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 ۱۶۵۰بیان نمود.انتشار سیال در حالت سکون در همه جهات یکسان انتقال می یابد.یک قرن بعد رانیل بر قانون بقای انرژی را برای سیال جاری خط لوله بیان نمود.درسال ۱۷۹۵اولین 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.

۱) **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.

۲) **قابلیت افزایش نیرو**:

در سیستم هیدرولیک در هنگام نیاز می توان به سادگی نیروها را تا۱۰۰ برابرافزایش داد.

۳) **سادگی ودقت کنترل**:

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

۴) **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 کاملاانعطاف پذیر طراحی نمود.

۵) 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.

۶) 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:

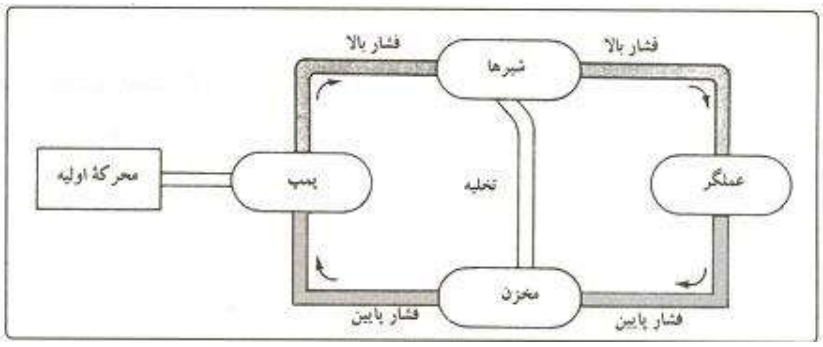
به طور کلی سیستم هیدرولیک ۴کار اساسی را انجام می دهد:

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

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

۳)کنترل فشار جهت جریان سیال توسط شیرها

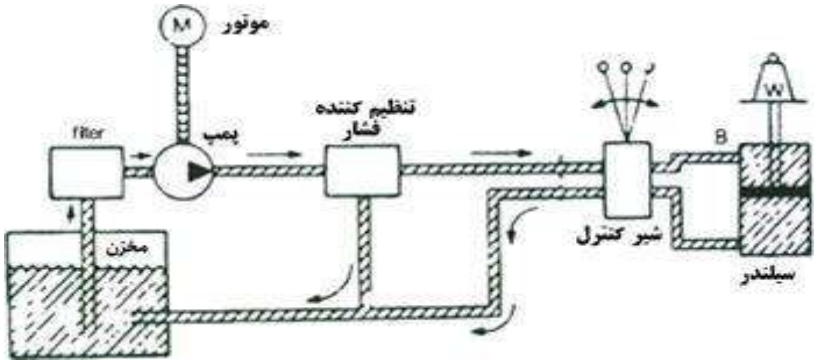
۴)انجام کار توسط عملگرها(سیلندرها وموتورهای هیدرولیکی).



اجزای تشکیل دهنده هیدرولیک:

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

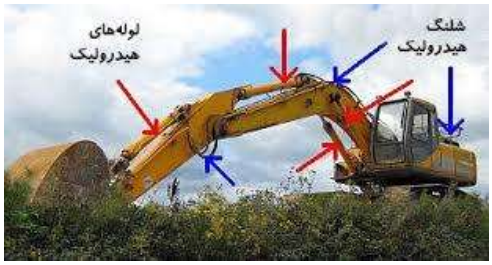
۱) **مخزن**: جهت نگهداری سیال
۲) **پمپ**: جهت به جریان انداختن سیال درسیستم که توسط الکتروموتور یا محرکه دیگری به کار اندخته می شود.
۳) **شیرها**: برای کنترل فشار جریان وجهت حرکت سیال
۴) **عملگرها:**(سیلندر برای ایجاد حرکت خطی ویا موتوربرای تولید حرکت دورانی)جهت تبدیل انرژی سیال تحت فشاربه نیروهای مکانیکی 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:

۱) صنایع خودروسازی(ترمز هیدرولیک،فرمان هیدرولیک)
۲) صنایع هوایی(در هواپیمای جنگی باز وبسته شدن دریچه ی پرتاب بمب به کمک هیدرولیک انجام می شود)
۳) راه وساختمان(گریدر،بیل مکانیکی،سنگ شکن)
۴) صنایع دفاعی(پرتاب هواپیمای جنگی از سکو پرتاب)
۵) صنایع غذایی(کنسرو سازی)
۶) صنایع چوب
۷) 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 پنوماتیکی در 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 ۷۵بار برای استفاده در سیستم های صنعتی هیدرولیکی معمول بوده است.هم اکنون استفاده از فشارهای بین ۱۵۰تا۲۵۰بارعمری عادی است.دربعضی از مواردا ز فشاربالاتری۳۵۰بار استفاده می شود مانند: پرس های بزرگ صنعتی.

