هیدرو لیک و پنوماتیک

استاد

مهندس خوب

هیدرولیک چست؟

فناوری تولید کنترل وانتقال قدرت توسط سیال تحت فشار است.

سیر تاریخی توسعه مهندسی هیدرولیک:

هیدرولیک از نزدیک به پانصد سال پیش مورد استفاده بشر قرار گرفت.اصول اساسی آن را پاسکال دانشمند فرانسوی درسال 1650بیان نمود.انتشار سیال در حالت سکون در همه جهات یکسان انتقال می یابد.یک قرن بعد دانیل برنولی قانون بقای انرژی را برای سیال جاری خط لوله بیان نمود.درسال 1795اولین پرس هیدرولیک آبی ساخته شد. پس از کشف روغن حاصل از نفت این محصول جایگزین آب به عنوان واسطه انتقال انرژی گردید.

مزایای سیستم هیدرولیک:

یک مهندس طراح ماشین آلات،همیشه درگیر انتخاب مناسب ترین سیستم حجم انتقال وکنترل انرژی از بین سیستم های الکتریکی،مکانیکی،بادی یا هیدرولیکی میباشد.

1) سادگی طراحی:

یک سیستم هیدرولیک در مقایسه با انواع مکانیکی مشابه قطعات متحرک کمتری دارد.لذا از نظر ساختمان بسیار ساده وکار آمد می باشدوبا انتقال روغن توسط خطوط انتقال به هر نقطه مورد نظرمی توان به حرکت های خطی یا دورانی با قدرت بالا وکنترل مناسب دست یافت. در صورتی که در یک سیستم مکانیکی به مجموعه ای از چرخ دهنده،کلاچ،اهرم جهت انتقال قدرت به حرکت نیاز می باشد.

2) قابلیت افزایش نیرو:

در سیستم هیدرولیک در هنگام نیاز می توان به سادگی نیروها را تا100 برابرافزایش داد.

3) سادگی ودقت کنترل:

نیروهای بزرگ با اعمال کم ترین نیروی ممکن قابل کنترل است.

4) انعطاف پذیری:

استفاده از لوله ها و شیلنگ ها به جای اجزای مکانیکی(مانند زنجیر،تسمه و...) مشکلات ومحدودیت های موقعیتی را به حداقل رساند.به گونه ای که اجزای یک

سیستم هیدرولیک را می توان به صورت کاملا انعطاف پذیر طراحی نمود.

5) راندمان:

سیستم هیدرولیک دارای راندمان بالا با تلفات اصطکاکی کم می باشدوهزینه انتقال قدرت در آن پایین است.سیستم هیدرولیک از نقطه نظر کاهش هزینه های نگه داری نیز مزایای فراوانی دارد.

6) اطمینان:

استفاده از شیرهای اطمینان وسوئیچ های فشاری وحرارتی سیستم های هیدرولیک را نسبت به افزایش ناگهانی بار از قابلیت اطمینان کافی برخوردار نموده است.

سیستم هیدرولیک چگونه کار می کند:

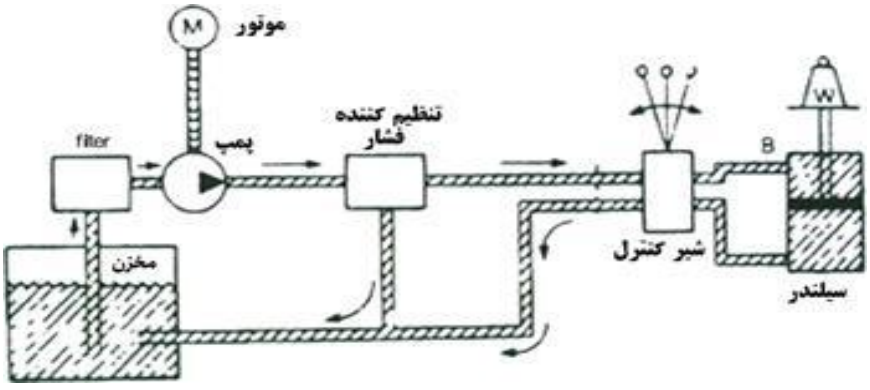
به طور کلی سیستم هیدرولیک 4کار اساسی را انجام می دهد:

1)تبدیل انرژی مکانیکی به قدرت سیال تحت فشاربه وسیله پمپ ها

2)انتقال سیال تا نقاط مورد نظر توسط لوله ها وشیلنگ ها

3)کنترل فشار جهت جریان سیال توسط شیرها

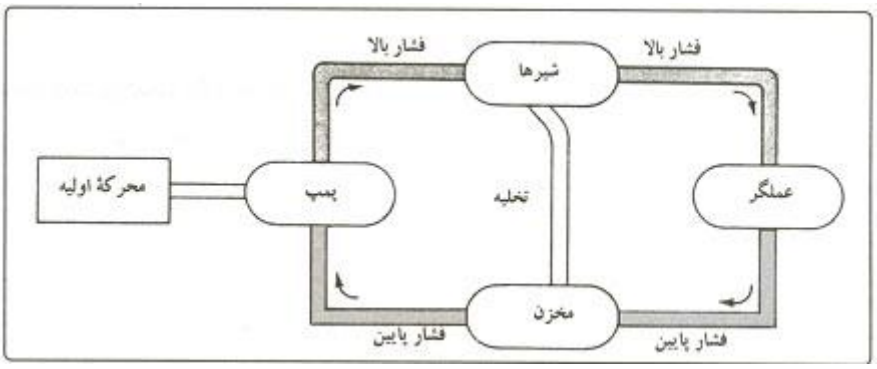
4)انجام کار توسط عملگرها(سیلندرها وموتورهای هیدرولیکی).



اجزای تشکیل دهنده هیدرولیک:

عوامل تشکیل دهنده یک سیستم هیدرولیک صرف نظر از کاربرد آنها به چار قسمت اصلی تقسیم می شود:

1) **مخزن:** جهت نگهداری سیال
2) **پمپ:** جهت به جریان انداختن سیالدرسیستم که توسط الکتروموتور یا محرکه دیگری به کار اندخته می شود.
3) **شیرها:** برای کنترل فشار جریان وجهت حرکت سیال
4) **عملگرها:** (سیلندر برای ایجاد حرکت خطی ویا موتوربرای تولید حرکت دورانی) جهت تبدیل انرژی سیال تحت فشاربه نیروهای مکانیکی مولد کار.



کاربرد هیدرلیک در صنعت:

از دستگاه های هیدرولیکی وپنوماتیکی سالها در فرآیند صنعتی استفاده شده است.وبه همین جهت این دستگاه ها جای ثابتی را در صنعت مدرن بدست آوردند.پیشرفت مداوم فناوری در زمینه استفاده از نیروی سیالات باعث توسعه وافزایش قابل ملاحظه آن در بسیاری از حوزه هایی شده است عبارتند:

1) صنایع خودروسازی (ترمز هیدرولیک،فرمان هیدرولیک)
2) صنایع هوایی (در هواپیمای جنگی باز وبسته شدن دریچه ی پرتاب بمب به کمک هیدرولیک انجام می شود)
3) راه وساختمان (گریدر،بیل مکانیکی،سنگ شکن)
4) صنایع دفاعی (پرتاب هواپیمای جنگی از سکو پرتاب)
5) صنایع غذایی (کنسرو سازی)
6) صنایع چوب
7) صنایع پلاستیک

اصول سیستم هیدرولیکی:

در سیستم هیدرلیکی سیال مایع معمولاروغن جایگزین هوای فشرده می شود وازآن به حالت تحت فشار برای اندازه گیری کنترل وراه اندازی خطوط تولید ماشین آلات استفاده می شود.دستگاه های هیدرولیکی در مقایسه با دستگاه های پنوماتیکیدر فشار بالاتری کارودرنتیجه نیرویبیشتری یا بزرگ تری تولید می کند.در طی سال های اخیراستانداردهای مربوط به کارکرد تجهیزات هیدرولیکی ارتقاء یافته است.درحالی که در گذشته فشار 75بار برای استفاده در سیستم های صنعتی هیدرولیکی معمول بوده است.هم اکنون استفاده از فشارهای بین150تا250بارعمری عادی است.دربعضی از مواردازفشاربالاتری350بار استفاده می شود مانند: پرس های بزرگ صنعتی.

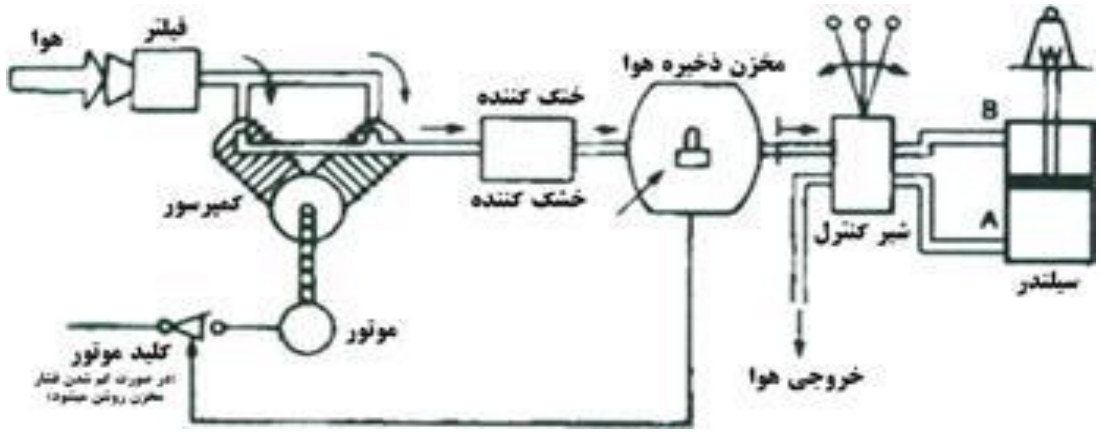
سيستمهاي پنوماتيک

کار سيستمهايپنوماتيک مشابه سيستم هاي هيدروليک است فقط در آن به جاي سيال تراکم ناپذير مانند روغن از سيال تراکم پذير مانند هوا استفاده مي کنند . در سيستمهاي پنوماتيک براي دست يافتن به يک سيال پرفشار ، هوا را توسط يک کمپرسور فشرده کرده تا به فشار دلخواه برسد سپس آنرا در يک مخزن ذخيره مي کنند، البته دماي هوا پس از

فشرده شدن بشدت بالا ميرود كه مي تواند به قطعات سيستم آسيب برساند لذا هواي فشرده قبل از هدايت به خطوط انتقال قدرت بايد خنكشود. به دليل وجودبخارآب درهواي فشرده وپديده ميعان درفرايندخنک سازيباي دازيک واحدبهينه سازي برايخشكردن هواي پرفشار استفادهكرد.

اجزاي تشكيل دهنده سيستم هاي پنوماتيكي:

1- كمپرسور
2- خنک كننده و خشک كننده هواي تحت فشار
3- مخزن ذخيره هواي تحت فشار
4- شيرهاي كنترل
5- عملگرها



يک مقايسه كلي بين سيستمهاي هيدروليک وپنوماتيک:

1- در سيستمهاي پنوماتيک از سيال تراكم پذير مثل هوا و در سيستمهاي هيدروليک از سيال تراكم ناپذير مثل روغن استفاده مي كنند.

2- در سيستمهاي هيدروليک روغن علاوه بر انتقال قدرت وظيفه روغن كاري قطعات داخلي سيستم را نيز بر عهده دارد ولي در پنوماتيک علاوه بر روغن كاري قطعات، بايد رطوبت موجود در هوا را نيز از بين بردولي درهردوسيستم سيال بايدعاري ازهرگونه گردوغباروناخالصي باشد

3- فشار در سيستمهاي هيدروليكي براتب بيشتر از فشار در سيستمهاي پنوماتيكي مي باشد ، حتي در مواقع خاص به 1000 مگا پاسكال هم ميرسد ، در نتيجه قطعات سيستمهاي هيدروليكي بايد از مقاومت بيشتري برخوردار باشند.

4- در سرعت هاي پايين دقت محرک هاي پنوماتيکي بسيارنامطلوب است درصورتيکه دقت محرکهاي هيدروليکي درهرسرعت رضايت بخش است .

5- در سيستمهاي پنوماتيکي با سيال هوا نياز به لوله هاي بازگشتي و مخزن نگهداري هوا نمي باشد.

6- سيستمهاي پنوماتيک از بازده کمتري نسبت به سيستمهاي هيدروليکي برخوردارند.

سيستم توان سيال :

رفتار وعمل کرد گاز های فشرده ومایعات تراکم ناپذیردر شرایط بسته یکسان است.گازها ومایعات که به عنوان سیال شناخته می شوند قادر به انتقال انرژی درفاصله های دور هستند.این نوع مجموعه ها معمولابه نام سیستم توان سیالی شناخته می شود.

واحدها در سیستم (واحدهای متریکSi) :

مجموعه واحدهایی که امروزه معمولا به کار می رود سیستم بین المللی واحدها یاsiنامیده می شود. این واحدها بر اساس واحد متریک بنیان گذاری شده وعموما شامل واحدها واصطلاحات زیر می باشد.

کمیت های اصلیsi			بریتانیایی (آمریکایی)		
کمیت	نام واحد	علامت	کمیت	نام واحد	علامت
طول (L)	متر	M	طول	فوت	Ft
جرم (m)	کیلو گرم	Kg	نیرو	پوند	Lb
زمان (t)	ثانیه	S	زمان	ثانیه	Sec
دما (T)	کلوین	K			

کمیت های فرعی:

کمیت	نام واحد	علامت	علامتSi	آمریکایی
مساحت (A)	متر مربع	m^2		
سرعت (V)	متر بر ثانیه	m/s		
نیرو (F)	کیلوگرم متر بر مجذور ثانیه	Kg m/s^2	Nنیوتن	
فشار (P)	نیوتن بر متر مربع	N/m^2، kg/cm^2	Paپاسکال	Lb/in^2 پوندبر اینچ

				مربع Psi
آهنگ جریان یا دبی (Q)	متر مربع یا لیتر برثانیه	m^3 ،Lit/s		
حجم (v)	متر مکعب	m^3		

بعضی از تعاریف و اصطلاحات

نیرو:

عاملی که باعث ایجاد حرکت یک جسم و یا حرکت اجزای ان شود . که واحد اندازه گیری آن در سیستم متریک ، برحسب نیوتن با علامت اختصاری (N) می باشد.

فشار:

به شکل نیرو بر واحد سطح وارد می شود.فشار معمولا برحسب کیلوگرم برسانتی مترمربع یا پوند بر اینچ مربع سنجیده می شود.گرچه واحدهای دیگری نیز ممکن است به کاربرد.

$$P = \frac{F}{A}$$

نکته حائز اهمیت در رابطه فوق اینست که چنانچه نیرو ثابت باشد ولی سطح تغییر نماید ، به تناسب آن فشار نیز تغییر خواهد کرد .

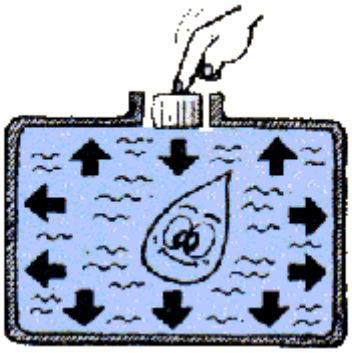
برای اندازه گیری فشار از واحد پاسکال (Pa) که برابر با 1 نیوتن بر متر مربع است ، استفاده می گردد.

مثلا اگر نیروی ثابت 20 N را بر سطح $A=5m^2$وارد نماییم فشار حاصل برابر با 4 Pa و اگر همین مقدار نیرو را به سطح $B=2m^2$ اعمال کنیم مقدار فشار 10 Pa خواهد شد.

فشار نتیجه مقاومت در مقابل حرکت سیال میباشد. براي محاسبه رياضي فشار، نيرو را بر سطح تقسيم مي نمايند. واحدفشار"بار"ميباشد. درهيدروليك عملي معمولاكيلوگرم برسانتيمترمربع برابريكبار

قانون پاسکال

قانون پاسكال پايه هيدروليك نوين است. اين قانون بيان ميكند كه فشار وارده به هر نقطه از يك مايع محدود بطور مساوي در تمام جهات منتقل شده و با نيروي مساوي بر رو سطوح مساوي اثر ميكند.



به عبارت دیگر:

فشاری که در یک مدار بسته ، به یک مایع وارد می شود ، در تمام نقاط مایع بطور یکسان و مساوی می باشد.

با توجه به تعریف فوق می توان نتیجه گرفت : بوسیله مایعات تحت فشار می توان نیرو را منتقل و یا تبدیل و یا کنترل نمود.

بنابر این از آنجایی که مایعات تقریبا تراکم ناپذیر می باشند و نمی توان حجمشان را با فشردن ، کم کرد ، و با توجه به قانون فوق ، هر فشاری که بر آنها وارد شود، آنرا منتقل می کنند.

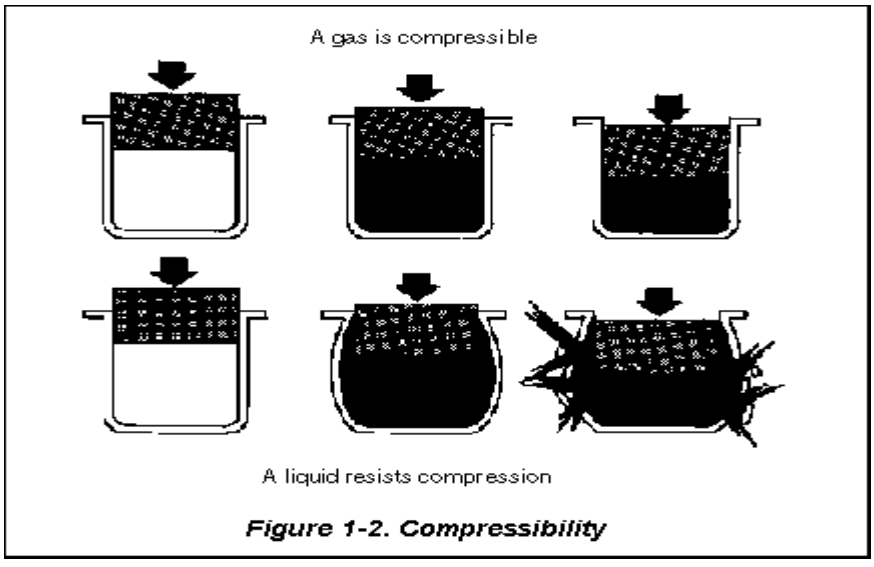
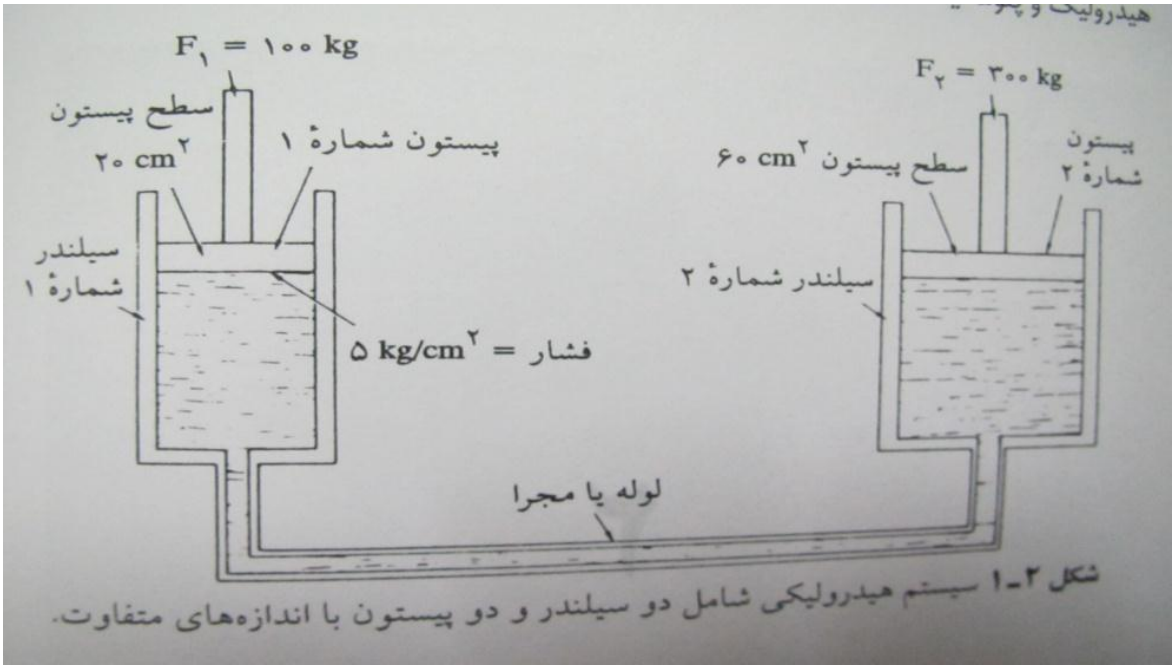


Figure 1-2. Compressibility

با فرض اینکه پیستون ها بدون حرکت،بدون نشت وسیال واجزا در حالت ایستایی(ایستاتیک)باشد.در سیال ساکن فشار در

همه نقاط وتمام جهات به طور یکسان پاره می شود د واین ویژگی مشترک همه ی سیالات ساکن مایعات وگاز ها است.این زمینه را پاسکال می نامند.

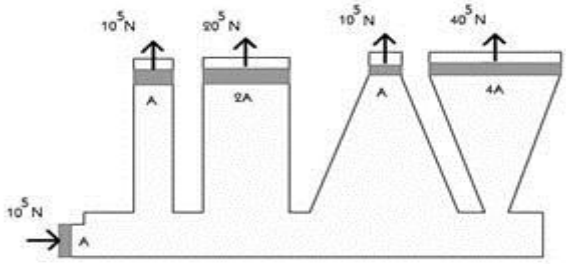


شکل ۲-۱ سیستم هیدرولیکی شامل دو سیلندر و دو پیستون با اندازه‌های متفاوت.

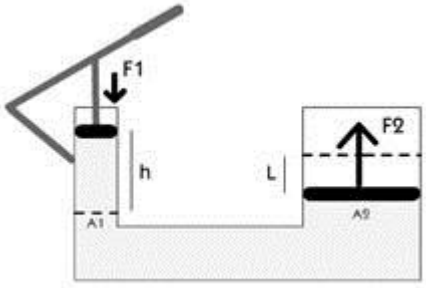
نتایج حاصل از قانون پاسکال:

1. **فشار سرتاسر سیال در حال سکون یکسان است .(با صرف نظر از وزن سیال)**
2. **در هر لحظه فشار استاتیکي در تمام جهات یکسان است.**
3. **فشار سیال در تماس با سطوح بصورت عمودي وارد میگردد.**

همانطور که در شکل 1 مي بینید یک نیروي ورودي 10^5 نیوتني میتواند نیروي مورد نیاز چهار سیلندر دیگر را تامین کند.



یا در شکل 2 داریم :



شکل (2)

فشار جوء :

لایه ای از هوا که کره ی زمین را در بر گرفته اتمسفر یا جوء گفته می شود.فشار جوء که از وزن هوا ناشی می شود در سطح زمین قابل اندازه گیری است.اغلب فشار جوء با فشارسنج (بارومتر)جیوه ای اندازه گیری می شود.فشار جوء را اغلب فشار بارومتری نیز می گویند.فشار بارومتری معمولابرحسب میلی متر جیوه بیان می شود.
1atm=1/01325bar=14/7Psi=760(mmHg)

1kgf=9.8N

فشار موثر یا جوء :

فشاری که توسط فشار سنج خوانده می شود،فشار موثر یا نسبی می گویند.

فشار مطلق:

حاصل جمع فشار نسبی وفشار اتمسفر میباشد.

خلاء نسبی:

یک شکلی از فشار است که هنگامی گفته می شود مقسوط فشار پایین از فشار جوء می باشد.خلاء کامل در هنگامی که فشار مطلق صفر باشد حاصل می گردد.

