فصل سوم :

اصول عملیات پمپ ها

احتمالاً پمپ یکی از اجزای پیچیده ی سیستم هیدرولیکی است. پمپ، قلب یک سیستم هیدرولیکی است و چنانچه ازکار بیفتد هیچ یک از اجزا ی دیگر قادر به انجام کار او نخواهد بود.کاملاً درست است اگر بگوییم که احتمال ازکارافتادن پمپ بسیار زیاد است. ممکن است که لازم باشد که پمپ یک روز تمام به طور پیوسته کار کند. پمپ اولین جز از اجزای سیستم است که بلافاصله در برابر مواد ناخالصی و کثافاتی که در مخزن وجود دارد قرارمی گیرد. هرگاه از پمپ به نحو درستی استفاده و نگهداری نشود، پمپ اولین جزیی خواهد بود که در معرض خرابی قرار می گیرد. اما با انتخاب صحیح وکاربرد و نگهداری درست، پمپ یکی از قابل اعتمادترین اجزا خواهد بود. بسیاری از مصرف کنندگان که از پمپ خود خوب نگهداری می کنند در مدت چند ساعتی که پمپ مشغول کار است احتیاجات آن را از نظر بازسازی پیش بینی می کنند. آنها عملیات بازسازی را یک قسمت از برنامه ی نگهداری قرارداده و به این ترتیب در واقع دچار هیچ گونه مشکلی نمی گردند. در این فصل، ما سعی می کنیم مفهوم و استنباط درستی از این قسمت از سیستم را به شما ارایه دهیم خواهیم دیدکه تلمبه چه کاری انجام می دهد و چه کاری انجام نمی دهد.چگونه تلمبه ها را طبقه بندی کرده و چگونه آنها را انتخاب می کنند. طرز کار انواع مختلف این پمپ ها و مشخصات عملکرد هرکدام چگونه است. توصیه هایی جهت راه اندازی آنها در ضمیمه ی B گفته خواهد شد.

هدف از به کاربردن پمپ چیست؟

اصولاً کار پمپ عبارت است از حرکت دادن سیال هیدرولیکی و درنتیجه تولید شدت جریان به این معنی که پمپ انرژی مکانیکی را که یک موتور بنزینی یا الکترو موتور ایجاد می کند، به انرژی فشاری درسیال تبدیل می نماید، سپس این انرژی فشاری یک واحد عمل کننده را غالباً با کنترل دقیق به کار می اندازد. از پمپ به عنوان یک منبع ایجادانرژی درسیستم هیدرولیکی استفاده می شود. معمولاً از افت فشاری که درپمپ ایجاد می شود، صرف نظرمی کنند. پمپ ایجاد فشار می نماید، درنتیجه، سیال را حرکت می دهد و ایجاد جریان می کند. اما برای ایجاد فشار باید مقاومتی دربرابر جریان باشد. چنانچه این مقاومت باری باشد که بر روی عمل کننده وارد می‌آید، فشاری که ایجاد می شود فقط به مقداری است که برای حرکت دادن بار کافی باشد. فشاردرطول مسیر، درجاهایی که مقاومت درمقابل کم است افت می کند، بنابراین چنانچه نشتی در یکی ازنقاط سیستم، مثلاً دریک شیر اتفاق بیافتد، بیشتر از یک پمپ معیوب افت فشار ایجاد می نماید. باید درنظر داشت، پمپ سبب ایجاد جریان می شود. این که مایع به کجا می رود بستگی به سایر قسمت های سیستم دارد.

پمپ از چه قسمت هایی تشکیل شده است؟

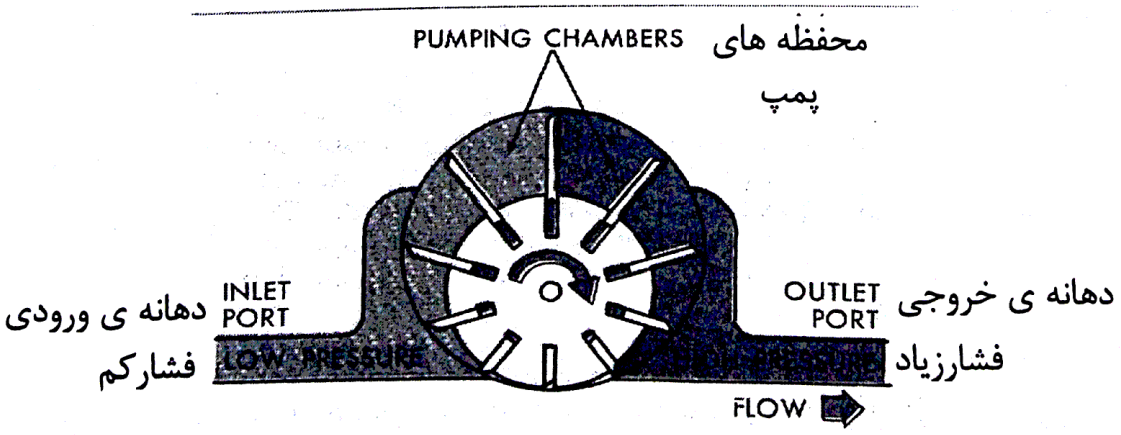
قسمت های اساسی هر پمپ هیدرولیکی شکل ۴۱ عبارت است از:

۱- دهانه ی ورودی در سمت فشار ضعیف که به مخزن مربوط می شود.

۲- دهانه ی خروجی در سمت فشار قوی که به خط فشار متصل می شود.

۳- محفظه یا محفظه های پمپ که سیال را از دهانه ی ورودی به دهانه ی خروجی منتقل می کند.

۴-وسایل مکانیکی جهت که در محفظه ی پمپ حرکت می کنند.



شکل ۴۱

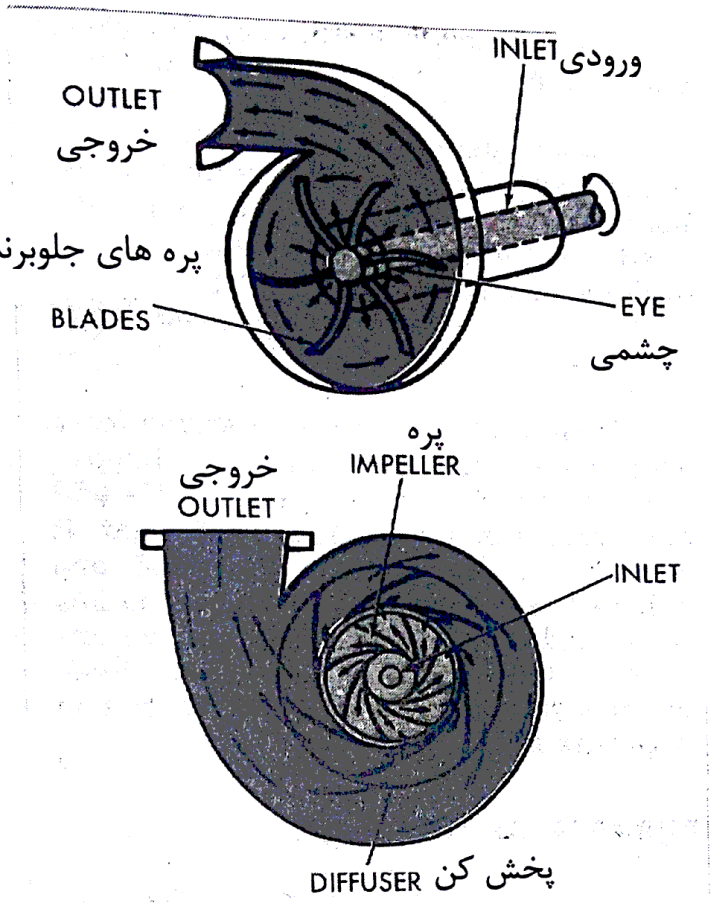
در اغلب پمپ های هیدرولیکی دوار، طرح به این ترتیب است که محفظه ی پمپ در قسمت دهانه ی ورودی بزرگتر می باشد، تا ازاین طریق خلاء ایجاد شود. اطاقک در قسمت دهانه ی خروجی کوچک شده و مایع را به طرف سیستم می راند. خلاء تولید شده در دهانه ی ورودی سبب ایجاد اختلاف فشار می گردد که این اختلاف فشار باعث ایجاد جریان سیال از مخزن به طرف پمپ می شود. در اغلب سیستم ها دهانه ی ورودی شارژ یا حتی سوپر شارژ می شود. به این معنی که به جای خلاء فشار مثبتی را به وسیله ی یک مخزن تحت فشار و یا توسط ارتفاعی از مایع در بالای دهانه ی ورودی و یا حتی به وسیله ی یک پمپ با فشار ضعیف ایجاد می نمایند. انواع متعددی از پمپ ها در سیستم های هیدرولیکی تحت فشار وجود دارد.ما، پس از توضیح چگونگی طبقه بندی پمپ ها و میزان ظرفیت آنها این انواع متعدد را بررسی خواهیم نمود.

طبقه بندی پمپ ها و مقصود از آن:

جابجایی مثبت و غیر مثبت(Positive And Non-Positive Displacement):

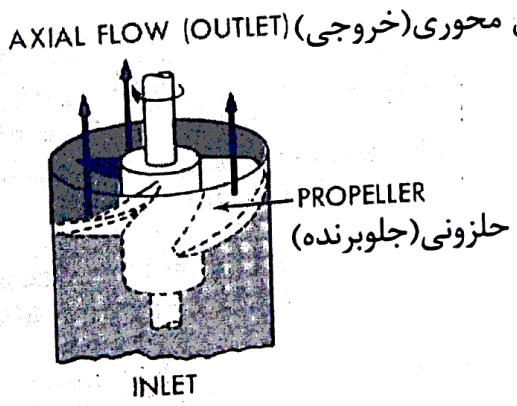
اولین تقسیم بندی پمپ ها به ما می گوید که آیا دهانه ی ورودی از دهانه ی خروجی کاملاً مجزا و درزبندی گردیده است؟ هنگامی که دهانه ی ورودی و خروجی ازنظر هیدرولیکی به یکدیگر متصل باشند وقتی که فشار درون تلمبه بالا می رود سیال در داخل آن گردش می کند و ما آن را پمپ با جابجایی غیرمثبت می نامیم. هرگاه دهانه ی ورودی و خروجی از یکدیگر آب بندی شده باشند، موقعی که پمپ به کار می افتد سیال موجود درآن از دهانه ی ورودی به خروجی رانده می شود، این پمپ را با جابجایی مثبت(موثر)می نامند و در این صورت ازیک شیر اطمینان برای حفاظت پمپ در برابر فشار ناشی از اضافه بار استفاده می شود.

پمپ های گریز از مرکز- پمپ های با جابجایی غیر مثبت (Non-Positive Displacement): اغلب پمپ های با جابجایی غیرمثبت با نیروی گریز از مرکز کار می کنند (شکل ۴۲) سیال به مرکز پروانه یا نزدیکی های آن رانده می شود. پره ها سیال را دوران داده و به وسیله‌ی نیروی گریز از مرکز به آن شتاب می‌دهند و به این ترتیب مایع به دهانه‌ی خروجی رانده می‌شود. شکل محفظه ی پمپ به صورت حلزونی یا مارپیچ است و سیال، مسیر را به طرف قطر بزرگتر و به سمت دهانه ی خروجی تعقیب می نماید. معمولاً یک مقدار فضا بین محفظه و پره ها وجود دارد که سبب ایجاد ارتباط هیدرولیکی بین دهانه ی ورودی و خروجی می گردد.



شکل ۴۲

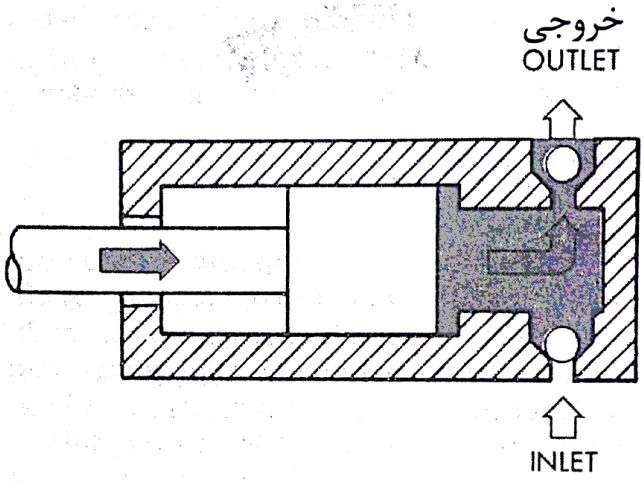
یک پمپ حلزونی Prope Ller Pump (شکل ۴۳) از نوع جابجایی غیرمثبت می باشد که البته با پمپ های گریز از مرکز فرق دارد. دراین نوع پمپ ها، حرکت سیال به صورت محوری است نه شعاعی. پمپ حلزونی (پیچی)، درست مانند یک بادبزن که در داخل یک لوله قرار داشته باشد کار می کند، با این تفاوت که در داخل آن به جای هوا، مایع حرکت می کند.



شکل ۴۳

پمپ جابجایی مثبت(Positive Displacement):

پمپ تک پیستونی که ما آن را در مدار جک هیدرولیکی شکل ۴۴ نشان دادیم، پمپ با جابجایی مثبت است به مجرد این که شیر یک طرفه درمحل نشست خود قرار گیرد دهانه ی ورودی بسته می شود، به جز در مواردی که نشتی وجود داشته باشد سیال بدون توجه به فشار فقط به طرف دهانه ی خروجی رانده می شود. این امر در تمام پمپ های با جابجایی مثبت اعم از رفت و برگشت یا دوار، صادق است.



شکل۴۴

مشخصات:

سه مشخصه ی متفاوت در عمل پمپ هایی با جابجایی مثبت و غیرمثبت وجود دارد:

۱- تلمبه با جابجایی غیرمثبت جریان ملایم و مداومی را ایجاد می کند، در حالی که تلمبه با جابجایی مثبت در هر مرحله یا هر بار که دهانه ی خروجی باز می شود، ضربه ای وارد می کند.

۲- حجم مایع عبوری دراثر فشار در تلمبه های غیرمثبت کم می شود. درصورتی که فشار از یک حدمشخص دردهانه ی خروجی بیشتر شود مایع از حرکت باز می ایستد و به سهولت در داخل تلمبه گردش می کند. درحالی که در پمپ های با جابجایی مثبت تاثیر افت فشار تا حدی است که تولید نشت داخلی اضافی در پمپ کند.