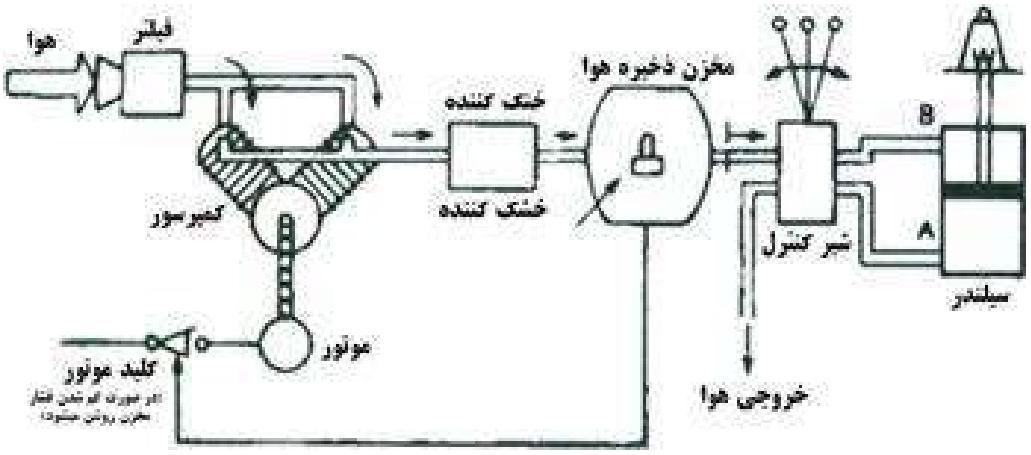
سیستمهای پنوماتیک

کار سیستمهای پنوماتیک مشابه سیستم های هیدرولیک است فقط در آن به جای سیال تراکم ناپذیر مانند روغن از سیال تراکم پذیر مانند هوا استفاده می کنند . در سیستمهای پنوماتیک برای دست یافتن به یک سیال پرفشار ، هوا را توسط یک کمپرسور فشرده کرده تا به فشار دلخواه برسد سپس آنرا در یک مخزن ذخیره می کنند، البته دمای هوا پس از فشرده شدن بشدت بالا میرود که می تواند به قطعات سیستم

آسیب برساند لذا هوای فشرده قبل از هدایت به خطوط انتقال قدرت باید خنک شود. به دلیل وجود بخار آب در هوای فشرده و پدیده میعان در فرایند خنک سازی باید از یک واحد بهینه سازی برای خشک کردن هوای پر فشار استفاده کرد.

اجزای تشکیل دهنده سیستم های پنوماتیکی:

۱- کمپرسور
۲- خنک کننده و خشک کننده هوای تحت فشار
۳- مخزن ذخیره هوای تحت فشار
۴- شیرهای کنترل
۵- عملگرها



یک مقایسه کلی بین سیستمهای هیدرولیک و پنوماتیک:

۱- در سیستمهای پنوماتیک از سیال تراکم پذیر مثل هوا و در سیستمهای هیدرولیک از سیال تراکم ناپذیر مثل روغن استفاده می کنند.

۲- در سیستمهای هیدرولیک روغن علاوه بر انتقال قدرت وظیفه روغن کاری قطعات داخلی سیستم را نیز بر عهده دارد ولی در پنوماتیک علاوه بر روغن کاری قطعات، باید رطوبت موجود در هوا را نیز از بین برد ولی در هر دو سیستم سیال باید عاری از هر گونه گرد و غبار و نا خالصی باشد

۳- فشار در سیستمهای هیدرولیکی بمراتب بیشتر از فشار در سیستمهای پنوماتیکی می باشد ، حتی در مواقع خاص به ۱۰۰۰ مگا پاسکال هم میرسد ، در نتیجه قطعات سیستمهای هیدرولیکی باید از مقاومت بیشتری برخوردار باشند.

۴- در سرعت های پایین دقت محرک های پنوماتیکی بسیار نامطلوب است در صورتی که دقت محرک های هیدرولیکی در هر سرعتی رضایت بخش است .

۵- در سیستمهای پنوماتیکی با سیال هوا نیاز به لوله های بازگشتی و مخزن نگهداری هوا نمی باشد.

