

افت انرژی سیستم هیدرولیک

اگر در پروژه طراحی و ساخت یک سیستم هیدرولیک، هدف رعایت کلیه اصول مهندسی باشد به طوریکه سیستم هیدرولیک ساخته شده بهترین نتیجه و کارایی را داشته باشد بی شک یکی از دغدغه های اصلی طراح، بحث کاهش تلفات و افت انرژی سیستم می باشد.

در تمام اتصالات و مسیرهای سیستم هیدرولیک افت و تلفات انرژی در سیال روی می دهد ولی در اتصالات نسبت به مسیرها، میزان تلفات انرژی بیشتر و شدیدتر است.

منظور از مسیرها شامل لوله و شیلنگ ها بوده و منظور از اتصالات، کلیه شیرها، فلنج ها، تبدیل ها، مغزی ها، فیتینگ ها، زانوئی ها و نظایر آن ها می باشد.

جریان سیال در مسیرهای یک سیستم هیدرولیک

شکل و ماهیت جریان سیال در مسیرهای یک سیستم هیدرولیک شامل لوله و شیلنگ ها می تواند بسته به مقدار سرعت سیال در آن مسیر به دو نوع جریان آرام و جریان مغشوش طبقه بندی گردد.

جریان آرام (Laminar Flow): اگر سرعت سیال زیاد نبوده و از یک مقدار مشخص کمتر باشد، جریان سیال از نوع آرام خواهد بود به طوریکه هر ذره از سیال در لایه خود و به موازات سایر لایه های سیال در امتداد مسیر، حرکت می کند.

جریان مغشوش (Turbulent Flow): اگر سرعت سیال بیش از یک مقدار معین باشد نوع جریان سیال از حالت آرام خارج شده و به جریان مغشوش تبدیل می شود. در جریان مغشوش، ذرات سیال در یک لایه و موازی با لایه های دیگر حرکت نکرده بلکه به صورت نامنظم و گرادی حرکت می کنند.

میزان افت انرژی سیستم هیدرولیک در جریان آرام به مراتب کمتر از جریان مغشوش است.

ذکر این نکته الزامی است که در حین تبدیل جریان سیال از نوع آرام به نوع مغشوش یک جریان گذرا و بحرانی نیز ایجاد می شود که حالتی مابین آرام و مغشوش می باشد.

به دلیل گذرا بودن و عدم ثبات آن، این نوع جریان اهمیتی از نظر مطالعه و تحلیل ندارد.

عدد رینولدز (Reynolds Number): دانستن الگوی جریان در مسیر و لوله های انتقال سیال یک سیستم هیدرولیک از نظر تحلیلی و ریاضیاتی می تواند با محاسبه عدد رینولدز جریان سیال انجام گیرد.

عدد رینولدز یک مقدار عددی بی بعد بوده، از فرمول ریاضی آن حساب شده و تابعی از پارامترهای زیر می باشد:

- سرعت جریان سیال
- قطر داخلی مسیر و لوله
- چگالی جرمی سیال
- ویسکوزیته مطلق سیال

در طراحی یک سیستم هیدرولیک همواره باید تلاش کرد که مقادیر عددی پارامترهای چهارگانه فوق طوری باشند که در نهایت جریان سیال در داخل مسیرها، از نوع آرام باشد. چنان که پیشتر نیز بیان شد جریان سیال مغشوش میزان تلفات انرژی بالاتری داشته و لذا سبب افزایش بیشتر دمای روغن هیدرولیک می شود.

تشخیص الگوی جریان سیال بر اساس مقدار عدد رینولدز

- عدد رینولدز کمتر از ۲۰۰۰ باشد یعنی وقوع جریان آرام
- عدد رینولدز بیشتر از ۴۰۰۰ باشد یعنی وقوع جریان مغشوش
- عدد رینولدز مقداری مابین ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ باشد یعنی وقوع جریان گذرا و بحرانی

یک نتیجه ساده از مباحث صورت گرفته آن است که هر چقدر میزان قطر داخلی مسیرها و اتصالات بزرگتر باشند مقدار تلفات و افت انرژی سیستم هیدرولیک کمتر بوده ولی هزینه ساخت سیستم افزایش می یابد لذا برای رسیدن به یک مقدار مطلوب فنی و اقتصادی انجام محاسبات دقیق مهندسی الزامی است.

