

گرد آورنده: سعید روشن روان

رییس تعمیرات خط تولید سیمان هگمتان

## بررسی آلاینده ها در سیستم هیدرولیک

یکی از علوم که بیشترین کاربرد را در صنایع مختلف به خود اختصاص داده، علم هیدرولیک است. البته علوم دیگری نظیر شیمی، مکانیک سیالات و ترمودینامیک نیز به کمک این علم آمده و تلفیقی از آنها را به صورت ساده در یک سیستم هیدرولیک می توان مشاهده کرد.

از طرفی با توجه به نقش اساسی و مهم سیال هیدرولیک (انتقال نیرو)، بحث آلایندگی آن از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. در یک سیستم هیدرولیک، سیال هیدرولیک با تغییر جهت نیرو و همچنین تغییر مقدار آن باعث حذف یک سری از عملیات مکانیکی در سیستم می شود که بعنوان مثال از حذف استفاده از دنده ها، اهرم ها و نیز حذف تنش های شدید اجزای می توان سیستم نام برد. همچنین سیال هیدرولیک به دلیل انتقال سریع نیرو و تا فاصله زیاد، در شرایط دما و فشار بالا بازدهی بهتری خواهد داشت.

بر اساس نظر کارشناسان تعمیرات و نگهداری، حدود 80 درصد خرابی ها در سیستم هیدرولیک، نتیجه مستقیم آلودگی سیال آن است. بنابراین با انتخاب یک سیال مناسب و همچنین کنترل آلاینده ها می توان آسیب های ناشی از آلاینده ها را به حداقل رساند. در این مقاله آلاینده های سیستم هیدرولیک به طور اجمالی معرفی شد و هر کدام به صورت جداگانه بررسی می شود.

### حرارت بیش از اندازه (Over Heat)

متأسفانه در بسیاری از موارد، حرارت به عنوان یک آلاینده در نظر گرفته نمی شود. یکی از عوامل بوجود آمدن حرارت بیش از اندازه در سیستم می تواند مربوط به انتخاب نادرست گرید (ISO VG) روغن هیدرولیک باشد. بدین ترتیب که چون در شرایط روانکاوای هیدرو دینامیک تنها اصطکاک موجود، اصطکاک داخلی روغن در گردش است، اگر گرید مصرفی بیش از گرید توصیه شده باشد به دلیل افزایش اصطکاک داخلی، دمای روغن به شدت افزایش می یابد. بر اثر افزایش غیر عادی دمای روغن، روند اکسیداسیون از حالت تدریجی خارج شده

و روغن پایه به سرعت اکسید می شود. (پس از شروع اکسیداسیون به ازای هر 15 درجه سانتیگراد افزایش دما، شدت اکسیداسیون، دو برابر می شود.) نتیجه این امر کاهش ادتیوهای آنتی اکسیدان و در نهایت کاهش عمر مفید روغن خواهد بود.

از دلایل دیگر **Over Heat** می توان به انجام تماس فلز با فلز در اثر وجود اشکال فنی در سیستم و برقراری شرایط روانکاری مرزی اشاره کرد که باعث سایش مکانیکی قطعات می شود. در برخی موارد نیز بدلیل طراحی نامناسب، انتقال حرارت موثر بین سیستم و محیط انجا نشده و در شرایط آب و هوایی گرم، تاثیر پذیری سیستم از محیط بسیار زیاد می شود.

در نهایت با افزایش عدد اسیدی و تحلیل ادتیوها در روغن، میزان خوردگی و زنگ زدگی قطعات نیز افزایش می یابد. از طرف دیگر بدلیل افزایش گرانشی روغن (اکسیداسیون) جریان روغن درون سیستم کاهش یافته و بدلیل افت فشار، دقت کنترل سیستم کاهش خواهد یافت.

برای رفع چنین مشکلاتی در سیستم می توان ضمن انتخاب صحیح گردید سیال هیدرولیک و نیز اطمینان از طراحی مناسب، با افزایش ظرفیت تغذیه روغن و همچنین افزایش سرعت گردش آن، دمای روغن را در حد مطلوب کنترل کرد که بنا به عقیده کارشناسان تعمیرات دمای روغن در مخزن صلی هیدرولیک، نباید از 60 درجه سانتیگراد تجاوز کند.