۶- سیستمهای پنوماتیک از بازده کمتری نسبت به سیستمهای هیدرولیکی برخوردارند.

سیستم توان سیال :

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/c^2	Paپاسکال	Lb/in^2 پوندبر اینچ مربعPsi
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 .

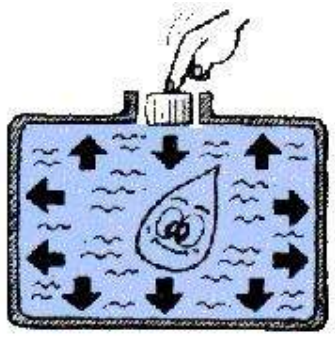
برای اندازه گیری فشار از واحد پاسکال (Pa) که برابر با ۱ نیوتن بر متر مربع است ، استفاده می گردد.

مثلا اگر نیروی ثابت ۲۰ N را بر سطح $A=5m^2$ وارد نماییم فشار حاصل برابر با ۴ Pa و اگر همین مقدار نیرو را به سطح $B=2m^2$ اعمال کنیم مقدار فشار ۱۰ Pa خواهد شد.

فشار نتیجه مقاومت در مقابل حرکت سیال میباشد. برای محاسبه ریاضی فشار، نیرو را بر سطح تقسیم مینمایند. واحد فشار "بار" میباشد. در هیدرولیک عملی معمولا کیلوگرم بر سانتی متر مربع برابر یک بار

قانون پاسکال

قانون پاسکال پایه هیدرولیک نوین است. این قانون بیان میکند که فشار وارده به هر نقطه از یک مایع محدود بطور مساوی در تمام جهات منتقل شده و با نیروی مساوی بر رو سطوح مساوی اثر میکند.



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.

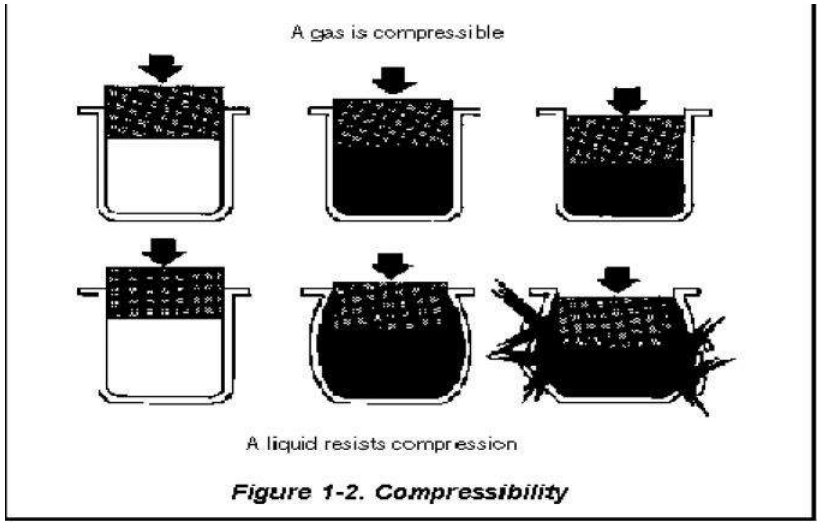
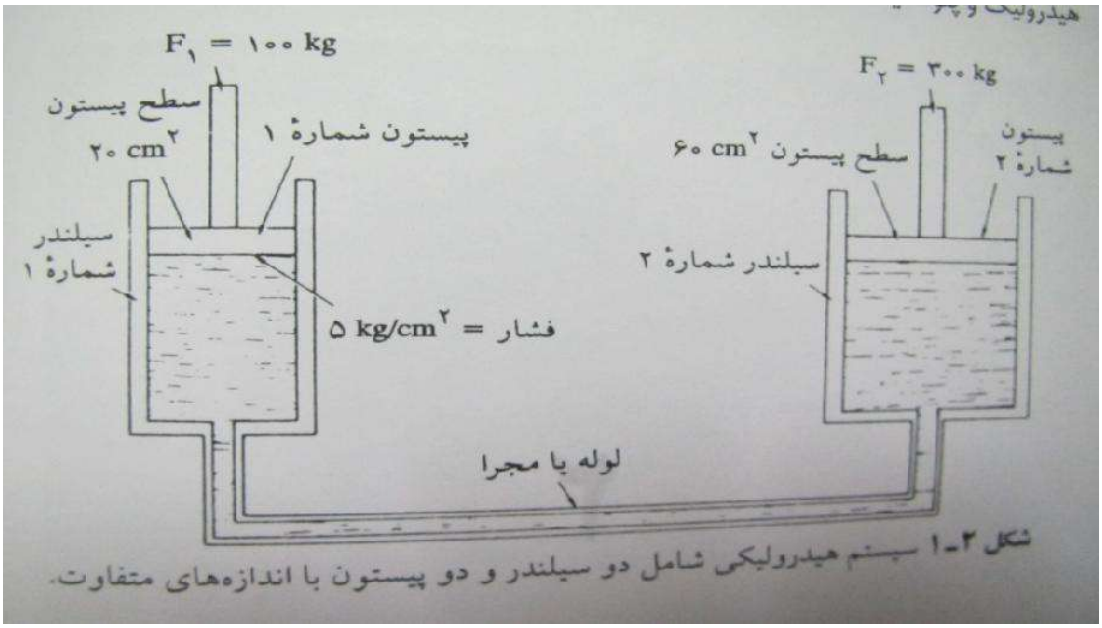


