

پمپ هیدرولیک

پمپ به عنوان قلب سیستم هیدرولیک، انرژی مکانیکی را که بوسیله موتورهای الکتریکی یا احتراق داخلی تامین می گردد به انرژی هیدرولیک 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.



پمپهای جابجائی مثبت

پمپ جابجایی مثبت به ازا هر دو ر چرخش محور پمپ ،مقدار مشخصی از سیال را به سیستم هیدرولیک ارسال مینماید.

انواع پمپ جابجائی مثبت (دبی ثابت و متغییر):

۱- دنده ای ۲- پره ای محوری و شعاعی ۳- پیستونی شعاعی و محوری

در انتخاب پمپهای با جابجایی ثابت موارد ذیل باید در نظر گرفته شود:

۱- قطر دهانه های پمپ

قطر دهانه ورودی برای اتصال به خط مکش و دهانه خروجی برای اتصال به خط فشار، باید مشخص گردد. این مشخصه تحت عنوان *Pipe Connection* ارائه میگردد و برای مثال اعداد 2,11/2,11/4,1,3/4,1/2 اینچ میتواند باشد.

۲- فشار کاری در خروجی پمپ

این مشخصه تحت عنوان *Operating Pressure-Outlet* و با واحد *bar* ارائه میشود و نشانگر ماکزیمم فشاری است که پمپ قادر به تامین آن میباشد. البته لازم به یادآوری است که پمپها ایجاد جریان میکنند و قرار گرفتن یک مانع در برابر این جریان، باعث ایجاد فشار میگردد. فشار کاری معمول برای پمپ های دنده ای به صورت 250,225,200,175,150,100,50,10 بار میباشد.

۳- فشار کاری در ورودی پمپ

این مشخصه تحت عنوان *Operating Pressure-Inlet* و با واحد *bar* ارائه میشود و نشانگر محدوده قابل قبول برای اعمال فشار در ورودی پمپ میباشد. ورودی پمپ را به خط مکش وصل مینمایند که توسط آن روغن از منبع به سمت پمپ مکیده میشود. در حقیقت مکش فقط یک کلمه است که برای نشان دادن سمت روغن گیری پمپ بکار میرود. اصولا مایعات قابل کشیده شدن نیستند بلکه فقط با نیروی فشار خارجی هل داده میشوند.

قدرت کشش یک پمپ بستگی به میزان اختلاف فشار سمت مکش پمپ و فشار هوای روی سطح مایع دارد. بنابراین حتی اگر یک پمپ بتواند تولید خلا مطلق کند، مقدار ارتفاع کشش مایع آن از حداکثر نیروی فشار جو تجاوز نمیکند و حد نهایی ارتفاع کشش را حداکثر فشار وارده بر سطح مایع از طرف هوای بیرون تعیین میکند و به قدرت پمپ بستگی ندارد از این رو ارتفاع مکش پمپها محدود میباشد و هر چه پمپ نزدیکتر به سطح مایع نصب شود، مایع راحت تر و آسان تر به سمت پمپ رانده میشود و احتمال ایجاد کاویتاسون کمتر میشود. به طور معمول فشار کاری در ورودی پمپ ها بین $-0.3bar$ و $+1.5bar$ میتواند باشد.

۴- سرعت دوران پمپ

میزان دبی حجمی روغن که توسط پمپ ایجاد میگردد، تابع سرعت دوران آن میباشد. این سرعت برای پمپهای مختلف عددی متغیر است. برای مثال بعضی پمپها را میتوان با دوری بین $500rpm$ و $5000rpm$ به دوران واداشت. با اینحال معمولا " مشخصات اصلی پمپها را در دور بخصوصی ($1450rpm$) ارائه میکنند.

۵- حجم جابجایی روغن

هر پمپ بسته به سرعت دوران خود به ازاء هر دور چرخش چرخنده ها، مقدار معینی از روغن را جابجا میکند. واحدی که برای بیان حجم جابجایی بکار میرود معمولا cm^3/rev میباشد. حجم جابجایی عددی است که تابع مشخصات ابعادی چرخنده ها مانند قطر دنده ، مدول و سرعت دوران پمپ میباشد. رنج معمول حجم جابجایی بین 3.5 و 100 لیتر بر دور میباشد.

