صنایع روانکار سپهر پرتو

Sepehr Parto Lubricant Industries

بررسی مشکلات روغن های هیدرولیک در صنایع و معادن

نویسنده مقاله: سید محسن میردهقان

بررسی مشکلات روغن‌های هیدرولیک در صنایع و معادن

نگارنده:
محسن میردهقان
صنایع روانکار سپهر پرتو
sm.mirdehghana@gmail.com

معرفی

تقاضای سالانه جهانی برای روغن‌های هیدرولیک به حدود ۵ میلیارد لیتر رسیده است . این عدد تقریباً معادل ۱۰ درصد از تمام روانکارهای مصرفی جهان را تشکیل می‌دهد. روغن های هیدرولیک در موارد متعددی کاربرد دارند و چالش مشترک بین تمامی آنها، سخت تر شدن شرایط عملیاتی تجهیزات و در نتیجه تخریب سریع‌تر روغن و کوتاه شدن عمر آن می باشد. ما در این مقاله به بررسی مواردی که باعث آسیب رسیدن به سیالات هیدرولیک خواهد شد، می پردازیم.

رابطه شرایط عملیاتی سخت دستگاه و عمر روغن هیدرولیک

امروزه همانند بسیاری از روانکارهای صنعتی دیگر، روغن‌های هیدرولیک تحت تنش‌های عملیاتی بیشتری در تجهیزات قرار دارند. با توجه به اینکه این روغن ها در تجهیزات متنوعی همچون دستگاههای تزریقی ، ماشین الات کارخانه‌های فولاد ، ماشین آلات و تجهیزات مورد استفاده در معادن مورد استفاده قرار میگیرند، اهمیت آنها دو چندان شده است. همچنین سایز و اندازه مخازن روغن ها در این تجهیزات نسبت به قبل بطور قابل ملاحظه ای کوچکتر شده اند ، لذا این امر موجب میشود بر روی روغنی که در سیستم هیدرولیک در حال گردش می باشد، تنش بیشتری اعمال شود. در نتیجه نیاز است که این روغن ها نسبت به قبل دارای کیفیت بالاتری باشند.

تغییرات سیستم های هیدرولیک جدید مورد استفاده در صنایع و معادن و همچنین سخت تر شدن شرایط عملیاتی ،منجر به افزایش تنش‌های اکسیداتیو و مکانیکی و در نتیجه کاهش عمر روغن خواهد شد. پدیده اکسیداسیون ، اکنون شایع‌ترین دلیل برای خرابی روغن است ،لذا در زیر به بررسی دقیق تر آن خواهیم پرداخت.

بررسی پدیده اکسیداسیون در روغن های هیدرولیک

پدیده اکسیداسیون در ابتدا به عنوان یک واکنش اکسیژن با دیگر عناصر مطرح گردید. با این حال، امروزه تعریف گسترده تری از این پدیده ارائه شده است و آن عبارت است از هر واکنشی که در آن الکترون‌ها از یک عنصر به عنصر دیگر انتقال یابند . اکسیداسیون پدیده ای است که در تمامی روانکارهای مورد استفاده در دستگاهها و تجهیزات رخ خواهد داد . لذا باید توجه داشت که اگر میزان اکسیداسیون روغنی زیاد باشد، مشکلات عملکردی قابل‌توجهی برای آن به وجود خواهد آمد .اگر بخواهیم به مشکلاتی که ناشی از پدیده اکسیداسیون در روغن اتفاق می افتد بپردازیم میتوانیم به موارد ذیل اشاره کنیم: افزایش ویسکوزیته، تشکیل وارنیش، تشکیل لجن و رسوب، از بین رفتن مواد افزودنی، از بین رفتن و تجزیه شدن مولکولهای روغن پایه، گرفتگی و انسداد فیلترها، از دست رفتن مقاومت روغن در برابر کف کردن، از دست دادن خاصیت دمولسیبیلیتی، افزایش عدد اسیدی، زنگ زدگی و خوردگی.

در سیستم‌های هیدرولیک ،پدیده اکسیداسیون میتواند عامل مزاحم و مخربی باشد. دلیل این امر این است که با پیشرفت تکنولوژی مورد استفاده در سیستم های هیدرولیک ،این سیستم ها نیازمند استفاده از سروو ولو هایی شده اند که دارای حساسیت و دقت بیشتری می باشند ،بدین ترتیب این شیرها، مقاومت کمتری را در برابر آلودگی های روغن، و به ویژه وارنیش ها، خواهند داشت.

بررسی اثرات حضور وارنیش بر سیستم های هیدرولیک

می دانیم که تخریب روغن‌های هیدرولیک دلایل زیادی دارد، ولی یکی از مهمترین دلایل تخریب این روغن ها تولید پلیمر ها و مواد نامحلول در روغن است. این رسوبات اغلب دلیلی برای تخریب روغن و در نتیجه ایجاد خلل در عملکرد تجهیز خواهند شد.