Figure 1-2. Compressibility

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.

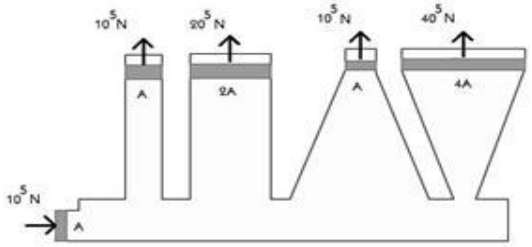
نتایج حاصل از قانون پاسکال:

۱. فشار سرتاسر سیال در حال سکون یکسان است .(با صرف نظر از وزن سیال)

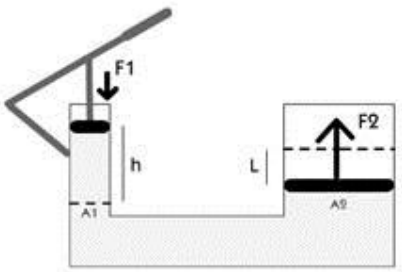
۲. در هر لحظه فشار استاتیکي در تمام جهات یکسان است.

۳. فشار سیال در تماس با سطوح بصورت عمودي وارد میگردد.

همانطور که در شکل ۱ مي بینید یک نیروي ورودي 10^5 نیوتني میتواند نیروي مورد نیاز چهار سیلندر دیگر را تامین کند.



یا در شکل ۲ داریم :



شکل (۲)

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:

۱)افزایش مقاومت در مقابل جریان یافتن سیال هیدرولیک

۲)افزایش مصرف قدرت در نتیجه افزایش افت های اصطکاکی

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

۴)افزایش درجه حرارت به واسطه اصطکاک

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

۱)افزایش نشتی از آب بندها

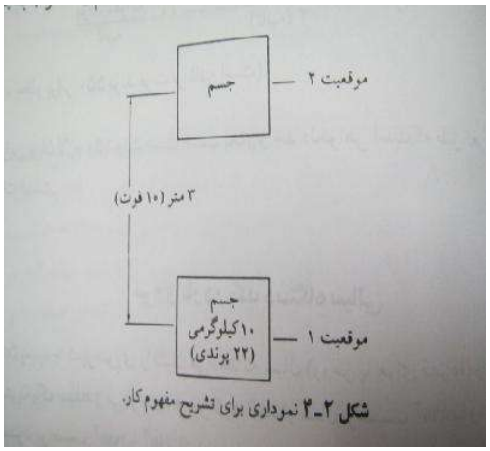
۲)افزاش سایدگی بین اجزای متحرک

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 ۱۰kgدر ارتفاع معین در موقعیت ۱ نشان داده شده است برای این اجسام به اندازه ۳متربه طرف 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 ۱ به موقعیت ۲ جابه جا شود نیروی۱۰kg این جسم را ۳ متر جا به جا کرده است واین برابر با۳۰۰نیوتن متر است.



شکل ۲ـ۴ نموداری برای تشریح مفهوم کار.

