

هیدرولیک و نیوماتیک و آزمایشگاه

جلسه ۳

مدرس: محمد جواد شاهسوندی

آب، اولین سیالی است که در سیستم‌های هیدرولیکی مورد استفاده قرار گرفت. استفاده از آب

در سیستم‌های هیدرولیک، معایت زیر را دارد:

۱- محدوده‌ی کم درجه حرارت قابل تحمل

۲- باعث زنگ زدگی تجهیزات می‌شود

۳- خواص روانکاری ضعیف

از چند دهه ی گذشته، از روغن به عنوان سیال هیدرولیک استفاده می شود. از ویژگی های مهم روغن های هیدرولیک، لزجت و چگالی می باشد که قبلا این دو کمیت تعریف گردید. اگر روغن هیدرولیک، دارای لزجت پایین باشد، این معایب ایجاد می شود: ۱- وجود نشتی. ۲- کاهش بازده حجمی. ۳- روانکاری کم. ۴- ورود راحت تر هوا به داخل سیال.

مزیت لزجت پایین نیز این است که پمپ راحت تر کار می کند و افت فشار کمتری ایجاد می شود. در مجموع، لزجت باید در محدوده مشخصی باشد (نه خیلی زیاد و نه خیلی کم).

شاخص لزجت: قبلاً گفتیم که لزجت مایعات، با افزایش دما کم می‌شود. «شاخص لزجت» یعنی شدت تغییرات لزجت نسبت به دما. هرچه «شاخص لزجت» بالاتر باشد، یعنی لزجت آن سیال، با افزایش دما، کمتر تغییر می‌کند. شاخص لزجت روغن‌های هیدرولیک بالای ۸۰ است. هر چه شاخص لزجت سیال هیدرولیک بیشتر باشد، بهتر است؛ چون با تغییر لزجت، عملکرد سیستم افت می‌کند. قبلاً گفتیم که لزجت مایعات، با افزایش دما کم می‌شود.

در جدول زیر، دو روغن «الف» و «ب» با شاخص‌های لزجت متفاوت، مقایسه شده‌اند.

لزوجت روغن «ب» (شاخص لزجت ۷۰)	لزوجت روغن «الف» (شاخص لزجت ۴۵)	نام سیال دما (°C)
0.02	0.001	۵۰
0.03	0.01	۲۰

انواع سیالاتی که در سیستم‌های هیدرولیک استفاده می‌شود به صورت زیر است:

- ۱- روغن‌های معدنی: مزایای این روغن‌ها عبارتند از: * قیمت مناسب. * مناسب بودن محدودی درجه حرارت کاری. * سهولت دسترسی. * قابلیت ارائه در لزجت‌های مختلف. * پایداری شیمیایی. عیب این روغن‌ها افزایش لزجت در فشارهای بالا است.

انواع سیالاتی که در سیستم‌های هیدرولیک استفاده می‌شود به صورت زیر است:

۲- محلول‌های شیری روغن در آب (Oil in Water Emulsion): این سیالات با اضافه کردن ذرات ریز روغن به آب به دست می‌آیند (درصد روغن بین ۲٪ تا ۵٪). مزایای این محلول‌ها عبارتند از:

* مقاومت خوب در برابر تراک‌پذیری. * ضد اشتعال. * خنک کاری مطلوب. معایب این محلول‌ها عبارتند از: * کم بودن لزجت (که باعث ایجاد نشتیمی شود). * روانکاری ضعیف. این سیالات، جایگزین خوبی برای روغن‌های معدنی نیستند

انواع سیالاتی که در سیستم‌های هیدرولیک استفاده می‌شود به صورت زیر است:

۳- محلول‌های شیری آب در روغن (Water in Oil Emulsion): این سیالات با اضافه کردن قطرات ریز آب، به روغن به دست می‌آیند (درصد آب حدوداً ۴۰٪). دمای کاری این سیالات بهتر است که از ۲۵ درجه سانتی‌گراد نشود ولی تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد مجاز است. در سیستم‌هایی با این سیالات، نباید از آب بندهای بوتیل و نیز چوب پنبه استفاده کرد.

انواع سیالاتی که در سیستم‌های هیدرولیک استفاده می‌شود به صورت زیر است:

- ۴- سیال آب گلیکول (HFC): مزایای این سیال عبارتند از: * ضد اشتعال بودن. * ضد یخ (توانایی کارکرد در دماهای پایین). معایب این سیالات عبارتند از: * ناسازگار با رنگها. * روانکاری ضعیف تر نسبت به روغن‌های معدنی. * ناسازگاری با برخی فلزات مثل آلومینیوم، روی و ...