۳- پمپ با جابجایی غیرمثبت که دهانه ی خروجی و ورودی آن ازنظر هیدرولیکی به یکدیگر وصل است، خود به خود نمی توانند خلاء کافی برای راه

افتادن را ایجاد نمایند و برای راه اندازی دهانه ی ورودی باید پر از مایع و بدون هوا باشد. درحالی که تلمبه های با جابجایی مثبت اغلب درصورت راه اندازی درست، خود به خود این خلاء را ایجاد کرده و شروع به کار می کنند. (به ضمیمه ی B توجه شود.)

اینها مشخصات عمومی تلمبه ها و دلایلی هستند برای این که معمولاً پمپ با جابجایی غیرمثبت در سیستم های هیدرولیکی متحرک به ندرت مصرف می شود و گاهی ممکن است دراین دستگاه ها از این نوع پمپ برای پرکردن مجدد مخازن استفاده شود و یا ممکن است تعدادی از آنها را در حالی که با هم سری شده باشند مشاهده کنید، در این حالت خروجی هرپمپ به ورودی پمپ بعدی متصل می شود. این نوع اتصال پمپ که سبب جریان سیال دربرابر فشار زیاد می شود در دستگاه های متحرک هیدرولیکی عملی نیست، ما مشخصات دیگر پمپ های جابجایی مثبت را به هنگام بررسی طرح های مختلف آن مورد توجه قرار خواهیم داد.

اندازه ی فشار:

یکی ازمهم ترین اندازه هایی که کارخانه ی سازنده باید برای پمپ تعیین نماید اندازه ی فشار است. اندازه ی فشار به ما می گوید که پمپ تا چه اندازه می تواند در برابر فشار بدون این که آسیبی به اجزای آن برسد مقاومت نماید و این به نوبه ی خود مقدار باری راکه سیستم می تواند تحمل کند تعیین می نماید. توجه به اندازه ی فشار پمپ، از نکات بسیار مهم است. شیر اطمینان پمپ را در مقابل بار بیش ازحد مجاز محافظت می نماید. چنانچه مثلاً اپراتور یک بیل هیدرولیکی برای برداشتن مقدار بیشتری ازخاک، به مقدار جزیی پیچ تنظیم شیر را بچرخاند، و درنتیجه فشار را از حد مجاز بیشتر کند، درواقع سبب فرسایش سریع و یا حتی شکستن قطعات پمپ می گردد گرچه به ظاهر هیچگونه آسیبی به پمپ نمی رسد، بنابراین، این یک قانون عمومی است که هرچقدر مقدار فشار بالا رود عمر پمپ کم می شود.

شدت جریان:

فشار یکی از عوامل مهم پمپ است، عامل مهم دیگر شدت جریان است که میزان آن به لیتر در دقیقه (LPM) بیان می شود.

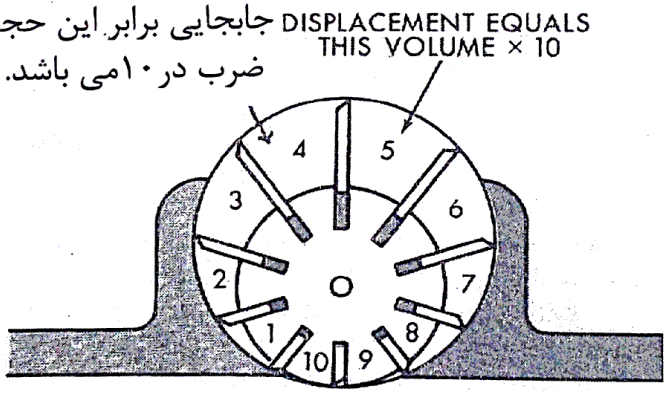
جابجایی :

جابجایی عبارت است از مقدار مایع جابجا شده از دهانه ی ورودی به دهانه ی خروجی در طول یک سیکل. در پمپ های دوار جابجایی بر حسب سانتی متر مکعب (اینچ مکعب) در هر دور و در پمپ رفت و برگشتی بر حسب سانتی متر مکعب (اینچ مکعب) در هر سیکل بیان می شود. چنانچه پمپ بیشتر از یک محفظه داشته باشد میزان جابجایی برابر است با مقدار جابجایی با یک محفظه ضرب در تعداد محفظه ها (شکل۴۵). بنابراین چنانچه پمپ ۱۰محفظه داشته باشیم و حجم جابجایی هریک $\frac{1}{2}$ سانتی متر مکعب باشد،کل جابجایی برابر ۵ سانتی متر مکعب درهر دور خواهد بود.

تعداد محفظه ها ×حجم مایع جابجاشده برای یک محفظه= حجم کل مایع جابجا شده

درمثال فوق:

۱۰اطاقک × $\frac{1}{2}$سانتی مترمکعب درهردور=۵ سانتی مترمکعب درهردور



شکل۴۵

بده ی حجمی LPM (L.P.M Delivery):

گرچه اغلب در بحث ها از عبارت جابجایی استفاده می شود عبارت "حجم" نیز معمولاً به کار می رود. البته حجم عبارت است ازمقدار سیال اما حجم همچنین برای بیان میزان شدت جریان و یا بده حجمی برحسب (LPM) نیز به کار می رود. اگر به خاطر داشته باشیم که هرلیتر برابر۱۰۰۰سانتی مترمکعب است به سهولت می‌توان مقدار جابجایی را به واحد (LPM) تبدیل کرد چنانچه سرعت تلمبه برحسب دور در دقیقه معلوم باشد (RPM):

$$\text{بده حجمی(LPM)} = \text{جابجایی} \frac{\text{سانتی مترمکعب}}{\text{دور}} \times \text{RPM}$$

بنابراین چنانچه مقدار جابجایی در یک پمپ ۲۰ سانتی مترمکعب درهر دور و سرعت آن ۱۲۰۰(RPM) باشد بده حجمی برابر ۲/۴LPM می شود:

بده حجمی = ۱۲۰۰ × ۲ ÷ ۱۰۰۰ = ۲/۴ LPM

از رابطه ی اخیر معلوم می شود که میزان افزایش جابجایی در پمپ یا افزایش سرعت سبب ازدیاد بده حجمی آن می گردد. بنابراین وقتی که یک بیل مکانیکی یا بالابر نمی تواند به علت شرایط خاص عملیات با سرعت کافی حرکت کند، اپراتور به راحتی می تواند دور موتور را زیاد کرده و دور تلمبه را بالا ببرد. دراین صورت بده حجمی موتور زیاد شده و پیستون بار را سریع تر حرکت می دهد.

شرایط مقدار دبی (بده حجمی):

نظر به این که در وسایل متحرک می توان پمپ را با سرعت های مختلفی به حرکت درآورد باید سرعت استانداردی را برای اندازه گیری (LPM) اسمی درنظر گرفت. درحقیقت یک سری شرایط استاندارد برای پمپ ها وجود دارد که عبارت هستند از:

شرایط	پمپ پره ای	پمپ پیستونی
سرعت موتور	۱۲۰۰RPM	۱۸۰۰RPM
فشارخروجی (اگزوز)	۷ Kg/cm^2	۷ Kg/cm^2
فشاروورودی	(۰) Kg/cm^2	(۰) Kg/cm^2

اگر گفته شود که LPM یک پمپ۱۵ است (۱۵لیتر) منظور این است که ۱۵LPMرا تحت این شرایط (شرایط جدول فوق) به ما می دهد. برای پیداکردن حجم جابجا شده در سرعت های دیگر از رابطه ی زیر استفاده می شود.

$$\text{حجم جابجایی در RPM} = \frac{\text{LPM اسمی (نامی)} \times \text{RPM}}{\text{سرعت اسمی(نامی) برحسب دوردردقیقه}}$$

به عنوان مثال پمپ پره ای با دور۶۰۰RPM و با بده حجمی اسمی ۱۵LPM،حجم تحویلی اش برابر ۷/۵LPM می شود اما با دور ۳۶۰۰RPM برابر ۴۵LPM خواهد شد.

بده حجمی دردور ۶۰۰RPM = $\frac{۱۵\times۶۰۰}{۱۲۰۰}$ =۷/۵LPM

بده حجمی دردور ۳۶۰۰RPM = $\frac{۱۵\times۳۶۰۰}{۱۲۰۰}$ =۴۵LPM

این امر نشان دهنده ی انعطاف پذیری زیاد در دستگاه های متحرک و حتی در پمپ های با جابجایی ثابت می باشد.

جابجایی ثابت و متغیر:

ما جمله ی قابل ملاحظه را وقتی به انعطاف پذیری پمپ اضافه می کنیم که بتوان میزان جابجایی آنها را تغییر داد. بسیاری از پمپ ها با جابجایی ثابت و همچنین با جابجایی متغیر (یاقابل تنظیم) ساخته می شوند. در پمپ با جابجایی ثابت، توانایی پمپ بر حسب LPM را فقط می توان با تغییر سرعت موتور تغییر داد. درتلمبه با جابجایی متغیر، پیش بینی لازم جهت تغییر اندازه ی محفظه یا محفظه های پمپ درنظر گرفته می شود. بنابراین میزان حجم جابجاشده را می توان با تغییردادن کنترل جابجایی و یا تغییرسرعت و یاهردو انجام داد. عموماً، پمپ با تغییر مکان ثابت را در سیستم های با مرکز باز به کارمی بریم. در این نوع سیستم ها درحالت عادی و خنثی یک مسیرآزاد برگشت سیال به مخزن وجود دارد. پمپ با جابجایی متغیر در سیتم های با مرکز بسته به کار می روند. دراین نوع سیستم ها فشار پمپ بر بار در حالت عادی و خنثی همچنان ادامه دارد. ما فرض کرده ایم که مقدار روغنی را که پمپ تحویل می دهد برابر مقدار جابجایی در هر سیکل یا دور باشد. اما درحقیقت توان خروجی پمپ به علت لغزش، از این مقدار کمتر است. لغزش عبارت است از نشت روغن از قسمت فشارخروجی به قسمت فشارکم یا برگشت به ورودی و معمولاً آن را نشت داخلی می نامند. مجرایی که به روغن های نشتی اجازه ی عبور به مخزن یا دهانه ی ورودی پمپ را می دهد مجرای تخلیه نامیده می شود. در طراحی بعضی از پمپ ها اندکی

لغزش را جهت روغن کاری پیش بینی می کنند و اغلب لغزش بیشتر وقتی اتفاق می افتد که در پمپ فرسودگی شروع شود. لغزش با ازدیاد فشار نیز افزایش می یابد. باید دانست که میزان جریان عبور مایع از یک روزنه یا سوراخ به افت فشار بستگی دارد. یک منفذ نشت روغن درست مانند یک روزنه عمل می کند، بنابراین با افزایش فشار روغن بیشتری از منفذ نشتی عبور نموده و به همان نسبت میزان روغن خارج شده از دهانه ی خروجی پمپ کم می شود. هرگونه افزایش در مقدار لغزش باعث کاهش راندمان می گردد.

راندمان حجمی:

راندمان حجمی عبارت است از نسبت بین بده حجمی واقعی بر بده حجمی اسمی پمپ در فشار معین:

$$\text{راندمان} = \frac{\text{بده حجمی واقعی}}{\text{بده حجمی اسمی}} = \frac{Q_2}{Q_1} \times 100\%$$

که معمولاً برحسب درصد بیان می شود. چنانچه پمپی با بده حجمی ۱۵LPM در فشار $۱۰۰\ Kg/cm^2$، مقدار ۱۵ لیتر در دقیقه و در فشار $۲۰۰۰\ Kg/cm^2$، ۱۲ لیتر در دقیقه از سیال را جابجا کند راندمان حجمی آن در فشار ۱۰۰ مساوی صددرصد و در فشار ۲۰۰۰، برابر ۸۰ درصد خواهد بود.

حل:

$$\text{راندمان} = \frac{۱۲}{۱۵} = ۰/۸ = ٪۸۰$$

راندمان کلی پمپ عبارت است از: نسبت قدرت خروجی به قدرت ورودی برحسب اسب بخار، البته اسب بخار با باده حجمی LPM متناسب است، بنابراین راندمان کلی شامل راندمان حجمی و همچنین راندمان مکانیکی می باشد.

اسب بخار:

درفصل اول رابطه ی بین اسب بخار و فشار و شدت جریان را گفتیم:

$$\text{اسب بخار} = \frac{\text{شدت جریان(LPM)} \times \text{فشار}(Kg/cm^2)}{۱۵/۲۳ \times 10^{-5}} \times (Kg/cm^2)$$

به خاطر داریم که برای حرکت بار ارتباطی بین رابطه ی اخیر و قدرت اعمال شده درمدار وجود دارد. قدرتی که برای به حرکت درآوردن پمپ لازم است

طبیعتاً بیشتر از این است چون راندمان پمپ به علت پدیده ی اصطکاک و نشت کاهش پیدا می کند. با اندازه گیری شدت جریان و فشار در دهانه ی خروجی پمپ می توان از فرمول اسب بخار برای اندازه گیری قدرت سیستم استفاده کرد. بنابراین اگر راندمان پمپ معلوم باشد قدرت کل که سبب گردش پمپ می گردد محاسبه می شود. برای مثال با جریان ۱۲LPM در فشار ۲۰۰۰ Kg/cm^2، ۱۴اسب بخار قدرت لازم است.

$$H.P = ۱۲\ LPM \times ۱۵/۲۳ \times ۱۰^{-۵} \times ۲۰۰۰\ Kg/cm^2 = ۰/۳$$

قدرت ورودی پمپ : اگر پمپ ۸۰ درصد راندمان داشته باشد، قدرتی که باید به آن داد ۱۷/۵ اسب بخار می شود.

$$\text{قدرت ورودی} = \frac{\text{قدرت خروجی}}{\text{راندمان}}$$

حل: اسب بخار $۰/۳ = \frac{۰/۳}{۰/۸} = ۰/۳۷$

برای قدرت ورودی بهتراست که از فرمول زیر استفاده نماییم:

$$\text{قدرت ورودی} = LPM \times Kg/Cm^2 \times ۱۴ \times ۱۰^{-۵}$$

در این رابطه، راندمان کلی۰/۸۳فرض شده است، این مقدار راندمانی است که در شرایط اسمی تقریباً برای تمام پمپ ها درنظر گرفته می شود.