۶- دبی موثر

دبی موثر تولیدی توسط یک پمپ با عبارت Q_{eff} مشخص میگردد و مقدار آن در یک سرعت دوران، ویسکوزیته و دمای کاری بخصوص تعریف میگردد. برای مثال در دور $n=1450 \text{ rpm}$ ، ویسکوزیته $\nu=36 \text{ cSt}$ و دمای کاری $t=50^\circ C$ ، میزان دبی موثر را برای یک پمپ بر حسب lit/min تعیین مینمایند. به طور معمول محدوده دبی موثر یک پمپ دنده ای بین 2 تا 150 لیتر بر دقیقه میباشد.

۷- توان موتور راننده پمپ

پمپهای هیدرولیک معمولا توسط الکترو موتور بکار انداخته میشوند. توان مورد نیاز برای دوران پمپ نیز بستگی به سرعت دوران، دمای کاری و ویسکوزیته روغن دارد. در این مورد نیز معمولا توان مورد نیاز را در دور $n=1450 \text{ rpm}$ ، ویسکوزیته $\nu=36 \text{ cSt}$ و دمای کاری $t=50^\circ C$ ، بر حسب KW تعیین مینمایند.

۸- دمای کاری روغن

برای آنکه پمپ به صورت موثر بتواند دبی مورد نیاز را تامین نماید، دمای روغن در حال انتقال باید در محدوده مشخصی قرار داشته باشد. این محدوده برای روغن های معدنی بین 20- تا 70+ می باشد.

۹-درجه ویسکوزیته

روغنی که پمپ میتواند به صورت موثر منتقل نماید باید دارای درجه چسپندگی بخصوصی باشد. رنج ویسکوزیته معمول برای پمپ های دنده ای بین 5 تا 300 سانتی استوک می باشد.

۱۰-فیلتراسیون

حداکثر ابعاد ذرات خارجی که اجازه ورود به پمپ را دارند باید توسط یک عدد مشخص شود. سپس ذرات با ابعاد بزرگتر از آن را توسط فیلتر مناسب جمع آوری نمود و مانع ورود آنها به پمپ شد. بزرگترین ابعاد ذرات خارجی که اجازه ورود به پمپ را دارند معمولاً کوچکتر از $25\mu m$ می باشد.

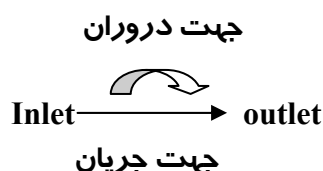
برخی ویژگیهای پمپهای جابجایی ثابت:

۱- در صورت بسته شدن کامل خروجی پمپ جابجائی مثبت فشار به صورت تئوریک به مقدار بی نهایت میل می کند.

۲- جریان خروجی پمپ صرفنظر از نشتی های داخلی ثابت است.

۳- بواسطه لقی های موجود بین دندانه ها و پوسته مقداری از روغن به سمت مجرای ورودی نشت می کند و سبب می شود که مقدار جریان واقعی پمپ از میزان جریان تئوری کمتر گردد. این نشتی داخلی، لغزش پمپ (pump slippage) نامیده می شود و با راندمان حجمی (volumetric efficiency) شناخته می شود.

۴- جهت دوران پمپ معمولاً با یک فلش روی پوسته پمپ مشخص می شود



۵- پورت ورودی پمپ معمولاً بزرگتر یا مساوی خروجی در نظر گرفته می شود.

۶- اگر خروجی پمپ به یک شیرراه دهنده وصل باشد و از آن طریق به مخزن وصل شود، هوای ورودی امکان خواهد داشت تا به مخزن راه یابد. ولی اگر خروجی آن به شیر کنترل

فشار برود، از آنجا که پمپ های روغن، کمپرسور خوب هوا نیستند، امکان خروج هوا نخواهد بود. برای خروج هوا کافی است یکی از اتصالات خروجی پمپ کمی شل بسته شود تا هوا بیرون برود.

۷- ویسکوزیته بالا سبب کاهش لغزش پمپ (برگشت جریان) می شود. در نتیجه بازده حجمی بهبودی یابد ولی در مقابل باعث افزایش بار اصطکاکی و کاهش میزان مکش می شود.

پمپ دنده ای:

در پمپهای دنده ای دوران یکی از چرخدنده ها بوسیله سیستم محرک تامین میگردد. پمپهای دنده ای بدلیل برخورداری از طراحی ساده، ابعاد کوچک و فشرده و قیمت ارزان، در سیستمهای هیدرولیک دارای مصرف عام میباشد.

