بر جک هیدرولیکی را نشان میدهد.

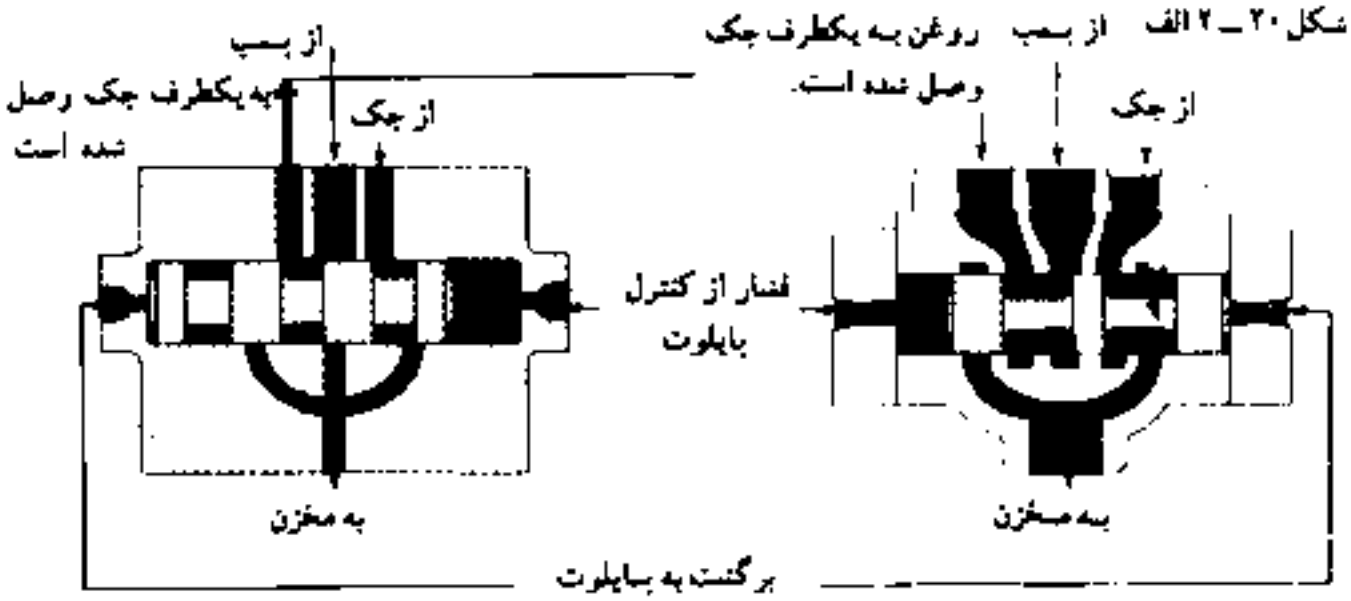
سیستم کار شیرهای راه دهنده از نظر بازگشت به حالت خلاص به سه صورت میباشد:

۱ ــ شیرهائی که بدون مکانیزم تثبیت میباشند: هر وسیله‌ای که بتواند شیر را در حالت بکار افتاده ثابت نگهدارد مکانیزم تثبیت شیر خوانده میشود که ممکن است مکانیکی، الکترو ــ مغناطیسی یا هیدرولیکی باشد.

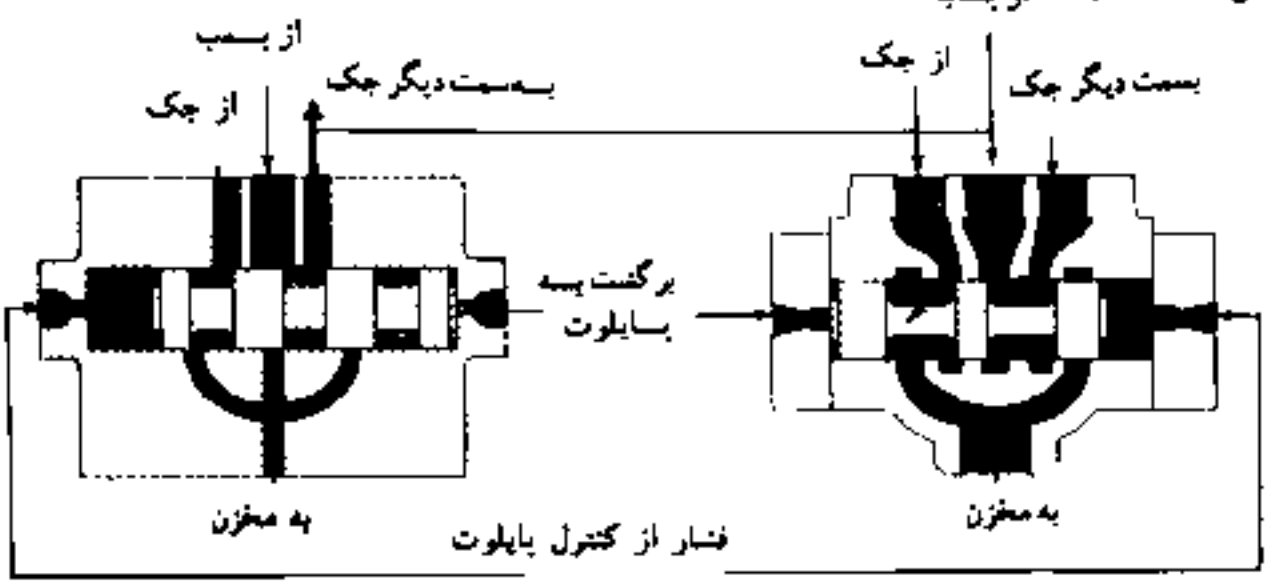
در این شیرها بمحض رها شدن اهرم کنترل توسط متصدّی (Operator) یا کمک نیروی فنر یا هیدرولیک شیر بطور اتوماتیک به حالت خلاص برمیگردد.