وارنیش ها میتوانند باعث بوجود آمدن چالش های زیادی در سیستم های هیدرولیک بشوند. در صورتی که ذرات فلزات جدا شده از سطح تجهیز، به وارنیش ها بچسبند، سرعت سایش قطعات به شدت افزایش خواهد یافت. همچنین راندمان عملیات انتقال حرارت و خنک شدن سیستم های هیدرولیک، در زمانی که وارنیش بر روی سطوح ، حضور داشته باشد به شدت پایین خواهد امد .مورد دیگر اینکه بدلیل اینکه وارنیش ماده چسبنده ای است، بر روی سطوح می چسبد و بعضا باعث مسدود شدن جریان های روغن خواهد شد . این امر منجر به ایجاد اختلال در سیستم روانکاری شده و در نتیجه بعلت نبود روغن بین قطعات باعث جام کردن سیستم خواهد شد. مورد مهم دیگری که بهنگام حضور وارنیش در سیستم امکان دارد رخ بدهد، مسدود شدن فیلترهای روغن میباشد و در نهایت بدلیل واکنش پذیری بالای وارنیش با روغن، حضور این ماده در محیط ، باعث کاهش محسوس عمر روغن نیز خواهد گردید.

باید بدانیم که سروو ولو ها حساس‌ترین اجزا سیستم های هیدرولیک هستند که بسیار متاثر از وارنیش ها می باشند. پدیده وارنیش، یکی از علل اصلی اتفاق افتادن هیستریزیس در این ولوها می باشد. همچنین بدلیل حضور وارنیش، اصطکاک استاتیکی افزایش یافته و درنتیجه این ولو ها شروع به ایجاد نویز خواهند نمود.

ایجاد فرمولاسیونهای جدید در روغن های هیدرولیک، برای پاسخ دادن به نیازهای صنعت

فرمولاسیون روغن‌های هیدرولیک در حال پیشرفته‌تر شدن هستند تا بتوانند عملکرد تجهیز را در شرایط عملیاتی سخت بهبود دهند. فرمولاسیون روغن‌های هیدرولیک قدیم معمولا از روغن های پایه گروه ۱ تشکیل شده بود و از زینک دی‌آلکیل‌دی‌تیوفوسفات (ZDDP) به عنوان یک ماده افزودنی ضدسایش و آنتی‌اکسیدان ترکیبی استفاده می شد. امروز برای بهبود عملکرد این روغن ها ، این فرمولاسیون ها بهبود یافته اند، در زیر دو نوع فرمولاسیون جدید مورد استفاده در روغن‌های هیدرولیک را آورده ایم:

۱. استفاده از روغن‌های پایه گروههای دو و سه – همان‌طور که در بسیاری از روانکارهای صنعتی دیگر مشاهده شده است، روغن‌های پایه گروه II و III در حال جایگزینی روغن‌های گروه I به عنوان روغن پایه انتخابی هستند. هنگامی که این روغن های پایه با آنتی‌اکسیدان‌های مناسب ترکیب شوند، باعث پایداری اکسیداسیونی و همچنین افزایش طول عمر روغن خواهند شد. البته باید این نکته را در نظر داشت که، روغن‌های پایه گروه دو و سه، حلالیت کمتری را نسبت روغن پایه گروه یک دارند و این امر سبب میشود که ناخالصی هایی تشکیل شده و یا وارد شده به روغن، در این روغن ها حل نشده و در نتیجه ایجاد رسوب نمایند.

۲. بالا بردن مقاومت این روغنها در برابر اکسیداسیون با استفاده از انتی اکسیدان های جدید – نسل‌های قدیمی‌تر روغن‌های هیدرولیک از ZDDP به عنوان ماده افزودنی ضدسایش چندمنظوره و آنتی‌اکسیدان ثانویه استفاده می‌کردند. روغن‌های هیدرولیک اکنون معمولاً با آنتی‌اکسیدان‌های اولیه فرمولاسیون می‌شوند تا مقاومت اکسیداتیو روغن را بهبود داده و سپس از افزودنی‌های ضدسایش بطور جداگانه برای محافظت از سطوح استفاده می کنند.

آزمایش‌های مناسب برای شناسایی اکسیداسیون و وارنیش در روغن‌های هیدرولیک

با توجه به اینکه در روغن های هیدرولیک یکی از مهمترین عوامل تخریب روغن ، پدیده اکسیداسیون می باشد، لذا در زیر به بررسی ازمایش هایی که میتوانند روغن نو و یا روغن استفاده شده را انالیز و بررسی کنند ،خواهیم پرداخت.