انرژی:

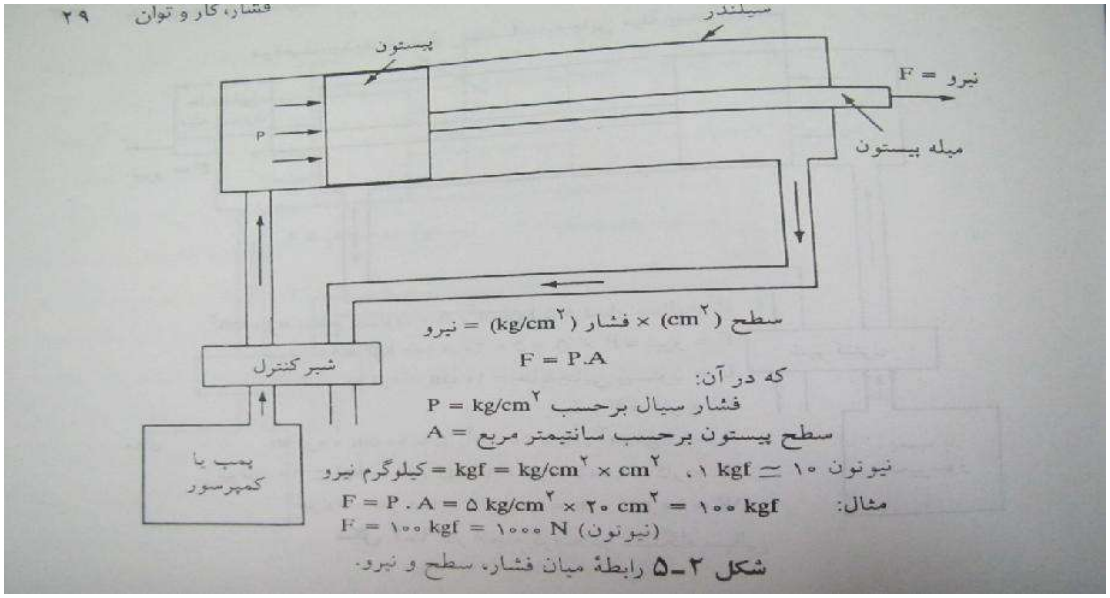
توانایی انجام کار را انرژی می گویندوانرژی گویای یک قابلیت بالقوه است جسمی که در موقعیت شماره ۲ قرار گرفته است قابلیت وانرزی مشخصی دارد اگر جسم به اندازه ۳ متر پایین آورده شود به اداز۳۰۰نیوتن متر انرژی برای انجام کار در دسترس قرار گرفته است واژه ی کار هیچ نشانی از مشخصه زمان درخود ندارد معمولاآهنگ حرکت یا سرعت مهم است.آهنگ زمانی انجام کار را توان گویند.

مثال:هرگاه جسمی به وزن ۱۰kgباسرعتی ثابت ودر زمان ۲ ثانیه به اندازه ۳ متر رو به بالا جا به جا شود توان مصرف شده را به دست آورید.

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

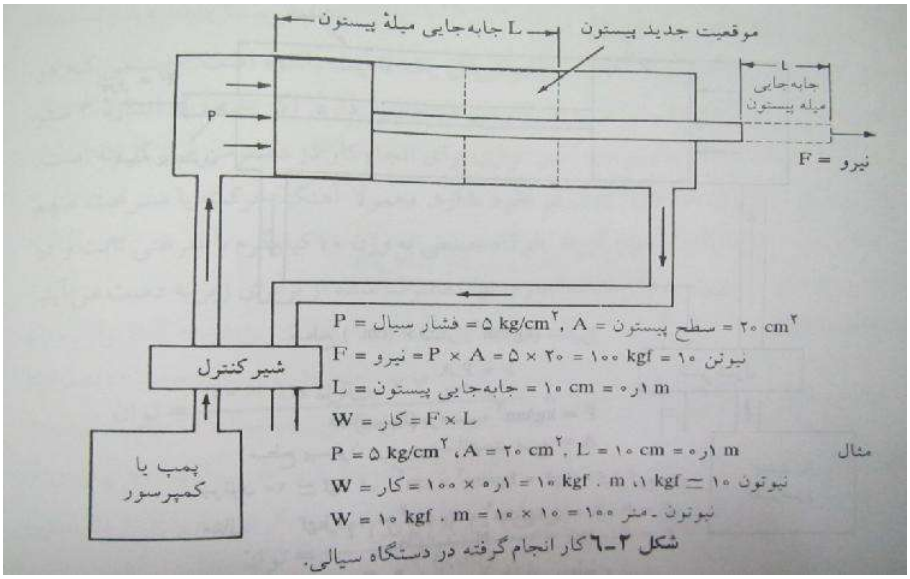
مثال:نیروی کار در یک دستگاه سیالی:

نیروی وارد بر دسته پستون را به دست آورید.



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 برابر$10cm$باشد کار انجام شده را به دست آورید.



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.

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