شکل ۲۰ ــ ۲ الف



شکل ۲۰ ــ ۲ ب



شکل ۲۰ ــ ۲ ج

(شکل ۲۰ ــ ۲) طرز کار اسپول‌های مرکز باز و مرکز بسته با کنترل بایلوتی
(الف ــ حالت خلاص، ب ــ حالت بالابر، ج ــ حالت پائین بر)

۲ ــ شیرهائی که دارای مکانیزم تثبیت میباشند: این شیرها در هر حالتی که قرار داده شوند ثابت می‌مانند تا زمانی که متصدّی با دست یا نیروی دیگری آنرا بحالت دیگر در آورد.

۳ ــ شیرهای با مکانیزم دنباله رو مکانیکی (تثبیت موقّت): در این شیرها یک ارتباط مکانیکی بین شیر و متحرک (مثلاً دنبالهٔ پیستونی که کنترل آن با شیر مذکور است) وجود دارد بطوری که وقتی متصدّی شیر را در حالت کار افتاده قرار داد این حالت در شیر باقی بماند تاموقعی که متحرک مسافت معیّنی را طی کند. بعبارت دیگر شیر موقعی بحالت خلاص برمیگردد که متحرک مسافت معینی را طی کرده باشد.

ب ــ شیرهای کنترل دبی یا شیرهای تقسیم روغن Volume Control Valves ــ شیرهای کنترل دبی در موارد ذیل در مدار هیدرولیک قرار داده میشوند:

۱ ــ برای قسمتی از سیستم یک دبی ثابت دائمی لازم باشد (تقسیم ارجح).

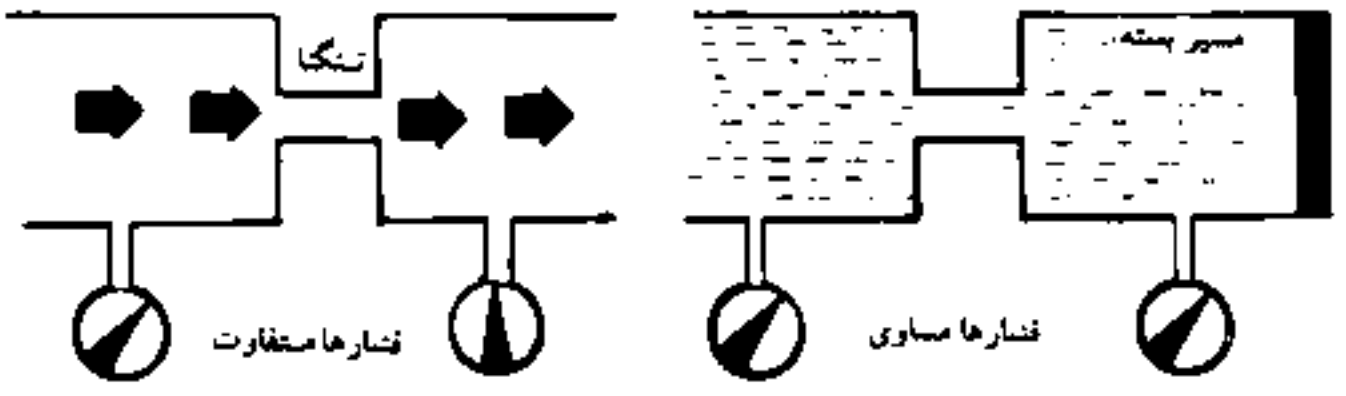
۲ ــ دو یا چند سیستم مختلف همزمان توسط یک پمپ هیدرولیک تغذیه شوند (تقسیم نسبی).

۳ ــ شیرهای محدود کنندهٔ جریان در یک مسیر معیّن.

