

درس طراحی سیستم های هیدرولیک و نئوماتیک

جلسه دوم

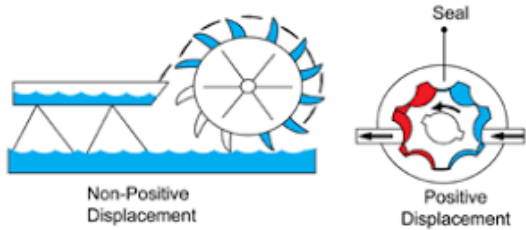
سیستم های هیدرولیک از ۴ قسمت عمده تشکیل شده اند که عبارتند از:

الف) منابع توان - پمپ ها (و آکومولاتور)

ب) مصرف کننده ها-عملگرهای هیدرولیکی دورانی،خطی

ج) سیستم های کنترل (شیرهای هیدرولیک)

د) اجزای انتقال توان - لوله ها و شلنگ های انتقال سیال



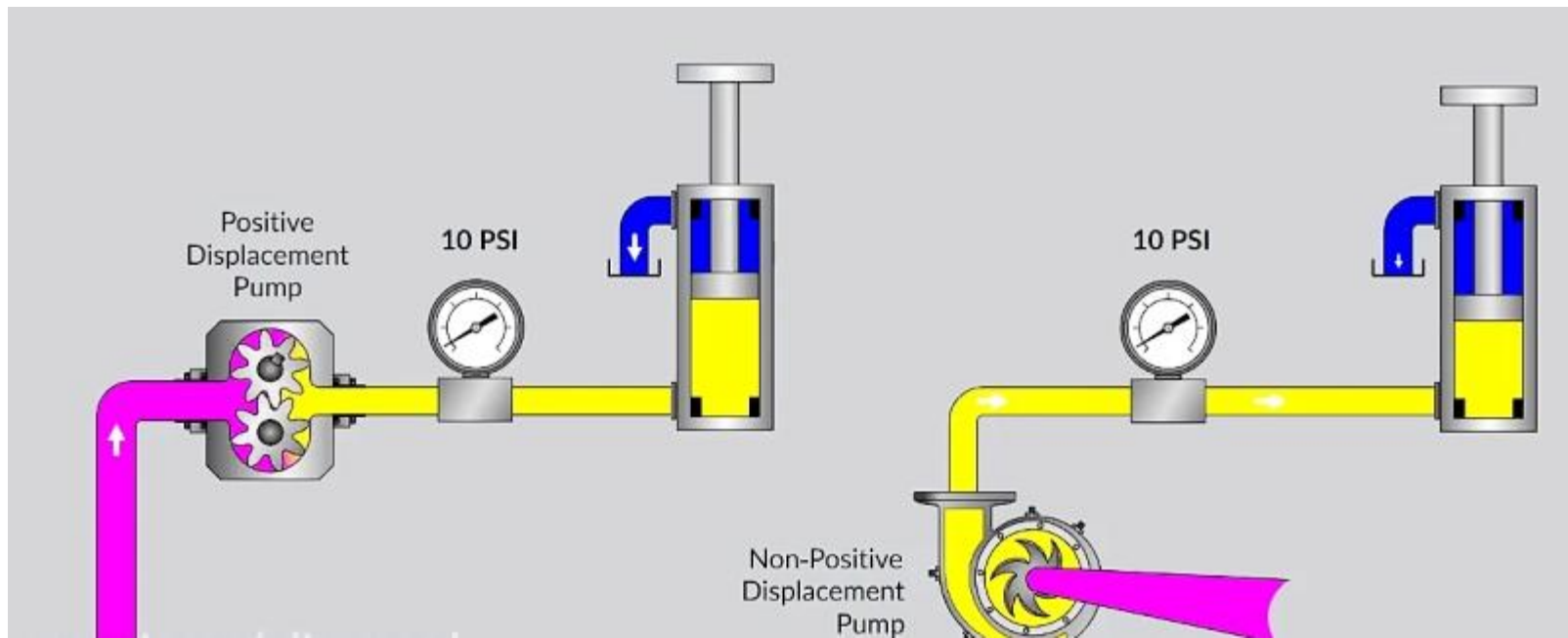
پمپ های هیدرولیک

در سیستم های هیدرولیکی، جریان سیال توسط پمپ تامین می شود.

پمپ ها به دو دسته کلی تقسیم می شوند:

- ۱- جابجایی غیر مثبت: مانند پمپ های سانتریفوژ (گریز از مرکز) که با افزایش فشار، دبی کاهش می یابد.
- ۲- جابجایی مثبت: که حجم ثابتی از سیال را در هر دور گردش (بدون تاثیر از مقدار فشار) انتقال می دهد.