انواع سیالاتی که در سیستم‌های هیدرولیک استفاده می‌شود به صورت زیر است:

- ۵- فسفاتِ اِسْتِر (HFDR): از مزایای این سیال ضد اشتعال بودن آن است. معایب آن عبارتند از:
- * ناسازگار با رنگها . * ناسازگاری با برخی فلزات مثل آلومینیوم.

سیالات هیدرولیکی بسیار متنوع هستند. در جدول زیر به چند نمونه ی دیگر از سیالات هیدرولیک نیز اشاره شده است (برخی از سیالاتی که در بالا به آن ها اشاره شد، در ادامه نیز آمده است).

انواع روغن‌های هیدرولیکی

تقسیم بندی سیالات هیدرولیک بر اساس

BS6413 Part 4; 1983, ISO 6743

روغن معدنی بدون محلول اضافی	HH
روغن معدنی با خواص بهبود یافته بمنظور کاهش خاصیت زنگ زدگی و اکسیده شدن	HL
مانند نوع HL و با خواص بهبود یافته بمنظور کاهش خاصیت خوردندگی	HM
مانند نوع HL و با خواص بهبود یافته لزجت - دما	HR
مانند نوع HM و با خواص بهبود یافته لزجت - دما	HV
سیالات ترکیبی بدون خواص ویژه مقاوم به آتش	HS
سیال با پایه آبی بالا با حداثر ۲۰٪ مواد احتراق پذیر	HFAE
مواد شیمیایی محلول در آب، محتوی بیش از ۸۰٪ آب	HFAS
آب در روغن - قطرات آب در فاز پیوسته روغن (۶۰٪ روغن: ۴۰٪ آب)	HFB
پلیمر آبی - آب گلیکول (حداقل ۳۵٪ و حداکثر ۸۰٪ آب)	HFC
سیالات شیمیایی حاصل، بدون آب	HFD
فسفات استرها	HFDR
هیدروکربنهای کلرینه شده	HFDS
مخلوطی از HFDR و HFDS	HFDT

عملگرهای هیدرولیکی وسایلی هستند که انرژی سیالی را به انرژی مکانیکی تبدیل می کنند.

عملگرها به دو دسته ی کلی روبرو تقسیم می شوند:

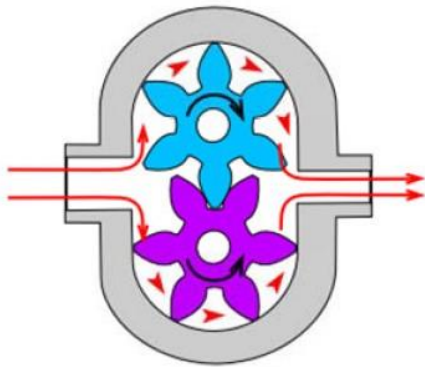
۱- عملگرهای دورانی (موتورهای هیدرولیکی).

۲- عملگرهای خطی (سیلندرهای هیدرولیکی).

در این بخش، موتورهای هیدرولیکی توضیح داده شده و در بخش بعد، سیلندرهای هیدرولیکی

بررسی خواهد شد.

موتورهای هیدرولیکی (یا هیدروموتورها)، انرژی هیدرولیکی را به انرژی مکانیکی دورانی تبدیل می کنند. ساختار موتورهای هیدرولیکی دقیقاً مشابه پمپ های هیدرولیکی است با این تفاوت که در موتورها، سیال باعث حرکت چرخنده ها می شود. موتورهای هیدرولیکی در نهایت حرکت دورانی تولید می کنند. یک نمونه موتور هیدرولیکی در شکل زیر مشاهده می شود.