فرکانس پمپ:

توجه داریم که قدرت خروجی یک پمپ با جابجایی مثبت همواره به صورت ضربه ای است و این امر به علت آن است که هربار که پمپ باریکی ازمحفظه های خود را تخلیه می کند یک ضربه در دهانه ی خروجی آن ایجاد می گردد.می توان گفت که پمپ ضربان هایی را با فرکانس معینی ایجاد می نماید که این فرکانس به سرعت پمپ و تعداد محفظه های آن بستگی دارد. فرکانس پدیده ای است که ما آن را نمی بینیم، اما می توانیم آن را اندازه بگیریم و یا اغلب آن را بشنویم. فرکانس به عبارت ساده عبارت است از تعداد نوسان در واحد زمان و اساس تمام صداها است. فرکانس صدا برحسب سیکل درثانیه اندازه گیری می شود(cps). صدای بم یک طبل ارتعاشی با فرکانس کم تولید می کند درحالی که داد و فریاد

تولید ارتعاشی با فرکانس زیاد می نماید و چون پمپ ایجاد فرکانس می کند پس تولید صدا می نماید.

فرض کنیم پمپی ۲۰محفظه داشته و با ۱۲۰۰ دور در دقیقه یا ۲۰دور در ثانیه کار کند.

$$\frac{1200}{60} = 20$$

فرکانس پمپ عبارت است از:

$$\text{فرکانس} = ۲۰ \frac{\text{دور}}{\text{ثانیه}} \times \frac{\text{۲۰محفظه}}{\text{دور}} = ۴۰۰ \frac{\text{ضربه}}{\text{ثانیه}}$$

این ضربان، صوتی با فرکانس ۴۰۰cps را ایجاد می کند. در حوزه ی شنوایی انسان (۲۰cps-۱۰۰۰۰cps) چندان گوش خراش نیست. با این حال پمپ مضاربی از فرکانس یعنی۸۰۰cps و ۱۶۰۰cps و ۳۲۰۰cps و بالاتر را نیز تولید می کند و صوت های با این فرکانس زیاد،گوش را می آزارد.

فرکانس و دامنه ی نوسان: فرکانس ربطی به حجم ندارد، بلکه حجم صدا به وسیله ی دامنه ی نوسان آن مشخص می گردد. اگر شما یک بشکه ی توخالی را به صدا درآورید صدایی ملایم با دامنه ی نوسان کم ازخود بیرون می دهد.چنانچه محکم به آن بکوبید صدایی با دامنه ی نوسان بالا از آن می گیریم درحالی که در هر دو مورد فرکانس یکی است. درمورد صدای پمپ، طراح به خوبی می داندکه افزایش سرعت سبب افزایش فرکانس و افزایش بار یا فشار سبب افزایش دامنه ی نوسان می گردد. وقتی صدا ایجاد اشکال نماید پمپ های با جابجایی زیاد (حجم زیاد) را با سرعت کم به کارمی برند و به این ترتیب فرکانس را کم کرده، صدا را ازبین می برند. افزایش سرعت جابجایی عمل کننده، سبب کاهش فشار و درنتیجه کاهش دامنه ی نوسان می گردد. وقتی که بخواهیم بین این دو عامل یکی را انتخاب کنیم بهتراست که عامل کاهش فرکانس رادرنظر بگیریم. دراثر تجربه ثابت شده که داد و فریاد بلند برای گوش، قابل تحمل تر از جیغ ممتد می باشد حتی اگر این جیغ زیاد بلند نباشد. صدای پمپ را می توان به وسیله ی صداخفه کن Deadening Devices و یا برطرف کردن و فرکانس هایی را که با قسمت های دیگر متصل به پمپ،به حالت رزنانس ایجاد ارتعاش نمایند ازبین برد.

انواع پمپ با جابجایی مثبت (Positive Displacement):

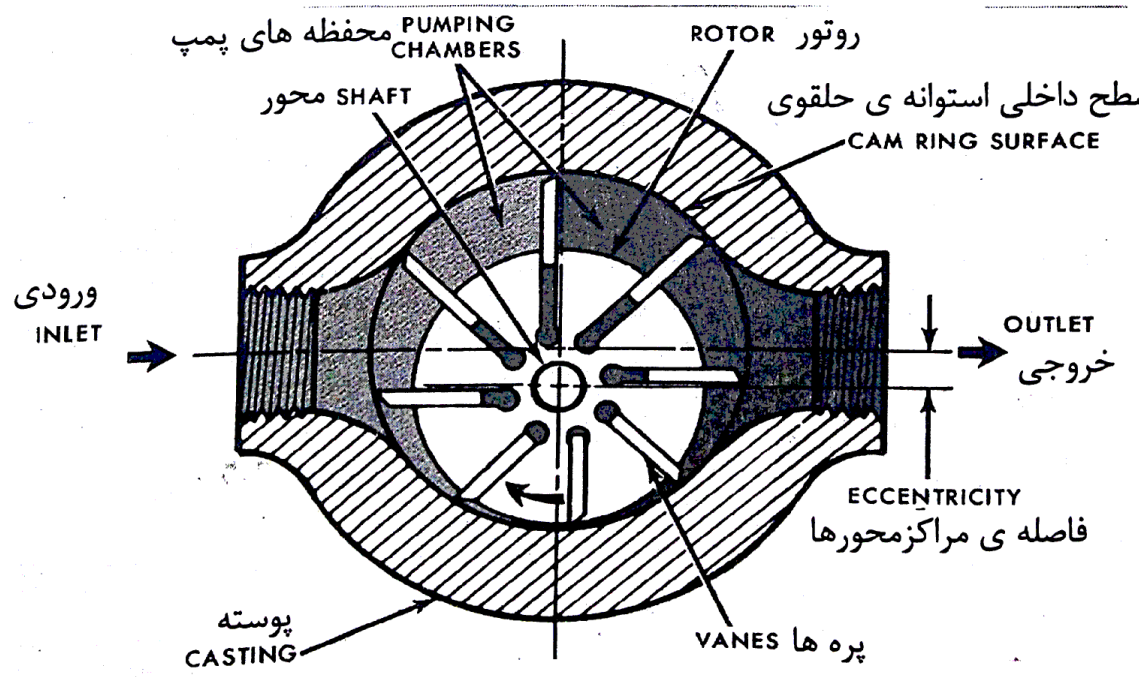
حال که به طور کلی با کار پمپ ها آشناشدیم، مطالعات خود را راجع به آزمایش انواع پمپ هایی که در سیستم های هیدرولیکی به کارمی روند ادامه می دهیم.

همان طوری که در صفحات قبل دیدیم پمپ های دوار و رفت و برگشتی هردو به عنوان پمپ های با جابجایی مثبت طبقه بندی شدند.

پمپ های رفت و برگشتی: نحوه ی عمل پمپ رفت و برگشتی ساده (شکل۴۴) در این فصل و نیز در فصل۱به خوبی نشان داده شده است، پمپی که دراینجا نشان داده شده است روغن را در یک جهت و در فاصله ی یک نیم سیکل به مدار وارد می کند، همچنین انواع دیگری وجود دارند که درهردو نیم سیکل رفت و برگشت روغن را پمپ می کنند. با این وجود پمپ های رفت و برگشتی را نمی توان به سهولت با منبع قدرت دوار به کار انداخت. به همین جهت شما آنها را بر روی موتورهای دوار نمی بینید. تمام پمپ هایی را که ما مورد بررسی قرار خواهیم داد از نوع دوار هستند.

پمپ های پره ای دوار: درپمپ پره ای (شکل۴۶) یک روتور شکاف دارکه به وسیله ی محور گردنده گردانده می شود درفضای دایره ای شکل یا بیضی گونه ای که به وسیله ی دو صفحه ی نزدیک به هم محصور شده است می چرخد.پره های آب دیده و صیقل شده در داخل شکاف های روتور لغزیده و داخل و خارج می شوند. تیغه یا لبه ی خارجی این پره ها به وسیله ی نیروی گریز از مرکز، با جدار داخلی محفظه مدور دایماً با فشار در تماس می باشد. محفظه های پمپ که بین پره های پمپ قرار دارند روغن را از دهانه ی ورودی به خروجی می رانند. با بازشدن فضای بین پره ها، خلاء جزیی در دهانه ی ورودی پمپ تولید می شود.

با کاهش اندازه ی محفظه های پمپ روغن در دهانه ی خروجی فشرده و بیرون می ریزد.



شکل۴۶

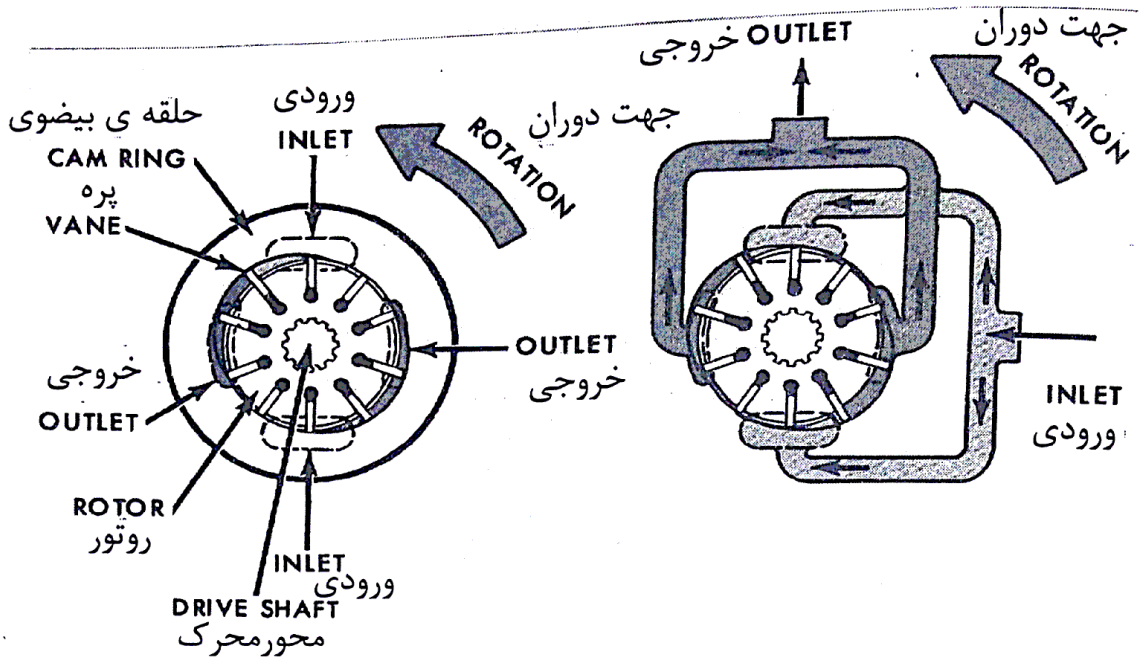
در پمپ پره ای نقاطی که معمولاً فرسوده می شوند، نوک پره ها جدار داخلی قسمت مدور می باشند که به طور اختصاصی آب داده شده و آنها را سنگ می زنند. فقط در طرح پمپ پره ای است که فرسودگی به طور اتوماتیک و خود به خودی جبران می شود. به محض این که فرسایشی صورت می گیرد پره ها از شکاف های روتور به بیرون لغزیده و با جدار داخلی مماس شده و آن را دنبال می کنند. بنابراین پمپ در تمام طول عمرخود دارای راندمان خوبی خواهد بود.

پمپ پره ای نامتعادل:

در طرح پمپ پره ای نامتعادل (شکل۴۶) قسمت داخلی پمپ به صورت استوانه ای حلقوی است که محورش برمحور روتور منطبق نیست. میزان جابجایی پمپ بستگی به میزان فاصله ی محورها نسبت به یکدیگر دارد. امتیاز این امرکه استوانه ی حلقوی دایره ی کامل باشد دراین است که می توان میزان غیرهم مرکز بودن آن را با روتور کنترل نمود و بنابراین می توان به این ترتیب میزان جابجایی را تغییر داد. اشکال اساسی این امر در این است که نابرابری فشار در دهانه ی خروجی بر سطح کوچکی از لبه ی روتور موثر بوده و بنابراین بارهای جنبی را به محور منتقل می کند. بنابراین محدودیتی در اندازه ی پمپ به وجود می آید مگر این که یاتاقان های بسیار بزرگ و تکیه گاه های سنگین درآن به کاررود. این نوع پمپ درمورد ماشین های افزار به کارگرفته می شود.

پمپ پره ای متعادل:

در طرح پمپ پره ای متعادل (شکل۴۷) قسمت حلقوی داخلی پمپ به صورت بیضی شکل ساخته می شود. دراین پمپ دو جفت دهانه ی داخلی وجود دارد. محفظه ی بین هر دوپره در یک دور دوبار روغن را پمپ می کند. دهانه های ورودی مانند دهانه های خروجی، به فاصله ی ۱۸۰درجه از یکدیگر قرار دارند. به این ترتیب فشارهای برگشت که بر لبه های روتور اثر می گذارند یکدیگر را خنثی کرده به طور نسبی به وسیله ی پمپ های نامتعادل کوچک می توان جابجایی زیادی را به دست آورد. پیشرفت طراحی در سال های اخیر، که کار در سرعت و فشار های زیاد را عملی نموده، این پمپ را به عنوان قابل قبول ترین پمپ در سطح عمومی پذیرفته است.

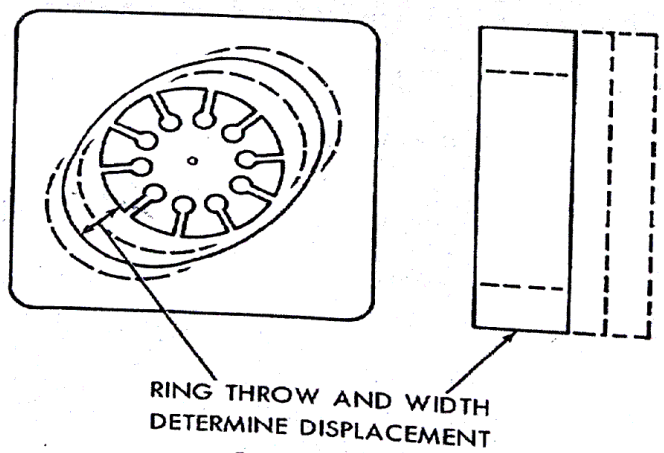


شکل ۴۷

جابجایی در پمپ های پره ای:

به سهولت می توان دید که جابجایی در پمپ های پره ای بستگی دارد به پهنای استوانه ی حلقوی و روتور و مقداری که پره ها می توانند در داخل استوانه ی حلقوی بازی کنند (شکل۴۸). طرح استوانه های حلقوی قابل تعویض امکان استفاده از یک پمپ را برای مقادیر متفاوت جابجایی عملی می سازد.