بررسی کلی پارامترهای موثر در محاسبه افت انرژی سیستم هیدرولیک

بر اساس مفاهیم گوناگون مطرح شده در مکانیک سیالات و معادلات شاخصی نظیر معادله Darcy و معادله Hagen – Poiseuilles می توان گفت که میزان افت انرژی مسیر و لوله در جریان آرام تابعی از عدد رینولدز، قطر داخلی مسیر، سرعت جریان سیال و شتاب جاذبه زمین می باشد و این در حالی است که اگر جریان مغشوش در مسیر حرکت سیال اتفاق بیفتد علاوه بر عوامل چهارگانه یاد شده زبری سطح داخلی مسیر و لوله نیز در تلفات انرژی سیال تاثیر گذار خواهد بود.

نتیجه مفید دیگر آن است که در محاسبات اتلاف انرژی سیال در مسیر و لوله، مقدار سرعت سیال با توان دوم (مجذور سرعت) ظاهر می شود، از اینرو می توان گفت مقدار سرعت سیال و در نتیجه مقدار قطر داخلی مسیر و لوله تاثیر بیشتری بر میزان تلفات انرژی نسبت به سایر پارامترها دارند.

جدول زیر برای محاسبه حداقل قطر لازم مسیرهای انتقال سیال شامل شیلنگ ها و لوله ها در سیستم هیدرولیک به کار می رود:

سرعت مجاز روغن در خطوط و مسیرهای هیدرولیک		
مقادیر فشار و گرانیوی	سرعت مجاز روغن (m/sec)	نوع خط (نوع مسیر)
همه شرایط فشار و گرانیوی	1.7 – 4.5	خط برگشت
مقدار فشار تا 25 Bar	2.5 - 3	خط فشار
مقدار فشار 25 - 50 Bar	3.5 - 4	
مقدار فشار 50 – 100 Bar	4.5 - 5	
مقدار فشار 100 – 200 Bar	5 - 6	
مقدار فشار بیش از 200 Bar	6	
مقدار گرانیوی روغن 150 cSt	0.6	خط مکش
مقدار گرانیوی روغن 100cSt	0.75	
مقدار گرانیوی روغن 50cSt	1.2	
مقدار گرانیوی روغن 30cSt	1.3	

تذکر مهم: در محاسبه تلفات انرژی سیال در اتصالات و شیرهای هیدرولیک نیز از معادله Darcy استفاده می شود با این تفاوت که با توجه به نوع اتصالات و شیرها، ضرایب افت انرژی در آن ها از کاتالوگ سازندگان و یا استانداردها استخراج شده و در محاسبات اعمال می شوند.

گردآوری: مهندس محمدرضا آذرنیایی

۱۴۰۲/۱۰/۲۰

شرکت مهندسی رایان هیدرولیک سام

- طراحی و ساخت یونیت هیدرولیک (پاورپک هیدرولیک) برای تجهیزات صنعتی و تحقیقاتی
- ساخت انواع جک هیدرولیک استاندارد براساس کاتالوگ رسمی شرکت و جک هیدرولیک سفارشی
- طراحی و ساخت سیستم های روغنکاری تحت فشار (Lub Oil System) برای تجهیزات صنعتی

دفتر مرکزی: تبریز - خیابان ۲۲ بهمن - چهار راه قطران - پاساژ عمران - طبقه زیر همکف - پلاک ۳۲

تلفن : ۳۴۴۲۹۰۶۹ - ۳۴۳۹۱۴۴۹ (۰۴۱) تلفن همراه: ۰۹۱۴۴۱۴۲۴۳۲

sale@rhsahand.com

azarniaiy@Gmail.com