پارمترها واصول موثر بر جریان سیال در سیستمهای هیدرولیک:

وزن چگالی،وزن مخصوص:

تمام اجسام جامدات و مایعات توسط نیروی جاذبه متناسب با جرم جسم به طرف زمین کشیده می شود که این نیرو وزن جسم نامیده می شود.

جرم واحد حجم یک ماده را چگالی جرمی می نامند.

وزن واحد حجم یک ماده را چگالی وزنی می نامند.

وزن مخصوص یک سیال طبق تعریف عبارت است از:نسبت چگالی وزن آن سیال به چگالی وزنی آب.

لزجت :

لزجت یاگرانروی میزان اصطکاک داخلی یا مقاومت سیال در مقابل جاری شدن است وبه عنوان یکی از عوامل اصلی انتخاب سیال در سیستم هیدرولیک مطرح می شود.

نتایج حاصل از بالا بودن لزجت سیال در سیستم هیدرولیک:

1) افزایش مقاومت در مقابل جریان یافتن سیال هیدرولیک

2) افزایش مصرف قدرت در نتیجه افزایش افت های اصطکاکی

3) افزایش افت فشار به واسطه ی عبور روغن از لوله ها وشیرها

4) افزایش درجه حرارت به واسطه اصطکاک

نتایج حاصل از پایین بودن لزجت سیال در سیستم های هیدرولیک:

1) افزایش نشتی از آب بندها

2) افزاش سایدگی بین اجزای متحرک

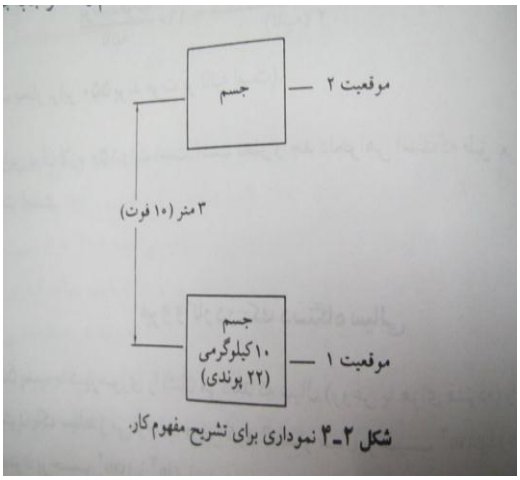
معادله ی برنولی:

مجموعه انرژی در یک جریان مایع بسته همیشه ثابت می ماند یعنی این که به انرژی موجود در این جریان نه انرژی جدیدی وارد می شوند و نه از آن انرژی خارج می شود.به بیان دیگر در طول هرخط جریان در حالت پایدارمجموعه انرژی هایی نظیر فشار،ارتفاع وسرعت سیال مقداری است ثابت.

تعریف کار انرژی وتوان:

در شکل زیر به وزن 10kgدر ارتفاع معین در موقعیت 1 نشان داده شده است برای این اجسام به اندازه 3متربهطرف بالا جا به جا شود به کار معین نیازاست.واژه ی فنی کار به صورت(حاصل ضرب نیرو در جا به جایی) هنگامی که نیرو در راستایی جا به جا شده باشد تعریف شده است.اگر جسم از

موقعیت 1 به موقعیت 2 جابه جا شود نیروی10kg این جسم را 3 متر جا به جا کرده است واین برابر با300نیوتن متر است.



شکل ۲ـ۴ نموداری برای تشریح مفهوم کار.

انرژی:

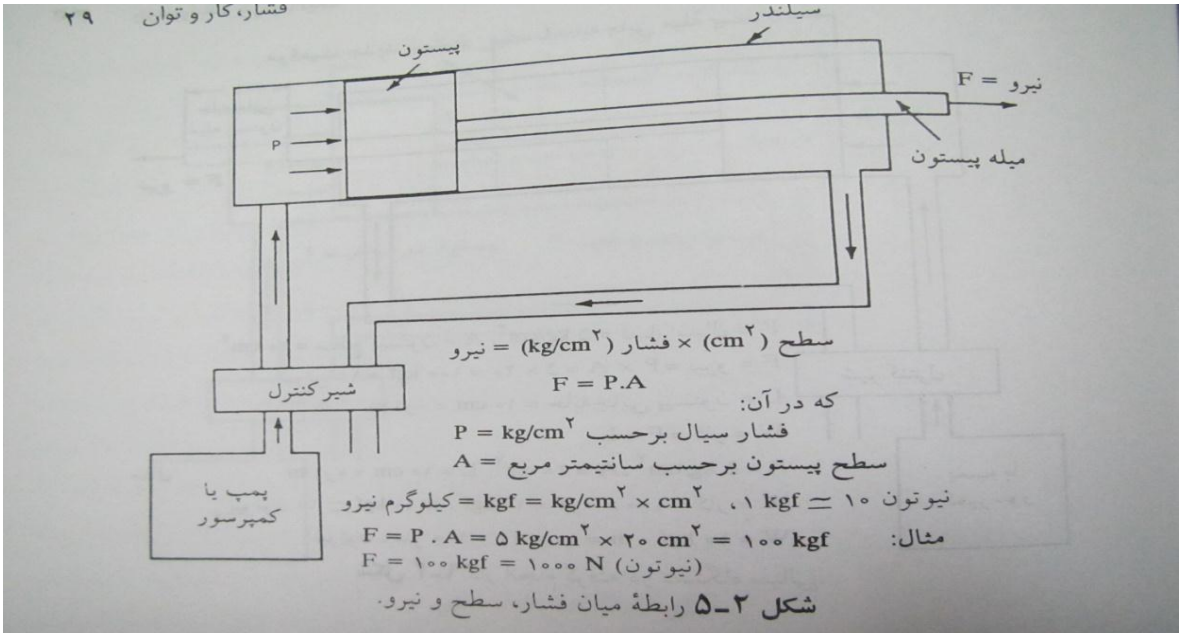
توانایی انجام کار را انرژی می گویندوانرژی گویای یک قابلیت بالقوه است جسمی که در موقعیت شماره 2 قرار گرفته استقابلیت وانرزی مشخصی دارد اگر جسم به اندازه 3 متر پایین آورده شود به ادازه300نیوتن متر انرژی برای انجام کار در دسترس قرار گرفته است واژه ی کار هیچ نشانی از مشخصه زمان درخود ندارد معمولاآهنگ حرکت یا سرعت مهم است.آهنگ زمانی انجام کار را توان گویند.

مثال:هرگاه جسمی به وزن 10kgباسرعتی ثابت ودر زمان 2 ثانیه به اندازه 3 متر رو به بالا جا به جا شود توان مصرف شده را به دست آورید.

$$\text{توان} = \frac{\text{کار}}{\text{زمان}} = \frac{10 \times 10 \times 3}{2} = 150\,\frac{N.M}{S}$$

مثال:نیروی کار در یک دستگاه سیالی:

نیروی وارد بر دسته پستون را به دست آورید.



سطح (cm^2) × فشار (kg/cm^2) = نیرو

$F = P.A$

که در آن:

$P = kg/cm^2$ فشار سیال برحسب

A = سطح پیستون برحسب سانتیمتر مربع

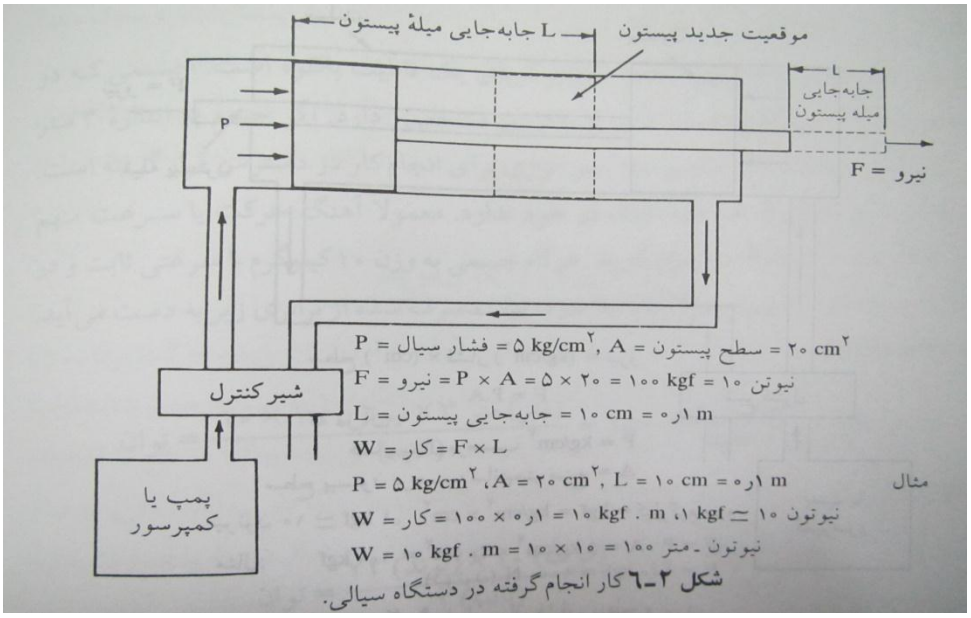
$kgf = kg/cm^2 \times cm^2$ = کیلوگرم نیرو ، ۱ kgf ≃ ۱۰ نیوتون

مثال: $F = P.A = ۵\ kg/cm^2 \times ۲۰\ cm^2 = ۱۰۰\ kgf$

$F = ۱۰۰\ kgf = ۱۰۰۰\ N$ (نیوتون)

شکل ۲ـ۵ رابطهٔ میان فشار، سطح و نیرو.

مثال: در پمپ یا کمپروسور زیر اگر فشار سیال P=5kg سطح پستون A=20cm وجا به جایی آن برابر10cm باشد کار انجام شده را به دست آورید.



P = فشار سیال = ۵ kg/cm^2, A = سطح پیستون = ۲۰ cm^2

F = نیرو = $P \times A$ = ۵ × ۲۰ = ۱۰۰ kgf = ۱۰ نیوتن

L = جابه‌جایی پیستون = ۱۰ cm = ۰٫۱ m

W = کار = $F \times L$

مثال

P = ۵ kg/cm^2 ، A = ۲۰ cm^2, L = ۱۰ cm = ۰٫۱ m

W = کار = ۱۰۰ × ۰٫۱ = ۱۰ kgf . m ، ۱ kgf ≃ ۱۰ نیوتون

W = ۱۰ kgf . m = ۱۰ × ۱۰ = ۱۰۰ نیوتون ـ متر

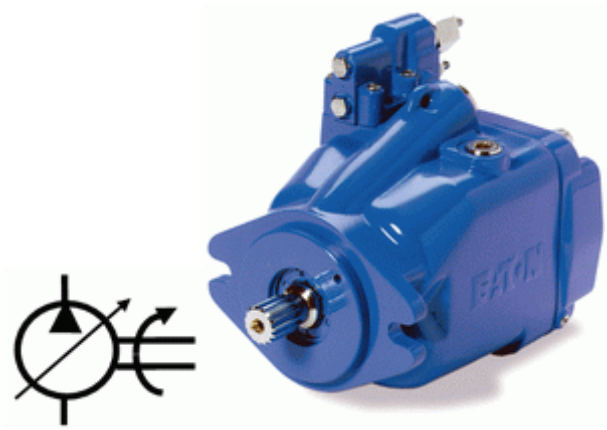
شکل ۲ـ۶ کار انجام گرفته در دستگاه سیالی.

دبی جریان حجمی:

دبی حجمی به حجم سیال گذرنده از یک مقطع در واحد زمان گویند وباQ نشان می دهد. دبی سیالی که ازمیان دستگاه سیالی می گذرد را می توان با واحد های گوناگون بیان کرد معمولا دبی حجمی مایعات را بر حسب لیتر بر دقیقه وبرای دبی هوا واحد مترمکعب بر ساعت به کار برده می شود.

$Q=V.A$ $Q=\frac{\Delta V}{\Delta t}$

پمپ هيدروليك



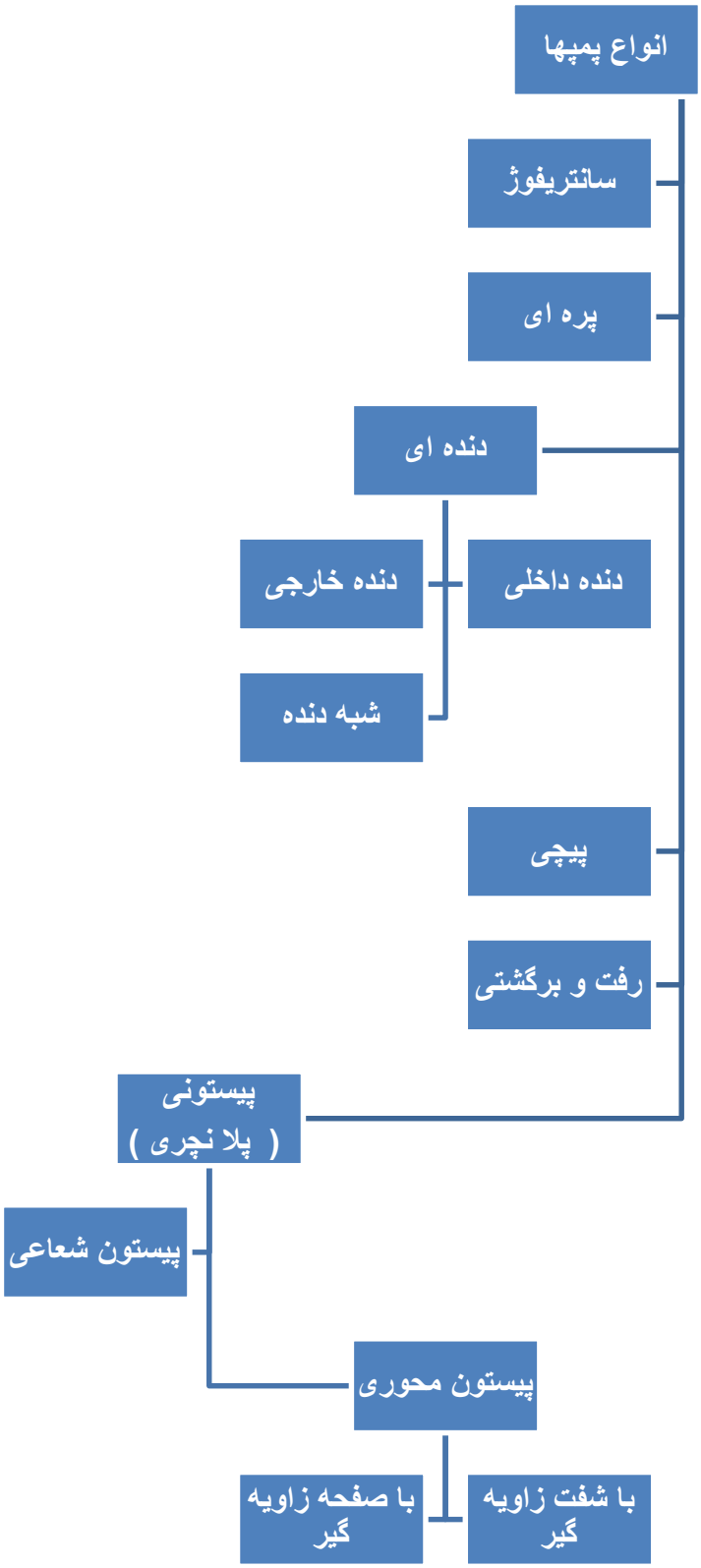
با توجه به نفوذ روز افزون سيستم هاي هيدروليكي در صنايع مختلف و جود پمپ هايي با توان و فشار هاي مختلف بيش از پيش مورد نياز است. پمپ به عنوان قلب سيستم هيدروليک، توان مکانیکی را که بوسیله موتورهای الکتریکی یا احتراق داخلی تامین می گردد به توان هیدرولیکی تبدیل می کند. پمپ فقط مولد جریان سیال بوده و سطح فشار ایجاد شده به میزان بار مقاومی که توسط عملگر سیستم هیدرولیک بر آن غلبه میشود، بستگی دارد.

در واقع پمپ در يک سيكل هيدروليكي يا پنوماتيكی انرژي سيال را افزايش مي دهد تا در مكان مورد نياز اين انرژي افزوده به كار مطلوب تبديل گردد.

فشار اتمسفر در اثر خلا نسبي بوجود آمده به خاطر عملكرد اجزاي مكانيكي پمپ ، سيال رامجبوربه حركت به سمت مجراي ورودي آن نموده تا توسط پمپ به ساير قسمت هاي مدار هيدروليک رانده شود.

حجم روغن پر فشار تحويل داده شده به مدار هيدروليكي بستگي به ظرفيت پمپ و در نتيجه به حجم جابه جا شده سيال در هر دور و تعداد دور پمپ دارد. ظرفيت پمپ با واحد گالن در دقيقه يا ليتر بر دقيقه بيان مي شود.

نكته قابل توجه در مكش سيال ارتفاع عمودي مجاز پمپ نسبت به سطح آزاد سيال مي باشد ، در مورد روغن اين ارتفاع نبايد بيش از 10 متر باشد زيرا بر اثر بوجود آمدن خلا نسبي اگر ارتفاع بيش از 10 متر باشد روغن جوش آمده و بجاي روغن مايع ، بخار روغن وارد پمپ شده و در كار سيكل اختلال بوجود خواهد آورد . اما در مورد ارتفاع خروجي پمپ هيچ محدوديتي وجود ندارد و تنها توان پمپ است كه مي تواند آن رامعين كند.


انواع پمپها
سانتریفوژ
پره ای
دنده ای
دنده داخلی
دنده خارجی
شبه دنده
پیچی
رفت و برگشتی
پیستونی
(پلا نچری)
پیستون شعاعی
پیستون محوری
با شفت زاویه گیر
با صفحه زاویه گیر

انواع پمپ هاي هيدروليك

باوجودتنوع پمپهاي هيدروليك،مي توان آن هارابه 2 گروه تقسيم بندي كرد:

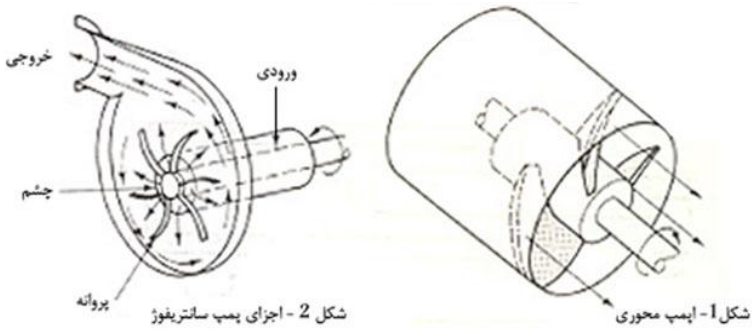
پمپ ها در صنعت هيدروليک به دو دسته كلي تقسيم مي شوند :

1- پمپ ها با جا به جايي غير مثبت (پمپ های ديناميكي)

2- پمپ های با جابجايی مثبت

پمپ ها با جا به جايي غير مثبت :

توانايي مقاومت در فشار هاي بالا را ندارند و به ندرت در صنعت هيدروليک مورد استفاده قرار مي گيرند و معمولا به عنوان انتقال اوليه سيال از نقطه اي به نقطه ديگر بكار گرفته مي شوند. بطور كلي اين پمپ ها براي سيستم هاي فشار پايين و جريان بالا كه حداكثر ظرفيت فشاري آنها به 250psi تا 300psi محدودميگرددمناسباست. پمپهاي گريز از مركز (سانتريفوژ) و محوري نمونه كاربردي پمپ هاي با جابجايي غير مثبت مي باشد.



شکل 2 - اجزای پمپ سانتریفوژ

شکل1- ایمپ محوری

پمپ سانتريفوژ:

اين نوع پمپها دارای يک ايمپلر هستند که در داخل يک محفظه آببندی شده اند. چرخش پروانه در درون محفظه باعث مکش مايع (پمپهای سانتريفوژ برای انتقال آب بکار برده می شوند) از دهانه ورودی شده و مايع از سمت خروجی خارج می گردد. ظرفيت بسيار بالای اين پمپها که می تواند به 20000 گالن در دقيقه نيز برسد ، سروصدای فوق العاده به هنگام کارکرد ، و وجود نشتی دائم ، از معايب اين پمپها می باشد.

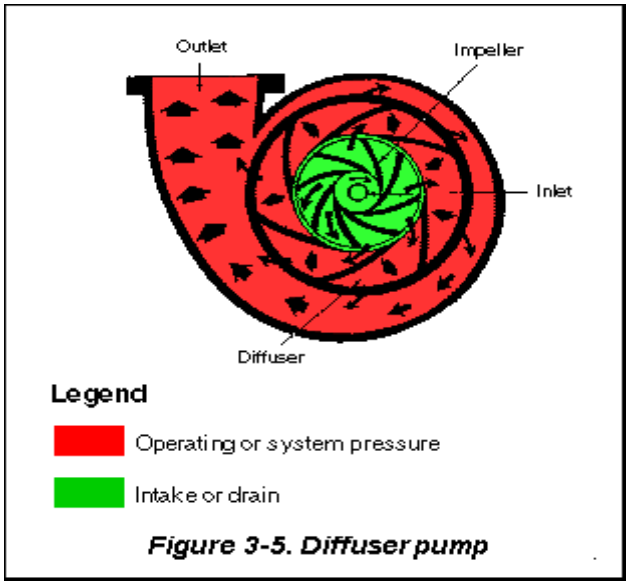


Figure 3-5. Diffuser pump

پمپ هاي با جابجايي مثبت :

در اين پمپ ها به ازاي هر دور چرخش محور مقدار معيني از سيال به سمت خروجي فرستاده ميشودوتوانايي غلبه بر فشار خروجي و اصطكاك را دارد . اين پمپ ها مزيت هاي بسياري نسبت به پمپ هاي با جابجايی غير مثبت دارند مانند مانند ابعاد كوچكتر ، بازده حجمي بالا ، انعطاف پذيري مناسب و توانايي كار در فشار هاي بالا (حتي بيشتر از 10000psi)

پمپ ها با جابجايی مثبت از نظر ساختمان :

1- پمپ های دنده ای

2 - پمپ های پره ای

3- پمپ های پيستونی

پمپ ها با جابجايی مثبت ازنظرميزان+ :-

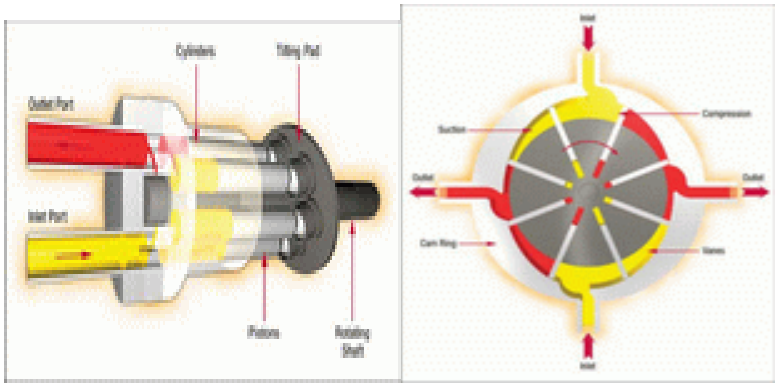
1- پمپ ها با جا به جايي ثابت

2- پمپ های با جابجايی متغيير

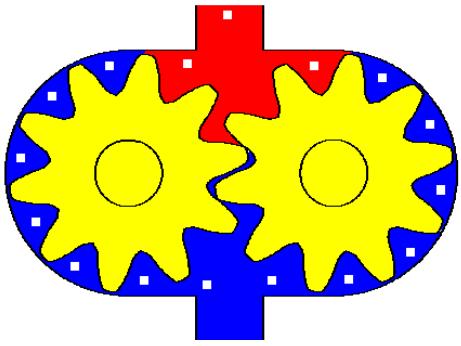
در يک پمپ با جابجايی ثابت (Fixed Displacement) ميزان سيال پمپ شده به ازاي هر يک دور چرخش محور ثابت است در صورتيكه در پمپ هاي با جابجايی متغير (Variable Displacement) مقدار فوق بواسطه تغيير در ارتباط بين اجزاء پمپ قابل كم يا زياد كردن است. به اين پمپ ها ، پمپ ها ي دبي متغير نيز مي گويند.