معمولاً فقط تعویض حلقه ها لازم است، ولی در بعضی مدل ها می توان از کارتریج های پهن تری برای افزایش خروجی استفاده نمود.



پهناوفضایی که پره ها در داخل آن حرکت می کنند
مقدارجابجایی پمپ را تعیین می نماید.

شکل۴۸

پمپ های پره ای متعادل دارای جابجایی ثابتی هستند، درحالی که پمپ های پره ای نامتعادل می توانند با جابجایی ثابت و یا متغیر ساخته شوند.

مشخصات پمپ های پره ای:

به طور کلی پمپ های پره ای درصورتی که در یک سیستم تمیز با روغن مناسب به کار روند راندمان و طول عمر زیادی خواهند داشت. این پمپ ها با ظرفیت های مختلف و سرعت های متفاوت با فشارهای پایین، متوسط بالا ساخته می شوند. حجم آنها نسبت به میزان قدرت آنها کوچک است. ضربان این پمپ ها دارای دامنه ی نوسان کم و فرکانس متوسط می باشند. به طورکلی پمپ پره ای آرام و بی صدا بوده ولی در سرعت های زیاد تولید صدا می نماید.

پمپ های ویکرز و کاربرد آنها در وسایل متحرک:

حال که با وضع پمپ ها، به طور کلی آشنا شدیم، طرح های خاص پمپ های پره ای و پیستونی را بررسی می کنیم. در اینجا به طرز دقیق تری بعضی از ویژگی های طرز کار و ساختمان آنها را مورد مطالعه قرار می دهیم.

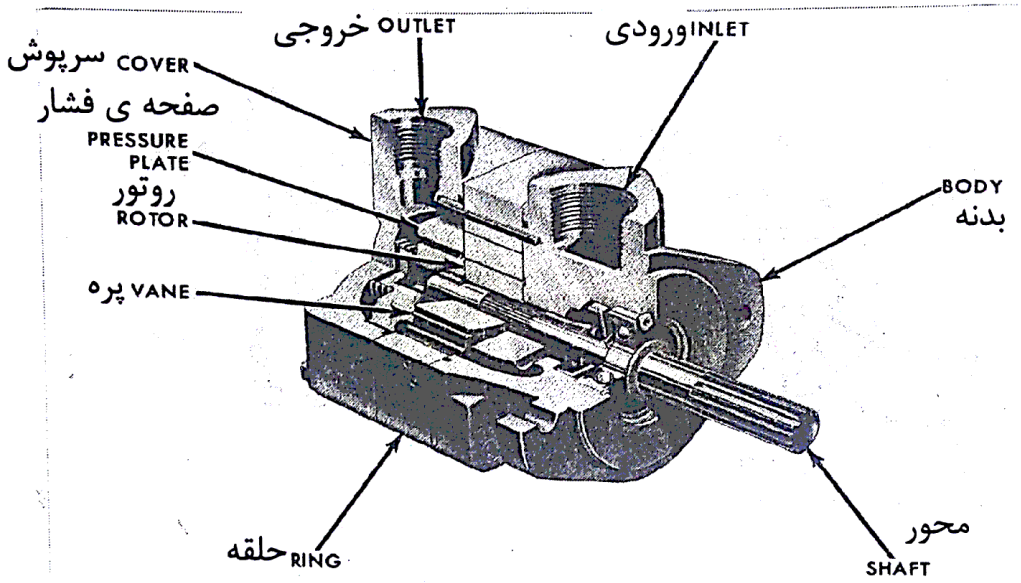
پمپ های پره ای مربع شکل:

این نوع پمپ ها یکی از قدیمی ترین طرح های پمپ پره ای می باشند. پمپ های پره ای متعادل (مربع شکل) در پنج اندازه ی مختلف از ۳/۷LPM تا ۱۸۰ LPMساخته شده اند. هریک از این اندازه ها دارای تعدادی استوانه های حلقوی قابل تعویض می باشند که میزان قدرت خروجی پمپ را تغییر می دهند. هم چنین پمپ های دوبله با دو کارتریج که در یک پوسته قراردارند ساخته شده اند. دهانه ی ورودی آنها مشترک بوده و دارای دهانه های خروجی مجزا می باشند و کارتریج های پمپ کننده، توسط یک محور به حرکت در می آیند.

پمپ های منفرد "مربع" شکل:

در پمپ های منفرد (شکل۴۹) دهانه ی ورودی در بدنه ی پمپ تعبیه شده است، که در ضمن نگاه دارنده ی یاتاقان نیز می باشند. دهانه ی خروجی در داخل سرپوش پمپ قراردارد. استوانه ی حلقوی بین بدنه و سرپوش پمپ قرار داده شده است. سطح جانبی بدنه که صیقل داده شده است به عنوان یکی از صفحات جانبی محفظه ی داخلی پمپ عمل می کند. یک صفحه ی فشارکه دارای منافذی نیز می باشد در داخل سرپوش به عنوان صفحه ی جانبی دیگر

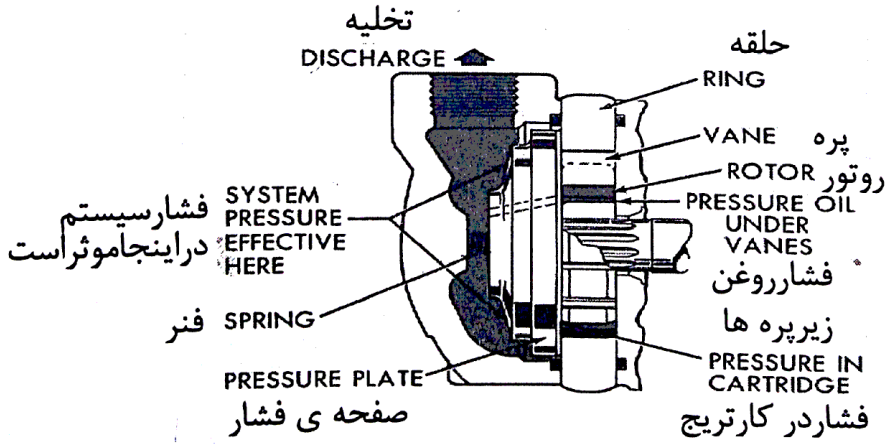
جاسازی شده است و رینگ هـای آب بنـدی "ه" شـکل، طـرف فـشار قـوی را از ورودی جدا می کند ومجرایی از داخل بدنه ی روغن های نـشتی را بـه دهانـه ی ورودی پمپ برمی گرداند.



شکل۴۹

عمل صفحه ی فشار:

در عمل مادامی که فشار در سیستم بالا نرفته است صفحه ی فشار (شـکل۵۰) به وسیله ی فنری به استوانه ی حلقوی و روتور فشار داده می شـود. پـس از ایـن که در سیستم فشار به وجود آمد، فشار برگشت که به صفحه اعمال مـی شـود آن را با فشار درتماس با کارتریج نگاه می دارد. صفحه ی فشار طوری طراحـی شـده که نیروهایی که به آن وارد می شوند فشار کارتریج را که سعی دارد صـفحه را بـه طرف خارج براند خنثی نماینـد و بنـابراین یـک سیـستم آب بنـدی محکـم بـین صفحه ی فشار و کارتریج به وجود آید.

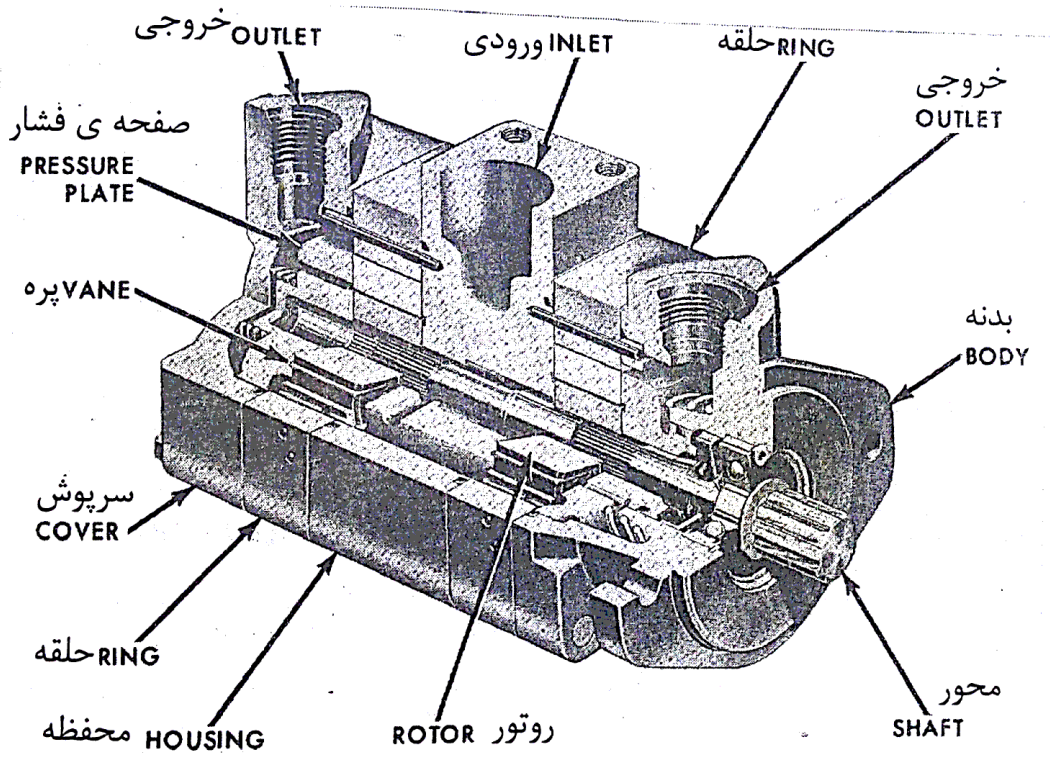


شکل۵۰

دومین عمل صفحه ی فشار این است که، فشار روغن را از مجاری خود به سمت زیر پره هدایت می کند. این فشار به طور شعاعی برپره ها وارد شده، به طوری که پره ها بتوانند درمدت عمل پمپ تماس خود را با استوانه ی حلقوی حفظ نمایند.

پمپ های دوبل مربع شکل:

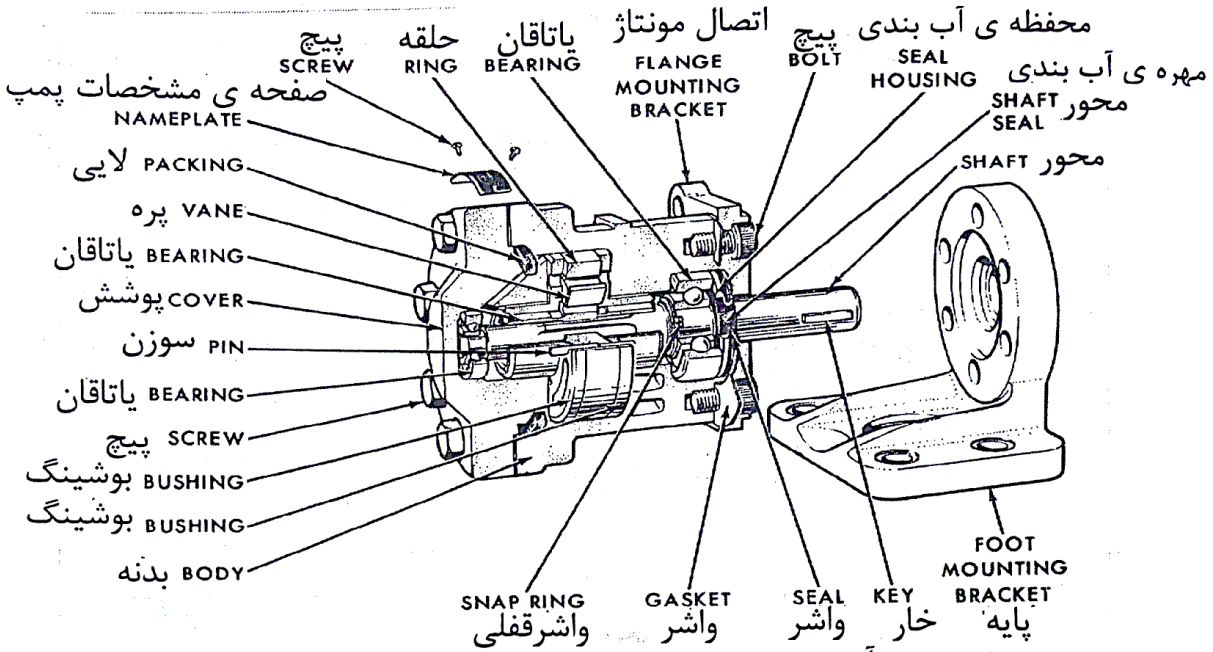
اصول عملیات پمپ های دوبل (شکل۵۱) مانند پمپ های منفرداست. یک قسمت مرکزی بزرگ به عنوان دهانه ی ورودی و صفحه ی جانبی برای سمت فشار ضعیف برای هردو کارتریج عمل می کند. صفحات فشار در داخل بدنه و سرپوش پمپ که شامل دهانه های خروجی نیزمی باشد جاسازی شده اند. محور توسط یاتاقان هایی که دربدنه و قسمت مرکزی قراردارند، نگاه داشته می شود.



شکل۵۱

پمپ های مدور:

طرح قدیمی دیگری از پمپ های پره ای پمپ مدور است(شکل۵۲).دراین طرح دوصفحه ی جانبی مجزا با بوشینگ های روتور یکی شده و درحقیقت به آنها لفظ بوشینگ اطلاق می شود. پمپ های مدور با یک یا دو کارتریج ساخته می شوند.