پمپ های جابجایی مثبت در سیستم های هیدرولیکی که به عنوان منبع توان مورد استفاده قرار می گیرند.



$$\text{Work} = \text{Weight} \times \text{Length} = (\text{Pressure} \times \text{Area}) \times \text{Length} = \text{Pressure} \times (\text{Area} \times \text{Length})$$
$$\Rightarrow W = p \times V$$

$$\text{Power} = \frac{\text{Work}}{\text{Time}} = \frac{p \times V}{t} = p \cdot Q$$

$$\text{Power(Kw)} = \frac{p(\text{bar}) \times Q(\text{lit/min})}{600}$$

تمرین ۱ :

یک پمپ هیدرولیکی دبی ۱۲ لیتر بر دقیقه در فشار ۲۰۰ بار تولید می کند.

الف) توان هیدرولیکی خروجی پمپ را محاسبه نمایید.

ب) اگر راندمان کلی پمپ ۶۰٪ باشد، توان خروجی موتور الکتریکی لازم برای کارکرد این پمپ را محاسبه نمایید.

ج) اگر راندمان موتور الکتریکی ۸۳٪ باشد، توان ورودی مورد نیاز موتور الکتریکی را محاسبه نمایید.

راندمان پمپ های هیدرولیک

راندمان پمپ های هیدرولیک از حاصلضرب راندمان مکانیکی (گشتاوری) در راندمان حجمی به دست می آید.

$$\eta_0 = \eta_v \times \eta_m = \frac{Q_p}{n_p \times D_p} \times \frac{D_p \times p_p}{2\pi T_p}$$

مثال ۱ :

پمپی با جابجایی $14 \text{ cm}^3/\text{rev}$ در سرعت 1440 rpm کار می کند و حداکثر فشار 150 bar دارد.
اگر راندمان حجمی 90% و راندمان کلی 80% باشد، مطلوبست محاسبه:
الف) خروجی پمپ بر حسب لیتر در دقیقه
ب) توان ورودی مورد نیاز محور پمپ بر حسب کیلووات
ج) گشتاور اعمالی به محور پمپ

الف) خروجی پمپ:

$$\eta_v = \frac{Q_P}{n_P \times D_P} \Rightarrow Q_P = \eta_v \cdot D_P \cdot n_P = 0.9 \times (14 \times 10^{-3} \frac{\text{lit}}{\text{rev}}) \times (1440 \frac{\text{rev}}{\text{min}}) = 18.14 (\frac{\text{lit}}{\text{min}})$$

ادامه حل مثال ۱ :

ب) توان ورودی:
راندمان کلی پمپ برابر با نسبت توان خروجی به توان ورودی می باشد.

$$\eta_o = \frac{\text{output power}}{\text{input power}} \Rightarrow 0.8 = \frac{P \cdot Q / 600}{\text{input power}} = \frac{(150 \times 18.14) / 600}{\text{input power}} \Rightarrow \text{input power} = 5.67 \text{ kW}$$

ج) گشتاور اعمالی به محور پمپ:

$$\eta_o = \eta_v \times \eta_m \Rightarrow 0.8 = 0.9 \times \eta_m \Rightarrow \eta_m = 0.89$$

$$\text{Also: } \eta_m = \frac{D_p \times p_P}{2\pi T_P} \Rightarrow 0.89 = \frac{14 \times 10^{-6} \times 150 \times 10^5}{2 \times 3.14 \times T_P} \Rightarrow T_P = 37.6 \text{ N.m}$$

تمرین ۲ :

یک پمپ با جابجایی $1.7\text{cm}^3/\text{rev}$ با سرعت 1500 rpm به حرکت درآورده شده است.
اگر راندمان حجمی پمپ 87% و راندمان کلی آن 76% باشد، مطلوبست محاسبه:
الف) دبی خروجی پمپ بر حسب لیتر در دقیقه
ب) توان مورد نیاز پمپ برای عملکرد در فشار 150 bar

پروژه :

دبی مورد نیاز مداری 32 lit/min در فشار 260 bar است. پمپ استفاده شده از نوع پیستونی محوری جابجایی متغیر با کنترل دستی است که دارای حداکثر جابجایی برابر 28 cm³/rev است. سرعت دورانی پمپ 1430 rpm و راندمان کلی آن ۸۵٪ و راندمان حجمی آن ۹۰٪ است، مطلوبست محاسبه:

الف) مقدار تنظیم جابجایی پمپ بر حسب درصدی از حداکثر جابجایی

ب) توان مورد نیاز ورودی پمپ

معیارهای انتخاب پمپ

- از فکتورهای مهم در انتخاب پمپ عبارتند از:
- (الف) حداکثر فشار کاری جهت غلبه بر نیروی خروجی عملگرها.
 - (ب) دبی مورد نیاز
 - (ج) کنترل دبی پمپ در طول مراحل بیکاری سیستم
 - (د) راندمان، هزینه، قابلیت اطمینان کاری، سهولت نگهداری و صدای پمپ و...