بايد بدانيم كه پمپ ها ايجاد فشار نمي كنندبلكه توليد جريان مي نمايند. در واقع در يک سيستم هيدروليک فشار

بيانگر ميزان مقاومت در مقابل خروجي پمپ است اگر خروجي در فشار يک اتمسفر باشد به هيچ وجه فشار خروجي پمپ بيش از يک اتمسفر نخواهد شد .همچنين اگر خروجي در فشار 100 اتمسفر باشد براي به جريان افتادن سيال فشاري معادل 100 اتمسفر در سيال بوجود مي آيد.



پمپ پره اي پمپ پيستوني



پمپهاي دنده اي Gear Pump

اين پمپ ها به دليل طراحي آسان ، هزينه ساخت پايين و جثه كوچك و جمع و جور در صنعت كاربرد زيادي پيدا كرده اند . ولي از معايب اين پمپ ها مي توان به كاهش بازده آنها در اثر فرسايش قطعات به دليل اصطكاك و خوردگي و در نتيجه نشت روغن در قسمت هاي داخلي آن اشاره كرد. اين افت فشاربيشتردرنواحي بيندندهاوپوسته وبيندندههاقابل مشاهداست. پمپ هاي دنده اي بسيار ارزان بوده، به نوع سيال هيدروليك حساسيت ندارند. اين پمپ ها در مقابل آلودگي مقاوم بوده و نياز به طراحي هاي خاص ندارند. فشار در اين سيستم ها بين1500 تا P s i5000 مي باشد. اين ويژگي ها باعث شده كه در تجهيزات متحرك، بيشتر از پمپ هاي دنده اي استفاده شود چرا كه كه مقاومتشان در برابر آلودگي بسيار زياد و كارايي آنها در خور توجه است. درون پمپ هاي دنده اي، دو چرخ دنده در خلاف جهت يكديگر حركت مي كنند كه اولي به شفت موتور متصل بوده و دومي چرخ دنده هرز گرد (Idler) مي باشد. سيال از محفظه ورودي وارد پمپ شده و از ميان دندانه هاي چرخ دنده ها و جداره محفظه پمپ منتقل مي شود. به دليل فواصل بسيار كم، سيال از مركز پمپ نمي تواند عبور كند. پس دو جريان دوباره با هم مخلوط شده و به سمت خروجي پمپ رانده مي شوند.

پمپهاي دندهاي مي توانددرهردوجهت عمل كنندواين ويژگي قابل توجه يدربعضي ازسيستمهااست. ازآنجايي كه ياتاقانهاي اين پمپ هاتنهاازيك جهت، (جهت فشارپمپ خروجي) تحت بارقراردارند،به پمپهاي نامتوازن معروفند. در نتيجه اين پمپ ها به طور نامتناسب و تنها از يك جهت، تمايل به سايش دارند. پمپ هاي دنده اي در انواع خارجي (كه بسيار متداول است)، داخلي و يا از نوع چرخان (Gerotor) ساخته مي شوند

انواع پمپ ها ي دنده اي :

1- دنده خارجی External Gear Pumps

2-دندهداخلیInternal Gear Pumps

3- گوشواره ای Lobe Pumps

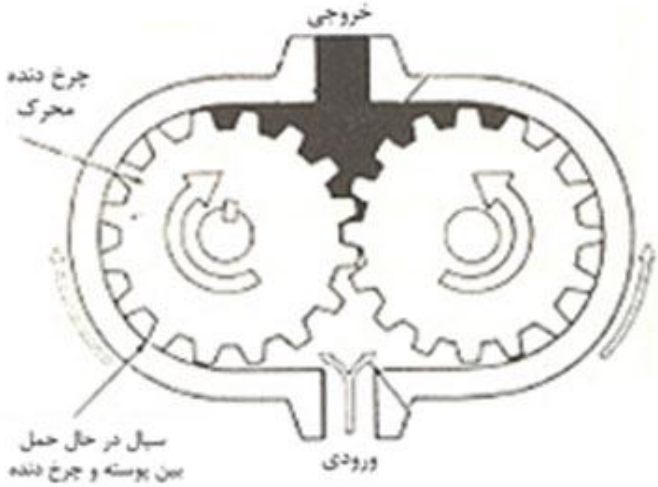
4- پیچیScrew Pumps

5- ژیروتور Gerotor Pumps

1- دنده خارجي External Gear Pumps

در اين پمپ ها يكي از چرخ دنده ها به محرک متصل بوده و چرخ دنده ديگر هرزگرد مي باشد. با چرخش محور محرک و دور شدن دنده هاي چرخ دنده ها از هم با ايجاد خلاء نسبي روغن به فضاي بين چرخ دنده ها و پوسته كشيده شده و به سمت خروجي رانده مي شود.

لقي بين پوسته و دنده ها در اينگونه پمپ ها حدود (0.025 mm) مي باشد.



شكل3- عملكرد پمپ هاي دنده خارجي

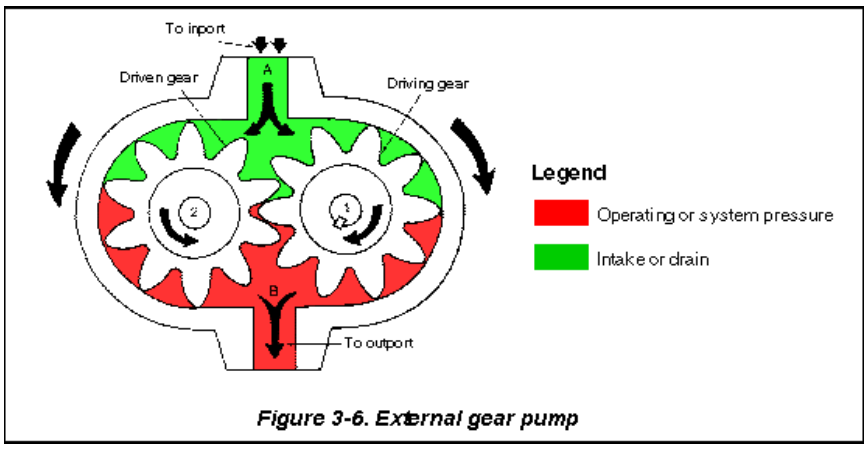
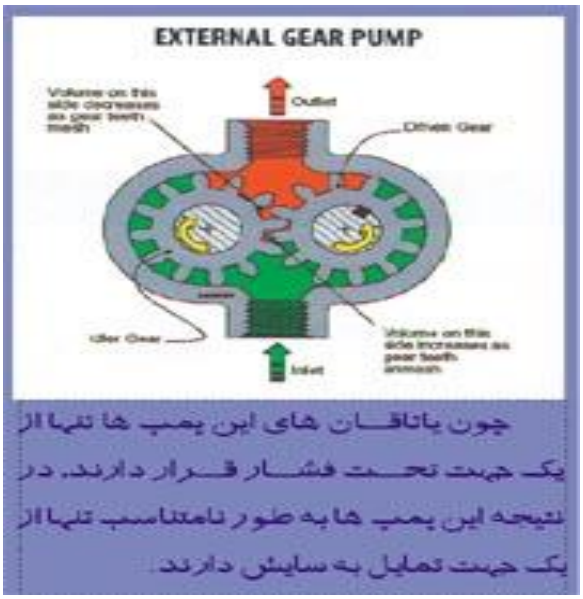


Figure 3-6. External gear pump

افت داخلي جريان به خاطر نشست روغن در فضاي موجود بين پوسته و چرخ دنده است كه لغزش پمپ (Volumetric efficiency) نام دارد.

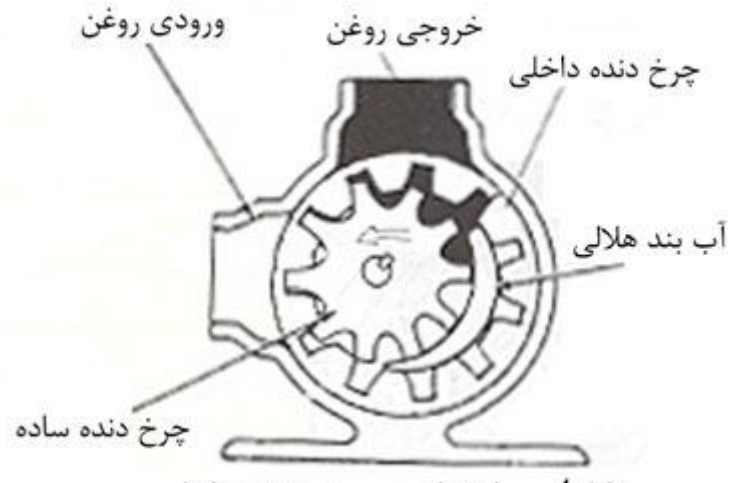
با توجه به دور هاي بالاي پمپ كه تا 2700 rpm مي رسد پمپاژ بسيار سريع انجام مي شود، اين مقدار در پمپ هاي دنده

اي با جابجايی متغيير مي تواند از 750 rpm تا 1750 rpm متغييرباشد. پمپهاي دنده اي براي فشارهاي تا (کيلوگرم بر سانتي متر مربع 200) 3000 psi طراحي شده اند که البته اندازه متداول آن 1000 psi است.



2–دنده داخلي Internal Gear Pumps

اين پمپ ها بيشتر به منظور روغنكاري و تغذيه در فشار هاي كمتر از 1000 psi استفاده ميشودولي درانواع چندمرحل هاي دسترسي به محدوده ي فشاريدرحدود 4000 psi نيز امكان پذير است. كاهش بازدهي در اثر سايش در پمپ هاي دندهاي داخلي بيشترازپمپهاي دندهاي خارجي است.



شكل4 - ساختمان پمپ چرخدنده داخلي

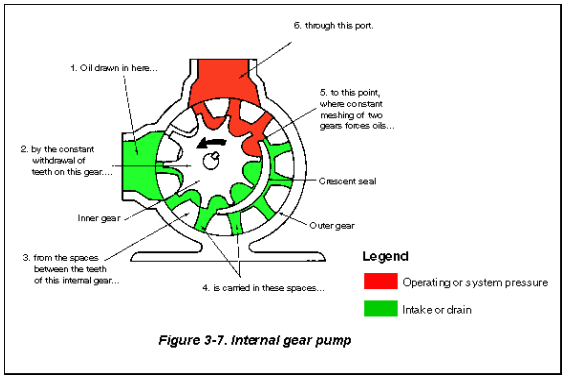


Figure 3-7. Internal gear pump

3- پمپهاي گوشوارهاي Lobe Pumps

اين پمپ ها ازخانواده پمپهاي دندهاي هستندكه آراموتروبي صداترازديگرپمپهاي اين خانواده عملمي نمايدزيراهردودنده آن داراي محرک خارجي بوده و دنده ها با يكديگر درگير نمي شوند. اما به خاطر داشتن دندانه هاي كمتر خروجي ضربان بيشتري دارد ولي جابجايی حجمي بيشتري نسبت به ساير پمپ هاي دنده اي خواهد داشت.

شکل 5 - ساختمان پمپ گوشواره ای

4- پمپ هاي پيچيScrew Pumps

در طراحی اين نوع پمپها از 2 يا 3 دنده Spiral (مارپيچ) استفاده شده است . يكی از آنها با اتصال به محور محرک ، دنده محرک و دنده ديگر كه گردش ان عكس دنده محرک می باشد ، دنده متحرک ناميده می شودعامل به گردش درآمدن دنده ديگر بوده كه به آن دنده محرک گفته می شود . اين دنده ها در درون يک محفظه كه Housing ناميده می شود قرار می گيرند. درگيری دنده ها با يكديگر در قسمت ورودی پمپ باعث ايجاد يک خلاء نسبی شده و در نتيجه روغن به داخل محفظه مكيده می شود كه با تداوم چرخش ، دندها نيز سبب حركت مارپيچی شكل روغن به سمت دهانه خروجی پمپ می گردند. با توجه به گسترده بودن سطح تماس در طول دنده ها ، اصطكاک نسبی افزايش يافته و در نتيجه دما و صدای پمپ ، بطور نسبی از پمپهای ديگر بيشتر خواهد بود. از طرفی بدليل حركت مارپيچی روغن در داخل پمپ ، زمانی كه روغن

از دهانه خروجی پمپ بیرون می آید ، همراه با پیچش بوده که باعث ایجاد جریان متلاطم در ورودی سیستم می شود.

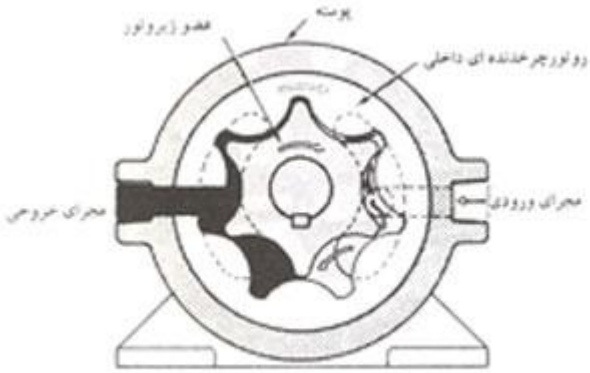
پمپ پيچي يک پمپ دنده اي با جابجايی مثبت و جريان محوري بوده که در اثر درگيري سه پيچ دقيق (سنگ خورده) درون محفظه آب بندي شده جرياني کاملا آرام ، بدون ضربان و با بازده بالا توليد مي کند. دو روتور هرزگرد به عنوان آب بندهاي دوار عمل نموده و باعث رانده شدن سيال در جهت مناسب مي شوند.حرکت آرام بدون صدا و ارتعاش ، قابليت کا با انواع سيال ، حداقل نياز به روغنکاري ، قابليت پمپاژ امولسيون آب ، روغن و عدم ايجاد اغتشاش زياد در خروجي از مزاياي جالب اين پمپ مي باشد.

5- پمپ هاي ژيروتور Gerotor Pumps

عملکرد اين پمپها شبيه پمپ هاي چرخ دنده داخلي است. در اين پمپ ها عضو ژيروتور توسط محرک خارجي به حرکت در مي آيد و موجب چرخيدن روتور چرخ دندهاي درگير با خود مي شود.

در نتيجه اين مکانيزم درگيري ، آب بندي بين نواحي پمپاژ تامين مي گردد. عضو ژيروتورداراي يک چرخدندانه کم ترازروتورچرخدنده داخلي ميباشد.

حجم دندانه کاسته شده ضرب در تعداد چرخ دندانه چرخ دنده محرک ، حجم سيال پمپ شده به ازاي هر دور چرخش محور را مشخص مي نمايد.



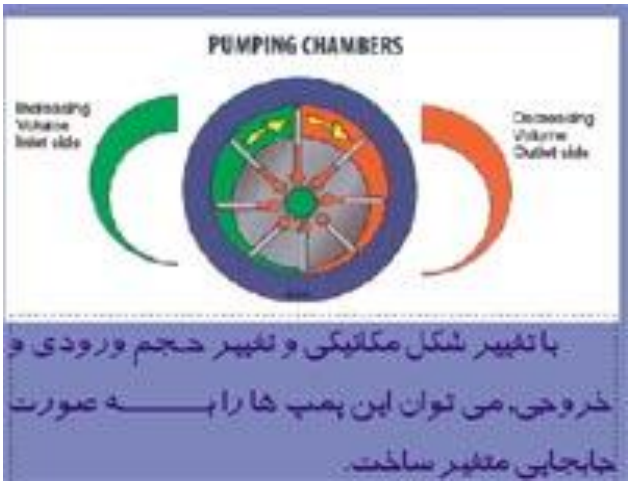
شکل6 - عملکرد پمپ ژیروتور

پمپ هاي پره اي :

روتور اين نوع پمپها دارای تعدادی شکاف طولی در راستای محور آنست و در داخل هريک از شکافها يک قطعه پليت تخت با لبه قوس دار که می تواند مماس با ديواره های شکاف ، حرکت آزاد داشته باشد ، جای داده می شود. مجموعه رتور و پره ها در داخل يک محفظه و بصورت خارج از مرکز نصب می گردند، که همين مسئله باعث می شود زمانی که روتور در داخل محفظه شروع به چرخش می کند ، پره های فولادی در اثر

نیروی گریز از مرکز به سمت بیرون شکاف پرتاب شده و در ادامه چرخش ، وقتی که به قسمت تنگ محفظه می رسند ، مجددا به سمت داخل شکاف رانده می شوند . مجراهای ورود و خروج روغن در کنار و در بعضی از انواع نیز در کف محفظه وزیر رتور قرار دارند .

به طور کلي پمپ هاي پره اي به عنوان پمپ هاي فشار متوسط در صنايع مورد استفاده قرار مي گيرند. سرعت آنها معمولا از 1200 rpm تا 1750 rpm بوده و در مواقع خاص تا 2400 rpm نيزميرسد. بازدهحجمياينپمپها85% تا 90% است اما بازده كلي آنها به دليل نشت هاي موجود در اطراف روتور پايين است (حدود 75% تا 80%). عمدتااين پمپ هاآرام وبي سروصداكارمي كنند،ازمزاياي جالب اين پمپهااين است كه درصورت بروزاشكال درساختمان پمپ بدون جداكردن لوله هاي ورودي وخروجي قابل تعميراست.



هم چنين، پمپ هاي پره اي كه با دو ورودي و دو خروجي در جهات مختلف طراحي مي شوند متوازن بوده و با توجه به اين ويژگي، تنش يكنواخت و كمتري بر روي ياتاقان ها وارد مي شود. مي توان پمپ هاي پره اي را با تغيير شكل مكانيكي محفظه پمپ، به صورت پمپ هاي جا بجايي متغير ساخت كه در نتيجه راندمان آنها افزايش يافته و البته هزينه اوليه (ساخت) پمپ ها نيز افزايش مي يابد.

اين نوع پمپ ها كارآيي و موارد استفاده زيادي دارند ولي سيال آنها بايد خواص ضد سايش فوق العاده اي داشته باشد. در پمپ هاي پره اي چند نقطه در معرض سايش قرار دارند. اين نقاط نوك پره ها، صفحات دوار و شيار پره ها در روتور هستند. يك مزيت پمپ هاي پره اي اين است كه سايش تمام سطوح آن يكنواخت است و اين وضعيت راندمان را افزايش مي دهد.

تحمل پمپهاي پره اي درمقابل آلودگي كم است وذرات آلودگي،سبب سايش غيرمنتظره پره ها مي شود. پمپ هاي پره اي در محدوده فشار1000 تا psi3000 توانايي عملكرد دارند.

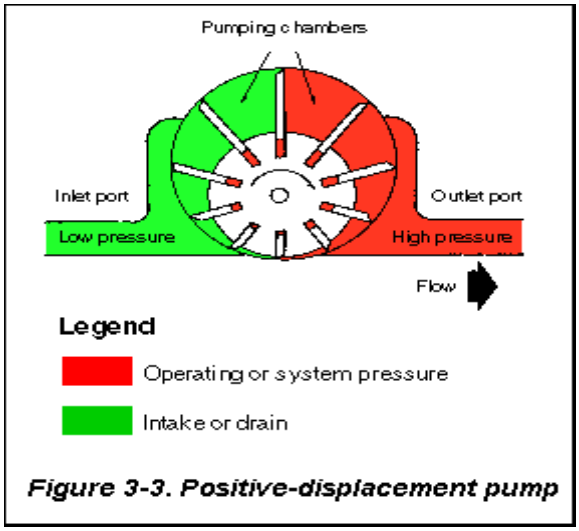
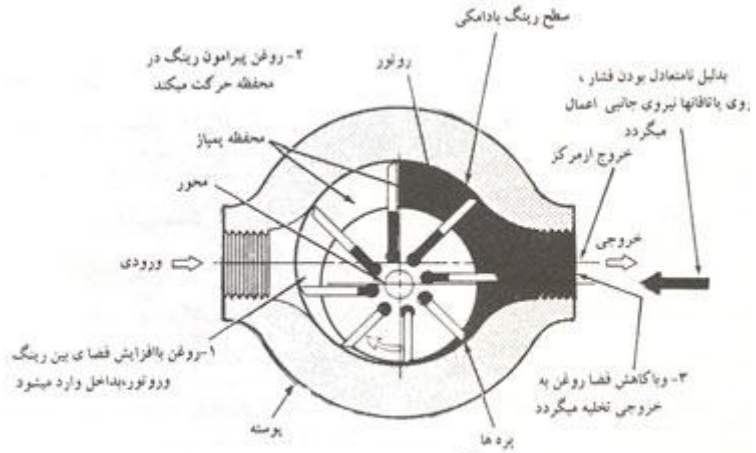


Figure 3-3. Positive-displacement pump

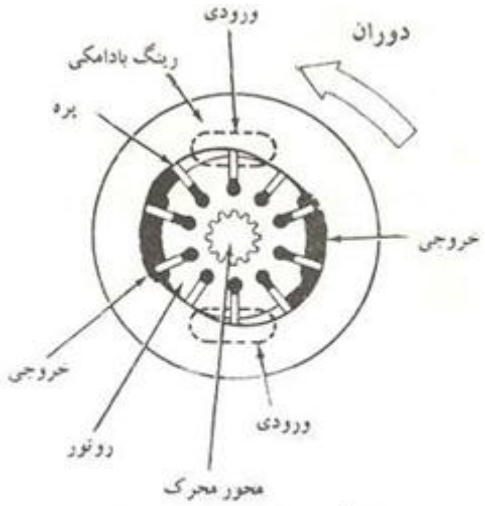
فضاي بين روتور و رينگ بادامكي در در نيم دور اول چرخش محور ، افزيش يافته و انبساط حجمي حاصله باعث كاهش فشار و ايجاد مكش مي گردد، در نتيجه سيال به طرف مجراي ورودي پمپ جريان مي يابد. در نيم دور دوم باكم شدن فضاي بين پرهها سيال كه دراين فضا ها قرار دارد بافشار به سمت خروجي رانده ميشود. همانطوركه درشكل ميبينيدجريان بوجود آمده به ميزان خروج از مركز(فاصله دو مركز) محور نسبت به روتور پمپ بستگي دارد و اگر اين فاصله به صفر برسد ديگر در خروجي جرياني نخواهيم داشت.



شکل7- عملکرد پمپ پره ای

پمپ هاي پره اي كه قابليت تنظيم خروج از مركز را دارند مي توانند دبي هاي حجمي متفاوتي را به سيستم تزريق كنند به اين پمپ ها ، جابجايی متغيير مي گويند. به خاطر وجود خروج از مركز محور از روتور(عدم تقارن) بار جانبي وارد بر ياتاقان ها افزايش مي يابد و در فشار هاي بالا ايجاد مشكل مي كند.

براي رفع اين مشكل از پمپ هاي پره اي متقارن (بالانس) استفاده مي كنند. شكل بيضوي پوسته در اين پمپ ها باعث مي شود كه مجاري ورودي و خروجي نظير به نظير رو به روي هم قرار گيرند و تعادل هيدروليكي برقرار گردد. با اين ترفند بار جانبي وارد بر ياتاقان ها كاهش يافته اما عدم قابليت تغيير در جابجايی از معايب اين پمپ ها به شمار مي آيد .(چون خروج از مركز وجود نخواهد داشت)



شكل8 - عملكرد پمپ پره ای بالانس

حداكثر فشار قابل دستيابي در پمپ هاي پره اي حدود 3000 psi است.

پمپهای رفت و برگشتی :

در ماشین های هیدرولیکی کوچک مانند جک ها و اره های عمود بر و ... از این نوع پمپها استفاده می شود.

اگر در یک سیلند ر ، 4 مجرا داشته و در داخل هریک از انها 1 شیر یکطرفه ، که 2 به 2 در خلاف جهت هم باشند نصب کنیم ، زمانی که دسته پیستون را به سمت داخل سیلنر حرکت دهیم ، خلاء ایجاد شده در پشت پیستون باعث باز شدن سوپاپ وردی روغن و بسته شدن سوپاپ خروجی می گردد و در نتیجه روغن به داخل سیلندر کشیده شده و هرچه پیستون بطرف جلوحرکت می کند ، روغن بیشتر وارد سیلندر می گردد تا جایی که پیستون به انتهای کورس خود برسد.در همین زمان که پیستون به سمت جلو حرکت می کند ، روغن موجود در سمت جلوی سیلندر ، بطرف جلو حرکت داده می شود که این

عمل باعث بسته شدن سوپاپ مکش و باز شدن سوپاپ تخلیه می گردد .