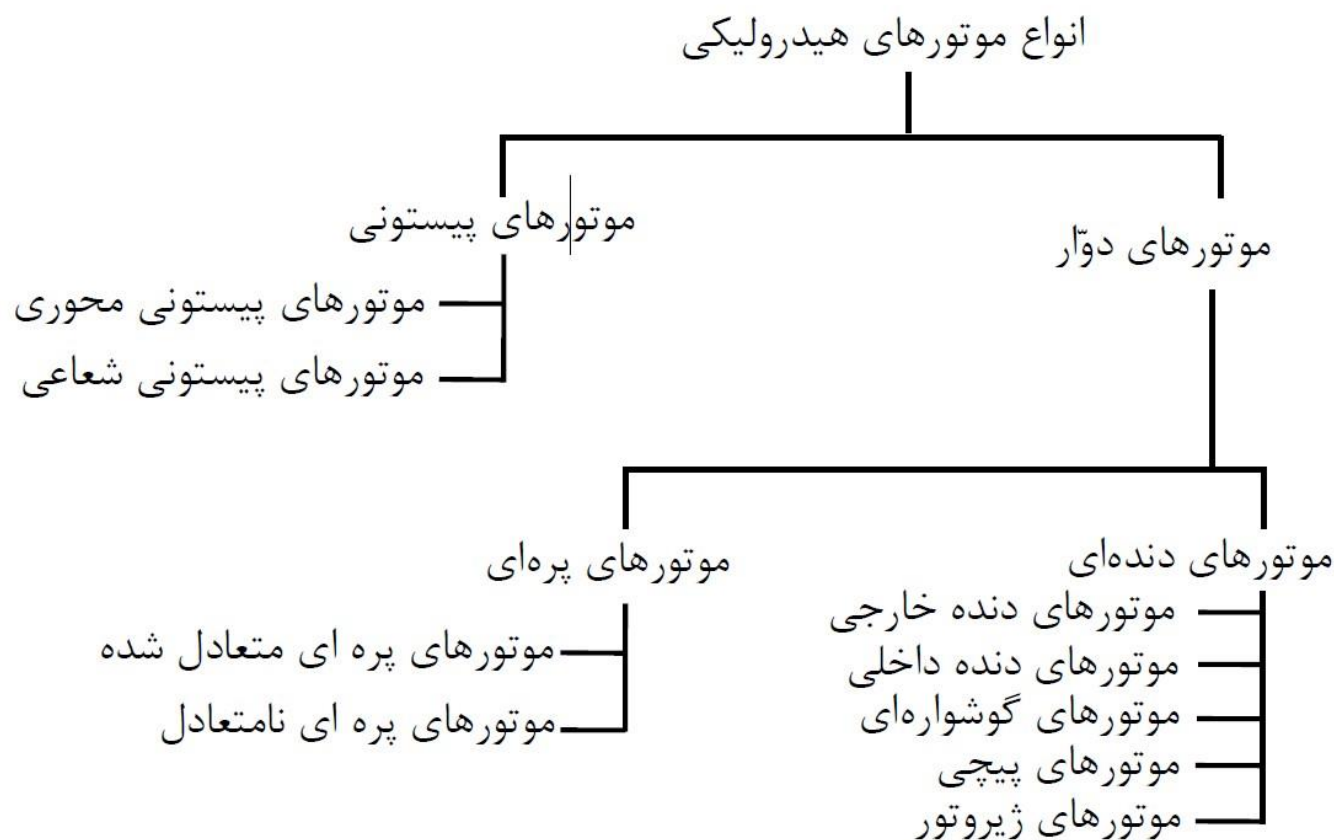


تذکر مهم:

- ۱- سرعت دوران ایجاد شده در هیدروموتور، به دبی سیال ورودی بستگی دارد.
- ۲- میزان گشتاور ایجاد شده در هیدروموتور، به فشار سیال ورودی بستگی دارد.

انواع موتورهای هیدرولیکی و دسته بندی آن، همانند پمپ های هیدرولیکی و مطابق نمودار زیر

می باشد.



موتورهای هیدرولیکی – موتورهای دنده خارجی

ظاهر این موتور، دقیقا مانند ظاهر پمپ دنده خارجی است (برای مشاهده هی ساختار موتور دنده خارجی، به شکل پمپ دنده خارجی مراجعه نمایید). سیال پرفشار از ورودی موتور، وارد شده و با عبور از بین چرخدنده ها، باعث چرخش آن ها می شود. موتورهای دنده خارجی می توانند در دو جهت حرکت تولید کنند، زیرا دو چرخدنده ی این موتور، در دو جهت مخالف هم می چرخند و در هر جهتی که حرکت را بخواهیم، کافی است محور را به همان چرخدنده وصل کنیم. می توان همزمان از هر دو چرخدنده هم حرکت گرفت.

موتورهای هیدرولیکی – موتورهای ژировتورى

ظاهر این موتور، دقیقاً مانند ظاهر پمپ ژировتور است (برای مشاهده ی ساختار موتور ژировتورى، به شکل پمپ ژировتورى مراجعه نمایید). در این موتورها، گشتاورهای بالا در سرعت های پایین ایجاد می شود.

موتورهای هیدرولیکی – موتورهای پیچی

ظاهر این موتور، دقیقا مانند ظاهر پمپ پیچی است (برای مشاهده هی ساختار موتور پیچی، به شکل پمپ پیچی مراجعه نمایید). عملکرد این موتورها بسیار آرام است. در موتورهای هیدرولیکی دنده ای و پره ای، هر چه تعداد دنده ها و پره ها کمتر باشد، قدرت تولیدی موتور بیشتر است.