کاویتاسیون:

تقریباً ۱۵٪ هوا ی محلول در سیالات هیدرولیکی وجود دارد. وقتی فشار خلا در ورودی پمپ از فشار بخار سیال بیشتر شود، هوا از محلول خارج شده و حباب بخار تشکیل می شود. این حباب ها در قسمت پرفشار پمپ می ترکند که به این پدیده کاویتاسیون گفته می شود که سر و صدای زیادی تولید می کند و سبب سایش پوسته فلزی در قسمت خروجی پمپ می گردد.

برای جلوگیری از کاویتاسیون:

- ورودی پمپ پایین تر از مخزن هیدرولیک باشد.
- دهانه ورودی پمپ به اندازه کافی بزرگ باشد.

تقسیم بندی پمپ های هیدرولیک (از نظر شکل و مکانیزم)

پمپ های هیدرولیک (جابجایی مثبت) که پمپ هیدرواستاتیک هم نامیده می شوند، شامل سه گروه کلی زیر هستند:

- الف) پمپ دنده ای
- ب) پمپ پره ای
- ج) پمپ پیستونی

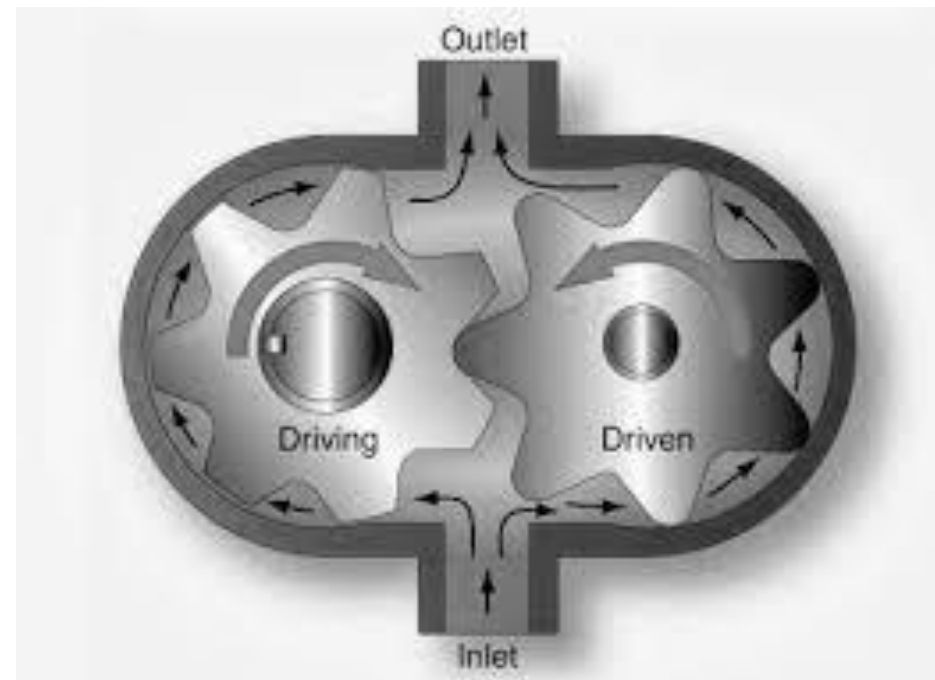
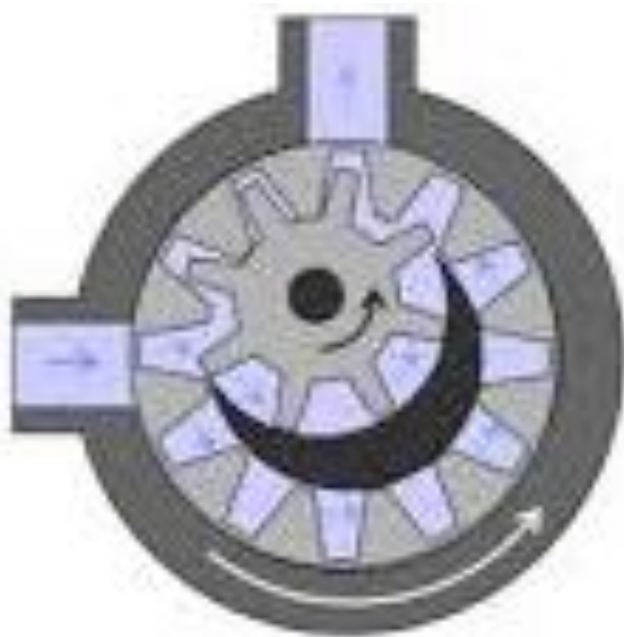
همچنین از نظر حجم جابجایی این پمپ ها به دو گروه تقسیم می شوند:

- ۱- جابجایی ثابت: که برای افزایش دبی دور پمپ را زیاد می کنیم.
 - ۲- جابجایی متغیر: که با افزایش دور پمپ و هم افزایش حجم جابجایی در هر چرخه، می توان دبی پمپ را افزایش داد.
- حجم جابجایی: مقدار سیالی که در هر چرخه از قسمت ورودی به قسمت خروجی تحویل داده می شود.