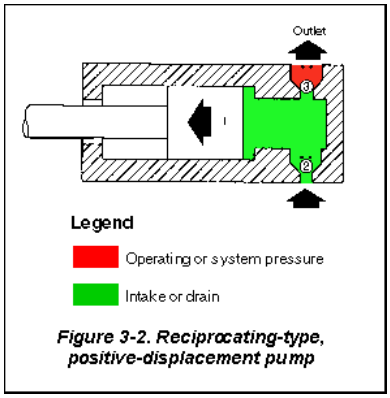


Figure 3-2. Reciprocating-type, positive-displacement pump

پمپهای پلانچر (پیستونی) :

پلانچر به پیستونی که نسبت قطر ان به طولش ، کم باشد اطلاق می گردد . البته این نوع پمپها در صنعت به پمپهای پیستونی مشهور شده اند . پمپهای پیستونی به دو گروه پیستون محوری و پیستون شعاعی دسته بندی می شوند. که اساس کار هردو گروه بر پایه حرکت رفت و برگشت پلانچر ها در داخل سیلندرهایشان است .

پلانچرها در داخل سیلند ر با تلرانس بسیار پایین طراحی و نصب می گردد .

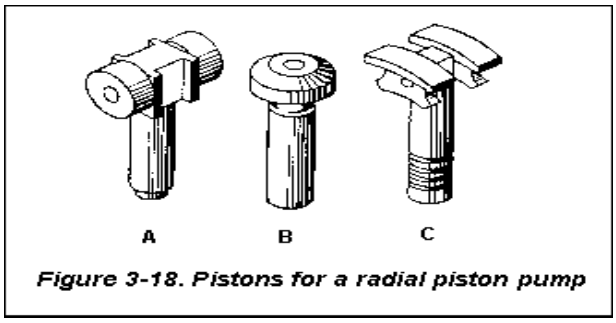


Figure 3-18. Pistons for a radial piston pump

در پمپهای پیستون شعاعی حرکت رفت بوسیله فنر ویا توسط نیروی گریز از مرکز تامین می گردد و حرکت برگشت در اثر طراحی خارج از مرکز بودن روتور بوجود می آید.

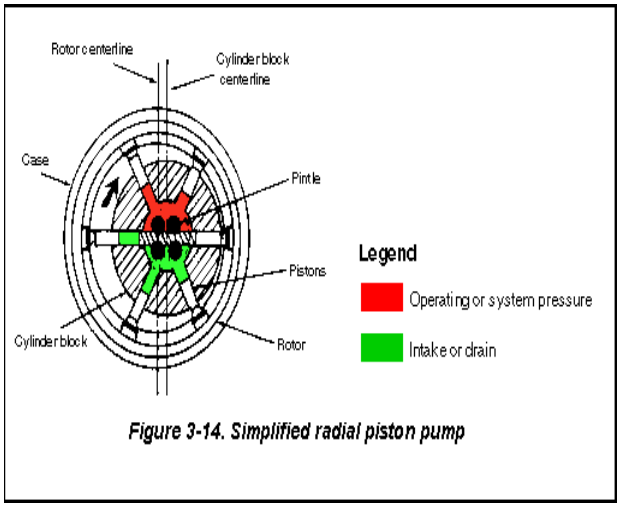


Figure 3-14. Simplified radial piston pump

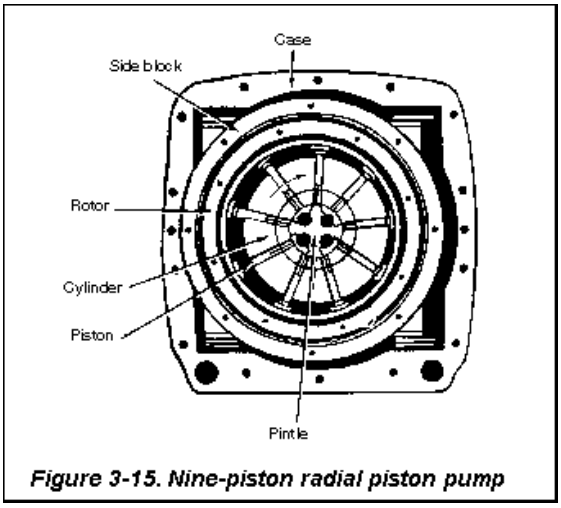


Figure 3-15. Nine-piston radial piston pump

ولی در پمپهای پیستون محوری ، حرکت رفت وبرگشت پیستونها بدین شرح است:

بر روی شفت اصلی پمپ ، یک پلیت بصورت مایل قرار می گیرد که انتهای کلیه پیستونها بصورت مفصلی به دورادور این پلیت متصل می شوند و همین زاویه دار بودن پلیت نصب شده بر روی شفت و در داخل محفظه ، باعث حرکت رفت و برگشتی پیستونها در سیلندرها می گردد. و از طرفی بدلیل آنکه رتور در داخل یک محفظه و بصورت خارج از مرکز ، جای داده شده است در یک قسمت محفظه که فضای بازتری وجود دارد پیستونها بطرف بیرون و در سمت دیگر محفظه که فضای تنگتری وجود دارد ، پیستونها به سمت داخل سیلندر ها حرکت می کنند.

گاهی نیز ممکن است پلیت بصورت زاویه دار نصب نگردد ، و بجای آن پوسته پمپ در قسمت شفت روتور زاویه دار باشد ، که در این صورت نیز چرخش پیستونه و سیلندر ها باعث ایجاد حرکت رفت و برگشتی خواهد شد.

پمپ هاي پيستوني

پمپ هاي پيستوني با دارا بودن بيشترين نسبت توان به وزن، از گرانترين پمپ ها هستند و در صورت آب بندي دقيق پيستون ها مي توانند بالا ترين بازدهي را داشته باشند. معمولا جريان در اين پمپ ها بدون ضربان بوده و به دليل عدم وارد آمدن بار جانبي به پيستونها داراي عمر طولاني مي باشند، اما به خاطر ساختار پيچيده ، تعمير آن مشكل است.

اين نوع از پمپ ها به دو شكل شعاعي يا محوري طراحي مي شوند. در نوع شعاعي، پيستون ها از محور يك محفظه استوانه اي حلقوي شكل شبيه چرخ پره دار مي چرخند و در

نوع محوري، محور گردش پيستون ها و سيلندرها موازي مي باشد. از طرفي لقي هاي پمپ هاي پيستوني بسيار كم بوده و به همين دليل اين پمپ ها به ذرات ناشي از سايش خراشيدگي بسيار حساس هستند.

پمپهاي پيستوني به دوشكلِ جابجايي ثابت يامتغيرطراحي ميشوند.

در پمپهای با جابجايي متغير، تغييرات فشار سيستم جبران ميگردد و داراي بيشترين بازدهي (يعني بين92 تا97 درصد) هستند.

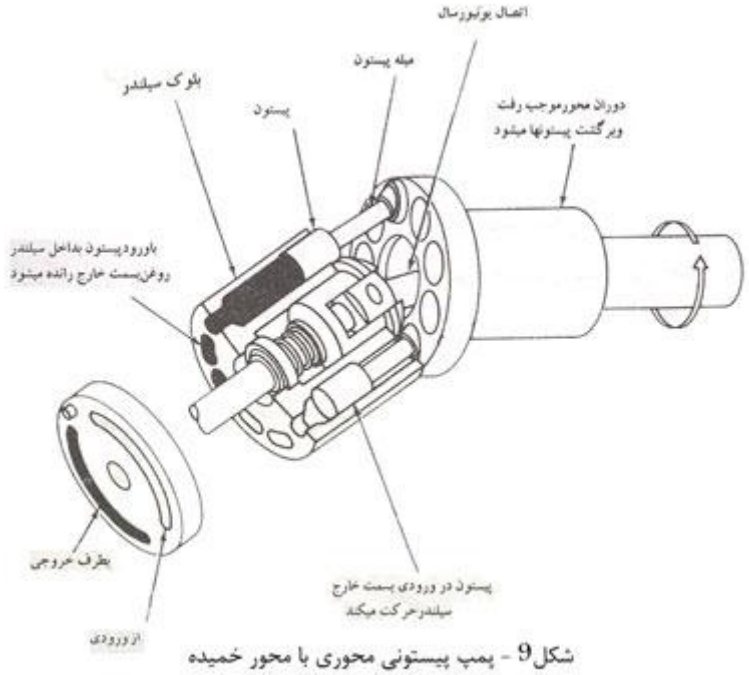
توجه

صرف نظر از نوع پمپ ها، سيستم هاي هيدروليك، بايد قبل از راه اندازي به طور كامل تميز و شسته شوند و كليه منابع آلودگي بايد تا حد امكان به حداقل برسد. هم چنين سيال هيدروليك نو يا سيال هيدروليك كه سر ريز مي شود بايد قبل از استفاده در سيستم به طور كامل فيلتر شود چرا كه يك سيستم هيدروليكي كه در شرايط مناسب عملياتي به سر مي برد و سيال هيدروليك آن فيلتر مي شود، در مقايسه با يك سيال هيدروليك نو تميزتر است. علاوه بر تميزي سيال، نوع سيال، محدوده دما، گرانروي سيال، شرايط سيال (اكسيداسيون، آلودگي با آب و غيره) فشاري كه بر روي سيستم وارد مي شود، ورود هوا و كاويتاسيون، همگي بر پمپ و عمر آن موثر هستند.

از نظر طراحي پمپ هاي پيستوني به دو دسته شعاعي و محوري تقسيم مي شوند.

پمپ هاي پيستوني محوري با محور خميده (Axial piston pumps(bent-axis type)) :

در اين پمپ ها خط مركزي بلوك سيلندر نسبت به خط مركزي محور محرك در موقعيت زاويه اي مشخصي قرار دارد ميله پيستون توسط اتصالات كروي (Ball & socket joints)به فلنج محور محرك متصل هستند به طوري كه تغيير فاصله بين فلنج محرك و بلوك سيلندر باعث حركت رفت و برگشت پيستون ها در سيلندر مي شود. يک اتصال يونيورسال (Universal link) بلوك سيلندر را به محور محرك متصل مي كند.



شکل9 - پمپ پیستونی محوری با محور خمیده

ميزان خروجي پمپ با تغيير زاويه بين دو محور پمپ قابل تغيير است.در زاويه صفر خروجي وجود ندارد و بيشينه خروجي در زاويه 30 درجه بدست خواهد آمد.

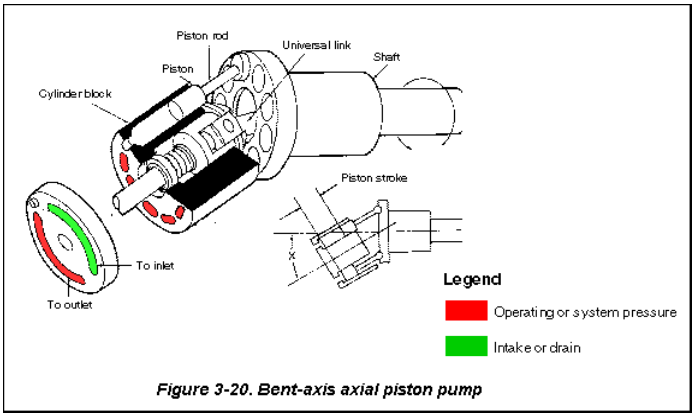
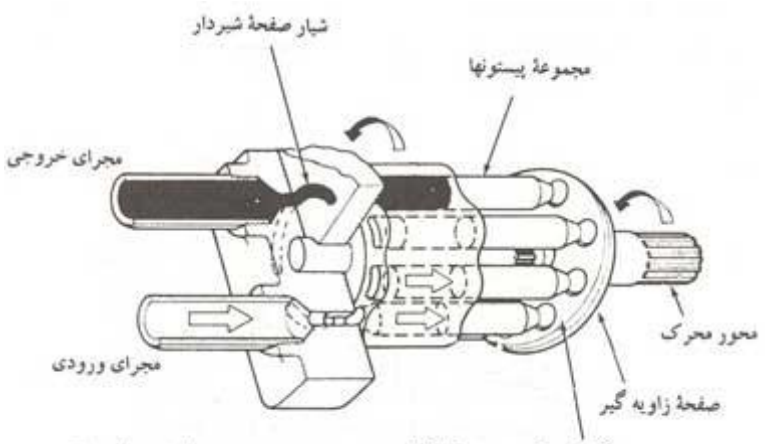


Figure 3-20. Bent-axis axial piston pump

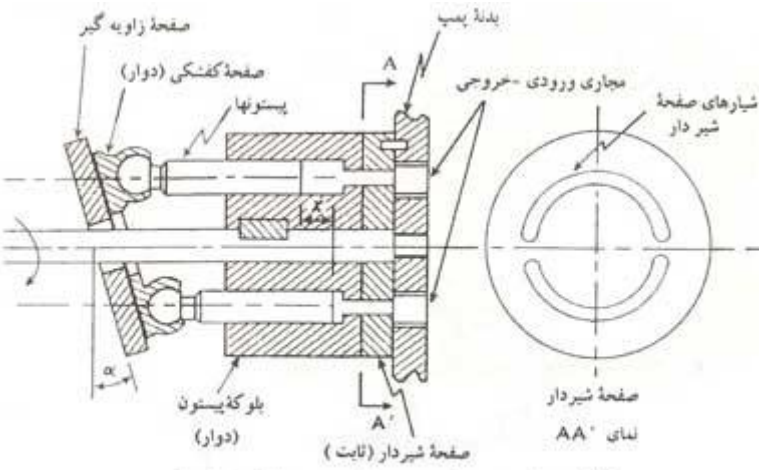
پمپ هاي پيستوني محوري با صفحه زاويه گير (Axial piston pumps(Swash plate)) :

در اين نوع پمپ ها محوربلوک سيلندر و محور محرک در يک راستا قرار مي گيرند و در حين حرکت دوراني به خاطر پيروي از وضعيت صفحه زاويه گير پيستون ها حرکت رفت و برگشتي انجام خواهند داد ، با اين حرکت سيال را از ورودي مکيده و در خروجي پمپ مي کنند. اين پمپ ها را مي توان با خاصيت جابجايی متغير نيز طراحي نمود . در پمپ هاي با جابجايی متغيير وضعيت صفحه زاويه گير توسط

مکانیزم هاي دستي ، سرو کنترل و یا از طریق سیستم جبران کننده تنظیم مي شود. حداکثر زاویه صفحه زاویه گیر حدود 17.5 درجهمیباشد.



شکل10 - پمپ پیستونی محوری با صفحه زاویه گیر



سکل11 - برش محوری از پمپ پیستونی محوری با صفحه زاویه گیر

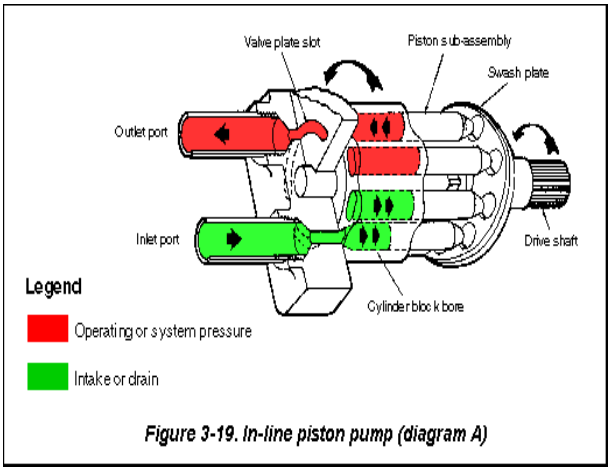


Figure 3-19. In-line piston pump (diagram A)

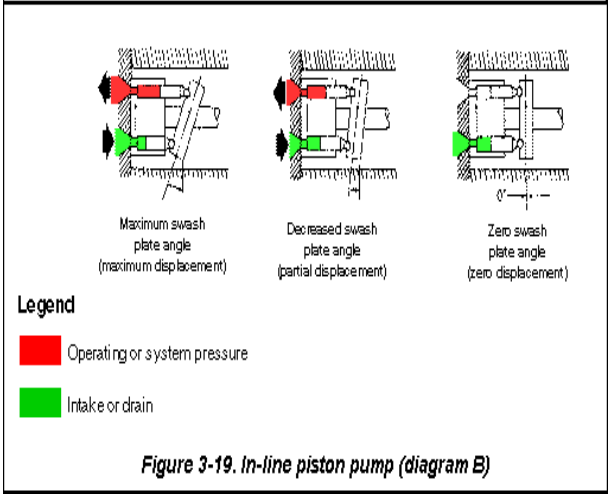
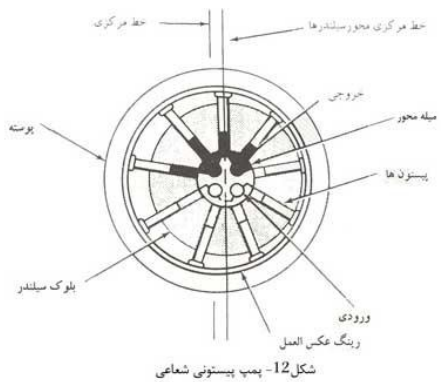


Figure 3-19. In-line piston pump (diagram B)

پمپهاي پيستوني شعاعي (Radial piston pumps)

در اين نوع پمپ ها ، پيستون ها در امتداد شعاع قرار ميگيرند.پيستون ها در نتيجه نيروي گريز از مركز و فشار سيال پشت آنها همواره با سطح رينگ عكس العمل در تماسند.

براي پمپ نمودن سيال رينگ عكس العمل بايد نسبت به محور محرک خروج از مركز داشته باشد (مانند شكل) در ناحيه اي كه پيستون ها از محور روتور فاصله دارند خلا نسبي بوجود آمده در نتيجه مكش انجام ميگيرد ، در ادامه دوران روتور، پيستون ها به محورنزديک شده وسيال موجوددرروتوررابه خروجي پمپ ميكند. درانواع جابجايی متغيير اين پمپ ها با تغيير ميزان خروج از مركز رينگ عكس العمل نسبت به محور محرک مي توان مقدار خروجي سيستم را تغيير داد.

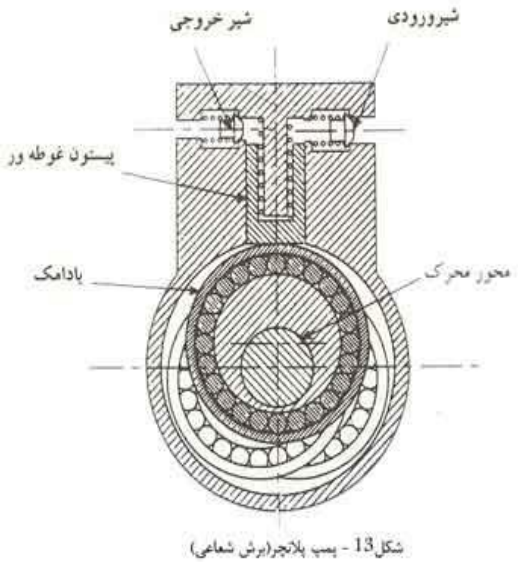


شکل12- پمپ پیستونی شعاعی

پمپ هاي پلانچر (Plunger pumps)

پمپ هاي پلانچر يا پمپ هاي پيستوني رفت و برگشتي با ظرفيت بالا در هيدروليک صنعتي کاربرد دارند. ظرفيت برخي از اين پمپ ها به حدود چند صد گالن بر دقيقه مي رسد.

پيستون ها در فضاي بالاي يک محور بادامکي (شامل تعدادي رولبرينگ خارج از مرکز) در آرايش خطي قرار گرفته اند. ورود و خروج سيال به سيلندر ها از طريق سوپاپ ها(شير هاي يک ترفه) انجام مي گيرد.



شکل13 - پمپ پلانجر(برش شعاعی)

راندمان پمپ ها (Pump performance) :

بازده يک پمپ بطور کلي به ميزان تلرانسها و دقت بکار رفته در ساخت ، وضعيت مکانيکي اجزاء و بالانس فشار بستگي دارد. در مورد پمپ ها سه نوع بازده محاسبه مي شود:

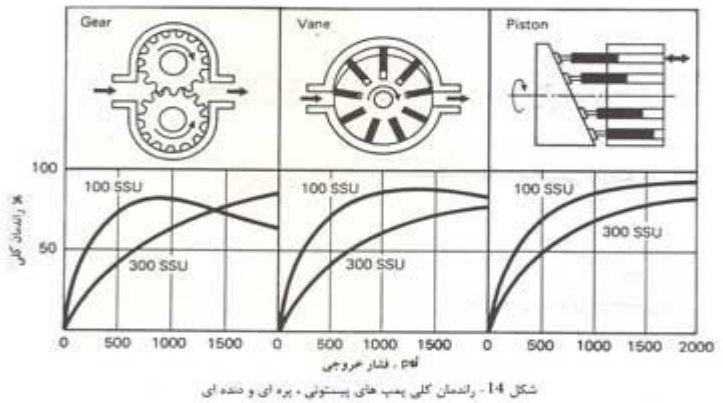
1- بازده حجمي که مشخص کننده ميزان نشتي در پمپ است و از رابطه زير بدست مي آيد

(دبي تئوري که پمپ بايد توليد کند /ميزان دبی حقيقی پمپ)=بازدهحجمي

2- بازده مکانيکي که مشخص کننده ميزان اتلاف انرژي در اثر عواملي مانند اصطکاک در ياتاقان ها و اجزاي درگير و همچنين اغتشاش در سيال مي باشد.

(قدرت حقيقی داده شده به پمپ /قدرت تئوری مورد نياز جهت کار پمپ) = بازده مکانيکي

3- بازده کلي که مشخص کننده کل اتلاف انرژي در يک پمپ بوده و برابر حاصضرب بازده مکانيکي در بازده حجمي مي باشد.

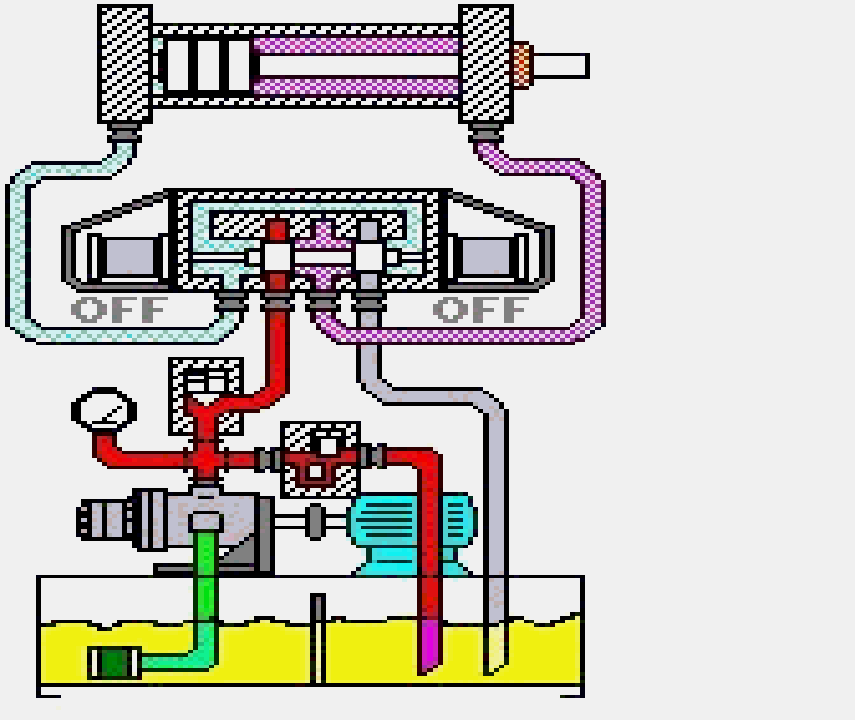


شکل 14 - راندمان کلی پمپ های پیستونی ، پره ای و دنده ای

كاربرد پمپ ها در سيستم هاي هيدروليك

پمپهاي هيدروليك تنهايك وظيفه مهم دارندوآن به جريانان داختن سيالات هيدروليك است. عامه مردم تصورميكنندكه پمپها،فشارموردنيازرا ايجادميكنند،ليكن اينتصور نادرست است. فشار ناشي از عواملي مانند مقاومت خطوط لوله، گرانروي و بار روي محرك ها (Actuator) در مقابل جريان سيال، مقاومت مي كنند. در واقع شفت پمپ، انرژي مكانيكيِ موتور الكتريكي يا موتورهاي ديزلي و بنزيني را به انرژي سيال تبديل مي كند. پمپ هاي سيستم هاي هيدروليك از نوع پمپ هاي جابجايي مثبت هستند. در اين پمپ ها كه با آب بندهاي خاص و لقي هاي بسيار كم طراحي مي شوند، با هر جابجايي حجم معيني از سيال تحت فشارهاي نرمال پمپ مي گردد به طوري كه احتمال برگشت سيال تقريباً غيرممكن است.