شکل ۵۲

پمپ های با کیفیت عالی:

این نوع پمپ ها نیز، پمپ های پره ای متعادل هستند. این ها به صورت منفرد در چهار اندازه ی اصلی ساخته شده اند. میزان بده این پمپ ها از ۳۵LPM تا ۳۵۰LPM و میزان فشار آنها تا ۱۷۲/۵ Kg/cm^2 می باشد و همانطوری که در پمپ های مربع شکل دیده شد در هر اندازه ی اصلی بده های حجمی مختلفی دارند. سری های متعددی از پمپ های دوبله نیز ساخته می شود.

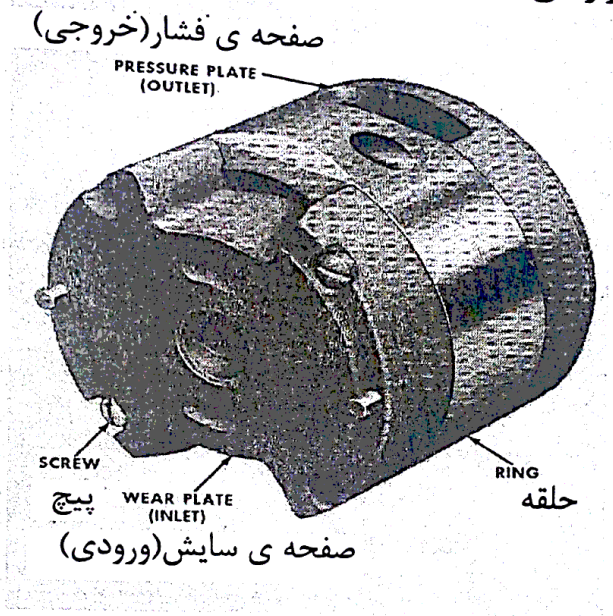
ساختمان کارتریج:

کارتریج کامل در پمپ های با کیفیت عالی (شکل۵۳) به عنوان یک واحد، قابل تعویض و جداکردن است. درحقیقت کارتریج های قابل تعویض درکارخانه ساخته و آزمایش می شوند که بتوان آنها را بدون جداکردن پمپ از سیستم فوراً نصب نمود. صفحات جانبی هر دو به استوانه ی حلقوی کارتریج پیچ شده اند و روتور و پره ها بین آنها قرار گرفته اند.

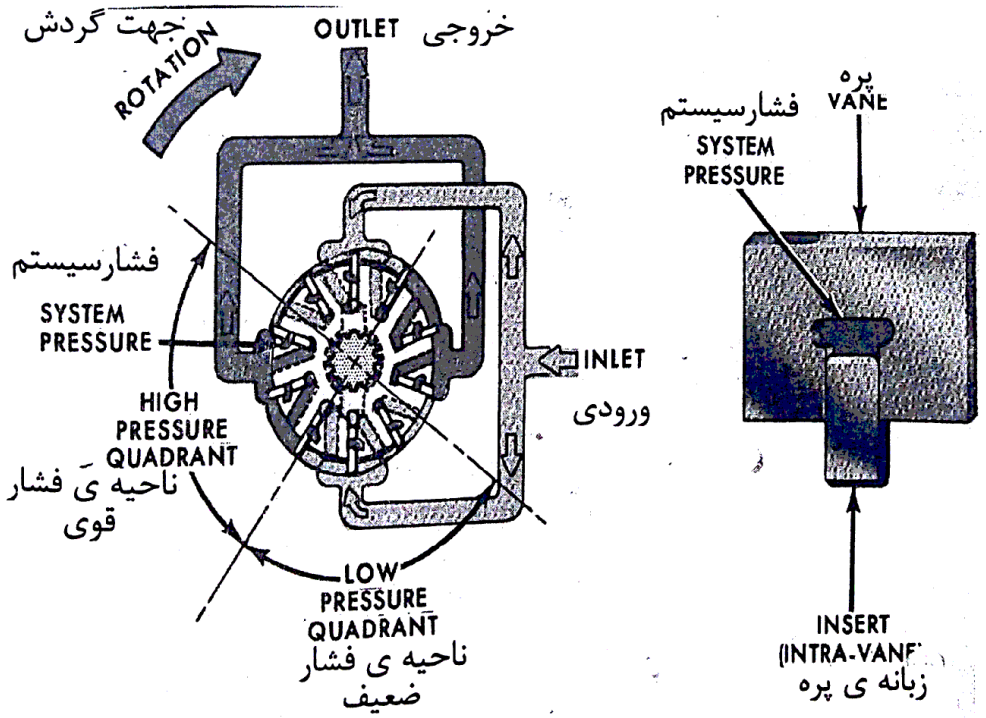
طرح با پره ی زبانه دار:

این طرح در پمپ با کیفیت عالی(شکل۵۴) طوری است که نیرویی که ازطریق روغن به زیر پره ها وارد می شود برحسب این که پره در چه ناحیه ای از فشار روغن قرار بگیرد متفاوت است بنابراین در دهانه ی ورودی یا ناحیه ی فشار

ضعیف، که فشار سیستم مقاومتی دربرابر نیروی گریز از مرکز ندارد، نیرو کم است. هرپره دارای یک زبانه ی کوچک است که درزیرآن قراردارد و با فضایی که بین آنها پیش بینی شده روغن تحت فشار در این فضا می تواند نیرویی به سمت بالا به زیر پره اعمال کند. فشار سیستم به طور ثابت به فضای بین پره و زبانه از طریق منافذ تعبیه شده در صفحه ی فشار اعمال می گردد. سطح بزرگ تر زیر پره تحت فشاری قرار می گیرد که همان فشار به نوک وارد می شود.



شکل۵۳

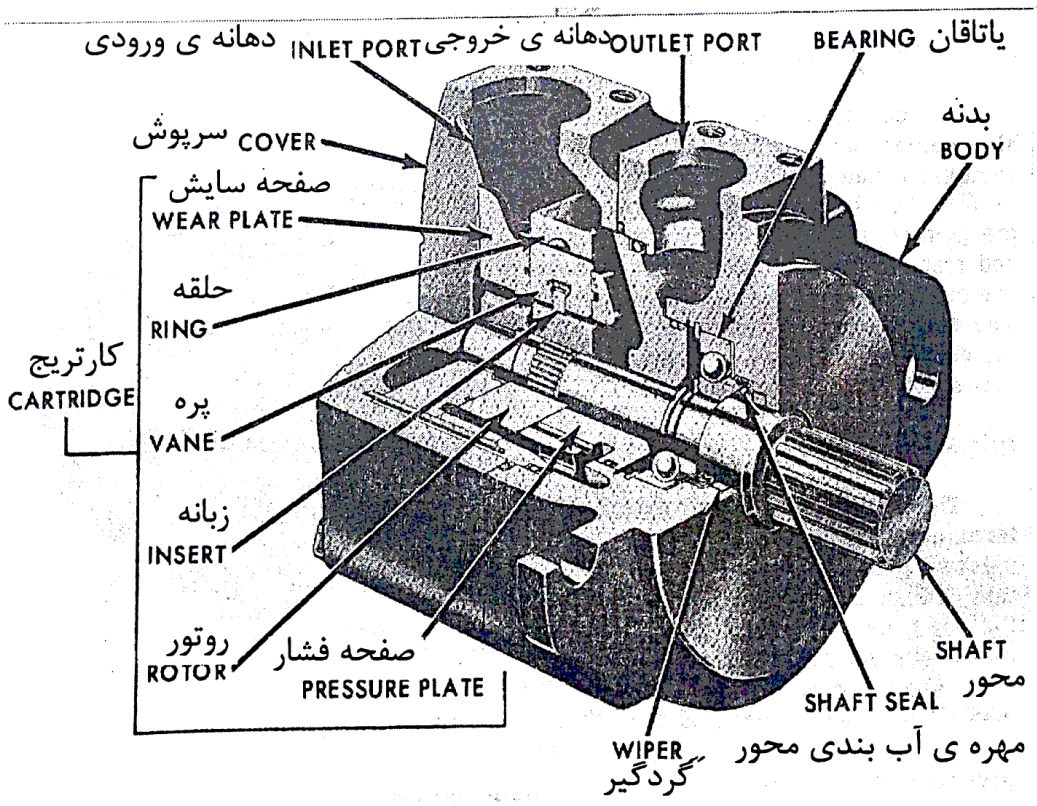


شکل۵۴

این امر به علت این است که سوراخ هایی که برروی روتور ایجادشده اند فشار روغن را به سطح بزرگتر زیر پره هدایت می کنند، فشار این روغن همان فشاری است که به بالای پره وارد می شود بنابراین درنواحی فشارقوی، فشار سیستم برتمامی سطح پره وارد می شود، درحالی که در منطقه ی ورودی فشار سیستم فقط برسطح کوچک بین پره و زبانه اثر می گذارد.

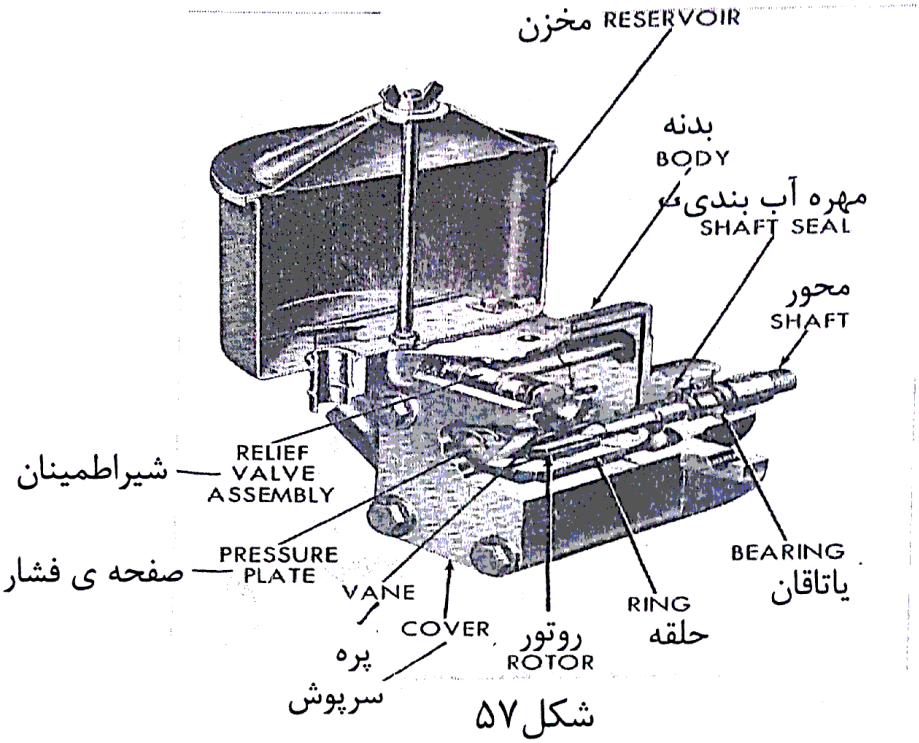
ساختمان و مونتاژ:

در پمپ منفرد (شکل۵۵) دهانه ی ورودی در قسمت سرپوش و دهانه ی خروجی درقسمت بدنه قرارگرفته است. بدنه، تکیه گاهی برای بلبرینگ و واشر آب بندی محور می باشد. یک عدد جاروبک نمدی واشر را در مقابل گرد و خاک و رطوبت حفظ می کند. واشرهای حلقوی شکل حفره های با فشار کم و زیاد را از یکدیگر مجزا می کنند.



شکل ۵۵

بدنه ی پمپ های دوبله (شکل۵۶) همانند پمپ های منفرد است. یک بوشینگ محوری در صفحه ی سایش که درانتهای محور کارتریج قرار دارد برای نگهداری محور طویل تر، جهت گرداندن دو روتور نصب شده است. برحسب مدل پمپ ، کارتریج با پره های زبانه دار در انتهای محور و پره های زبانه دار ثابت، در



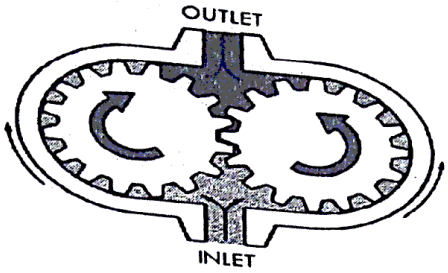
شکل ۵۷

پمپ های دنده ای:

در طبقه بندی پمپ های دنده ای چندین نوع پمپ وجود دارند. پمپ با دنده های خارجی بیشترین کاربرد را در انتقال قدرت دارد. اما پمپ با دنده های داخلی عملاً جهت انتقال اتوماتیک قدرت و فرمان هیدرولیکی در اتوموبیل ها به کار برده می شود. پمپ های پروانه ای اساساً از نوع پمپ با دنده ی خارجی است و دارای میزان جابجایی زیاد می باشد.

پمپ با چرخ دنده های خارجی:

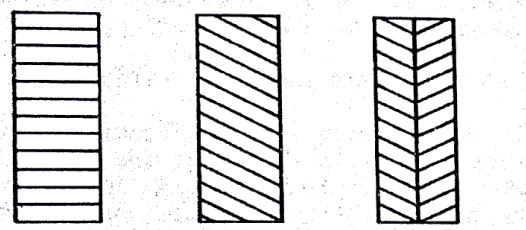
این نوع پمپ (شکل۵۸) اساساً از دو چرخ دنده که با یکدیگر درگیر بوده و در داخل محفظه ای که دارای دو دهانه ی ورودی و خروجی مقابل هم می باشند قرارگرفته اند. یکی از چرخ دنده ها توسط منبع قدرت می گردد و به نوبه ی خود سبب چرخش دیگری می شود. همین طور که دندانه های دوچرخ درهم درگیر شده و می گردند خلاء جزیی در دهانه ی ورودی ایجاد می شود. روغنی که از دهانه ی ورودی کشیده می شود به وسیله ی محفظه های پمپ که از فضاهای کوچک بین چرخ دنده ها و جدار داخلی تشکیل می شوند حمل می شوند. چون دنده ها با هم درگیر هستند، برای جریان روغن مسیر دیگری به جز دهانه ی خروجی وجود نخواهد داشت.