پمپ دنده ای

پمپ های دنده ای از نوع جابجایی ثابت می باشند. این نوع ساده ترین و ارزان ترین نوع پمپ ها هستند که برای فشارهای کاری پایین تر (معمولا تا ۱۵۰ بار) و دبی پایین استفاده می شوند.

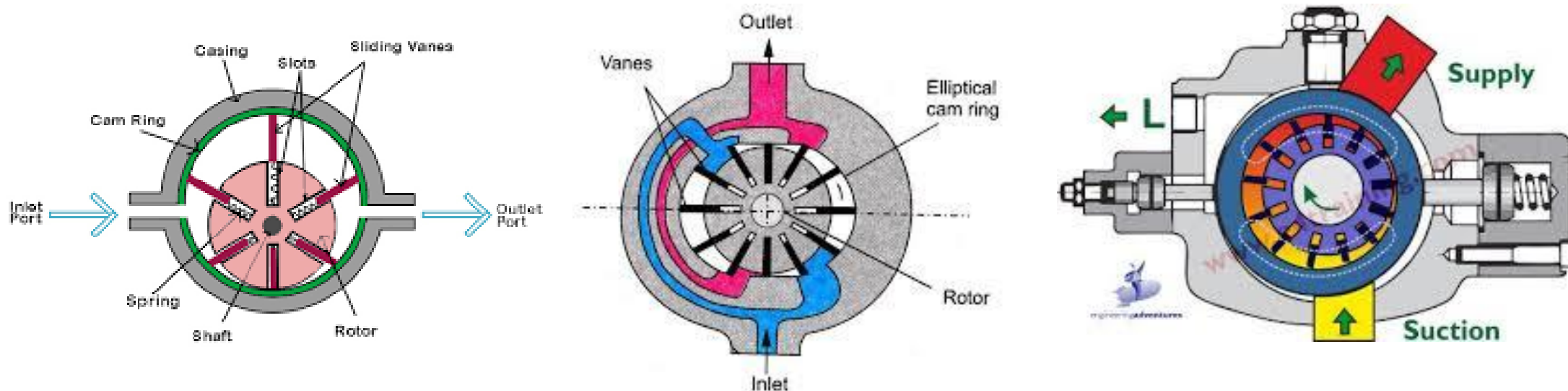
و از نظر ظاهری، شامل دو نوع دنده خارجی (شکل سمت راست) و دنده داخلی (شکل سمت چپ) هستند.



پمپ پره ای

در این پمپ ها با استفاده از نیروی گریز از مرکز (در حین چرخش پمپ) پره ها با پوسته پمپ آبند می شوند.

پمپ های پره ای در هر دو نوع جابجایی ثابت و جابجایی متغیر موجود می باشند.
پمپ های پره ای جابجایی ثابت می توانند متعادل شده (شکل وسط) یا متعادل نشده (شکل سمت چپ) باشند. پمپ های متعادل شده می توانند در فشارهای بالاتری کار کنند.
ولی پمپ های پره ای جابجایی متغیر (شکل سمت راست) فقط در نوع متعادل نشده هستند. در این مدل دبی خروجی پمپ می تواند با تغییر حجم جابجایی پمپ، تغییر کند.



پمپ پیستونی

پمپ های پیستونی از هر دو نوع جابجایی ثابت و متغیر وجود دارند. گرانترین نوع پمپ ها هستند که برای فشارهای کاری بالا (۳۰۰ تا ۴۰۰ بار) استفاده می شوند.

و از نظر ظاهری شامل دو نوع پمپ پیستونی شعاعی (که جابجایی ثابت هستند- شکل سمت راست) و محوری هستند. پمپ های پیستونی محوری شامل دو نوع محور خمیده (شکل سمت چپ) و با صفحه مورب (شکل وسط) می باشند. در پمپ های پیستونی با صفحه مورب، وقتی بلوک سیلندر می چرخد، پیستونها از صفحه مورب پیروی کرده و باعث می شود پیستون ها بصورت رفت و برگشتی عمل کنند.

نکته ۱: کورس پیستونها به زاویه صفحه مورب بستگی دارد که تا حدود ۲۰ درجه است.

نکته ۲: تعداد پیستونها فرد بوده و معمولا ۷ عدد است.