فشارسيستم به دليل بار روي محرك كه هنگامي درنتيجه افزايش مي يابد، موتور الكتريكي يا موتور Actuator (ديزلي بايد شديدتر كار كند تا حجم مورد نياز را منتقل كند كه اين به معناي توان الكتريكي بيشتر و يا افزايش مصرف سوخت است. در واقع چون اين جريان به نواحي حساس سيستم پمپ مي شود (آب بندها، شلنگ ها و غيره) هميشه سيستم به يك شير اطمينان مجهز مي شود.



معیارهای انتخاب پمپ:

عوامل موثر واصلی در انتخاب انواع پمپ عبارتند از:

1)حداکثر فشارکاری 2)حداکثر دبی خروجی 3)نوع کنترل 4)نوع سیال 5)اندازه و وزن 6)بازده 7)قابلیت دسترسی وتعویض اجزاء 8)نگهداری وقطعات یدکی 9)سرعت محرک 10)سر وصدا 11)تلرانسهای مورد نیاز

حداکثر فشار کاری:

حداکثر فشار کاری با مشخص شدن قدرت مورد نیاز مدار تعیین میگردد.بطور کلی فشار کاری بالاتر،قیمت بیشتر اجزاء وکاهش قابلیت انتخاب آنها را سبب میگردد.ولی در عین حال برای برای یک سیستم مشخص ،استفاده از پمپ کوچکتر(درنتیجه کاهش نیاز به دبی زیاد) لوله هی با قطر کمترونیز اجزاءکوچکتر دیگر

را در پی خواهد داشت.

حداکثر دبی خروجی:

پمپ باید قابلیت تامین دبی مورد نیاز را داشته باشد.درصورت ثابت بودن می توان پمپ با جابه جایی ثابت انتخاب نمود ولی هنگامی که مدار درعملکرد خود به چند دبی متفاوت نیاز داشته باشد سیستم پمپاژ متشکل از چند پمپ کارآنی مناسبی دارد.هنگام نیاز به تغیرات کوچک دبی از پمپ با جابه جایی متغیر استفاده می شود.ظرفیت خروجی پمپ ها به تغییرات لزجت در اثر تغییرات دما وفشار ومیزان نشتی بوجود آمده در اثر سایش اجزاءپمپ بستگی دارد.پمپها از نظر خروجی درمحدوده ی وسیعی ازLit/min1تاLit/min1000 وبالاتر قابل دسترسی هستند.

سرعت محرک پمپ:

محور اکثر پمپ ها مستقیما توسط موتور الکتریکی یا موتور احتراق داخلی بچرخش در می آید. میزان دبی خروجی،سرعت گردش محور ورودی متناسب است حداقل وحداکثر سرعت محورتوسط سازنده تعیین میگردد.سرعت بالاتر محورپمپ،عمر کوتاهتر آن به دنبال خواهد داشت.

نوع سیال:

در طراحی پمپها محدوده خاص از لزجت سیال در نظر گرفته می شود.روغن های مهندسی با لزجت لازم برای عملکرد رضایت بخش بیشتر پمپ ها مناسب می باشند سیالات مشتق از آب علاوه بر آنکه قابلیت روغنکاری یاتاقانها و اجزاء متحرک را ندارند.کاهش عمر پمپ را بیشتر موجب میگردند.

آلودگی سیال:

هر گونه آلودگی سیال موجب آسیب رسیدن به پمپ می شود.پمپهای دقیق با تلرانسهای ظریف،حساسیت بیشتری به آلودکی دارند.در صورت نیاز به پمپ نمودن سیال آلوده باید از صافیهای مناسب نیز در مسیر خط مکش پمپ استفاده نمود.

سر وصدا:

از دیگر عوامل موثر در بازدهی پمپ سروصدا بوده که برحسب واحد دسی بل اندازه گیری می شود.بطور معمول افزایش سر وصدا در مپپ بیانگر افزایش در سائیدگی و خرابی اجزاء آن است.پمپ های با جابه جایی ثابت بدلیل ساختمان ثابت صلب

تر دارای صدای کمتری نسبت به نوع جابه جایی متغیر می باشند.جهت کاهش سر وصدا،استفاده از سرعت دورانی پایین تر(1000 تا2000rpm)وانتخاب مناسبی از ابعاد وفشار جهت تامین توان مورد نیاز توصیه میگردد. دلیل دیگر ابعاد سر وصدا کاویتاسیون بوده که در اثر ورود حبابهای هوا بداخل سیال هیدرولیک بوجود می آید.

جهت حفاظت پمپ در مقابل کاویتاسیون وبالاتر نگاه داشتن فشار از فشار اشباع سیال در ورودی پمپ رعایت موارد زیر اعزامی است:

1)سرعت خط مکش کمتر از 5ft/sec در نظر گرفته شود.

2)خطوط ورودی پمپ حتی الامکان کوتاه انتخاب شود.

3)از حداقل اتصالات در خط ورودی استفاده شود.

4)پمپ حتی الامکان نزدیک به مخزن نصب شود.

5)از فیلترهای با افت فشار کم وشاخص آلودگی استفاده شود.

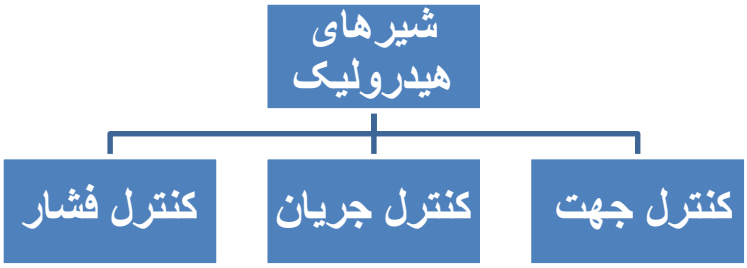
به دلیل افزایش حبابهای هوا در اثر دما، دمای روغن بایدبین 120تا 150°F نگه داشته شود تاضمن تامین محدوده مناسب از نظر لزجت مقاومت لازم نیز در برابر ایجاد حبابهی هوا وجود داشته باشد.

شیر های هیدرولیک:

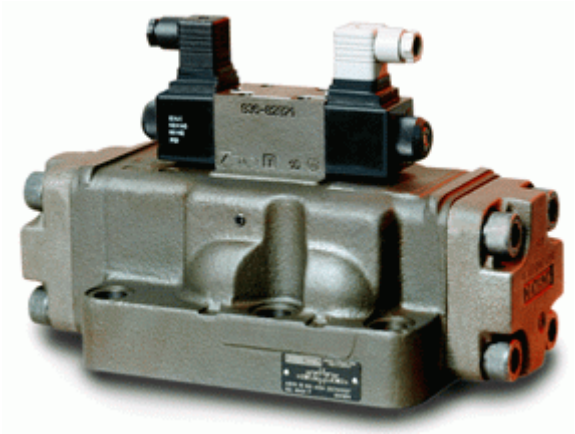
شیرها

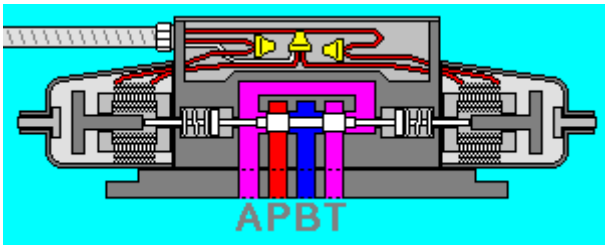
شیر: انرژی سیال توسط وسایل کنترلی که اصطلاحا شیر نامیده می شود ،کنترل می شود

بطور کلی شیر ها به سه گروه تقسیم می شوند:



شیرهاي کنترل جهت





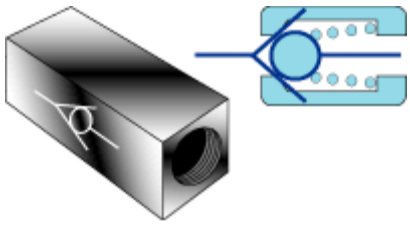
1)**شیرهای کنترل جهت :** تعیین کننده عبور جریان سیال در مدار می باشد وبه عنوان مثال می تواند جهت حرکت یک سیلندر یا موتور الکتریکی تعیین نمایید.

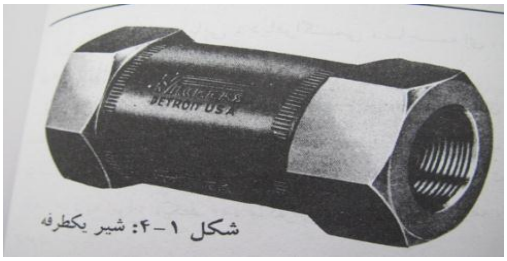
انواع شیرهای کنترل جریان :

(1) یک طرفه (2) دو راهه (3) چند راهه (4)ماکوئی (5) سوئیچ های حدی وتناسبی.

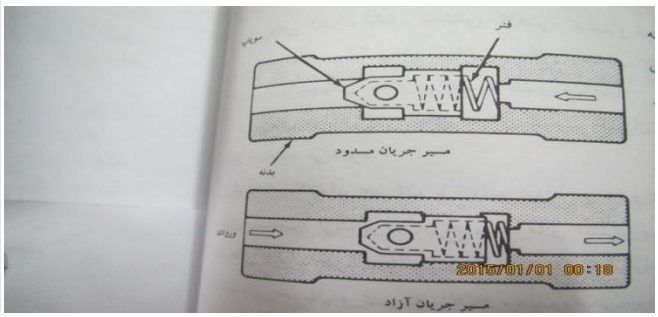
1)شیر های یکطرفه:

ساده ترین نوع شیرهای کنترل جهت است که حرکت آزاد سیال را در یک جهت میسر ساخته و از حرکت آن درجهت مخالف جلوگیری می کند.





شکل ۱-۴: شیر یکطرفه



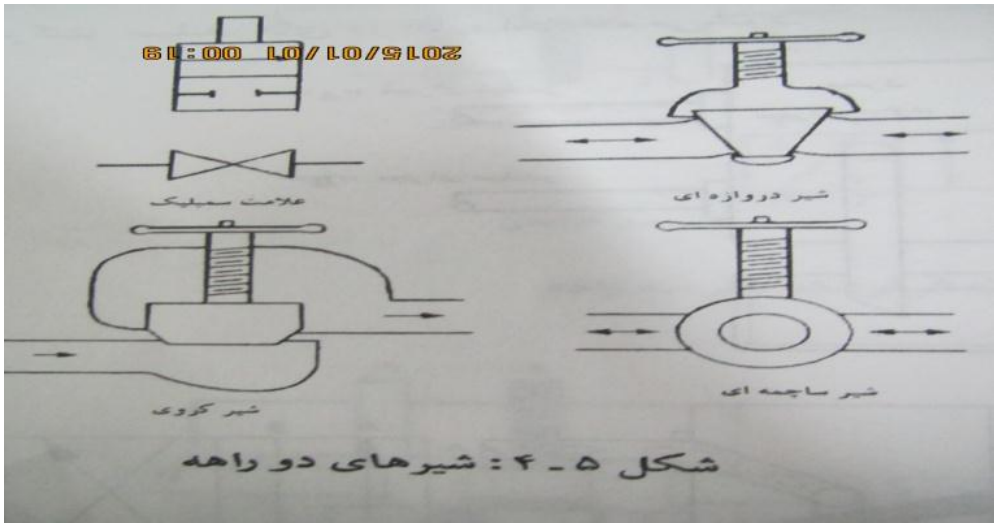
2)شیر های دو طرفه (دوراهه):

به عنوان شیر های باز وبسته وبا امکان عبور دوطرف سیال در مدار مورد استفاده قرار می گیرد.انواع این شیرها عبارتند از:

1)نوع دروازه ای

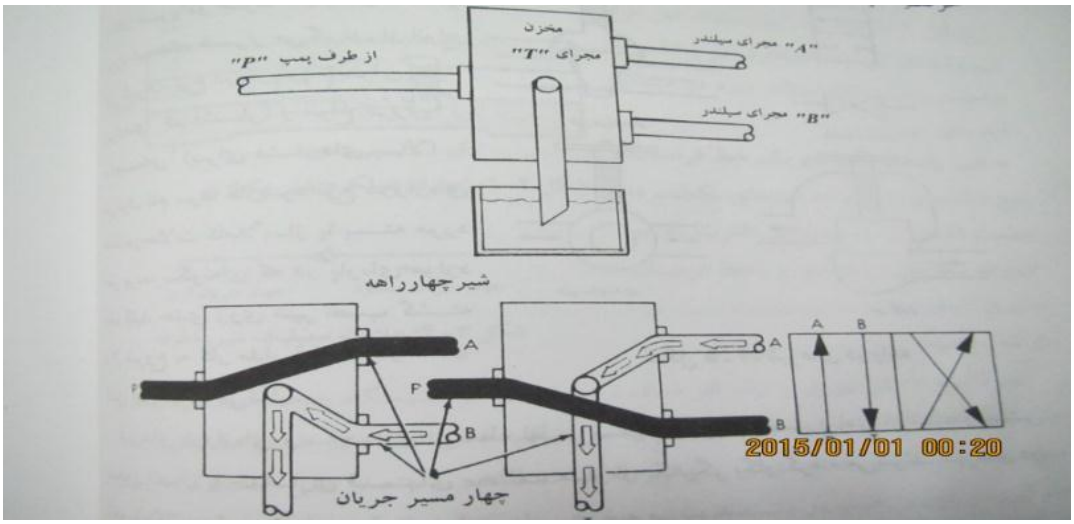
2)نوع کروی وساچمه ای برای فشار های بالا

کاربرد نوع دروازه ای فقط در حالات کاملا باز وبسته مورد استفاده قرار می گیرد شیرهای دروازه ای وساچمه ای از نظر تنظیم جریان دقت زیادی نداشته وبیشتر به منظور اتصال یا جدا سازی قسمت های مختلف مداراز یکدیگر به کار گرفته می شود.



3)شیر چند راهه:

این شیر ها با تغییر وضعیت مکانیزم داخلی آنها سیال ورودی به هر یک از دهانه های مورد نظرهدایت می شود.مکنیزم داخلی معمولا از نوع پرپره ای(لغزشی) می باشد.



ترسم وخواندن علائم شیرهای کنترل جهت:

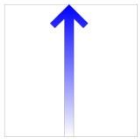
موضع : بیانگر حالتی از شیر می باشد به طور مثال باز،بسته شروع.

موضع سوئیچی:

هر شیر توسط قسمت متحرکی (فنر)می تواند موضع سوئیچ شده مخصوصی را به خود بگیرد به طور مثال باز وبسته.هر موضع سوئیچ شده توسط یک مربع نمایش داده می شود . هر موضعسوئیچ شده ای را می توان باعدد یا حروف الفبا مشخص کنید به طورمثال:شیر با موضع سوئیچی

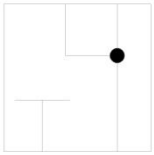
A	B	C

.مسیر وجهت جریان در داخل مربع ها مشخص می گرددعلامت درداخل مربع نشان گر بسته بودن مسیر عبور است علامت پیکان داخل مربع نشانگر عبور آزاد جهت مسیر در آن موضع است.



مسیر بسته

ارتباط واتصال مسیرها در داخل مربع را با نقطه مشخص می نمایند.



دهانه های اتصالی هر موضع را یا خطوط کوتاه ترسیم می نمایند این خطوط فقط در موضع سکون یا نرمال ویا در موضع شروع به مربع اتصال است.

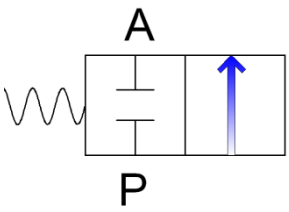
موضع سکون یا نرمال :

در شیر های با موضع برگشت (به طور مثال توسط فنر)به موضعی گفته می شود که شیر مزبور توسط یک قطعه متحرک از خود شیر بی خود می گردد البته وقتی که شیر متصل نباشد.

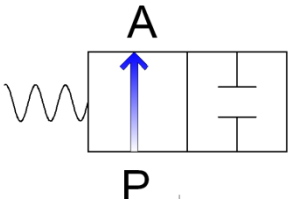
موضع شروع :

موضعی که قسمت متحرک یک شیر پس از اتصال شیر به خط انرژی به خود می گیرد به طور مثال در اثر فشار سیستم یا جریان برق علائم وحروف الفبا A،B،Cدهانه های خطوط کار یا مسیر قطعات کار کننده ها (سیلند یا موتور) می باشد. P دهانه ی تغذیه ی انرژی فشار می باشد. R،S،Tدهانه ی تخلیه می باشد.

موضع سکون بسته: عبور جریان از P به A صورت نمی گیرد.



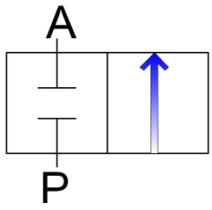
موضع سکون عبور: عبور جریان از P به A صورت می گیرد.



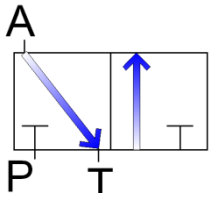
عنوان هر شیر : بستگی به تعداد وباز سوئیچی وتعداد دندانه های آن شیر دارد.به طور مثال شیر راه دهنده $\frac{3}{2}$ یعنی شیری که دارای 3دهانه و2 موضع سوئیچی می باشد.

مثال:

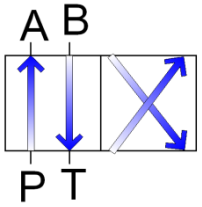
شیر راه دهنده $\frac{2}{2}$ یعنی (2دهانه و 2 موضع سوئیچی)



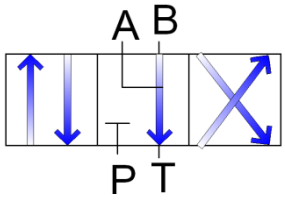
شیر راه دهنده $\frac{3}{2}$ یعنی (3دهانه و 2 موضع سوئیچی)



شیر راه دهنده $\frac{4}{2}$ یعنی (4دهانه و 2موضع سوئیچی)

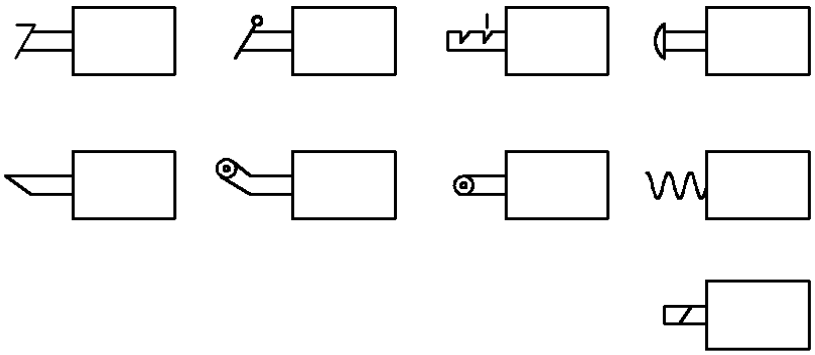


شیر راه دهنده $\frac{4}{3}$ یعنی (4دهانه و 3 موضع سوئیچی)

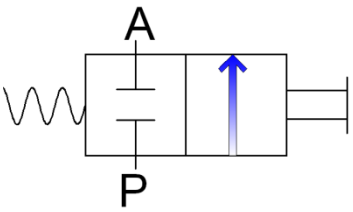


کار انداز شیرها:

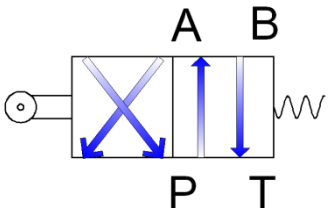
انواع وسایلی که می تواند شیر راه دهنده را به کار اندازد (سوئیچ نماید) عبارتند از وسایلی چون نوع دستی ، نوع مکانیکی ، نوع برقی .



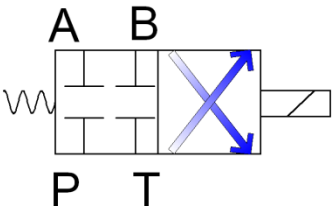
این علائم سوئیچیکلا در کنار مربع ها قرار گرفته اند به طور مثال شیر راه دهنده $\frac{2}{2}$ با کار انداز دستی شستی و برگشت فنری.



مثال:شیر راه دهنده $\frac{4}{2}$ با تحریک مکا نیکی غلتکی و برگشت فنری.



مثال:شیر چهار راهه دو وضعیتی $\frac{4}{2}$ با تحریک سولونوئیدی و برگشت فنری.

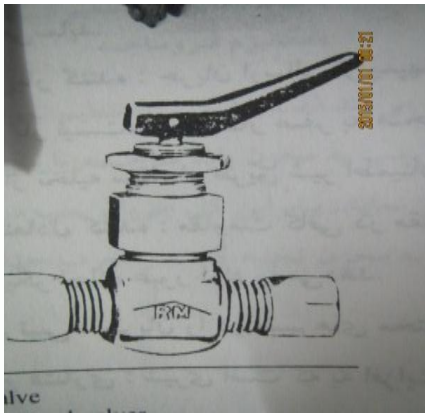


شیرماکوئی :

امکان اتصال دو منبع قدرت هیدرولیک را فراهم می نمایند.یکی از دو منبع،منبع قدرت اصطراری بوده ودر صورت خراب شدن پمپ اصلی در مدار قرار می گیرد.

شیرهای کنترل فشار:

کنترل دقیق فشار سیستم کنترل دقیق نیروهای تولید شده در عملگرها را امکان پذیر نموده و اجزای سیستم را در مقابل ایجاد تنش های غیر مجاز حفاظت می کند.