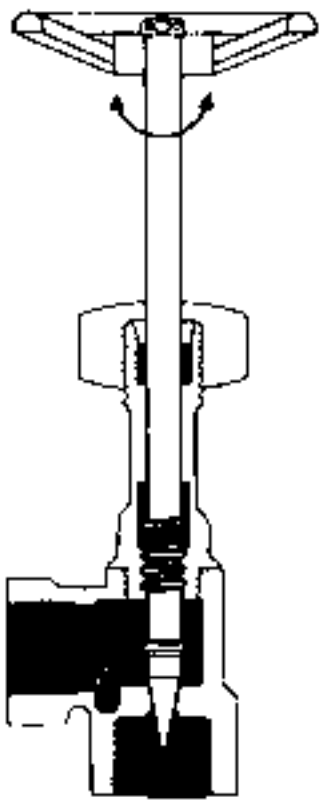
شیرهای کنترل دبی معمولاً از ترکیب یک تنگنا و یک شیر راه دهنده (اسپول) ساخته میشوند. چنانچه لازم باشد سطح عبور جریان در یک تنگنا قابل تنظیم باشد بجای تنگنای ثابت از پیچ خفه کننده یا شیر سوزنی استفاده میشود که در اینصورت مقدار جریان عبوری از تنگنا قابل تنظیم خواهد بود.

تنگنا Orifice ــ تنگ شدن موضعی مسیر جریان روغن را تنگنا گویند. وجود تنگنا در یک مسیر در صورت جریان داشتن روغن باعث ایجاد اختلاف فشار در طرفین آن میشود. این اختلاف فشار بعلّت مقاومتی است که در مقابل عبور جریان ایجاد میشود.

بالا رفتن فشار در جلو تنگنا باعث میشود مقدار اضافی روغن (مقدار اضافی از مصرف سیستم اوّلیه) برای راه‌اندازی یک سیستم دیگر و یا بکار انداختن یک شیر مورد استفاده قرار میگیرد و یا به مخزن بازگشت مینماید.



(شکل ۲۱ــ۲) تنگنا و چگونگی ایجاد اختلاف فشار



(شکل ۲۲ ــ۲) شیر سوزنی

شیرهای سوزنی Needle Valves ــ این شیرها از نوع شیرهای خفه کننده بوده برای تغییر سرعت سیلندر و پیستونها و موتورهای هیدرولیکی از طریق تغییر دبی ورودی به آنها استفاده میشود.

بعلت کوچکی زاویه مخروط سرسافهٔ شیر و نشیمنگاه مربوطه هنگام باز و بست شیر شدت جریان روغن به آرامی تغییر نموده و ایجاد ضربه نمی‌نماید.

انواع شیرهای کنترل دبی عبارتند از:

۱ــ شیر تقسیم ارجح Priority Type ــ از شیرهای تقسیم ارجح در مواردی استفاده میشود که روغن هیدرولیک ارسالی از پمپ بیش از یک مدار را تغذیه نماید ولی تأمین جریان روغن مصرفی یکی از مدارها لازمتر باشد. در اینصورت ابتدا تمامی روغن ارسالی وارد مدار مذکور شده پس از تأمین روغن مصرفی آن مدار و در صورتیکه دبی پمپ اضافه بر آن باشد مقدار اضافی به مدارهای دیگر راهنمائی میشود.

مثلاً در یک جک هیدرولیک که مدار فرمان و کنترل آن هر دو توسط یک پمپ تغذیه شوند با توجه به ارجحیّت مدار فرمان بر مدار کنترل (انجام حرکت منوط به صدور فرمان است) روغن ارسالی از پمپ ابتدا کلاً برای راه‌اندازی مدار فرمان و مقدار اضافی آن به مدار حرکت پیستون جک فرستاده میشود.

شیرهای تقسیم ارجح به دو شکل میباشند:

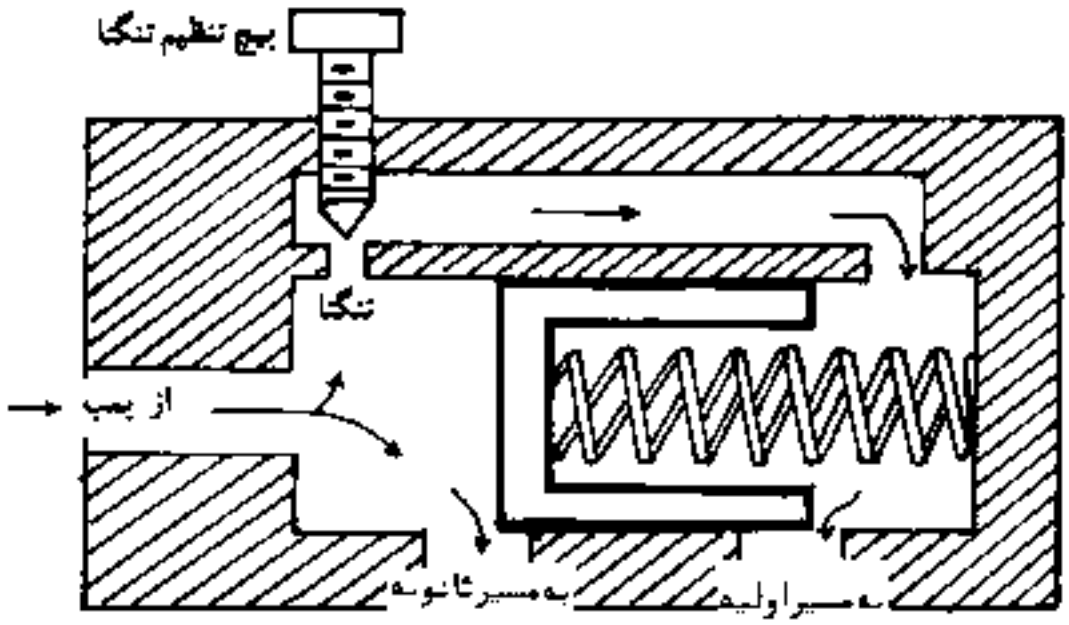
الف: شیرهای تقسیم ارجح قابل تنظیم.