موتورهای هیدرولیکی – موتورهای پیستونی

ظاهر این موتور، دقیقا مانند ظاهر پمپ پیستونی است. افزایش تعداد پیستون ها موجب افزایش گشتاور و نرم تر کار کردن موتور می شود. دو مزیت عمده ی موتورهای پیستونی نسبت به سایر موتورها عبارتند از:

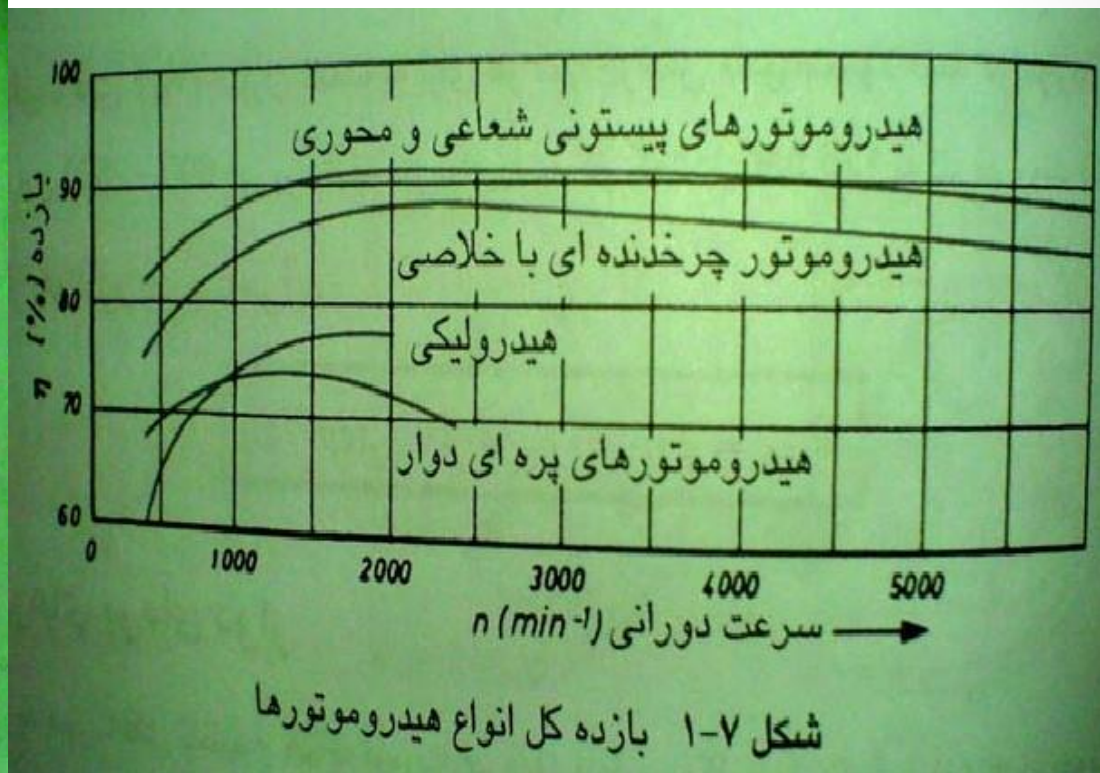
۱-بازده بالا

۲-توانایی کار در فشارهای بالای سیال

موتورهای هیدرولیکی – موتورهای پیستونی

موتورهای پیستونی نیز به دو دسته ی محوری و شعاعی تقسیم می شوند و از نظر شکل ظاهری، دقیقاً همانند پمپ های پیستونی محوری و شعاعی هستند. موتورهای پیستونی محوری برای کاربردهایی با تغییر مکرر جهت دوران بسیار مفید است (به دلیل لختی دورانی ناچیز). در تصویر راست از شکل زیر، نمودار بازده چند هیدروموتور آورده شده است. هم چنین در تصویر چپ، نمودار فشار کاری چند هیدروموتور آمده است (فشار کاری یعنی فشار سیال، که هیدروموتور، در آن فشار می تواند تولید انرژی مکانیکی نماید).