شیرهای کنترل فشار بسته به نوع کاربرد دارای انواع زیر می باشد:

1)شیراطمینان ساده

2)شیراطمینان ترکیبی

3)شیر کاهنده فشار

4)شیر بی بار کننده

5)شیر متعادل کننده

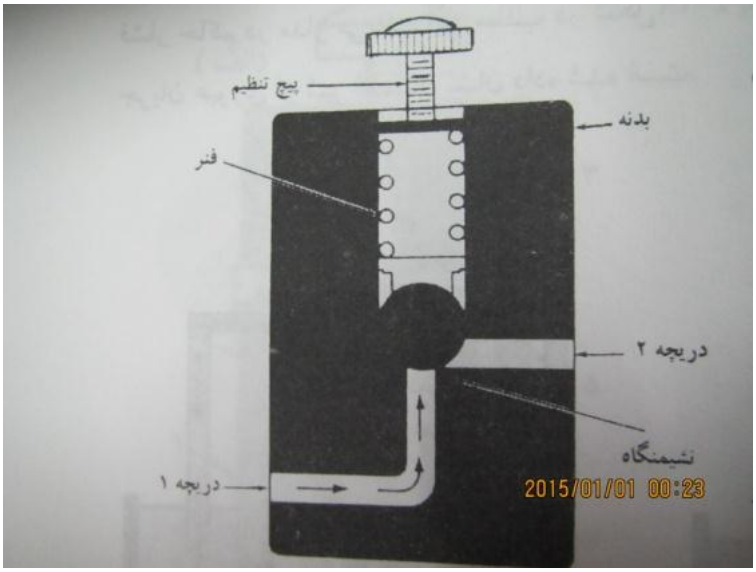
6)شیر ترتیبی

7)سوئیچ های فشاری

شیر اطمینان ساده:

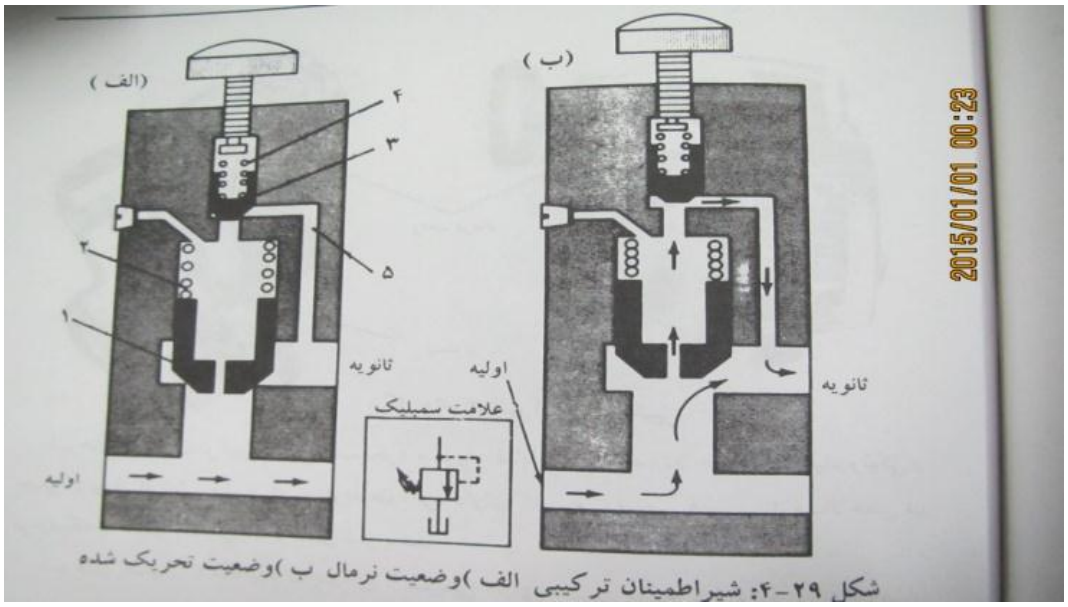
ضمن محافظت نمودن خطوط لوله و تجهیزات در مقابل افزایش فشار حداکثر فشار را که می توان در قسمتی از مدار مورد استفاده قرار داد محدود می نماید و از پر کاربرد ترین انواع شیرهای کنترل فشار می باشد.هم چنین ظرفیت تحمل بار مقابل (نیرو-گشتاور)توسط سیلندرها و موتورهای

هیدرولیکی را محدود می نماید.شیر اطمینان یک شیر نرمان بسته استکه هنگام رسیدن فشار به مقدار معین جریان اضافی را از پمپ به مخزن بازگردانده وسطح فشار را تا حد تنظیمی نگه می دارد و در نزدیکی خروجی پمپ ها نصب می گردد.



شیر اطمینان ترکیبی

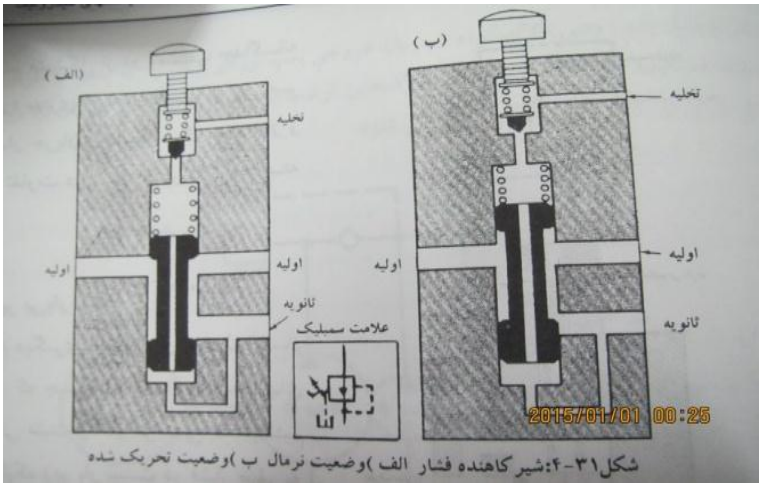
:مانند شیر اطمینان ساده بوده ولی دسترسی به سطوح فشاردقیق را امکان پذیر می سازد.به دلیل عملکرد صحیحقابلیت میرا بودن ضربات هیدرولیکی وجلوگیری از افزایش فشار در خطوط طولانی دارای کاربرد وسیعی هستند بلاخز وقتی که به سطح فشار بالا و دقیق نیاز باشد برای جریان های مداوم و نوسانات کم استفاده می شود برای جریان هایی55gpm و فشار حدی تا 5000psi طراحی می شود.



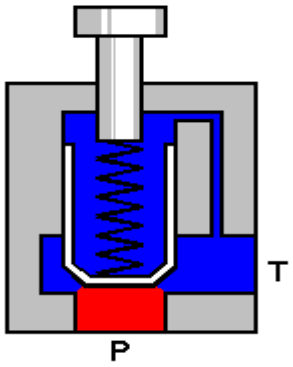
شکل ۳۰-۴ : شیر اطمینان ترکیبی

شیر کاهنده فشار:

فشار کاهش یافته ای را در خروجی بدون وابستگی به فشار ورودی تامین می نماید.در شیرهای کاهنده فشار جریان اضافی به مخزن بر نمی گردد.بلکه با ایجاد افت فشار در اثر تنگ شدن گلوگاه صرفا فشار در خروجی کاهش می یابد . کاربرد این نوع شیر در مواقعی که در نقطه ای از مدار فشار محدود و قابل کنترل نیاز باشد مانند فشار در سیلندر متصل به گیره ای که قطعات ظریف را نگه می دارد اهمیت دارد وبرای دبی کم $45\frac{Lit}{\min}$ و فشارهایی تا 210bar استفده می شود.

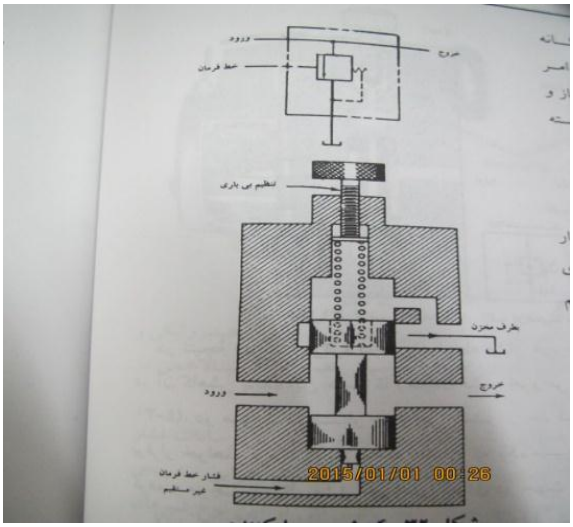


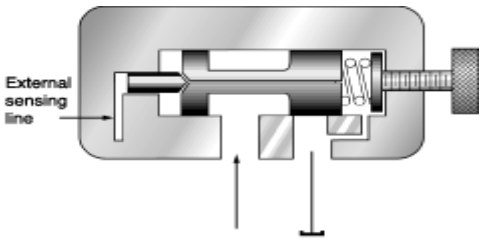
شکل۳۱-۴:شیر کاهنده فشار الف)وضعیت نرمال ب)وضعیت تحریک شده



شیر بی بار کننده :

جریان ارسالی از پمپ های جا به جایی مثبت را در مواقعی که سیستم هیدرولیک زیر بار نیست در فشار صفر به مخزن تخلیه نموده واز مصرف توان و اتلاف حرارتی ناشی از تخلیه سیال از طریق شیر اطمینان در فشار بالا کاسته می شود.





شیر متعادل کننده :

مقاومت کافی در مقابل عبور جریان در یک جهت را ایجاد نموده اما در جهت دیگر اجازه ی عبورآزاد می دهد.

شیر ترتیبی :

جریان را در مسیرهای مختلف با ترتیب خاص هدایت می کند از شیرهای ترتیبی به منظور اصول اطمینان از تامین فشار به اندازه معین در یک قسمت از مدار قبل از شروع به کار قسمت های دیگر نیز استفاده می شود .

سوئیچ فشاری :

شیری است که به افزایش یا کاهش فشار سیال حساس می باشد وبا حس نمودن تغییرات فشار در یک محدوده مشخص یک کلید الکتریکی را باز یا بسته می نماید.

شیرهای کنترل جریان :

از شیر های کنترل جریان جهت تنظیم سرعت سیلندرها و موتورهای هیدرولیکی به وسیله تغییر میزان دبی ورودی وخروجی آنها استفاده می شود.

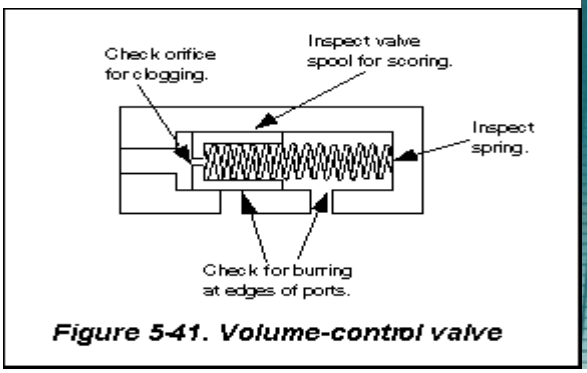


Figure 5-41. Volume-control valve

روغن های هیدرولیکی :

روغنی است که مورد استفاده آن فقط در سیستم انتقال هیدرولیک بوده و دارای خاصیت چرب کاری هم است. هم چنین باید در فشارهای بالا مقاوم بوده و خواص خود را از دست ندهد.

از روغن هیدرولیک به دو منظور اشتفاده می شود:

1) انتفال فشار پمپ هیدرولیک با ادبات با دستگاه سنگین

2) سهولت در تغییر خط مسیر با فرمان بعضی از وسایل سنگین

هرگاه درسیستم هیدرولیک روغن رقیق تر به کار رود به علت کم شدن فشار راندمان پمپ پایین می آید و درجه حرارت بالا می رود . هم چنین روغن هیدرولیک رقیق از گوشه وکنار واشرها به خارج نشت کرده وموجب خرابی پمپ می شود .

مواد شیمیایی به کار رفته در روغن های هیدرولیک عبارتند از:

1) ماده ضد اکسید شدن جهت جلوگیری از غظلت تدریجی

2) ماده ضد زنگ جهت جلوگیری از خورده شدن فلزات

3) ماده ضد کف

4) ماده ضد فشار که از تراشیده شدن وفرسایش بدنه و پره های پمپ جلوگیری می کند.

انتخاب نوع سیال هیدروليك و نحوه استفاده از آن توسط متخصصين و طراحان تجهيزات هيدروليك تعيين ميگردد و به پارامترهاي ذيل وابسته ميباشد:

- روغنکاری و مشخصه های ضد سایش
- تحمل بار
- ضریب اصطکاک
- دانسیته
- ویسکوزیته و تغییرات آن ناشی از دما و فشار
- پایداری برشی
- سازگاری (با آببندها، سایر سیالات، موارد افزودنی، آب، ذرات فلز)
- پایداری در برابر حرارت، اکسید شدن ، آتش
- تراکم پذیری
- میزان جذب و دفع هوا
- قابلیت فیلتر شدن خوب
- ارزان یا گران بودن

اکسیداسیون روغن:

در هنگام حرکت سیال از مناطقی که تحت فشار اتمسفر می باشد به سمت نقاطی که حداکثر فشار سیستم را دارا می باشد، پدیده تراکم آدیاباتیک حباب ها موجب افزایش فوق العاده درجه حرارت می شود. گرمای زیاد ایجاد شده که معمولاً امکان دفع شدن ندارد باعث اکسیداسیون سریع روغن می شود.

انواع سیالات هیدرولیک :

روغن های معدنی :

این روغن ها به طور گسترده به عنوان سیال هیدرولیک مورد استفاده قرار می گیرد از مزایای این روغن ها می توان قیمت مناسب ،سهولت دسترسی وقابلیت ارئه در لزجت های مختلف .ازمعایب این روغن ها می توان اشتعال افزایش لزجت در فشارهای بالا رانام برد.خطر استفاده از این روغن ها در بسیاری از کاربردهای صنعتی نظیر ماشین آلات معدنی زغال سنگ می باشد.مشخصه لزجت فشار کاربرد روغن های معدنی را به فشارهای زیر 1000bar محود می کند.

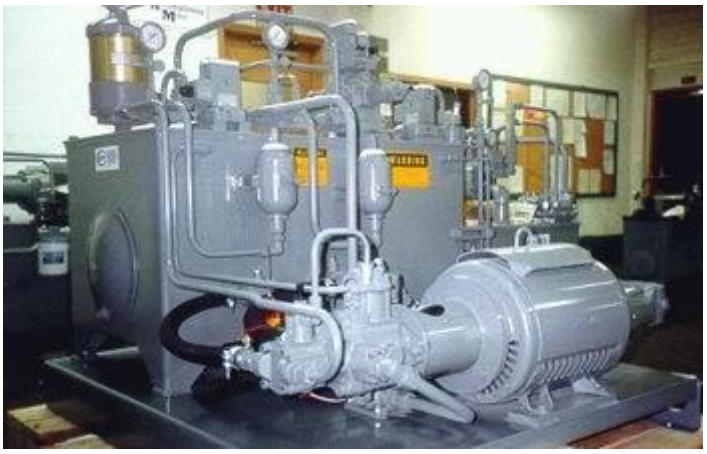
محلول شیری روغن در آب:

با اضافه کردن ذرات ریز روغن به آب بین 2% الی 5%سیال با مشخصات نزدیک به آب به وجود می آید.دارا بودن خواص ضد اشتغال،قدرت تراکم پذیری بالا، با اضافه خنک کاری مطلوب سیال نسبتا مناسبی را به وجود می آورد ولی در عین حال به دلیل ضعف خاصیت روان کاری وپایین بودن لزجت ودر نتیجه ایجاد تنش بالا به صورت معمول جایگزین خوبی برای روغن های معدنی نمی باشد.اما به صورت وسیعی درماشین آلات معدنی وپمپ های با سرعت پایین مورد استفاده قرار می گیرد.

محلول شیری آب در روغن:

به عنوان یک سیال هیدرولیک ضد اشتغال مورد استفده قرار می گیرد خطرات ریز آب به روغن اضافه شده ومشخصاتی نزدیک به روغن اضافه می کند با افزودن قطرات آب خواص روغن کاری به شدت کاهش می یابد .محلول معمولا 60% روغن و40%آب تشکیل شده به منظوراستفاده از عمر بهینه محلول،دمای کار نباید بیش از25درجه سانتیگراد باشد. اما افزایش دما تا 50 درجه سانتی گراد نیز مجاز می باشد.

مخزن



مخزن روغن :

مخزن روغن جزء مهمی از سیستم هیدرولیک است ونماد ترسیمی آن به صورت مخزن است.

نقش مخزن در سیستم هیدرولیک:

1) انباشت روغن برای سیستم هیدرولیک

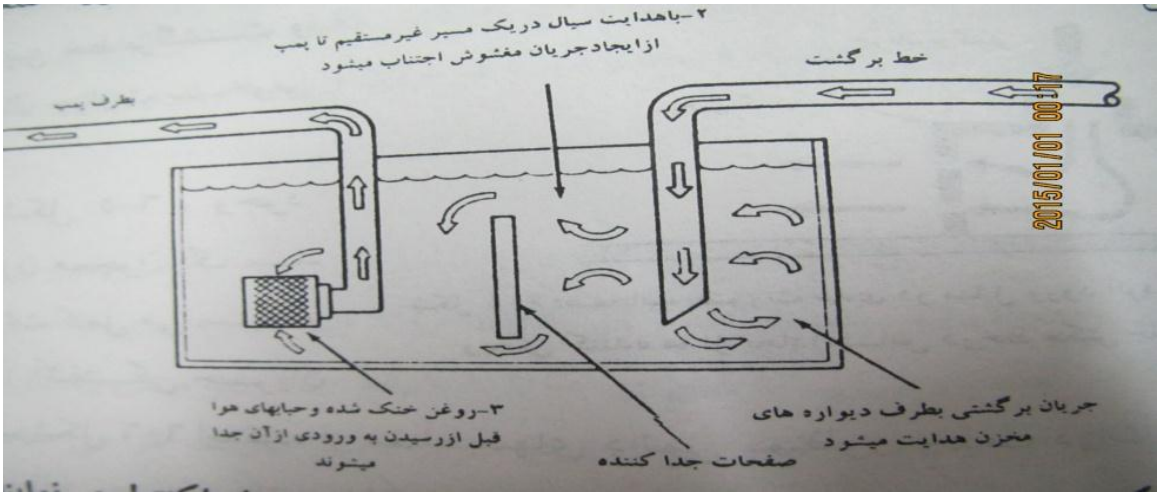
2)کمک کردن به تعادل گرمایی روغن وحفظ دمای آن در حد دلخواه به دلیل حجم وسطح زیاد مخزن وامکان تعادل حرارتی برای روغن برگشتی از سیستم یا تخلیه شده از شیر اطمینان

3)مخزن ها همانند پایه ای برای گرفتن اجزاءدیگر واحد قدرت است.

4)مخزنی که درست طراحی شده باشد سرعت روغن را در بر گشت از سیستم کم می کند واز کف کردن آن جلوگیری می کند .مایعات اگر به طور ناگهانی وبا فشار با جامدی برخورد کند به دلیل اختلاف با هوا کف می کند.

5)با توجه به این که مخزن در پایین ترین نقطه سیستم هیدرولیک قرار بگیرد موجب جمع شدن ذرات معلق و ته نشین شدن آنها می شود و محیط آنها را تمیز می کند.

نصب صفحات موج گیردر مخزن هیدرولیک: از موج زدن وکف کردن روغن جلوگیری می کند و آرام کردن روغن موجب هر چه ته نشین شدن ذرات معلق می شود وباعث خارج شدن هوا از داخل روغن می گردد.



مخزن باید دارای دریچه شستشوبا ابعاد مناسب باشد تا تمیز کاری آن بدون نیازبه برداشتن روی مخزن امکان پذیر باشد.مخزن باید دارای روغن نمای قابل دیداز بیرون باشد.کف مخزن باید آهنربایی قرار داد تا ذرات براده آهن که از اجزای مختلف سیستم جدا می شود را بگیرد برگشت روغن باید نزدیک به کف مخزن ودر سمت مخالف ورودی باشد .مخزن ها ممکن است سر باز یا سر بسته باشد در نوع سر بازباید در پوشی روی مخزن را پوشاند که باید دارای ویژگی های زیر باشد:

1) از ورود ذرات گرد وغبار جلوگیری کند.

2) مانند پایه ای برای پمپ و موتور برقی عمل کند.

3) راه گاه ودریچه ی ورودی برای پر کردن مخزن و هوا کشی ومسیری برای خط برگشت شیر اطمینان فراهم کند.

ابعاد مخزن:

ابعاد مخزن بایستی با در نظر گرفتن مواردی به شرح زیر تعیین گردد:

1) باید شرایط ته نشین شدن آلودگی ها وذرات خارجی و هم چنین امکان خروجی هوا فراهم گردد.

2) توانایی پذیرش کل روغن سیستم را داشته باشد.

3) بتواند سطح روغن را به اندازه کافی بالا نگه دارد تا از به وجود آمدن گردابی در نزدیکی ورودی پمپ جلوگیری به

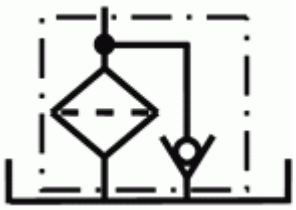
عمل آید.یا به عبارت دیگراجازه ورود هوا به پمپ داده نشود .

4)به اندازه کافی دارای سطوح جانبی باشد تا حرارت تولید شده توسط سیستم را دفع نماید.

5)جهت انبساط حرارتی روغن، فضای کافی وجود داشته باشد.

6)گنجایش 3برابر دبی حجمی پمپ را داشته باشد.
دبی حجمی پمپ×3=حجم مخزن

فیلترها



بسیاری از عملکردهای نا مناسب در سیستم هیدرولیک ناشی از روغنهای بسیار کثیف می باشد.

- فیلتر خط مکش
- فیلتر خط فشار
- فیلتر خط برگشت
- فیلتر بای پس

معیارهای طراحی و انتخاب فیلتر

- میزان حساسیت اجزاء بکار گرفته شده در سیستم هیدرولیک به ذرات خارجی
- تعیین میزان دبی
- اختلاف فشار مجاز
- سازگاری مواد فیلتر با روغن مورد استفاده
- دمای کاری
- ویسکوزیته روغن

در تعیین سایز فیلتر موارد ذیل در نظر گرفته می شوند:

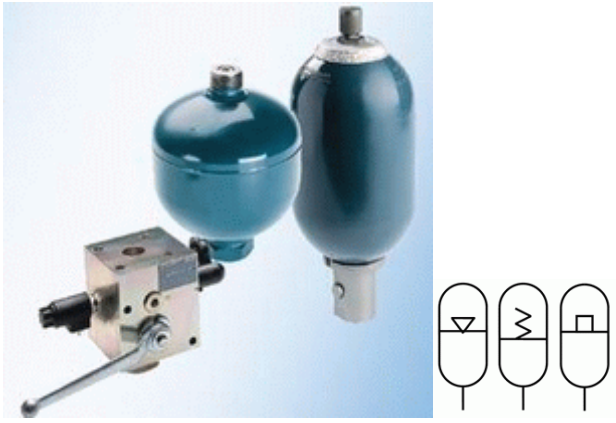
- میزان آلودگی محیطی که سیستم در آن قراردارد.
- میزان مراقبت و سرویس سیستم هیدرولیک
- دمای کاری روغن

سایز فیلتر ورودی روغن به پمپ معمولا 3 تا 4 برابر دبی پمپ انتخاب میشود.

راههای ورود آلودگی و ذرات خارجی به سیستم هیدرولیک :

- آلودگیهاي خارجي
- مونتاژ
- راه اندازي
- ذرات داخلي
- سایش
- تعمیرات

انباره ها:



انباره ها وسیله ای است برای انباره یا ذخیره کردن انرژی سیال .

انباره های هیدرولیکی:

انباره های روغنی یا هیدرولیکی برای اهداف گوناگون بکار می روند.بعضی از این کاربردها عبارتند ار:

1)ضربه گیری

2)جبران کاهش روغن در سیستم بسته

3)جبران نشت سیستم

4)در دسترس بودن منبع توان اضطراری در لحظه افت توان عادی منبع تغذیه

5)جداسازی روغن از سیالی دیگر به عنوان مانع،سد در برابر انتقال ناخواسته.

کاربرد انباره:1) به عنوان منبع قدرت 2) خنثی کردن ضربات پمپ 3) خنثی کردن ضربات فشار 4) منبع قدرت اصطراری یا آمده به کار5) جبران کننده نشتی 6) متعادل کننده

به عنوان منبع قدرت:یکی از کاربرد های پمپ انباره تامین جریان زیاد سیال در طی مدت زمان کوتاه می باشد برای این منظور از یک پمپ با خروجی کم جهت شارژ انباره در مدت زمان طولانی مورد استفاده قرار می گردد.سیال ذخیره شده در انباره هنگام نیاز سیستم به جریان بالا به مدار فرستاده می شود.در مدت زمان تخلیه انباره پمپ از فعالیت ایستاده تا پس از تخلیه مجدد آن را شارژ نماید.