### آلایندگی ذرات جامد (Solid Particle Contamination)

در یک سیستم هیدرولیک بدلیل اینکه امکان حذف کامل ذرات جامد از سیال هیدرولیک وجود ندارد، به ناچار برای آلایندگی ناشی از ذرات، یک محدوده تعریف می شود. در سیستم های امروزی که دارای لقی مجاز (Clearance) بسیار کمی بوده و در فشارهای به نسبت بالا (بیشتر از 7 bar) کار می کنند کنترل آلایندگی های جامد از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. منابع ورود ذرات جامد به سیستم می تواند از طریق هوای ورودی به سیستم از محیط (گرد و غبار)، ذرات عبوری از آب بندها، باقی ماندن ذرات درون سیستم هنگام نصب قطعات و نیز ذرات حاصل از سایش داخلی قطعات باشد. حضور این ذرات در سیستم می تواند سبب به وجود آمدن صدمات مکانیکی (پارگی شیلنگ ها و شکستن Valve ها)، سایش و خراشیدگی سطوح فلزی، گرفتگی فیلترها و در نهایت ایجاد افت فشار در سیستم شود که نتیجه این امر کاهش میزان تولید و افزایش هزینه های کلی تعمیرات خواهد بود.

برای جلوگیری از ورود ذرات به سیستم، باید تمامی سیالات، قبل از ورود مخزن فیلتر شده و در نواحی قرارگیری سیستم در معرض هوای محیط، فیلترهای مناسب به کار گرفته شوند. همچنین فلاشینگ نهایی پس از نصب قطعات (قبل از راه اندازی) و نیز بازرسی شرایط آب بندها و نیز در پوشش مخازن مرکزی می تواند مانع ورود ذرات جامد به سیستم شود. از طرفی فیلترها از نظر مش صحیح (اندازه منافذ و تعداد) و جنس آنها با توجه به نوع عملیات می تواند بازدهی فیلتراسیون را در سیستم افزایش داده و با در نظر گرفتن لقی مجاز قطعات می توان محدوده مناسبی برای آلاینده ها تعریف کرد.

یکی از روشهای اندازه گیری، روش اسپکترو سکوپمی است که به دلیل محدودیت این روش (عدم اندازه گیری ذرات بزرگتر از 7 میکرون)، روشهای دیگری نظیر NAS و اخیراً روش ISO 4406 به کار گرفته می شود.

در این روشها با توجه به لقی مجاز قطعات و توسعه سازنده اصلی تجهیزات (OEM) یک محدوده بعنوان کد تمیزی سیستم در نظر گرفته می شود بدین ترتیب که به وسیله شمارش الکترونیکی ذرات با توجه به سایز آنها (در محدوده بین 5/2 تا 15 میکرون) کد تمیزی سیستم مشخص می شود. بعنوان مثال سازنده ویکرز برای یک سیستم هیدرولیک کد 18/16/13 ISO 4406 معادل با NAS 1638 Level 7 را بعنوان کد تمیزی سیستم در نظر گرفته است که اگر میزان آلاینده ها از این حد تجاوز کند، با بهبود فیلتراسیون (یا تعویض فیلتر) و در صورت لزوم جایگزینی فیلتر جدید می توان آثار مخرب آلاینده ها را به حداقل رساند.

#### آلاینده گی آب (Water Contamination) :

میزان ایده آل آب در یک سیال هیدرولیک، کمتر از میزان اشباع آن (در دمای عملیاتی دستگاه) است. حدود (200-300) ppm آب می تواند به صورت محلول در سیال پایه معدنی وجود داشته باشد بدون اینکه رنگ روغن تغییر کند.

اگر میزان آب به 500 ppm افزایش یابد، روغن کمی کدر شده و به اصطلاح ظاهر آن ابری می شود. بالاترین میزان آب در یک سیال هیدرولیک 100 ppm بوده و اگر میزان آب از 0/1 درصد وزنی تجاوز کند بصورت آب آزاد ظاهر خواهد شد. آب به دلیل کاهش مقاومت فیلم روانکار باعث افزایش شدت سایش شده و در حضور فلزاتی نظیر مس، شدت سایش دو برابر خواهد شد.

از طرفی بدلیل کاهش ادتیوهای R&O، میزان خوردگی و زنگ زدگی سطوح فلزی افزایش یافته و در حضور کاتالیزورهای فلزی، تخریب سطوح چند برابر می شود. همچنین بدلیل انجام سریع اکسیداسیون، لجن اسیدی در سیستم ایجاد شده و راندمان فیلتراسیون کاهش می یابد.

بهترین روش برای اندازه گیری میزان آب، آزمایش کارل فیشر است. برای جلوگیری از ورود آب به سیستم می توان به مواردی نظیر دقت در انبارداری صحیح، برطرف کردن نشتی از مبدل‌های حرارتی یا ورودهای مخزن و تعویض آب بندهای آسیب دیده اشاره کرد.