ب: شیرهای تقسیم ارجح غیر قابل تنظیم.

شیرهای تقسیم ارجح قابل تنظیم، شیرهائی هستند که از ترکیب یک شیر راه دهنده (اسپول) با یک پیچ خفه کننده (شیر سوزنی) ساخته میشوند. ولی شیرهای تقسیم ارجح غیر قابل تنظیم از ترکیب یک شیر راه دهنده و یک تنگنا حاصل میشوند.

در شکل ۲۳ ــ ۲ یک شیر تقسیم ارجح قابل تنظیم نشان داده شده است (با حذف پیچ تنظیم از شکل، شیر تقسیم ارجح غیر قابل تنظیم بدست خواهد آمد).

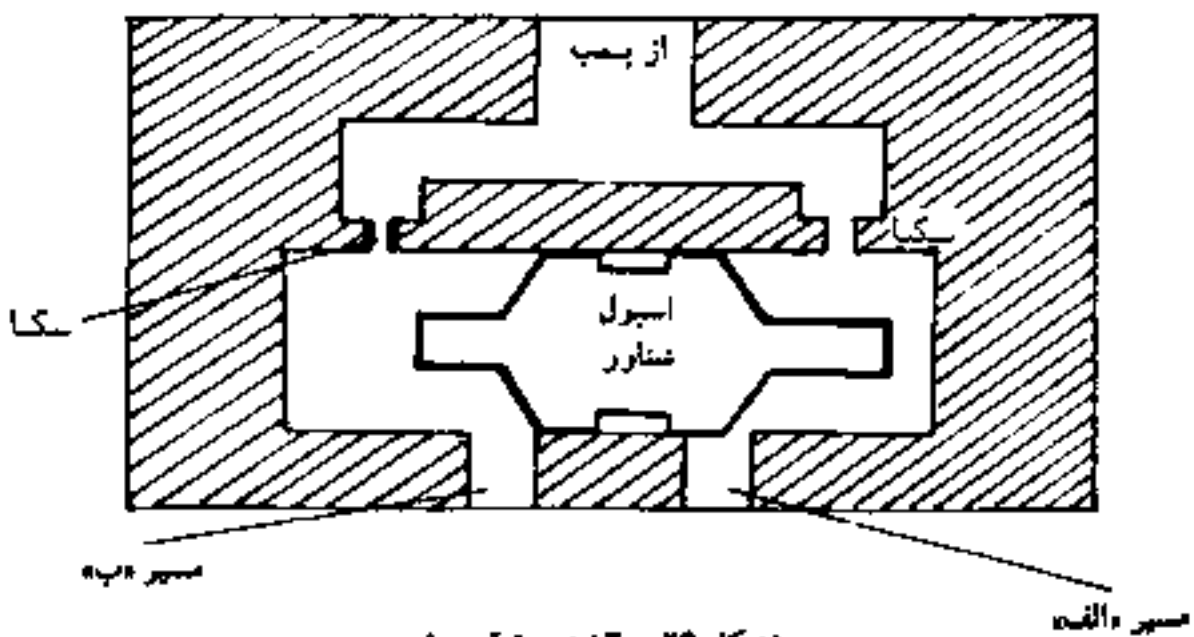
از مطالعهٔ شکل نتیجه میشود: موقعی که پمپ خاموش و جریان روغن از پمپ قطع است قطعهٔ راه دهنده بوسیلهٔ نیروی فنر به سمت چپ رانده شده و مسیر ثانویه را خواهد بست. با بکار افتادن پمپ و جریان یافتن روغن، کلیه روغن ارسالی پمپ از طریق تنگنا به مسیر اوّلیه (مسیر



شکل ۲۳ ــ ۲ شیر تقسیم ارجح قابل تنظیم

ارجح) وارد و چنانچه دبی پمپ از مصرف مسیر اوّلیه اضافی باشد باعث تراکم در ورودی تنگنا شده فشار در این قسمت فزونی یافته باعث جمع شدن فنر و در نتیجه باز شدن مسیر ثانویّه و جریان یافتن روغن اضافی در آن مسیر میگردد. چنانچه در حین کار دبی پمپ پائین بیاید فنر مجدداً باز شده قسمتی یا تمام مسیر ثانویّه را مسدود میکند بطوری که در هر حال جریان مسیر اوّلیه تأمین گردد.