خنثی کننده ضربات پمپ: خروجی اکثر پمپ های هیدرولیک نسبت به زمان کاملا ثابت نبوده و این نوسانات خروجی موجب

تولید ضربان در سیستم می گردد . در صورت نیاز خروجی ثابت در سیستم استفاده از انباره و استقرار آن در بالای دست پمپ توصیه می گردد.

خنثی کردن ضربانات فشار: عملکرد ناگهانی یک شیر موجب به وجود آمدن امواج ذره ای وفشاری می گردد که در سیستم های آبی به این پدیده ضربه قوچ می گویند.توقف ناگهانی سیال در اثر مسدود شدن یک شیر سبب ایجاد انباره فشاری می گردد که در اثر رفت وبرگشت در درون خطوط لوله موجب افزایش فشار در سیستم را فراهم می سازد. جهت خنثی کردن اثرات افزایش فشار می توان در نزدیکی شیر انباره ای تعبیه نمود تا فشار انتقالی را جذب نماید.

منبع قدرت اصطراری : انرژی هیدرولیکی را می توان در یک انباره ذخیره نمود تا هنگام به روزحادثه نظیر خرابی پمپ جهت کامل شدن سیکل کاری به مدار تخلیه گردد برای (مثال: سیستم باز کننده چرخ های هواپیما) حتما توصیه می گردد.

جبران کننده نشتی: در سیستم هیدرلیک وجود نشتی حتی به میزان جزیی پس از مدتی سبب افت فشار می گردد لذا استفاده از انباره به منظور جبران نشتی ضرورت می یابد .

انواع انباره ها :

1) وزنی یا ثقلی

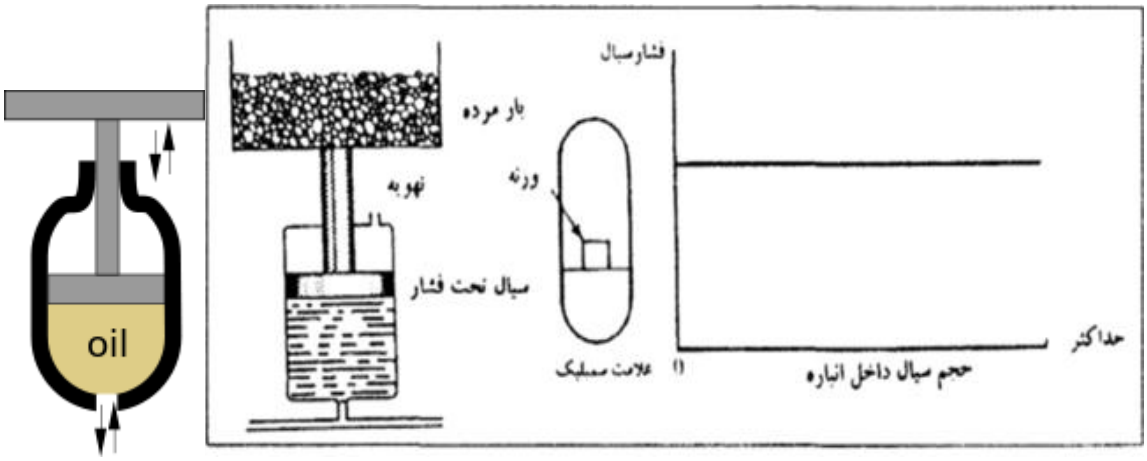
2) فنری

3) هوایی یا گازی که شامل:

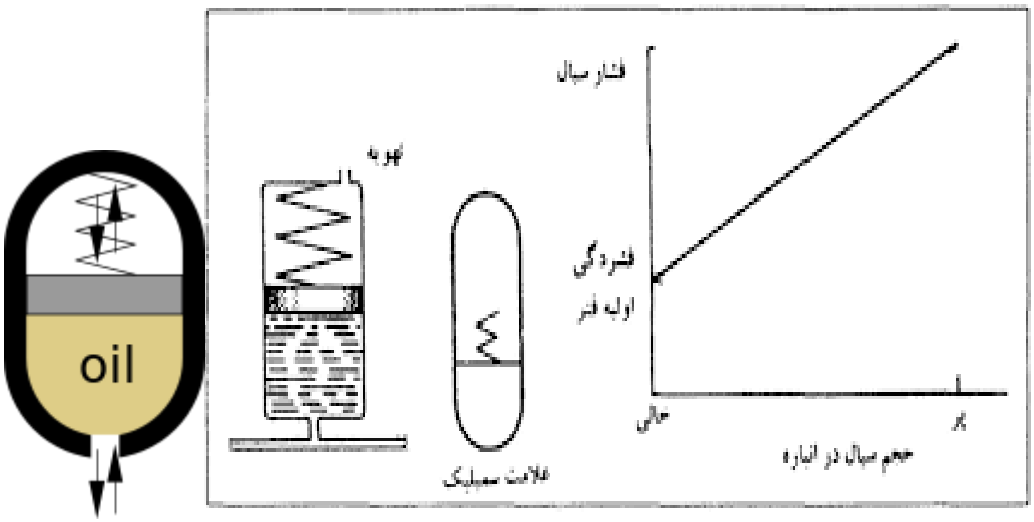
1) جدا کننده ها

2) غیر جدا کننده ها

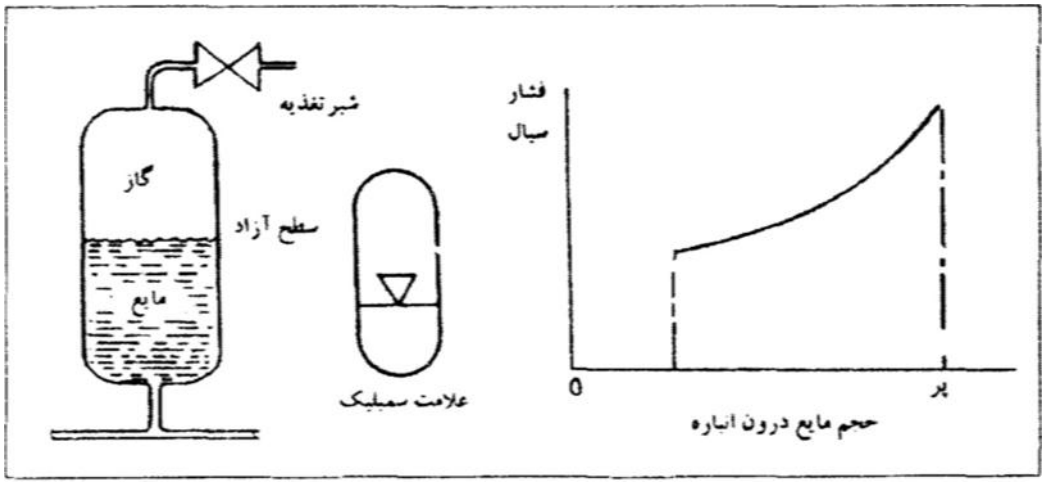
انباره های ثقلی یا وزنی : انبار های وزنی قدیمی ترین نوع بوده نیروی ثقلی وزنه ای انرژی پتانسیل آن را تامین می نماید. این نوع انباره بدون وابستگی به حجم سیال داخل انباره فشار یک نواختی را در حفظ تخلیه تامین می نماید.



انباره های فنری: انباره های فنری شبیه نوع وزنی بوده با این تفاوت که پیستون توسط فنر بار گذاری می گردد. فنر فشرده شده به عنوان منبع انرژی سیال را با فشار به درون سیستم هیدرولیک می ماند. در این نوع انباره ها فشار اعمالی بر سیال ثابت نمی باشد از انباره فنری در تامین جریان و فشار کم استفاده می شود. زیرا در فشارهای بار وحجم خروجی زیاد دارای ابعاد بزرگ وسنگین می گردد.



انباره گازی: انبره گازی که نوعی هیدروپنوماتیک نامیده می شود نسبت به نوع وزنه ای و فنری دارای کاربرد بیشتر است.عملگرهای این نوع انباره بر اساس قانون بویل در گازها می باشد.(در دمای ثابت فشار گاز به نسبت عکس حجم آن تغییر می نماید).خاصیت تراکم پذیری گاز امکان ذخیره سازی انرژی پتانسیل در انباره های گازی فراهم نموده است.کاهش فشار سیستم موجب انبساط مجدد گازوآزاد شدن انرژی ذخیره شده می گردد.که این امر رانده شدن سیال به داخل سیستم هیدرولیک را در پی خواهد داشت.



انباره های گازی به دو نوع اساسی زیر تقسیم می شوند:

(1) جدانشده (2) جداشده

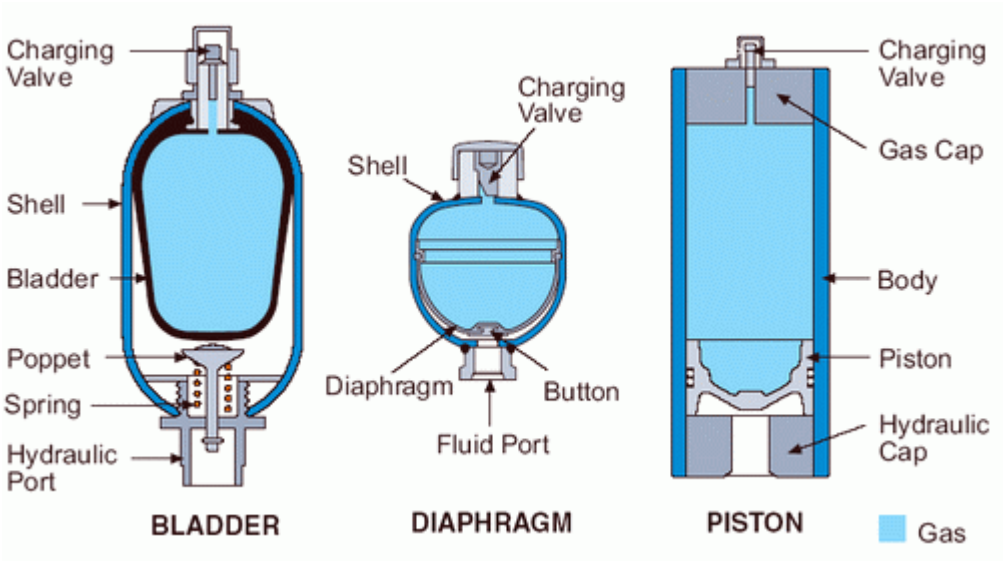
جدا نشده:

نوع جدا نشده از یک پوسته با مجرای خروج روغن درپایین ومجرای خروج هوا در بالا تشکیل شده است.جدا کننده فیزیکی بین گاز وروغن وجود ندارد.در این نوع انباره انبساط گاز مستقیما موجب رانده شدن روغن می گردد. مزیت عمده نوع مذکور توانایی پذیرفتن حجم زیادی از روغن بوده و مخلوط شدن گاز در روغن به دلیل موجود نبودن جدا کننده فیزیکی عیب اصلی به شمار می آید.استفاده از این نوع انباره در مدارهایی که پمپ با سرعت بالا را شامل می شود توصیه نمی گردد.

جدا شده :

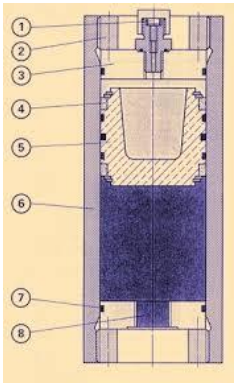
انباره نوع جدا شده دارای جدا کننده فیزیکی بین گاز وروغن عمومی ترین وقابل قبول ترین کاربرد را در صنعت هیدرولیک دارا می باشد این نوع انباره به سه دسته کلی تقسیم می گردد:

1)پستونی 2) دیا فراگمی 3)کیسه ای



انباره پستونی :

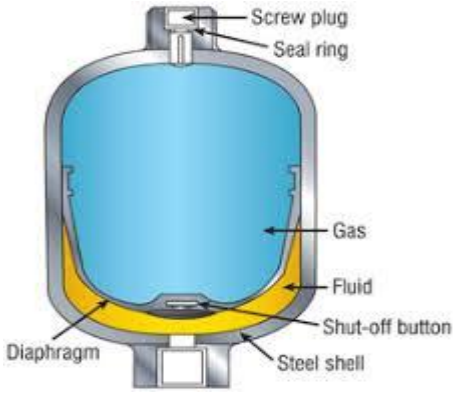
پیستون به عنوان جدا کننده گاز از روغن عمل می کند .عیب اصلی انباره های پیستونی گران بودن،هزینه های ساخت ومحدودیت های ابعاد می باشد .قابلیت کاربرد در سیستم های عمل کننده در دمای بسیار بالا وبسیار پایین از مزایای اصلی آن ها به شمار می آید.در فشار پایین اصطکاک آب بندها مسئله ساز می باشد این انباره هابه خاطر وجود نشتی باید در فواصل زمانی زیاد شارژ گردد و به دلیل اصطکاک در آب بندها از این نوع انباره به عنوان جاذب ضربه و جبران کننده ضربان های فشار استفاده نمی گردد .



انباره دیافراگمی :

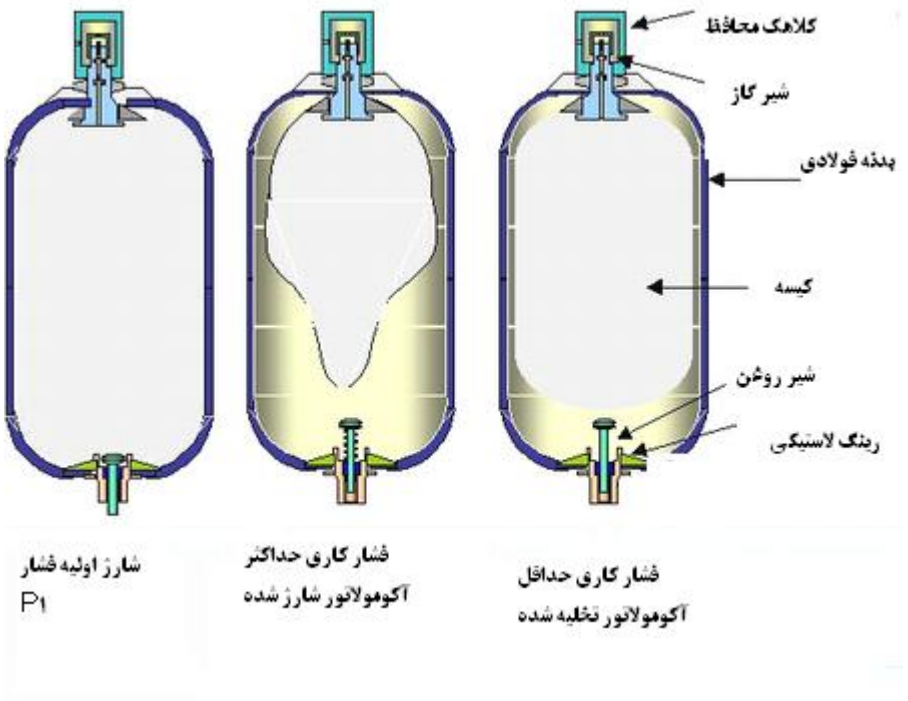
در انباره دیافراگمی ،دیافراگم جدا کننده لاستیک بین روغن وگاز می باشد هنگام شارژ کامل زایده تعبیه شده در

کف دیافراگم ضمن مسدود نمودن دریچه روغن از کشیده شدن دیافراگم به داخل آن مجرا جلوگیری می نماید.شارژ وکنترل فشار انباره از طریق سوپاپ تعبیه شده در بالای آن صورت می گیرد.روغن ارسالی از پمپ به انباره موجب تغییر شکل دیافراگم وذخیره انرژی گشته که هنگام نیاز این انرژی آزاد شده و روغن اضافی جهت استفاده به سیستم برمی گردد. مهم ترین مزیت این انباره وزن کم نسبت به حجم سیال خروجی می باشد.



انباره کیسه ای:

در انباره نوع کیسه ای به منظور جدا سازی گاز از روغن از یک کیسه (بادکنک) از لاستیک استفاده شده است.به هنگام انبساط کیسه مجرای ورودی روغن به واسطه ی یک شیر سوپاپی مسدود می گردد.مزیت عمده این نوع انباره آب بندی کامل بین محفظه گاز و روغن می باشد. پاسخ سریع کیسه به نوسانات فشار در نتیجه وزن سبک موجب کاربرد مناسب این نوع انباره در سیستم های جاذب ضربه وتنظیم فشار گردیده است.



آکومولاتور نوع هیدروپنوماتیک دارای قسمتهایی بشرح زیر است:

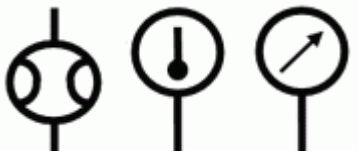
1 – بدنه فولادی ، 2 – سوپاپ ورود و خروج روغن ، 3 – تیوپ ازت ، 4 – سوپاپ گاز ازت

بدنه آکومولاتور از فولاد و به شکل کپسول تهیه می گردد، در قسمت فوقانی کپسول سوراخی به اندازه عبور یک سوپاپ گاز مشابه سوپاپ تیوپ اتومبیل ، ایجاد می گردد و در قسمت تحتانی کپسول نیز ، یک سوراخ بزرگتر جهت وارد کردن تیوپ بداخل آکومولاتور وجود دارد . بعد از نصب تیوپ گاز در داخل کپسول ، سوپاپ روغن و متعلقات مربوط به آن بصورت کاملا آببندی، به قسمت تحتانی کپسول پیچ می شوند . سپس توسط گاز ازت که از نظر خواص شیمیایی مناسب اینکار می باشد ، تحت فشار معینی که بستگی به سایز آکومولاتور دارد شارژ می گردد. وقتی که تیوپ گاز ، پر شده و افزایش

حجم می دهد ، قسمت پهن سوپاپ که در زیر تیوپ قار گرفته است ، فنر سوپاپ را جمع کرده و در نتیجه سوپاپ بسته می شود.در زمان بهره برداری از آکومولاتور ، وقتی که روغن به زیر سوپاپ رسیده و با مقاومت گاز ازت داخل تیوپ مواجه می گردد ، اگر توان پمپ به حدی بود که بتواند بر مقاومت گاز غلبه نماید ، روغن وارد کپسول شده و تا جایی که بتواند ، تیوپ را فشرده می سازد. ولی اگر توان هیدرولیکی در حدی نباشد که بر فشار اولیه گاز غلبه کند ، روغن وارد کپسول نخواهد شد. در آکومولاتورهای پیستونی و یا فنری ، بجای تیوپ گاز از پیستون و فنر استفاده می شود که با توجه به حجیم بودن اینگونه آکومولاتورها که باعث محدویت کاربرد شده و نیزبدلیل هزینه بالا و راندمان کم ، مقبولیت چندانی ندارند.

فشردگی تیوپ ، باعث کاهش حجم گاز و در نتیجه افزایش فشار یا انرژی پتانسیل آن می گردد . تا زمانی که فشار روغن بیشتر از نیروی پتانسیل گاز است سوپاپ روغن باز بوده و تیوپ ، بصورت جمع شده باقی می ماند ولی به محض اینکه کوچکترین افت فشاری در روغن حاصل شود ، نیروی مخالف ، که انرژی پتانسیل گاز فشرده است باعث تخلیه روغن به سمت بیرون کپسول می شود. و اگر روند نزولی فشار روغن ادامه داشته باشد ، تخلیه روغن نیز ادامه می یابد و نهایتا فشار گاز به مقدار اولیه رسیده و مجددا سوپاپ ورود و خروج روغن را می بندد.

اندازه گيري (فشار-دبي و دما)



فشار، دبي و دما سه مشخصه اصلي سيستم هيدروليك ميباشند كه در شرائط كاركرد معمول و در زمان سرويس و عيب يابي حائز اهميت ميباشند.

فشار سنج:

فشار در كليه نقاط سيستم هيدروليك توسط فشار سنج قابل اندازه گيري ميباشد. فشار سنج نوع Bourdon متداولترينوعبودهكهعليرغمسادگيوارزانبودنقادربهند شاندادن كليه محدوده فشارها ميباشد.

رنج فشار متداول براي فشارسنجها در جدول زير بر حسب bar نشان داده شده است:

0-40	0-60	0-100	0-160	0-250	0-315	0-400

دبي سنج :

معمولا از دبي سنج جهت اندازه گيري مقدار سيال ارسالي به عملگرها توسط پمپ استفادهميشود. مقداردبي معمولا بر حسبlit/min و gal/min بيان ميشود.

تعيين دبي پمپ بدون دبي سنج:

در مورد پمپ های کوچک خط تخلیه فشارشکن به مخزن را جدا نموده سپس تکه ای شلنگ کوتاه به خروجی مذکور متصل نمائید. سر آزاد این شلنگ را به داخل یک سطل مدرج وارد نمائید و با اندازه گیری زمان، دبی را محاسبه نمود. برای مثال اگر در زمان 15 ثانیه 10 لیتر روغن داخل سطل ریخته شود، در زمان 60 ثانیه یا یک دقیقه 40 لیتر خواهد ریخت. در نتیجه دبی پمپ 40 لیتربردقیقهمیباشد.

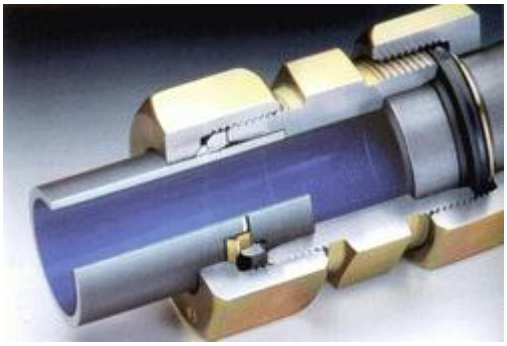
دما سنج:

دماي سيال معمولا در مخزن اندازه گيري ميشود تا ميزان گرماي توليدي و ذخيره شده در سيستم قابل مشاهده باشد. براي آنكه ويسكوزيته روغن حفظ شود و قطعات مختلف سيستم

آسیب نبینند دماي روغن نباید از 50 تا 60 درجه سانتي گراد بیشتر شود.

شلنگ ها و لوله های هیدرولیک:

شیلنگ ها و لوله های هیدرولیک:



لوله ها واتصالات: از هدایت کننده های سیال به منظور اجزای مختلف سیستم هیدرولیک به یکد یگر استفاده می شود .عملکرد صحیح مدار به انتخاب مناسب قابلیت تعمیر ونگه داری و بازده این خطوط انتقال بستگی دارد.

انواع هدایت کننده ها: (1) لوله های صلب فولادی (2) لوله های نیمه صلب (3) لوله های پلاستیکی (4) شیلنگ های انعطاف پذیر

نکاتی که می بایست هنگام انتخاب نوع هدایت کننده مورد بررسی قرارگیرد عبارتند از:

1)خطوط باید توانایی تحمل فشار های کاری محاسبه شده و حداکثر فشار لحظه ای تا 4برابرفشار کاری را داشته باشد.

2)خطوط انتقال باید از استحکام کافی برخوردار باشد.

3)باید از نظر ابعاد به اندازه کافی بزرگ باشد تا از افت فشلر غیر مجاز جلوگیری شود و بتواند کل دبی مورد نیاز را انتقال دهند.

4)مواد تشکیل دهنده خطوط انتقال باید با سیال گذرنده از آن ها ساز گار باشد.

5)در کاربرد های ویژه (صنایع هوایی فضایی)به فاکتور وزن نیز باید توجه نمود.

لوله های صلب فولادی:

این لوله ها با انواع ورزوه های مخلوطی ومستقیم به دلیل در دسترس بودن و بالا بودن مقاومت مکانیکی بالا به طور وسیع در صنعت هیدرولیک مورد استفاده قرار می گیرند . حجیم بودن وزن بالا ونیاز به تعداد زیاد اتصالات از مهم ترین معایب این نوع هدایت کننده به شمار می آید.آب بندی در اتصالات به وسیله رزوه های نر وماده تامین می شود.