شکل۵۸

طرح چرخ دنده:

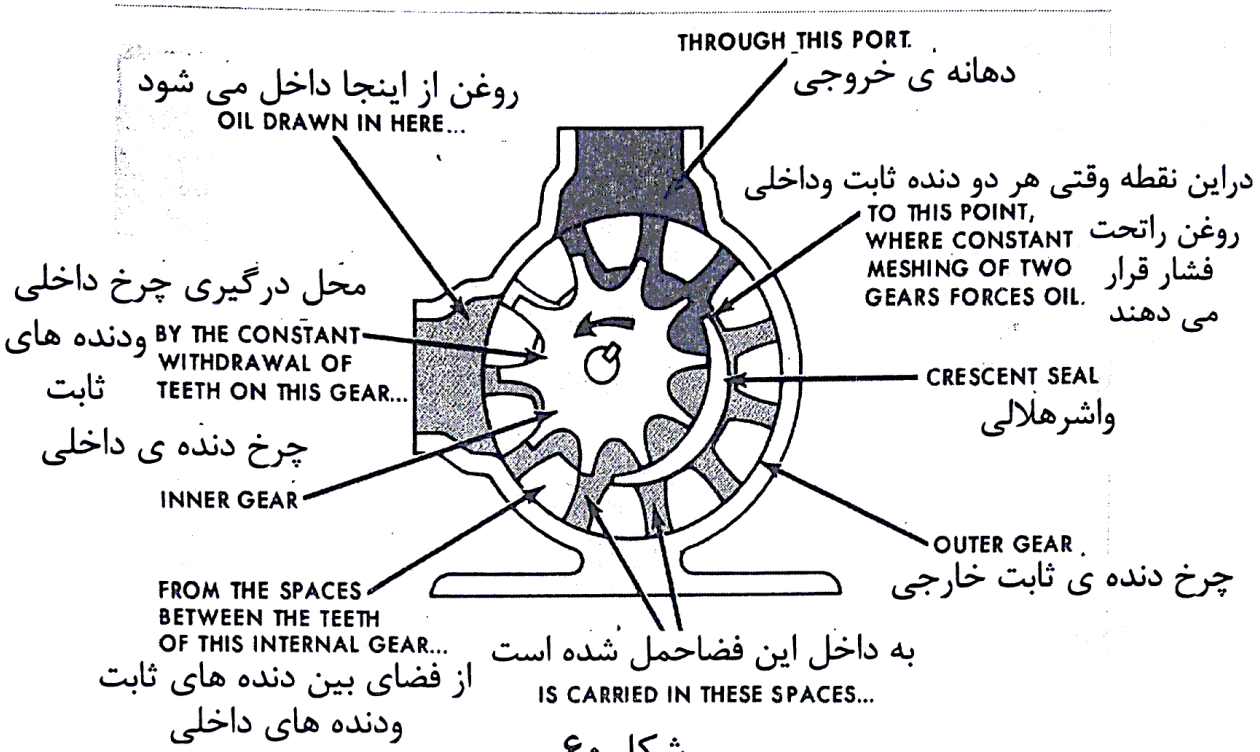
اشکال مختلف دندانه (شکل۵۹) درپمپ های دنده ای برحسب ضرورت آنها به کار می روند. ساده ترین پمپی که می توان ساخت پمپ با دنده های معمولی است. این پمپ، دوطرفه نیز می باشد. چرخ دنده های حلزونی نیز دوطرفه بوده و می توان ازآنها در سرعت های زیاد استفاده نمود و جابجایی آنها زیاد است. چرخ دنده های جناقی فشارهای جانبی را که درچرخ دنده های حلزونی به وجود می آید خنثی کرده و سبب کاهش ضربان می شوند، اما دوطرفه نیستند.



شکل۵۹

پمپ با چرخ دنده های داخلی:

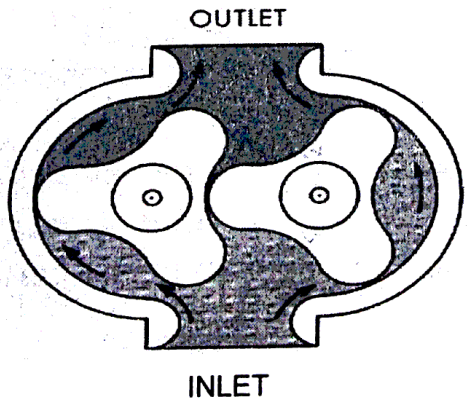
این نوع پمپ (شکل۶۰) شامل یک چرخ دنده ی داخلی است که به محور محرک جفت شده است و همچنین شامل یک چرخ دنده ی خارجی بزرگتر، یک صفحه هلالی و یک پوسته ی خارجی می باشد. دوچرخ دنده هم مرکز نیستند، بنابراین وقتی می چرخند محفظه های پمپ که بین این دوچرخ دنده قرار دارند در محل دهانه ی ورودی بازشده و در دهانه ی خروجی بسته می شوند. قسمت هلالی شکل دهانه ی ورودی را از دهانه ی خروجی آب بندی و مجزامی کند و هر دو چرخ دنده روغن را از روی هلال عبور می دهند.



شکل ۶۰

پمپ پروانه ای دوار Lobe (Rotor) Pumps:

این نوع پمپ (شکل۶۱) شبیه پمپ با چرخ دنده ی خارجی است با این تفاوت که دراینجا چرخ دنده های هرز گرد خارجی برای هم زمان کردن پروانه ها باید به دستگاه اضافه شوند. در این پمپ به وضوح دیده می شود که مقدار جابجایی از میزان مشابه آن در پمپ دنده ای بیشتراست، اما در صورت فرسودگی راندمان آن به سرعت کاهش می یابد. این نوع پمپ که دارای میزان جابجایی زیاد می باشد عموماً برای انتقال حجم های زیاد از مایع به کار می رود. ولی بعضی از انواع این پمپ ها پره های بیشتری دارند. بنابراین میزان جابجایی آنها کمترمی شود و معمولاً در سیستم های فشار ضعیف به کار گرفته می شوند.

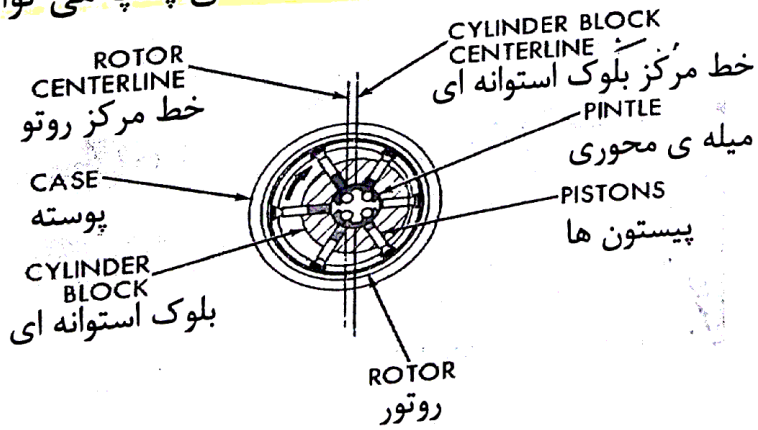


شکل۶۱

پمپ های دوار نوع پیستونی:

یک پمپ پیستونی می تواند به عنوان یک پمپ رفت و برگشتی دوار طبقه بندی شود. در غالب پمپ های پیستونی چندین پیستون(معمولاً۷یا۹) در داخل یک قسمت استوانه ای دوار عمل رفت و برگشت را انجام می دهند.پمپ ها طوری ساخته شده اند که پیستون ها به هنگام عبور از دهانه ی ورودی برمی گردند و تولید خلاء می کنند و امکان می دهند که روغن به درون محفظه های پمپ جریان پیدا نماید و سپس در دهانه ی خروجی عمل"رفت"را انجام داده و روغن را با فشار به طرف سیستم می رانند. عموماً پمپ های پیستونی به دو دسته تقسیم می شوند : شعاعی و محوری.

پمپ پیستونی شعاعی: دریک پمپ پیستونی (شکل۶۲) پیستون ها برروی یک قسمت استوانه ای کوتاه مانند پره های یک چرخ قرار گرفته است. این قسمت استوانه ای توسط محورگردنده ای که درون محفظه ی دایره ای شکل قرار دارد می چرخد. قسمت استوانه ای برروی یک میله ی ثابت که شامل دهانه های ورودی و خروجی می باشد، می گردد. به مجرد این که قسمت استوانه ای به چرخش درمی آیند نیروی گریز از مرکز پیستون ها را به سمت بیرون پرتاب می کند و آنها با تماس همیشگی با محفظه ی دایره ای شکل می گردند. محور مرکزی این محفظه نسبت به محور مرکزی قسمت استوانه ای در فاصله ی معینی قرارگرفته است. این فاصله، مسافتی را که پیستون می تواند تغییر مکان دهد و لزوماً میزان جابجایی پمپ را تعیین می کند.کنترل برروی پمپ را با تغییر مکان محفظه ی دایره ای شکل و در نتیجه تغییر بده حجمی پمپ می توان اعمال نمود.



شکل۶۲

پمپ پیستونی محوری: در این پمپ ها، پیستون ها به طور محوری، یعنی در امتداد محور مرکزی قسمت استوانه ای رفت و برگشت می کنند. پمپ های پیستونی محوری ممکن است که از نقطه نظر طرح خطی یا زاویه ای باشند.

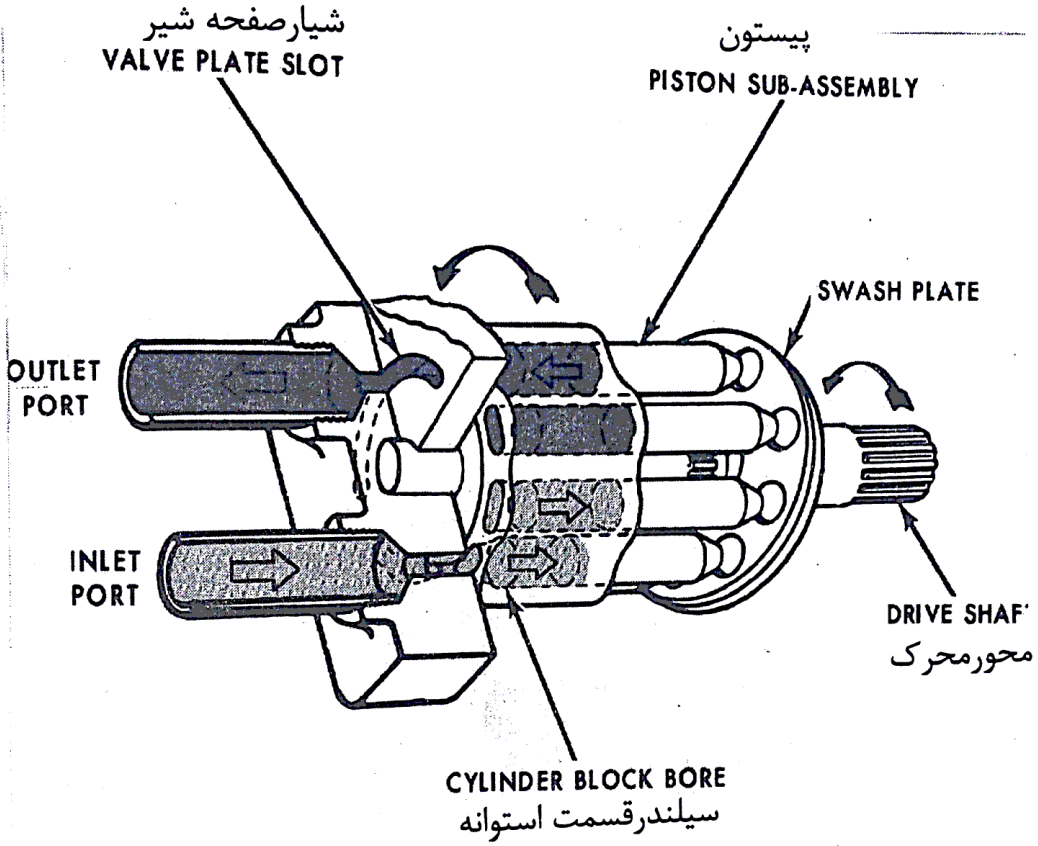
پمپ های پیستونی با صفحه ی شیب دار و محور مستقیم:

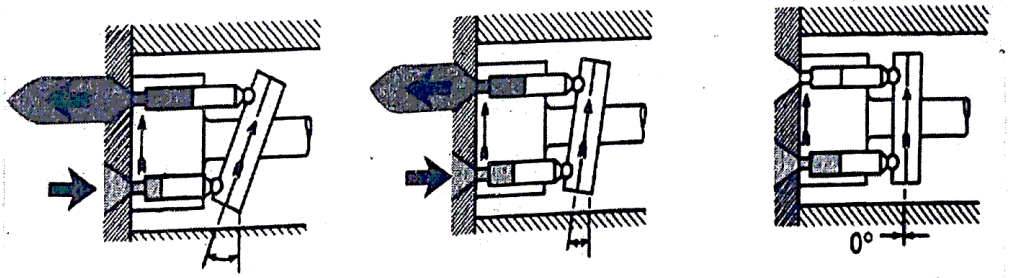
در این نوع پمپ ها (شکل۶۳ فوقانی) محورگردنده و بلوک استوانه ای هردو روی یک خط مرکزی قرار دارند. رفت و برگشت پیستون ها به وسیله ی صفحه ی اریب انجام می شود و همین طورکه بلوک استوانه ای می گردد پیستون ها که با صفحه ی اریب درتماس هستند، عمل رفت و برگشت را انجام می دهند. محور محرک بلوک استوانه ای را می گرداند که این بلوک به نوبه ی خود پیستون ها را که دورتا دور محور قرار گرفته اند با خود حمل می کند. پاشنه گرد پیستون هایی که به وسیله ی صفحه کفشک نگاه داشته می شوند، بر روی صفحه ی شیب دار می لغزد، زاویه ی صفحه ی شیب دار سبب می شودکه پیستون ها درسیلندرهای خود حرکت رفت و برگشتی انجام دهند. در نقطه ای که پیستون شروع به برگشت می کند قسمت بازی که در انتهای سیلندر قرارگرفته در برابر شیار ورودی که بر روی صفحه ی سوپاپ قرار دارد می لغزد و روغن درمدتی کمتر از نصف دور به درون سیلندرکشیده می شود. سپس هنگامی که پیستون به طور کامل برگشت نمود، قسمت باز انتهای سیلندر در مقابل قسمت بسته و بدون شیار صفحه ی سوپاپ قرارمی گیرد. به محض این که پیستون حالت"رفت " خود را شروع می کند قسمت باز انتهای سیلندر به طرف شیار دهانه ی خروجی حرکت کرده و روغن را با فشار از دهانه بیرون می ریزد.