۲ ــ شیرهای تقسیم نسبی جریان Ratio Type ــ چنانچه چند مدار هیدرولیکی توسط یک پمپ تغذیه و ارجحیّتی برای هیچیک از مدارها نباشد دبی ارسالی از پمپ بطور مداوم و با نسبت معیّن بین مدارها تقسیم میشود و کم و زیاد شدن دبی پمپ با همان نسبت مذکور روی جریان ورودی تمام مسیرها اثر خواهد گذاشت و دبی ورودی به آنها کم و زیاد میگردد.



(شکل ۲۴ ــ ۲) شیر تقسیم نسبی

نسبت تقسیم روغن بین مدارها از طریق بزرگ و کوچک اختیار کردن مقطع تنگناها و یا استفاده از شیرهای راه دهندهٔ فنردار تعیین میشود.

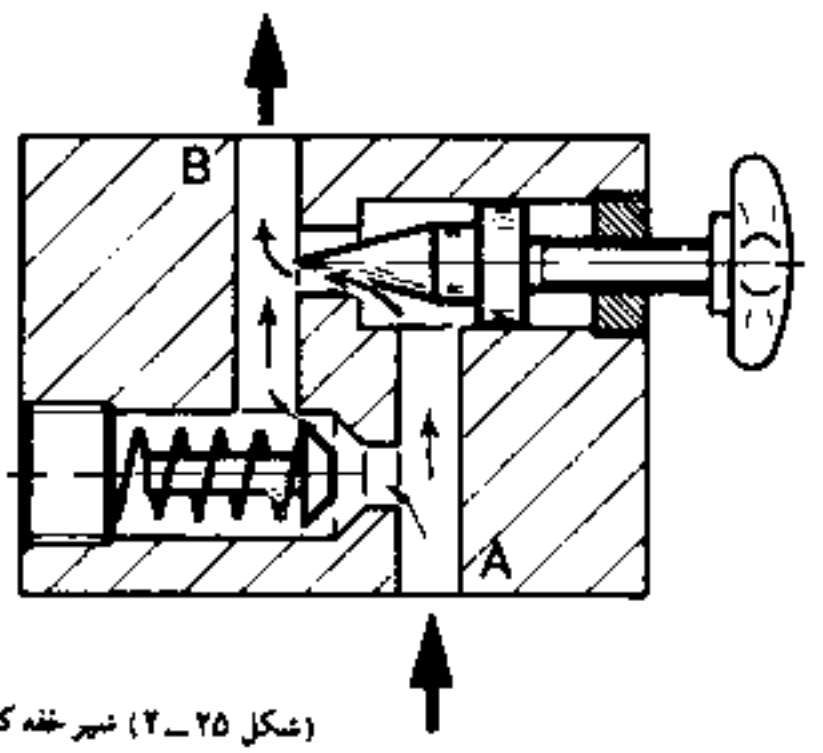
تقسیم جریان بین مسیرهای الف و ب به نسبت سطح مقطع تنگناهای مربوطه انجام میگیرد.

قطعهٔ شناور (اسپول) بین مجراهای الف و ب حرکت میکند. عامل این حرکت تغییر فشار موجود در طرفین آنست. بعبارت دیگر هر چه فشار در یک سمت بالا رود اسپول را به سمت دیگر میراند و مجراهای الف و ب را به نسبت دبی جریان یافته از آنها باز نگه می‌دارد.

بنابراین چنانچه یکی از مدارها در حالت خلاص باشد (راه‌اندازی نشده باشد) دبی در مسیر مربوط به آن مدار صفر خواهد بود و در نتیجهٔ عدم عبور جریان از این مسیر، فشار در سمت مسیر دیگر باعث مسدود نمودن مسیر توسط قطعه شناور شده و تمامی دبی در مسیر راه‌اندازی شده جریان خواهد یافت.

۳ ــ شیرهای یکطرفهٔ خفه کننده (محدود کننده‌ها) Restrictor Valves ــ شیرهای یکطرفهٔ خفه کننده مجموعه‌ای از یک شیر یکطرفه (چک والو) و یک تنگنایاشیرسوزنی (خفه‌کننده) میباشد. این شیر امکان حرکت آزاد روغن از یک جهت و حرکت کنترل شده آن را در جهت دیگر فراهم میسازد. مثلاً برای کنترل حرکات پیستون یک جک هیدرولیکی با استفاده از شیرهای مذکور جریان روغن در موقع بالا رفتن بار آزادانه انجام گرفته ولی در موقع بازگشت، جریان روغن کنترل میشود تا از پائین آمدن سریع بار پیشگیری گردد.