پمپهای پیستونی

پمپهای پیستونی محوری با محور خمیده

در این پمپها دوران محور موجب رفت و برگشت پیستون ها می شود. میله های پیستون توسط ball & socket joints به فلنج محور محرک متصل هستند و یک اتصال یونیورسال بلوک سیلندر را به محور محرک مرتبط می نماید. با تغییر زاویه از صفر تا ۳۰ درجه دبی خروجی پمپ تغییر می کند در انواع جابجائی ثابت معمولاً در زوایای ۲۳° یا ۳۰° عمل می کند. زاویه انحراف پمپ پیستونی با محور خمیده و جابجائی متغییر بوسیله مکانیزم دستی قابل تنظیم می باشد.

پمپ پیستونی محوری با swash plate: (صفحه زاویه گیر)

در این نوع پمپ ها محور بلوک سیلندر و محور محرک در امتداد خط مرکزی قراردارند. به هنگام چرخش بلوک سیلندر، پیستونها بدلیل پیروی از وضعیت صفحه زاویه گیر حرکت رفت و برگشتی می نمایند.

در نوع جابجایی متغیر وضعیت صفحه زاویه گیر بوسیله مکانیزم های دستی، سروو کنترل و سیستم جبران کننده فشار تنظیم می گردد. حداکثر زاویه مربوط به صفحه زاویه گیر ۱۷.۵° است.



Variable displacement axial piston pump of swash plate design, for hydrostatic closed circuits

نحوه انتخاب پمپهای هیدرولیک

اولین مرحله در انتخاب مدار تغذیه و تعیین پمپ مناسب برای یک کاربرد معین در سیستمهای هیدرولیک، بررسی تقاضاهای فشار/جریان در مدار است. ابتدا منحنی های جریان و فشار در یک سیکل زمانی باید بررسی شود. سپس همزمانی مصرف درالمانهای مختلف تعیین گردد. بدین نحو حداکثر جریان مورد نیاز مشخص میگردد. برای تعیین یک مدار تغذیه مناسب به موارد ذیل باید توجه نمود:

۱- در سایزینگ پمپ ها در عمل باید (10%) به دبی تعیین شده از طریق محاسبات تئوریک اضافه نمود.

۲- در انتخاب شیر اطمینان (فشار شکن)، فشار تنظیمی باید (10%) بیشتر از فشار کاری سیستم باشد.

هر دو مورد (۱) و (۲) باعث میشود توان بیشتری در سیستم هیدرولیک تزریق شود.

۳- اگر دبی پمپ در یک دور مشخص (مثلا 1500 rpm) ارائه شده باشد، برای بدست

آوردن دبی پمپ در دور کاری (مثلا 1440 rpm) از رابطه زیر میتوان استفاده نمود:

$$Q_{p2} = \frac{Q_{p1} \cdot n_2}{n_1}$$

که در آن :

n_1 : دور تئوریک دوران پمپ (rpm)

n_2 : دور کاری (rpm)

Q_{p1} : دبی پمپ در دور تئوریک (lit/min)

Q_{p2} : دبی پمپ در دور کاری (lit/min)

فرمولهای محاسباتی مربوط به پمپ ها

$$1) Q_p = \frac{V \cdot n \cdot \eta_{pvol}}{1000}$$

Q_p : دبی حجمی پمپ با در نظر گرفتن اتلاف ناشی از نشت (Lit/min)

V : حجم جابجائی (cm^3/rev)

n : سرعت دورانی پمپ (rev/min)

η_{pvol} : راندمان حجمی پمپ

$$2) \eta_t = \eta_{mech} \cdot \eta_{pvol}$$

η_t : راندمان کلی ($\eta_t = 0.85 \sim 0.95$)

η_{mech} : راندمان مکانیکی

η_{pvol} : راندمان حجمی ($\eta_{pvol} = 0.95$)

$$3) P_{EM} = \frac{Q_p \cdot P}{600 \cdot \eta_t}$$

P_{EM} : توان موتور راننده پمپ (KW)

Q_p : دبی حجمی (Lit/min)

P : فشار کاری (bar)

η_t : راندمان کلی

$$4) Q_P = \frac{Q_{th}}{\eta_{pvol}}$$

Q_P : دبی حجمی پمپ با در نظر گرفتن اتلاف ناشی از نشتی (Lit/min)

Q_{th} : دبی حجمی نظری پمپ (Lit/min)

η_{pvol} : راندمان حجمی با در نظر گرفتن نشتی