۱- ازمون ولتامتری، RULER (ASTM D6971) - این آزمایش سلامت آنتی‌اکسیدان‌های اولیه و ثانویه مورد استفاده در روغن‌های هیدرولیک را شناسایی می‌کند.

۲- طیف‌سنجی مولکولی با استفاده از ازمون تبدیل فوریه مادون قرمز (FTIR) – با استفاده از این ازمون میتوان اکسیداسیون (ASTM D7414) ، میزان افزودنی‌های ضد سایش(ASTM D7412) ، اسیدی بودن روغن و همچنین میزان آنتی‌اکسیدان‌های فنلی را اندازه گیری نمود.

۳- رنگ‌سنجی پچ غشایی (ASTM D7843) - این روش آزمایش برای تعیین تمایل روغن هیدرولیک به تشکیل وارنیش مورد استفاده قرار می گیرد.
۴- اولتراسانتریفیوژ – در این روش بصورت کیفی(غیر دقیق)، میزان محصولات حاصل از تجزیه شدن مولکول های روغن از طریق نیروهای گریز از مرکز قوی، مورد بررسی قرار میگیرند.

حال پس از بررسی روغن های هیدرولیک، لازم است بطور کلی بدانیم این روانکار تحت تاثیر چه عواملی، تخریب خواهند شد.

انواع اشکال تخریب روغن هیدرولیک

اکسیداسیون رایج‌ترین حالت تخریب در روغن‌های هیدرولیک است، ولی قطعاً تنها حالت نیست. در زیر خلاصه‌ای از برخی حالت‌های تخریب در روغن‌های هیدرولیک آورده شده است.

۱-اکسیداسیون – این پدیده رایج‌ترین شکلی است که باعث تخریب ساختار روغن خواهد شد. اکسیداسیون در ماشین‌های هیدرولیک مدرنی که در دماها، سرعت‌ها و فشارهای بالاتر کار می‌کنند بصورت شدید تری رخ می دهد. باید این نکته را مد نظر داشت که در صورتی که حرارت و کاتالیزورهای فلزی مانند آهن و مس در روغن حضور داشته باشند، باعث تشدید فرایند اکسیداسیون خواهند شد .

۲- دمای بالا – در زیر انواع پدیده هایی که باعث میشوند مولکول های روغن در دماهای بالا تخریب شوند را آورده ایم:

۲-الف-پدیده میکرو دیزلینگ – عموما در پمپ ها و یاتاقان ها این پدیده رخ میدهد. بدین ترتیب که حباب های هوا از ناحیه کم فشار به ناحیه پر فشار وارد میشوند. با توجه به اینکه این فرایند در مدت زمان کمی انجام میشود، فرایند ترمودینامیکی آدیاباتیک رخ خواهد داد . بدین ترتیب ، با بالا رفتن فشار حباب، دمای حباب نیز بالا رفته و منجر به انفجار آن حباب میشود . در منطقه انفجار، دما به حدود ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد نیز خواهد رسید که منجر به تولید رسوبات کربن با ابعاد میکرونی خواهد شد. در صورتی که این پدیده بصورت مکرر در روغنها اتفاق بیوفتد، رنگ روغن بدلیل وجود دوده، به رنگ سیاه متمایل خواهد شد.

۲-**ب- تخلیه جرقه الکترواستاتیک** – در صورتی که مولکول های روغن قطبی نباشند، الکترون ها به راحتی در روغن نمی توانند حرکت داشته باشند، این امر موجب تجمع الکتریسته در برخی نقاط روغن خواهد شد. تا جایی که دیگر آن نقطه تحمل تجمع الکتریسیته را از دست داده و در نتیجه این جریان را بصورت جرقه های الکتریکی تخلیه میکند. گاها این جرقه ها دمای روغن را در آن ناحیه تا ۱۰,۰۰۰ درجه سانتی گراد بالا می برند و در نهایت باعث تخریب روغن خواهند شد.

۲-ج-مناطقی با دمای بحرانی – سوپاپ‌های خراب می‌توانند دماهای بسیار بالایی را به صورت موضعی ایجاد کنند ، همچنین در صورتی که گرم‌کن‌های مخزن دارای ابعاد بزرگ باشند، باعث ایجاد مناطقی با دمای بحرانی خواهند شد. وقوع این پدیده می‌تواند مولکول هیدروکربن ها را شکسته و باعث ایجاد دوده و کک بشود. همچنین بر ویسکوزیته سیال و نقطه اشتعال آن تأثیر خواهد گذاشت.