جابجایی در پمپ با محور مستقیم :

میزان جابجایی در پمپ بستگی به قطر، سیلندر و تعداد پیستون ها و کورس آنها دارد. زاویه ی صفحه ی اریب (شکل۶۳ تحتانی)کورس پیستون را تعیین می کند. بنابراین با تغییراین زاویه میزان جابجایی تغییر می کند. در پمپ هایی که این زاویه درآنها ثابت است صفحه ی اریب در محفظه به طور ثابت نصب شده است. در پمپ های متغیر، صفحه ی اریب بر روی یک یوغ که به یک محورمتصل می باشد، سوارشده.است و به این ترتیب می توان بده پمپ را از صفر تا ماکزیمم

تغییر داد. به وسیله ی این سیستم کنترل، می توان جهت جریان را عکس کـرد و این امر توسط تغییرحرکت یوغ امکان پذیراست. البته در وضعیت مرکز، صفحه ی شیب دار عمود بر سیلندرها می باشد و هیچگونه حرکت رفت و برگشتی به وسیله ی پیستون ها انجام نمی گردد، بنابراین مقدار روغن پمپ شده، صفر می شود.





MAXIMUM SWASH PLATE ANGLE (MAXIMUM DISPLACEMENT)
صفحه ی اریب با زاویه ی حداکثر(جابجایی حداکثر)

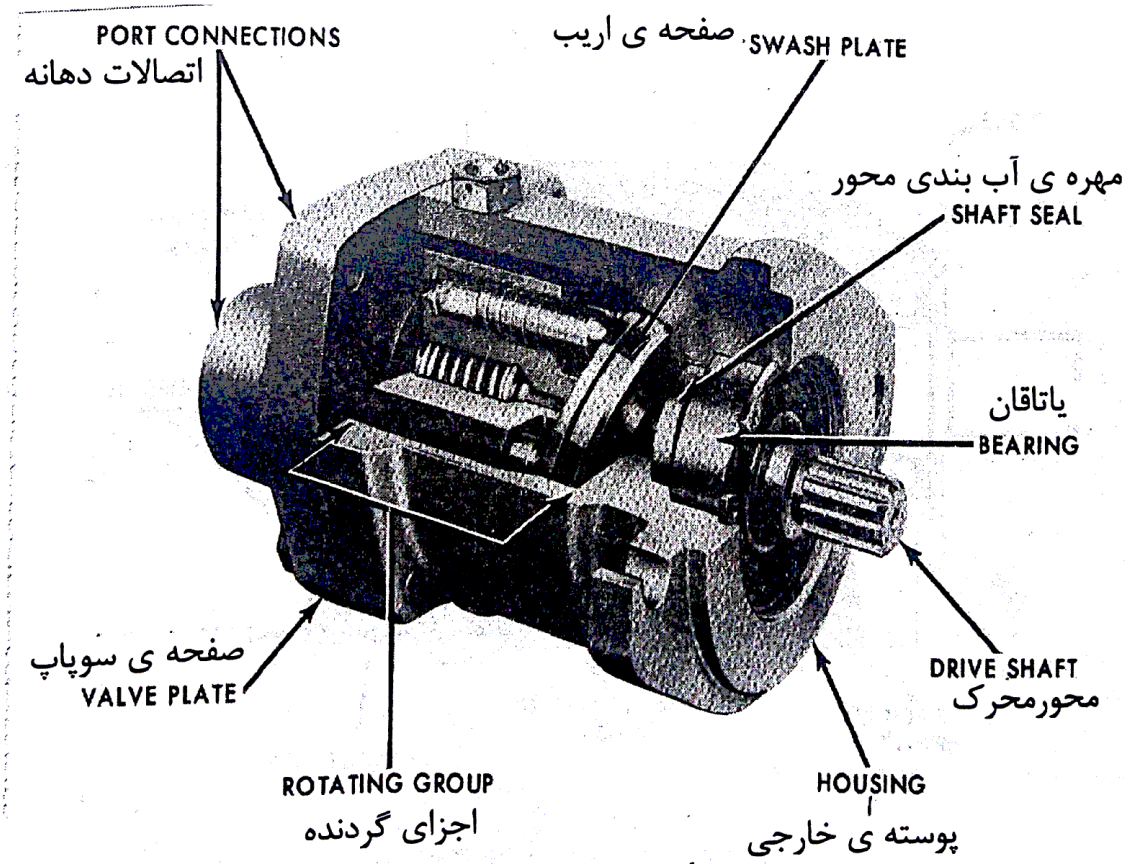
DECREASED SWASH PLATE ANGLE (PARTIAL DISPLACEMENT)
صفحه ی اریب با کاهش زاویه (جابجایی جزیی)

ZERO SWASH PLATE ANGLE (ZERO DISPLACEMENT)
صفحه ی اریب با زاویه ی صفر(جابجایی صفر)

شکل ۶۳

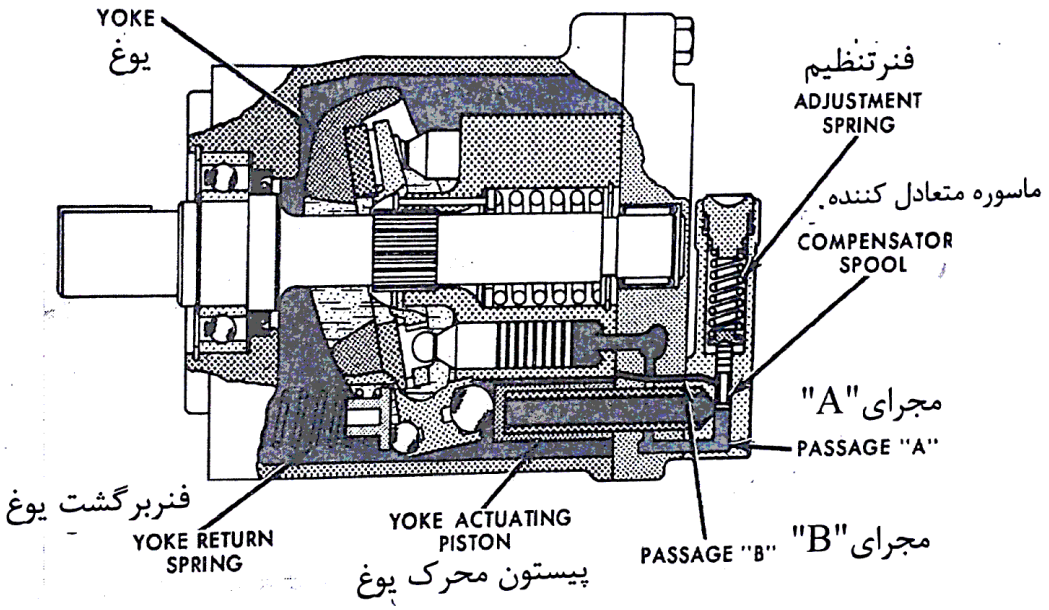
پمپ های پیستونی با محور مستقیم :

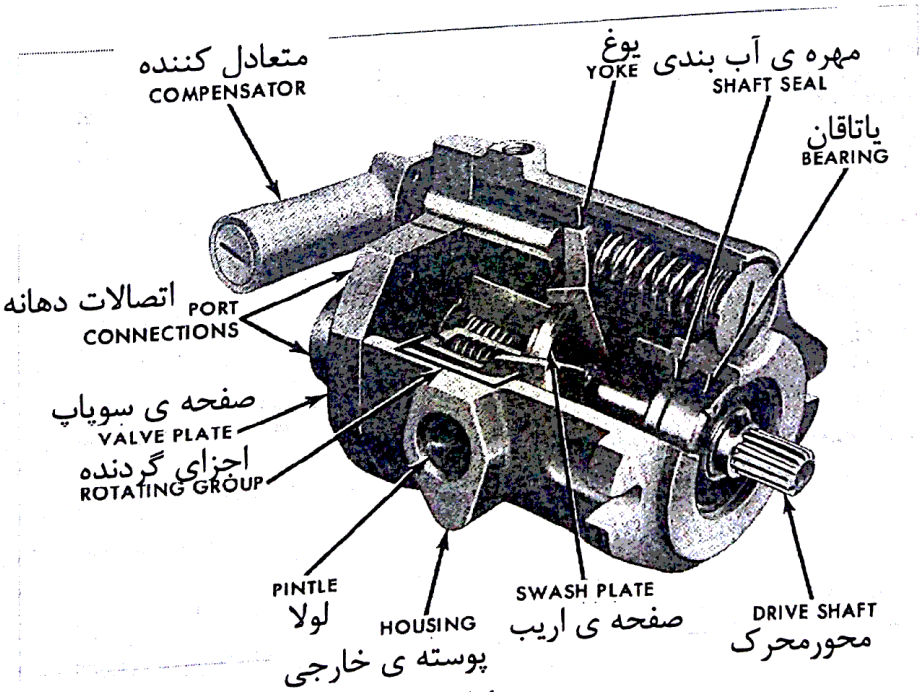
یک نوع عمومی از پمپ های با محور مستقیم با جابجایی ثابت درشکل۶۴ نشان داده شده است. قسمت های اساسی این پمپ عبارت است از: بدنـه، محـورمحرک که بر روی یاتاقان سواراست، یک سری قطعات گردنده، مهره ی آب بندی محور و صفحه ی سوپاپ. صفحه ی سوپاپ شامل دهانه های ورودی و خروجی بوده و بـه عنوان یک سرپوش عمل می کند.قطعات گردنده شامل قسمت های زیرمی باشند. بلوک استوانه ای که به وسیله ی خار بر روی محورگردنده سوار شـده اسـت. یـک واشر کروی که آن نیز به وسیله ی خار بر روی محور سوار شده است، یک فنر، نه عدد پیستون با پاشنه یا دنباله ی کـروی، صـفحه ی کفـشک و صـفحه ی اریـب. وقتی که همه ی اینها با یکدیگر مونتاژ شوند، فنر بـا فـشار، صـفحه ی سـوپاپ را درمقابل بلوک استوانه ای و واشرکروی را درمقابل صفحه ی کفشک قرارمی دهـد. پاشنه ی پیستون در برابر صفحه ی اریب قرارمی گیرند و بـا گـردش سـیلندرها، پیستون ها حرکت رفت و برگشت انجام می دهند. البتـه صـفحه ی شـیب دار در پمپ با جابجایی ثابت تغییر مکان نمی دهد و ثابت است.



شکل۶۴

یک پمپ با محور مستقیم با جابجایی متغیر در شکل ۶۵ نشان داده شده است. طرز عمل این پمپ درست مانند پمپ با زاویه ی ثابت است. با این تفاوت که دراینجا اریب بر روی یک یوغ که خود بریک محور قراردارد سوارشده است. یوغ می تواند بر روی لولا بگردد، به طوری که زاویه ی صفحه تغییرکرده و بنابراین میزان جابجایی پمپ تغییر نماید. وضعیت یوغ را می توان به طوردستی توسط پیچ یا اهرم و یا به وسیله ی کنترل خودکار و یا متعادل کننده تغییر داد. پمپی که در شکل ۶۵ دیده می شود، دارای کنترل متعادل کننده می باشد.





شکل۶۵

عمل متعادل کننده ی فشاری:

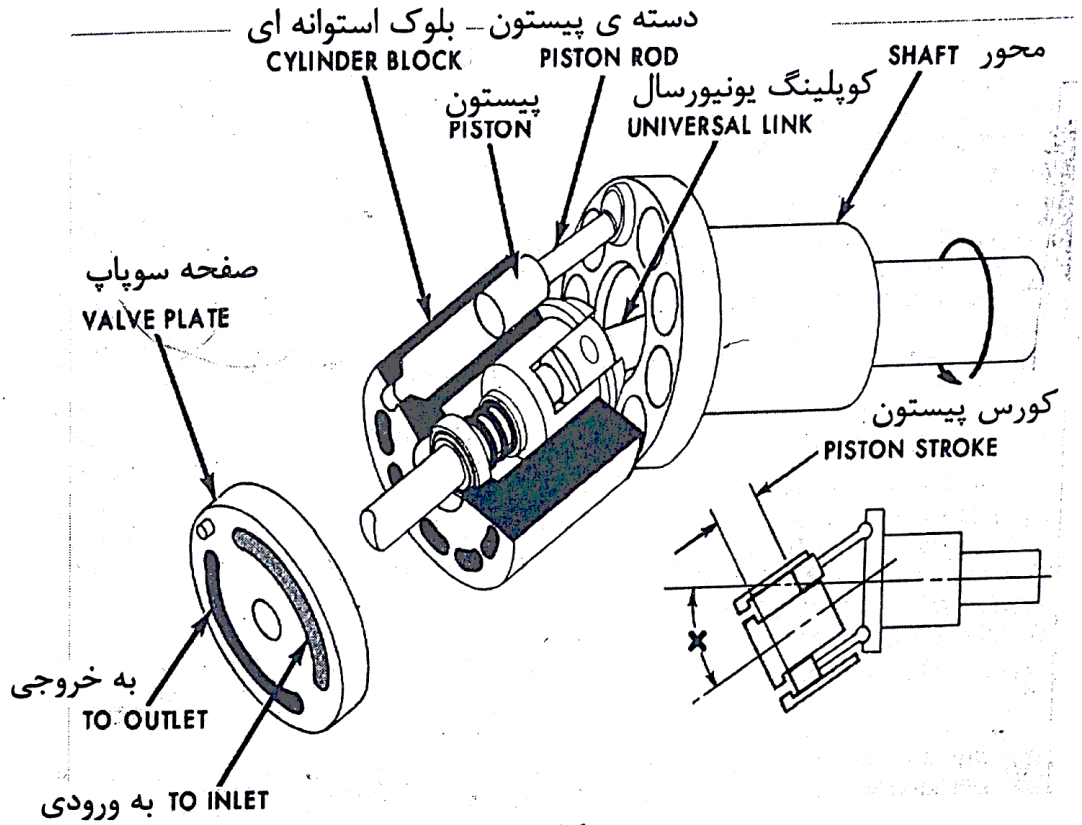
متعادل کننده ی فشاری، یوغ را به طور اتوماتیک دریک وضعیت مشخص قرار می دهد، تا فشار خروجی برای مقادیر مختلف جریان دریک حد مشخص باقی بماند. متعادل کننده ی فشاری شامل یک شیر که بین فنر و فشار سیستم تنظیم شده و همچنین پیستون برای تغییر وضعیت یوغ و یک فنرکه نیروی برگشتی را به یوغ وارد می کند، می باشد. فنر برگشت پیستون یوغ، آن را در حالت بده کامل نگاه می دارد. فشار قسمت تخلیه ی پمپ، دایماً از مجرای A به انتهای شیر تعادل اعمال می شود. فنر تنظیم که فشارخود را به انتهای شیرتعادل اعمال می کند، در برابر فشار مایع موجود درمسیر A مقاومت می کند. وقتی که فشار در مسیر A برای مقابله با بار فنر تنظیم کافی باشد، شیر تعادل حرکت کرده و اجازه می دهد که سیال به پیستون محرک یوغ داخل شود، سپس سیال به پیستون محرک یوغ نیرو وارد می کند و باعث حرکت یوغ وکاهش کورس پیستون در بلوک استوانه ای می گردد. بنابراین بده پمپ کم می شود. اگر فشار در مجرای A (فشارخروج)کاهش یابد، فنر تنظیم ماسوره ی پیستونی تعادل را حرکت داده و مجرای A را می بندد و امکان می دهد که سیال درون پیستون محرک یوغ ازطریق مجرای B درمحفظه تخلیه شود. سپس فنر برگشت یوغ آن را به سمت وضعیتی که حداکثر بده را داشته باشد، حرکت می دهد. به این ترتیب کنترل متعادل کننده ی پمپ، خروجی آن را تا حد حجم لازم برای ثابت نگاه داشتن یک فشارتنظیم شده و مشخص کاهش می دهد. حداکثر بده هنگامی است که فشار،کمتر ازحد تنظیم سیستم کنترل متعادل کننده باشد.