موتورهای هیدرولیکی - موتورهای پیستونی



موتورهای هیدرولیکی – موتورهای پیستونی

در انتخاب هیدروموتور باید به نکات زیر توجه داشت:

- ۱- دبی که هیدروموتور دریافت می کند (ثابت یا متغیر)
- ۲- محدوده ی گشتاور تولیدی هیدروموتور
- ۳- فشار کاری هیدروموتور (فشار معمولی و حداکثر فشار قابل تحمل)
- ۴- حداقل دبی لازم برای شروع به کار موتور
- ۵- محدوده ی سرعت دورانی هیدروموتور (حداکثر سرعت دورانی مجاز)
- ۶- جهت دوران (در یک جهت یا در هر دو جهت)

موتورهای هیدرولیکی – موتورهای پیستونی

در انتخاب هیدروموتور باید به نکات زیر توجه داشت:

۷- بازده

۸- یکنواختی حرکت دورانی

۹- میزان صدای هیدروموتور

عبارت است از مطالعه عملکرد و حرکت مکانیکی و عملکرد سیالات یا مایعات در حال حرکت، اولین چیزی که در این رابطه باید دانست این است که فشار تنها زمانی ایجاد می شود که مقاومتی در برابر جریان سیال وجود داشته باشد. اگر دبی حجمی پمپی ۲۰۰ گالن بر دقیقه باشد و این پمپ این حجم روغن را از میان لوله‌ای که توانایی عبور حداکثر ۲۰۰ گالن بر دقیقه را داشته باشد جاری کند روغن جریان خواهد داشت.

www.irsanat.com



اما هیچ فشاری ایجاد نمی‌شود. فشار تا زمانی که مانعی در مقابل سیال در داخل لوله ایجاد نشود بالا نمی‌رود. قابلیت ایجاد مقاومتهای گوناگون در یک سیستم هیدرولیک برای بدست آوردن مقادیر مختلف فشار اساس سیستم هیدرولیک تمام گیربکس های گوناگون است. این بخش جزئیات انواع مختلف سوپاپ‌های کنترل بکار رفته در گیربکس های اتوماتیک متمرکز است.

شیرهای کنترل گیربکس های اتوماتیک را می توان در دو گروه عمده زیر طبقه بندی نمود:

۱- سوپاپ هایی تنظیم فشار: اندازه فشار ایجاد شده در گیربکس به منظور تعویض دنده ها را کنترل می کنند.

۲- سوپاپ های قطع و وصل (سویچینگ) جهت جریان روغن را قبل از انجام تعویض کنترل می کنند. گاهی اوقات در بعضی گیربکس ها عمل تنظیم فشار و سویچینگ در یک زمان انجام می شود اما در هر یک صورت هر یک از دو وظیفه فوق به وضوح در انواع گیربکس ها مشاهده می شود.

محاسبه قطر داخلی لوله

$$d_i \equiv 4.607 \sqrt{\frac{Q}{V}}$$

قطر داخلی لوله را از رابطه زیر میتوان محاسبه نمود:

که در آن:

Q : دبی حجمی روغن عبوری از لوله (lit/min)

V : سرعت جریان روغن در لوله (m/sec)

d_i : قطر داخلی لوله (mm)

محاسبه قطر داخلی لوله

دبی حجمی روغن عبوری از لوله ها بر حسب زمانبندی و میزان مصرف کلیه المانهای موجود در مسیر تعیین میشود. دبی مجاز عبوری از خطوط مکش و فشار بر حسب قطر لوله در جدول زیر

ارائه شده است (لازم به ذکر است که $1\text{U.S.Gallon}=3.87\text{lit}$)

دبی عبوری از خطوط فشار و مکش

قطر لوله (اینچ)	دبی خط فشار (gpm)	دبی خط مکش (gpm)
3/8	5	2
1/2	8-10	3
3/4	25	5
1	40	10
1 1/4	50	18
1 1/2	75	35
2	100	75

سرعت جریان روغن در لوله ها را میتوان از جدول زیر استخراج نمود:

سرعت روغن در خطوط هیدرولیک

خط مکش		خط فشار		خط برگشت
$\nu (cSt)$	$V (m / sec)$	$P (bar)$	$V (m / sec)$	$V (m / sec)$
150	0.6	25	2.5 to 3	1.7 to 4.5
100	0.75	50	3.5 to 4	
50	1.2	100	4.5 to 5	
30	1.3	200	5 to 6	
		>200	6	
		$\nu = \text{When}$ 30 to 150 cSt		

محاسبه قطر داخلی لوله

اندازه های استاندارد قطر داخلی لوله ها در جدول زیر بر حسب (mm) ارائه شده است:

<u>DN</u>	3	4	6	8	10	12	15	20	25
32	40	50	65	80	100	125	150	200	250
300	350	400	450	500	600	700	800	900	

قطر لوله های مربوط به مسیرهای فرمان معمولاً ۱/۸ و ۱/۴ اینچ و مسیر مربوط به گیج ها ۱/۱۶ اینچ

انتخاب می شود.