### آلاینده‌گی هوا (Air Contamination) :

یکی دیگر از آلاینده‌هایی که در ارتباط با سیال هیدرولیک می توان به آن پرداخت، حباب‌های هوا است. خروج حباب‌های درون سیال در مواقعی که فشار اعمال شده روی سیال از فشار اشباع حلالیت هوا در آن کمتر باشد، می تواند با شکستن و از بین رفتگی ناگهانی باعث بروز حوادثی نظیر کاویتاسیون شود. یکی دیگر از صدماتی که حضور حباب‌های هوا درون روغن هیدرولیک ایجاد می کند، تولید کف (تراکم پذیر) و افزایش شدید درجه حرارت به دلیل کاهش حجم درون سیلندر هیدرولیک است که این افزایش دمای ناگهانی باعث تسریع روند اکسیداسیون خواهد شد.

برای جلوگیری از ورود هوا به سیستم می توان با تامین هد مورد نیاز پمپ از به وجود آمدن افت فشار در اریفیس‌ها و همچنین مقاومت در مکش و هواگیری پمپ‌ها جلوگیری کرد.

در برخی موارد باز و بسته شدن سریع شیر کنترل‌ها (ایجاد توربولنسی)، تنفس کلاهک مخزن و ورودی‌های سیستم می تواند بعنوان مناع ورود هوا به سیستم باشند که با رفع این عیوب، تشکیل حباب‌های هوا در سیال هیدرولیک به پایین‌ترین میزان ممکن خواهد رسید.

### مشکل نشتی (leakage) :

متأسفانه در جامعه صنعتی، نشتی بعنوان یک امر معمولی در نظر گرفته شده و برای رفع آن، تلاش جدی صورت نمی گیرد. بررسی آثار نامطلوب نشتی در یک سیستم می تواند اهمیت آنرا بیش از پیش مشخص ساخته و تاثیر آن را در کیفیت محصول نهایی و افزایش هزینه‌های تمام شده، نشان دهد.

در یک سیستم هیدرولیک به دلیل نشتی، همواره میزان مصرف روغن از ظرفیت واقعی مخزن بیشتر بوده و هزینه های مربوط به خرید روانکار افزایش می یابد. از طرفی دلیل کاهش جریان روغن و ایجاد افت فشار، دقت کنترلی سیستم کاهش یافته و بعلت کارکرد نامنظم سیستم، مشخصات محصول نهایی (مثلا ابعاد) بر موارد از پیش تعیین شده منطبق نخواهد بود. در ارتباط با معضل نشتی در کنار آثار مخرب زیست محیطی (ورود روغن به منابع آب و خاک)، احتمال قرار گرفتن روغن در معرض سطوح داغ (دستگاه های دایکاست و تزریق پلاستیک) و اشتعال آن وجود داشته و بروز حوادثی نظیر آتش سوزی محتمل خواهد بود.

نکته بسیار مهم دیگر در ارتباط با نشتی این است که تمامی آلاینده های یادشده می توانند از محل نشت روغن وارد سیستم شده و استهلاک زودرس تجهیزات و ماشین آلات راباعث می شوند. بنابراین بازرسی منظم اتصالات و آب بندها و تعویض آنها در صورت لزوم می تواند در کارکرد مطمئن ماشین آلات موثر باشد.

یکی دیگر از روشهای جلوگیری از نشتی، بحث سازگاری سیال هیدرولیک با الاستومرها و انتخاب مناسب سیال هیدرولیک از نظر نقطه آنیلین است.

بدین معنی که نقطه آنیلین معرف میزان ترکیبات آروماتیک در روغن بوده و اگر از میزان توصیه شده بیشتر باشد، باعث تورم آب بندها شده و اگر کمتر از حد مجاز باشد سبب سفت شدن اتصالات و کاهش حجم آنها می شود.

از روش های موثر دیگر جلوگیری از نشتی، انتخاب صحیح آب بندها (از نظر دما، فشار و شدت جریان)، تنظیم دمای سیال هیدرولیک (حداقل نگه داشتن دمای سیال) و بالانس مکانیکی سیستم (دریک راستا قرار گرفتن شفت پمپ و موتور) است که با اجرای این روشها می توان میزان نشتی را به حداقل رساند.

منابع:

National Tribology Service (NAS)-

Oil Analysis & Lubrication Learning Center-

Hydraulic Oil Filtration System-Filtroil-

Practical Ways To Control Hydraulic System Contamination-

Lube-Tech Magazine-