پمپ با محور مستقیم و صفحه لنگ :

نوع دیگری از پمپ های پیستونی با محور مستقیم به عنوان پمپ باصفحه لنگ شناخته شده است. در این طرح بلوک استوانه ای نمی گردد و به جای آن صفحه می گردد. البته صفحه به هنگام گردش لنگ می زند و همین لنگی، پیستون ها را به درون محفظه های پمپ کننده که در بلوک استوانه ای ثابت قراردارند، داخل و خارج می کند. در این پمپ برای هرپیستونی، شیرهای یک طرفه ی جداگانه هم برای ورود و هم برای خروج لازم است زیرا دراینجا پیستون ها از مقابل دهانه ها عبور نمی کنند.

پمپ با محور خمیده (زاویه دار) Bent Axis:

درپمپ پیستونی با محور خمیده یا زاویه دار (شکل۶۶) شاتون های پیستون به ساچمه های کروی که در قسمت اتصالات محور محرک قرار دارند،متصل هستند. یک کوپلینگ یونیورسال بلوک استوانه ای را به محور وصل می کند به طوری که آنها با یکدیگر می چرخند اما نسبت به هم زاویه دارند. بلوک استوانه ای در تماس با صفحه ی سوپاپ شکاف دار که مجاری به آن متصل می باشند، می گردد. غیر از تفاوت هایی که گفته شد، عمل پمپ مانند پمپ با محور مستقیم است.



شکل۶۶

جابجایی در پمپ با محور خمیده (زاویه دار):

زاویه ی خمیدگی محور مقدار جابجایی پمپ را تعیین می کند. این امر درست مانند زاویه ی صفحه ی اریب است که میزان جابجایی پمپ با محور یکپارچه را تعیین می کند. در بده ثابت، زاویه ثابت است. در پمپ های متغیر، یک یوغ که بر روی محورهایی سوار شده است و بلوک استوانه ای را در زاویه ی مشخصی تغییر مکان می دهد و در نتیجه میزان جابجایی را تغییر می دهد. جهت جریان مایع را نیز می توان با کنترل مناسب، عوض کرد.

مشخصات پمپ پیستونی :

در پمپ های پیستونی ظرفیت ازکم تا خیلی زیاد تغییر می کند. میزان فشار آنها تا $۳۴۵\ Kg/cm^2$ و در سرعت های مختلف از متوسط تا زیاد کار می کند. راندمان آن بالاست و پمپ دوام عالی دارد. معمولاً برای پمپ کردن سیالات نفتی به کارمی رود. فرکانس ضربان درآنها کم و یا متوسط است. این پمپ ها، درعمل بی صدا و آرام هستند، اما ممکن است دربعضی شرایط کمی تولید صدا نمایند. به استثنای پمپ های هم محورکه از نظر اندازه کوچک هستند، پمپ های پیستونی مخصوصاً مدل های با بده متغیر (نوع صنعتی)، سنگین و حجیم می باشند و پمپ های پیستونی تنها پمپ هایی هستند که کنترل های متغیرداشته و در مدل‌های با جابجایی زیاد توسط انواع متعدد کنترل کار می کنند و موارد استعمال گسترده ای در ماشین های هیدروستاتیک دارند.

توصیه هایی درمورد عمل پمپ:

بعضی از اثرات مضر بار زیاد پمپ را به هنگام بحث درباره ی میزان فشار اسمی، ذکر کردیم. درمیان خطراتی که ذکرشده خطرگشتاور (اضافی) برروی محور محرک است. تقریباً می توان گشتاور را این طور تعریف کرد که یک نیروی دوار است و بستگی به جابجایی پمپ و فشار سیستم دارد. هرگونه افزایش درمیزان جابجایی یا فشار پمپ سبب ازدیاد گشتاور می گردد. البته چنانچه سایر عوامل ثابت باشند، غالباً دیده می شود که دریک اندازه ی مشخصی پمپ با LPM زیاد دارای فشار کمتری نسبت به پمپ با LPM کم می باشد. بعضی اوقات سرعت زیاد پیستون سبب اعمال اضافه بار بر روی پمپ می گردد و بنابراین باید به خاطر داشته باشیدکه دربعضی موارد مجبورمی شوند فشار را فدای افزایش سرعت و یا برعکس نمایند. اگر نتوانید این امر را به انجام برسانید، بهتر است برای جلوگیری ازخطر یک خرابی زودرس، پمپ بزرگتری را انتخاب نمایید.

اجتناب از سرعت اضافی: چنانچه پمپی با سرعت زیاد کارکند، درآن روغن کاری به درستی انجام نمی گیرد و دچار خرابی زودرس می گردد. وچنانچه به علت احتیاج به بده زیاد مجبور شدید که سرعت پمپ را از حد تعیین شده بیشتر کنید، بهتر است ازپمپی با جابجایی بزرگتر استفاده نمایید. سرعت زیاد همچنین خطر خرابی و خسارت در اثر کاویتاسیون را به دنبال دارد.

اجتناب از کاویتاسیون Cavitation: کاویتاسیون عبارت از شرایطی است که درآن شرایط سیال فضای موجود را پر نمی کنید. عمل کاویتاسیون معمولاً در دهانه ی ورودی تلمبه رخ می دهد و آن وقتی است که شرایط لازم جهت تولید روغن کافی برای غوطه ور نگاه داشتن دهانه ی ورودی وجود ندارد. علاوه بر سرعت اضافی وقوع کاویتاسیون به علت مقاومت بیش ازحد در لوله ی ورودی است یا این که سطح روغن در مخزن خیلی پایین تر از دهانه ی ورودی بوده و یا گرانوی (ویسکوزیته)روغن زیاد باشد. به خاطر بیاوریدکه درفصل اول وزن روغن را برابر با $۰/۰۸۴\ Kg/cm^2$ برای هرمتر از ارتفاع ذکرکردیم. گفته شدکه ۳مترارتفاع روغن (سطح مخزن ۳متر بالاتر از ورودی تلمبه باشد) تولید ۰/۸۴فشار، در دهانه‌ی ورودی خواهدکرد. درست است اگر بگوییم چنانچه سطح روغن ۳متر پایین تر از ورودی تلمبه باشد اختلاف فشاری معادل $۰/۸۴\ Kg/cm^2$ (یا ۸ اینچ خلاء یا ۲۰/۳۲سانتی متر خلاء) لازم است تا فقط بتواند سطح روغن را در لوله به حد مناسب بالا بیاورد. در این مورد از اصطکاک صرف نظر شده و نیز مقاومت لوله و فیلتر و یا غربالک ورودی به طورکلی درنظرگرفته نشده است.

خلاء در دهانه ی ورودی پمپ:

برای اغلب پمپ ها حداکثر مجاز خلاء در دهانه ی ورودی ۵ اینچ(۱۲/۷سانتی متر) جیوه است. ایده آل این است که هیچگونه خلاء در دهانه ی ورودی وجود نداشته باشد یا حتی به مقدار کمی فشار مثبت در دهانه ی ورودی داشته باشیم. درغیراین صورت پدیده ی کاویتاسیون به وقوع می پیوندد.کاویتاسیون سبب خوردگی در دهانه ی ورودی شده، خرابی روغن هیدرولیکی را تسریع می کند.

کاویتاسیون زیاد در پمپ تولید صدایی شبیه حرکت گلوله در داخل آن می کند که ناشی از انفجار حباب های روغن و فضای خالی است. متاسفانه مادامی که میزان خلاء به۱۰ اینچ (۲۵/۴سانتی متر) نرسد، هیچگونه صدایی شنیده نمی شود اما به هرحال تلمبه صدمه می بیند خواه صدا شنیده شود یا نه. تنها راه برای اینکه مطمئن شویم هیچگونه کاویتاسیونی وجود ندارد، این است که دهانه ی ورودی را با یک خلاءسنج چک کنیم .می توان به وسیله ی تمیز نگاه داشتن دهانه ی ورودی ازذرات، و به کار بردن لوله ی گشاد و کوتاه و درصورت امکان،

استفاده ازحداقل زانـو در آن و حتـی در پـاره ای ازمـوارد ایجـاد فـشار روغـن در دهانه ی ورودی (شارژ دهانه ی ورودی) از ایجاد کاویتاسیون جلوگیری نمود.

شارژ دهانه ی ورودی:

همان طوری که در ابتدای این فصل گفته شد اشکالات زیادی را که درسیـستم به وقوع می پیوندد به غلط به پمپ ها نسبت می دهند. بسیاری از پمپ هـا را بـا استفاده از زمان تخمینی سازنده، به کارخانه عودت داده می شوند، به تصور اینکه خراب بوده و درست کار نمی کنند، در حالی که کوچک ترین عیبی درآنها وجـود نداشته و یا خرابی، به علت استفاده ی نادرست ازآنها بـوده اسـت. بنـابراین بـرای تشخیص عیوب مهم باید متوجه باشیم سیستم چگونه کارمی کند، روغن به کجـا می رود و چه برسر آن می آید. دراینجا به ذکرتعدادی از اشکالات که ممکن است با آنها مواجه شوید، و علل آنها می پردازیم.

فشارکم: به خاطرداشته باشیم که تلمبه هرگز فشار را بیرون نمـی دهـد بلکـه حجمی ازسیال (LPM) را بیرون می دهد. افت فشار به این معنـی اسـت کـه در یک ناحیه، نشتی زیاد وجود دارد. روغن ساده ترین راه را برای عبور خود انتخـاب می کند. هنگامی که پمپ به شدت فرسوده می شود، ممکن است فشاری کمتر از فشار مورد لزوم برای حرکت دادن بار در سیستم ایجادشود. خود پمپ می تواند با فشار کمتری نیز، حجم مورد لزوم را جابجا کند. اما اغلب افت فشار به علت نشتی است که درناحیه ی دیگری ازسیستم (شیر اطمینان سیلندرها، موتورها و غیره) پدید می آید. یک پمپ، معمولاً به طور آنی و ناگهـانی رانـدمان خـود را ازدسـت نمی دهد بلکه این به تدریج عملی مـی شـود، بنـابراین هرقـدر، پمـپ کهنـه تـر می شود، سرعت آن نیز به تدریج کمتر می گردد. چنانچه افت فشار ناگهانی باشد و هیچگونه صدای متلاطمی از پمپ شنیده نشود، به احتمال زیاد درجایی نـشتی وجود دارد.

کندی عمل: این امر به علت فرسودگی پمپ و یا نشت جزیـی روغـن درجـای دیگری از سیستم به وجود می آید. چنانچه بارحرکت کند، هرچندکه این حرکـت جزیی باشد، هیچ ربطی به افت فشار ندارد،بنابراین قدرت درمدار مصرف می گردد و درنقطه ی نشتی به حرارت تبدیل می شود. این نقطه ی نشتی را می توان بـه سهولت با احساس حرارت غیرعادی در هر یک از اجزای سیستم پیدا کرد.

عدم بده حجمی: چنانچه مطمئن شدید که هیچگونه روغنی پمپ نمی شود، ممکن است که پمپ، درست سوار نشده و یا شاید در جهت غلط کار می کند یا هواگیری اولیه نشده و یا این که محمور محرک شکسته باشد. دلایل وجود هوای اولیه لوله ی ورودی معمولاً راه اندازی نادرست،گیرکردن روغن در دهانه ی ورودی یا پایین بودن سطح روغن درمخزن است.

سروصدا: ایجاد هرگونه سرو صدای غیرطبیعی، معمولاً به دلیل ازکار افتادن ناگهانی پمپ می باشد. قبل از این که خسارت زیادی به بارآید، باید اشکال را پیدا کرد، سر و صدای کاویتاسیون به علت وجودگیر در لوله ی ورودی یا کثیف بودن صافی ورودی ویا بالابودن بیش ازحد سرعت محرک است. حال شما می دانید که کاویتاسیون چه تاثیری برروی پمپ می گذارد. وجود هوا در سیستم نیز تولید صدا می کند. وجود هوا شدیداً به تلمبه صدمه می زند، زیرا از روغن کاری درست آن جلوگیری می کند و این امر وقتی اتفاق می افتد که سطح روغن درمخزن پایین بوده، اتصال دهانه ی ورودی محکم نبوده، مهره ی آب بندی محورنشت کرده و یا اینکه قبل از شروع کار، هیچگونه روغنی در پمپ نباشد. بالاخره سروصدا می تواند به علت خرابی و فرسودگی قسمت های مختلفه ی پمپ باشد. ادامه ی عمل با چنین پمپی ذرات مضر را در تمامی سیستم پخش کرده، سبب خسارات بیشتر می گردد.