در شکل ۲۵ ــ ۲ یک شیر خفه کنندهٔ یکطرفه نشان داده شده. مایع از A به سمت B حرکت میکند. بعلت کوچکی سطح مقطع جریانی که از شیر خفه کننده میگذرد مقاومت زیادی در مسیر ایجاد شده، فشار حاصل باعث باز شدن شیر یکطرفه گردیده روغن براحتی از A به B جریان



(شکل ۲۵ ــ ۲) شیر خفه کنندهٔ یکطرفه

می‌یابد.

موقعی که جریان روغن در جهت عکس یعنی از B به A باشد نیروی فنر باعث بسته شدن شیر یکطرفه گردیده، جریان روغن فقط از طریق شیر خفه کننده یا تنگنا انجام شده که بعلت کوچکی سطح عبور، جریان روغن به آرامی صورت میگیرد. مقاومتی که در مقابل جریان قرار دارد باعث بالا رفتن فشار خواهد شد. نیروی حاصل از این فشار حرکتی آرام و یکنواخت را ایجاد می‌نماید.

شیرهای مجهز به شیر خفه کننده (به جای تنگنای ثابت) این مزیت را دارند که سطح جریان از تنگنا قابل تغییر است و در نتیجه فشار حاصل و سرعت حرکت مورد بحث قابل تنظیم خواهد بود.

ج ــ شیرهای کنترل فشار روغن Pressure Control Valves ــ شیرهای کنترل فشار برحسب محل قرار گرفتن آنها در مدار هیدرولیک به دو دسته تقسیم میشوند:

۱ ــ شیرهای فشار شکن Relief Valves

۲ ــ شیرهای تنظیم فشار Regulating Valves

هرگاه شیر کنترل فشار به گونه‌ای در مدار نصب شود که در صورت بالا رفتن فشار از حدّ مجاز شیر مذکور باز شده لوله‌های فشار را به مخزن مرتبط ساخته با تخلیه مقداری از روغن سیستم فشار اضافی را خنثی نماید، شیر کنترل حالت فشارشکن خواهد داشت.

بعبارت دیگر شیرهای فشار شکن، شیرهای کنترل فشاری هستند که در یک مسیر انشعابی از مدار به سمت مخزن نصب میشوند. با نصب این شیرها چنانچه فشار در سیستم بهر علّتی بالا رود مسیر بازگشت روغن به مخزن باز شده تا فشار متعادل گردد. بدینوسیله سیستم هیدرولیک در مقابل پی‌آمدهای ناشی از بالا رفتن فشار محافظت میگردد.

چنانچه شیر کنترل به گونه‌ای در مدار نصب شود که فشار معینی را در قسمتی از سیستم حفظ نماید شیر کنترل حالت تنظیم فشار را خواهد داشت.

برای منظور فوق شیر کنترل بایستی بین پمپ و شیر کنترل اصلی نصب گردد. قرار دادن این شیر در مدار هیدرولیک باعث میشود تا فشار به حدّ معیّنی نرسد، مسیر عبور روغن باز نشود. بنابراین یک حدّاقل فشار در سمت خروجی این شیر حفظ میگردد.

چنانچه شیر تنظیم فشار در فاصلهٔ پیستون هیدرولیک و شیر کنترل اصلی قرار گیرد، به شکل یک ضربه‌گیر عمل نموده از بازگشت سریع پیستون جلوگیری خواهد نمود.

تعدادی از شیرهای کنترل فشار روغن عبارتند از:

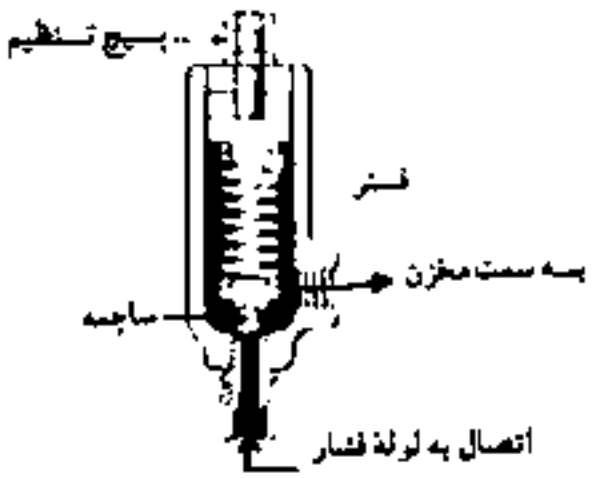
۱ ــ شیر فشار شکن ساچمه‌ای،

۲ ــ شیر فشارشکن با راه‌انداز.

۳ ــ شیر تنظیم فشار بار ـ انداز (حذف کنندهٔ بار).