لوله های نیمه صلب:

لوله های بدون درز فولادی بیشترین کاربرد را در هدایت سیال هیدرولیکی داشته و دارای مزایای مهمی نسبت به لوله صلب می باشد به منظور تعداد اتصالات به آنها را می توان به شکل دلخواه خم نمود در هنگام باز وبسته شدن مشکلات آب بندی کم تری دارند ودر مصارف با دبی کم وزن آنها در مقایسه با انواع صلب کم تروقیمت آنها ارزان تر است.این لوله ها با دارا بودن قابلیت خم کاری در انواع بدون درز وبا درز جوش الکتریکیو با جنس های فولادی، آلومینیومی ومسی در دسترس می باشد.لوله های فولادی بدون درز برای خم کاری مناسب هستند.و لوله های با جنس فولاد ضد زنگ وبدون درز که به خردگی مقاوم بوده در فشارهای بالا 3000psi یا بالاتر استفاده می شود. آلیاژهای آلومینیوم بدون درز برای فشارهای کاری بالا یا پایین مورد استفاده قرار می گیرد.لوله های مسی بدون درز با دارا بودن خاصیت خم کاری مناسب برای انتقال سیالات غیر نفتی کاربرد دارد.

لوله های پلاستیکی:

این لوله ها مقبولیت زیادی در صنایع هیدرولیک به دست آورده است زیرا دارای قیمت نسبتا ارزان و توانایی خم شدن در اطراف موانع بوده و به راحتی دور یک قرقره جمع می شود.به دلیل انعطاف پذیری زیاد آسیب پذیری آنها در مقابل ارتعاشات از لوله های فلزی کم تر است مزیت دیگر آن استفاده از لوله ها با رنگ های متفا وت جهت تفکیک نمودن قسمت های مختلف مدار می باشد.اتصالات آنها مشابه انواع لوله های فولادی بوده حتی بسیاری از لوله های فولادی را می توان برای لوله های پلاستیکی استفاده نمود و معمولا کربرد آنها فشارهای پایین می باشد.

شیلنگ های انعطاف پذیر :

این شیلنگ ها برای اتصال به جز اجزای متحرک ماشین آلات و برای فشارهایی تا1000psi استفاده می شود. سهولت نصب،خاصیت جذب ضربات وقابلیت باز وبسته نمودن سریع اتصالات و همچنین در عرضه وسیعی از فشارها،استفاده از این لوله ها را در سیستم هیدرولیک رایج نموده است.کاربرد این شیلنگ ها در ماشین های ابزار،کشاورزی وراه سازی قابل استفده است.شیلنگ ها از تعداد لایه،الیاف ویا سیم های بافته شده تشکیل گردیده و قابلیت کار در فشارهای بالا را دارا می باشد.لایه های خارجی معمولا از جنس لاستیک مصنوعی می باشد که به منظورحفاظت از لایه بافته شده استفاده می گردد .استفده از شیلنگ ها ضمن رعایت شعاع خمش مجاز باید از پیچاندن وخم کردن آنها خود داری نمود. پیچاندن شیلنگ حین نصب می تواند 75% عمر آن را کاهش دهد.

عملگرها :

از عملگرها در سیستم هیدرولیک به منظور تبدیل قدرت سیال تحت فشار به قدرت مکانیکی استفاده می شود میزان قدرت به وجود آمده به نرخ جریان وافت فشار در عملگر و راندمان کلی آن بستگی دارد.بزرگترین مزیت سیستم هیدرولیک نسبت به سیستم های مکانیکی انعطاف پذیری اجزاء ، انتقال قدرت (شیلنگ ها ولوله ها) وتبدیل مستقیم قدرت سیال به حرکت های خطی و دورانی است. عملگرهای هیدرولیکی به سه نوع اساسی زیر تقسیم می شود:

1) عملگرهای خطی (سیلندرها) 2) عملگرهای دورانی با چرخش مداوم (موتورهای هیدرولیکی) 3) عملگرهای دورانی با حوزه چرخش مطلوب

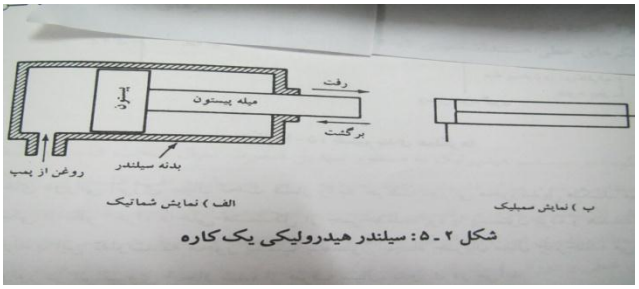
سیلنرهای هیدرولیک جریان سیال تحت فشار را به حرکت خطی میله پیستون تبدیل می کند.و دارای انواع یک کاره و دو کاره می باشد.در نوع یک کاره برگشت به موضع اولیه توسط فنر صورت می گیرد ولی در نوع دو کاره عمل رفت وبرگشت تحت کنترل سیال هیدرولیک انجام می شود. عملگرهای دورانی انرژی سیال تحت فشار را به حرکت دورانی محور تبدیل می کند .موتورهای هیدرولیکی از نظراجزای داخلی متشکل از چرخ دهنده ،پره یا پیستون بوده وهندسه ای شبیه پمپ ها دارند با این تفاوت که محور پمپ به منظور ایجاد جریان سیال چرخانده می شود.ولی محور موتور در اثر نیروی ایجاد شده از طرف سیال به دوران در می آید.

عملگرهای خطی هیدرولیکی:

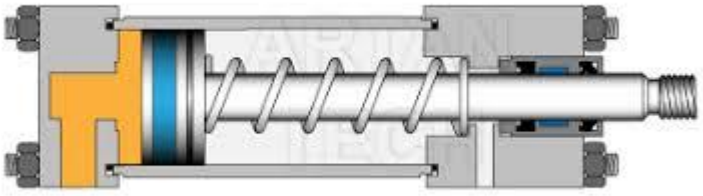
از سیلندرهای هیدرولیک به منظئر اعمال نیروی خطی و جابه جا شدن بار یا نگه داشتن آن در موضع مورد نظر استفاده می شود.

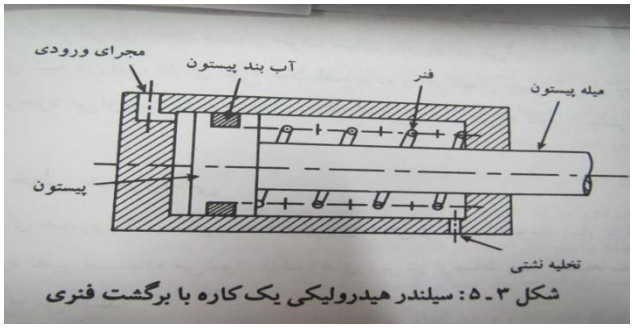
سیلندر های یک کاره :

سیلندر های یک کاره فقط در جهت رفت وهنگامی که روغن از طرف پمپ به آن وارد می شود اعمال می کند. این سیلندرها دارای برگشت هیدرولیکی نبوده وبا نیروی برگشتن فنر فشرده شده وبه حالت اولیه بر می گردد.



شکل ۲-۵: سیلندر هیدرولیکی یک کاره





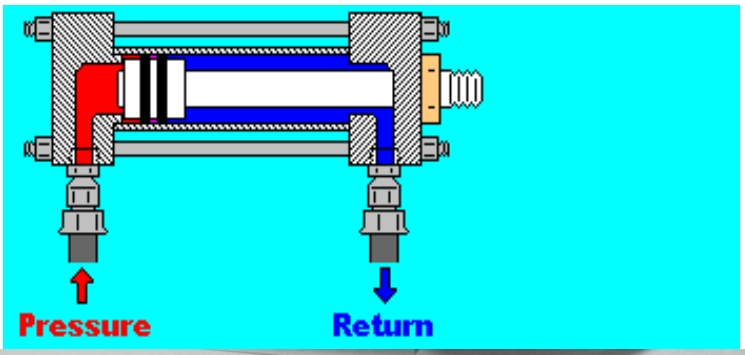
شکل ۳-۵: سیلندر هیدرولیکی یک کاره با برگشت فنری

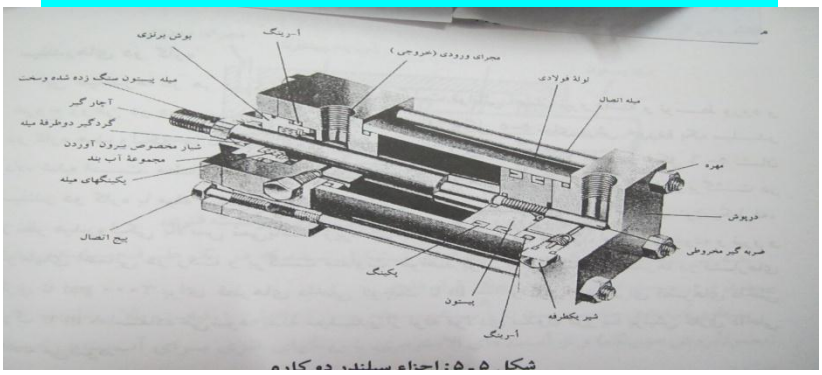
بدنه این سیلندرها از یک محفظه استوانه ای تشکیل شده که در یک طرف سیلندر میله پیستون و سمت دیگر میله روغن قرار دارد.به منظور آب بندی مناسب پیستون با سیلندر سطح جداره داخلی با کیفیت بالا پرداخته شده و از رینگ های فلزی برای آب بندی استفاده می شود ودر قسمت انتهای سیلندرمجرای کوچکی جهت تخلیه نشتی احتمالی از جداره

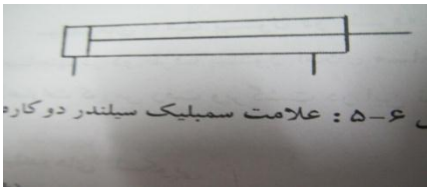
جانبی پیستون در نظر گرفته شده و در صورتی که این مجرا بسته شود طول کورث سیلندر کاهش می یابد.بعضی از انواع سیلندرها که دارای میله پیستون با قطر بزرگ بوده جهت بالا بردن بارهای زیاد مورد استفاده قرار می گیرد رم نام دارد .در سیلنر های ضربه گیر ،پرس های هیدرولیک و جک های نگه دارنده اتومبیل از آنها استفاده می شود.

سیلندرهای دو کاره:

این سیلندر ها در هر دو کورث رفت وبرگشت توانایی اعمال نیرو داشته و توسط ورود وخروج روغن در دوقسمت پیستون کنترل می شود.یا به عبارت دیگر سیلندر دو کاره فشار دو طرف پیستون وارد می شود ودر نتیجه کار در دو طرف انجام می شود.

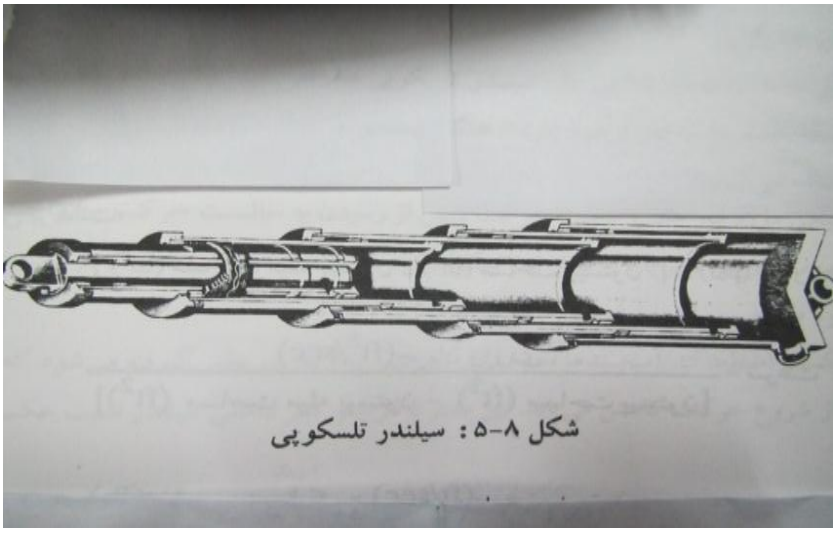




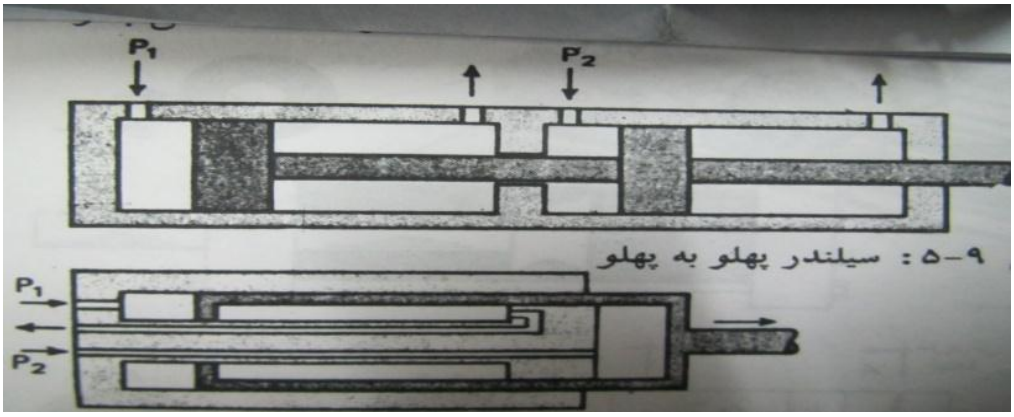


سیلندر تلسکوپی:

از این سلیلندرها در مکان هایی که محدودیت فضا وجود دارد هنگام بسته بودن جک ونیاز به کورث کاری بلند می باشد استفاده می شود.سیلندر تلسکوپی خود از تعدادی سیلندر تو در تو تشکیل شده که هنگام نیاز از درون یکدیگر لغزیده وبیرون می آیند.با تعبیه رینگ توقف درقسمت های انتهایی هر سیلندر از حرکت بیش ازحد قسمت دیگر جلوگیری میشود.


شکل ۸-۵ : سیلندر تلسکوپی

سیلندرهای پهلو به پهلو:با استفاده از این نوع سیلندرها اعمال نیرو چند برابر امکان پذیر می باشد.



ضربه گیری در سیلندرها:

در مواردی که لازم است سرعت بار به شدت کاهش یابد از وسایل ضربه گیری استفاده می شود ضربه گیری در سلندرها باعث جذب انرژی جنبشی بار وآرام شدن حرکت پیستون می گردد. انرژی جذب شده به گرما تبدیل واز طریق سیال وبدنه سیلندر به خارج هدایت می شود.

موتورهای هیدرولیکی: عملگرها با دوران مداوم (پیوسته) که موتورهای هیدرولیکی نامیده می شوند که با قابلیت چرخش دو جهته محور خروجی از نظر طراحی شبیه پمپ های هیدرولیکی بوده وبه دو گروه اساسی زیر تقسیم می شوند:

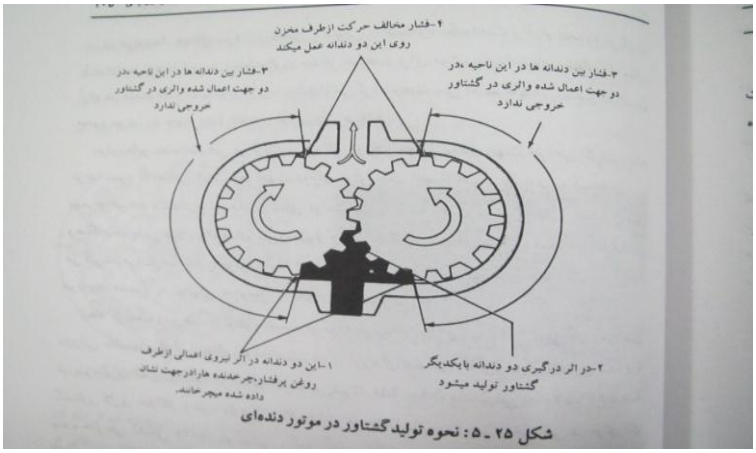
1) موتورهای دنده ای، پرهای و ژیروتوری

2) موتورهای پیستونی (شعاعی ومحوری)

موتورهای دنده ای: در موتورهای دنده ای گشتاوردرنتیجه عملکرد لحظه ای فشار سیال روی دندانه های درگیر به وجود آمده ولا توجه به وضعیت درگیری آنها تغییر می کند افزایش تعداد دندانه ها در یک موتور با اندازه مشخص کاهش تغییرات گشتاور وجابه جایی حجمی رادر به دنبال داشته وموجب پایین آمدن قدرت خروجی می گردد. موتورهای دنده ای به صورت یک واحد با جا به جایی ثابت عمل میکند به گونه ای که سرعت دورانی آنها بسته به میزان حجم سیال ورودی

تغییر می کند. حداقل سرعت برای موتورهای دنده ای به منظور عملکرد آرام در محدوده ی400RTM تا 1000RTM پیشنهاد می شود.مزیت عمده این نوع موتورها طراحی ساده وقیمت پایین آنها می باشد وکاربرد این گونه موتورها معمولا به توان خروجی تا10kwمحدود می گردد.در موتورهای دندهای که در سرعت های کمتر از500rpmبه کار گرفته می شود فقط امکان دستیابیبه 70تا80%گشتاور کاری وجود دارد.اختلاف فشار محفظه های ورودی خروجی در موتورها دنده خارجی بار جانبی زیادی روی یاتاقان اعمال می کند که باعث کاهش عمر مفید موتور میگردد. موتورهای دنده خارجی معمولا با فشارهای1500psi محدوده ی دبی های120 تا150gpm وسرعتهای حداکثر تا 2400rpm در دسترس می باشد.

موتورهای دنده داخلی نوع دیگری از موتورهای دورانی چرخ دنده ای بوده که در ساختمان داخلی آنها دو چرخ دنده ی داخلی وخارجی با یکدیگر درگیر می باشند.سیال تحت فشار به محفظه موتور وارد شده و موجبات درگیری کامل چرخ دنده ها را فراهم می سازد.گشتاور موتورهای دنده داخلی نسبت به دنده خارجی دارای تغییرات کمتری بوده و لذا برای کاربردهای با سرعت پایین مناسب می باشد.در این نوع موتورها مکانیزم درگیری دندانه ها بگونه ایست که ایجاد گشتاورهای خروجی بالا وسرعتهای پایین ویکنواخت امکان پذیر می باشد.



شکل ۲۵ ـ ۵: نحوه تولید گشتاور در موتور دنده‌ای

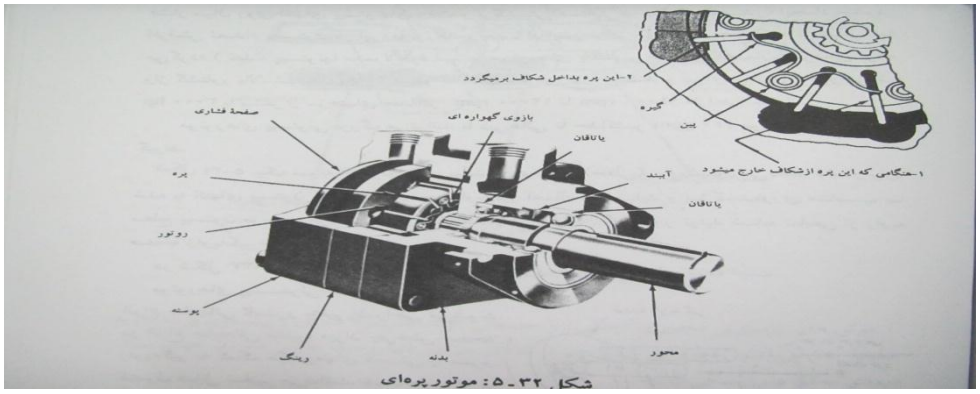
شکل ۲۶ ـ ۵: موتور دنده خارجی

موتورهای دنده ژیروتور: این نوع موتورها رانیز می توان در ترکیب باجعبه دنده های کاهنده مورد استفاده قرارداد که در این حالت دستیابی به سرعت های کمتر از یک دور بر دقیقه با گشتاور بالاتر از4000N.M امکان پذیر می باشد.

شکل ۲۹ ـ ۵ : ساختمان داخلی ژیروتور

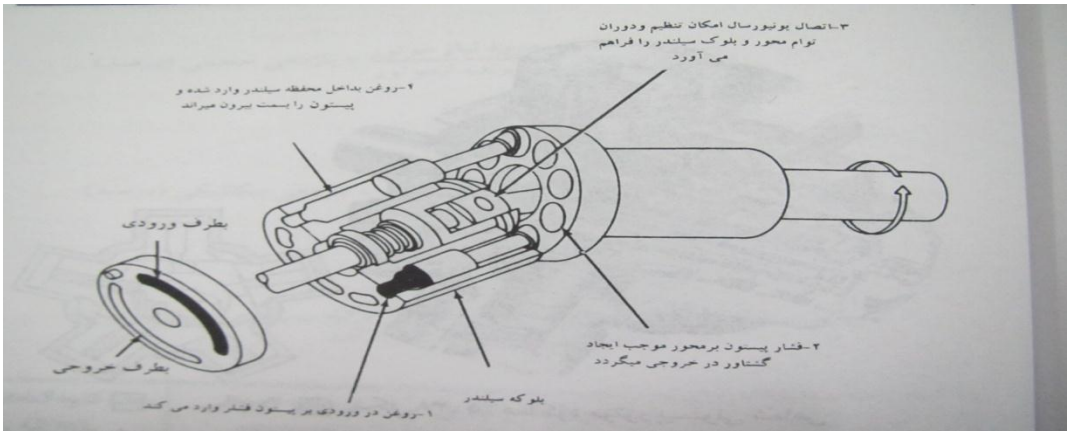
شکل ۲۸ ـ ۵ : ساختمان داخلی موتور از نوع ژیروتور

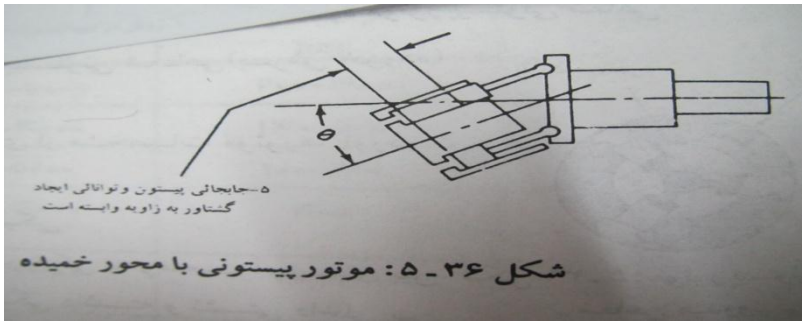
موتورهای پره ای: موتورهای پرهای عملگرهایی از نوع جابه جایی ثابت می باشند این موتورها بسته به اندازه ساختمان داخلی فشار سیال قابلیت ایجاد محدوده گشتاور ها وتوان های متفاوت را دارا می باشند. موتورهای پرهای برای فشارهای کار تا2500psi سرعت های دورانی تا4000rpm و حداکثر دبی250gpm مورد استفاده قرار می گیرد. بازدهی کلی موتورهای پره ای بین 80 تا85% است. وبه دلیل داشتن ابعاد کوچک در کاربردهای معدنی وداخل تونل ها استفاده می شود.



شکل ۳۲ ـ ۵ : موتور پره‌ای

موتورهای پیستونی: موتورهای جابه جایی دارای انواع جابه جایی ثابت یا متغیر می باشد.گشتاور به واسطه اعمال فشار سیال روی انتهای پیستون های رفت وبرگشتی ایجاد می شود افزایش تعداد پیستون در این موتورها موجب افزایش توان خروجی وعملکرد نرم تر آنها می گردد. موتورهای پیستونی دارای ساختمان فشرده ای بوده واز گشتاور بالا،شتاب زیاد وعمر مناسب برخوردار هستند. برای توانهای خروجی تا3000HP یا بیشتر وسرعتهای 12000rpmتا14000rpm طراحی شده اند.
موتورهای پیستونی بزرگ می تواند با دبی هایی تا حداکثر450gpm مورد استفاده قرار می گیرند.





شکل ۳۶ـ۵ : موتور پیستونی با محور خمیده

شکل ۳۷ـ۵ : موتور پیستونی جابجایی ثابت با محور خمیده