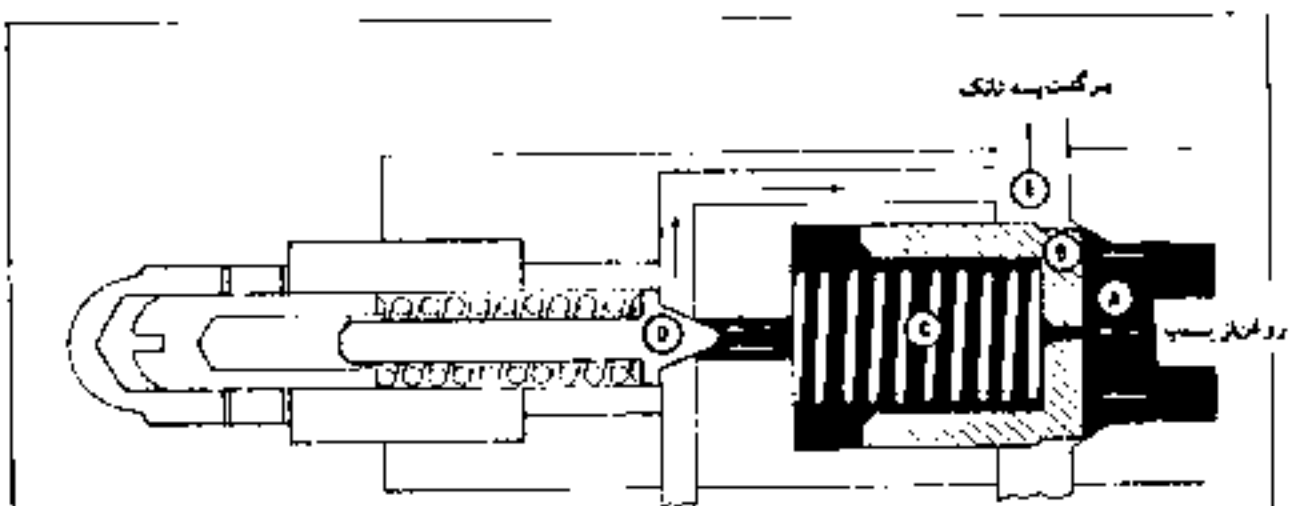
۴ ــ شیر کم کنندهٔ فشار.

۱ ــ شیر فشار شکن ساچمه‌ای Poppet Relief Valve ــ ایــن شیر همان شیر یکطرفــه ساچمه‌ای است که در مسیر انشعابی از لولهٔ فشار بـه سمت مـخزن نصب مـیشود. در فشار عادی سیستم، ساچمه در اثر فشار نیروی فنر مسیر را بسته نگهمیدارد. هرگاه به علّتی فشار افزایش یابد فنر جمع شده جریان روغن به سمت مخزن آزاد میشود. با تخلیهٔ مقداری از روغن به مـخزن فشار اضافی سیستم خنثیٰ و در نتیجه سیستم در مقابل فشارهای اضافی محافظت میشود. از معایب ایـن شیرها ایجاد لرزش در مدار و اتلاف انرژی بخصوص در دبی‌های بـالاست. بدینجهت از ایــن شیرها برای محافظت پمپهای با دبی پائین استفاده میشود.



(شکل ۳۶ ــ ۲) شیر فشارشکن ساچمه‌ای با پیچ تنظیم

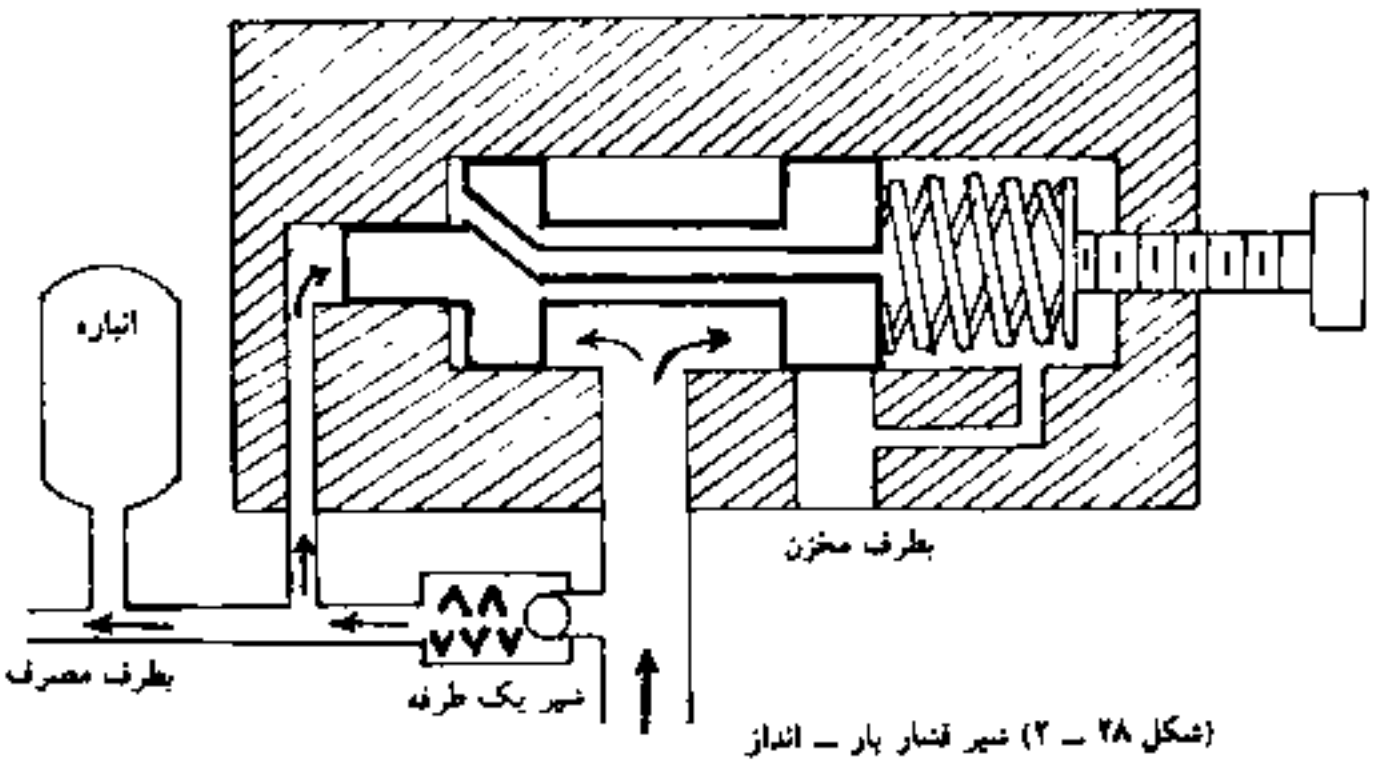
۲ ــ شیر فشار شکن با راه‌انـداز Pilot Poppet Relief Valve ــ شیرهای فشارشکن بـا راه‌انداز از مطلوبترین شیرهای تنظیم فشار و محافظ مدار مـیباشند. اغلب ایـن شیرها بـر اساس اختلاف فشار کار میکنند.



(شکل ۳۷ ــ ۲ شیر فشار شکن با راه‌انداز

روغن‌ازمجرای‌انشعابی‌لولهٔ فشاروارد محفظهٔ A درجلو پیستون واز طریق تنگنای موجود در پیستون B به محفظهٔ C (پشت پیستون) وارد میشود. چون مسیر بسته است فشار در طرفین پیستون یکسان خواهد بود (در بحث تنگنا گفته شد اختلاف فشار در طرفین تنگنا موقعی بوجود میآید که روغن از تنگنا جریان داشته باشد). بعلت بزرگتر بودن سطح پشت پیستون نسبت به سطح جلو آن تفاضل نیروی هیدرولیکی در طرفین پیستون همجهت با نیروی فنر پیستون B را در منتهی‌الیه سمت راست قرار داده مسیر خروجی E را می‌بندد. هر چه فشار سیستم بالا رود اختلاف نیروهای مذکور بزرگتر شده مسیر E همچنان بسته می‌ماند تا موقعی که فشار در محفظهٔ C بحدّی برسد که شیر یکطرفهٔ D باز شود. بمحض باز شدن شیر D روغن پشت پیستون به مسیر برگشت E جریان یافته در نتیجه فشار پشت پیستون کاهش می‌یابد در حالیکه فشار در جلو پیستون همچنان رو به فزونی است. موقعی که اختلاف فشار و نیروی حاصل از آن بر نیروی فنر نگهدارندهٔ پیستون غلبه کند فنر جمع شده پیستون به سمت چپ حرکت کرده مسیر E باز میشود و روغن اضافی مدار به مخزن تخلیه میگردد. تخلیه روغن اضافی به مخزن باعث پائین آمدن فشار در سیستم خواهد شد و تجهیزات مدار در مقابل فشارهای اضافی محافظت میگردد. چون باز شدن مسیر E منوط به تخلیه روغن پشت پیستون از طریق شیر یکطرفهٔ D است. بعبارت دیگر شیر یکطرفهٔ D است که تخلیه اصلی را راه‌اندازی میکند. شیر D را راه‌انداز پیستون B و کل مجموعه را شیر فشارشکن یا راه‌انداز نامند.

۳ ــ شیر تنظیم فشارِ بارــانداز (تخلیه بار) Unloading Valve ــ شیر تنظیم فشارِ بارــانداز از یک شیر راه دهنده، یک شیر یکطرفه و یک انباره (آکومولاتور) تشکیل گردیده و وظیفهٔ آن ثابت نگهداشتن دائمی فشار در اندازهٔ معین است.



(شکل ۲۸ ــ ۲) شیر فشار بار ــ انداز