۳- اشعه فرابنفش (UV) – اگرچه اکثر روغن‌های هیدرولیک که در شرایط عملیاتی قرار دارند در معرض اشعه UV (نور خورشید) نیستند، ولی این نکته را باید بدانیم که اشعه UV می‌تواند روغن های نو هیدرولیکی که در بسته بندی های IBC موجود هستند را تخریب نماید. در صورتی که این بسته ها در معرض نور خورشید قرار داشته باشند، این مشکل بوجود خواهد آمد. نمونه‌های روغنی که برای ارسال به ازمایشگاه نیز گرفته میشوند، می‌توانند در صورت قرار گرفتن در معرض نور خورشید ، به سرعت تخریب شوند و در نتیجه باعث ایجاد اشتباه در نتایج ازمایش خواهند شد.

۴-آلودگی – دلیل اصلی سایش قطعات تجهیزات، الودگی روانکار ها است. برای بررسی آلودگی روغن پیشنهاد میشود که از ازمون هایی همچون شمارش ذرات، اسپکتروسکوپی عنصری و ازمون اندازه گیری میزان آب بهره گرفته شود. نکته قابل توجه این است که آلاینده‌ها می‌توانند سرعت تخریب روغن را افزایش دهند . مثالی از الودگی روغن هیدرولیک، اختلاط روانکارهای ناسازگار با یکدیگر می باشد . این امر موجب میشود که روغن هیدرولیک با این روانکارها واکنش داده و در نتیجه در خوش بینانه ترین حالت ممکن باعث تشکیل رسوباتی شود. در صورتی که رسوب تشکیل نشود، مایعات ناسازگار با روغن هیدرولیک، می‌توانند با واکنش با سایر آلاینده‌ها ،به روغن هاب هیدرولیک آسیب برسانند. همچنین وجود هوا در روغن هیدرولیک نیز نوعی آلودگی محسوب میشود، به عنوان مثال، هوا می‌تواند باعث افزایش فوم بشود.

۵-ذرات فلزی کنده شده از ماشین الات – به وضوح مشخص است که این ذرات فلزی کوچک میتوانند باعث سایش تجهیزات بشوند. آنها همچنین می‌توانند به عنوان کاتالیزور در روغن ها عمل کنند و در نتیجه سرعت فرایند اکسیداسیون را افزایش دهند. آهن و مس مثال‌های خوبی از فلزات سایشی هستند که در فرآیند اکسیداسیون به عنوان کاتالیزور عمل می‌کنند.

۶-آب – آلودگی آب باعث ایجاد مجموعه‌ای از مشکلات از قبیل از بین رفتن فیلم سیال، خوردگی و تغییر در ویسکوزیته روغن میشود. آب میتواند با انجام شدن واکنشهای هیدرولیز ، باعث تخریب ساختار روغن بشود. همچنین، حضور آب می‌تواند افزودنی مختلف شسته و در نتیجه باعث تضعیف کارکرد روغن های

هیدرولیک بشود. به عنوان مثال، حضور آب ،باعث تجزیه شدن مولکول‌های ZDDP می شود و در نهایت نمک‌های سولفات و فسفات روی تشکیل خواهند شد.

نتیجه‌گیری

سیستم های هیدرولیک، یکی از مهم ترین سیستم های مکانیکی مورد استفاده در صنایع و معادن می باشند. با توجه به اینکه قلب تپنده سیستم های هیدرولیک، سیالات مورد استفاده در آنها هستند لازم است، این سیالات را بخوبی مورد بررسی قرار دهیم. با توجه به اینکه روغن‌های هیدرولیک در سیستم‌های هیدرولیک مدرن تحت فشارهای حرارتی و مکانیکی بیشتری قرار می‌گیرند، این امر منجر به تولید رسوبات در روغن میشود که نتیجه آن خرابی سیستم هیدرولیک خواهد بود. حال برای پاسخ به این مسئله آزمونهای زیادی طراحی شده اند تا قبل از وقوع این مشکلات از وضعیت روغن آگاه باشیم . همچنین استفاده از فرمولاسیون‌های جدید برای روغن های هیدرولیک باعث شده کمتر شاهد مشکلات در این سیستم ها باشیم. ما در این مقاله به بررسی مشکلات ایجاد شده در روغن های هیدرولیک و همچنین برخی پیشنهادات برای این مشکلات پرداختیم. بطور خلاصه، توصیه میشود متخصصین گرامی، در برنامه ها پایش وضعیت روغن ها، به سلامت آنتی‌اکسیدان‌ها و پتانسیل تشکیل رسوبات و وارنیش ها بسیار توجه کنند. دلیل این امر آن است که در سیستم های هیدرولیک عمده مشکلات حاصل شده، ناشی از پدیده اکسیداسیون و وجود وارنیش در روغن می باشد و درست بودن این دو پارامتر میتواند باعث جلوگیری از خرابی های احتمالی روغن و سیستم هیدرولیک بشود.

صنایع روانکار سپهر پرتو
Sepehr Parto Lubricant Industries

www.sepehrparto.com

نویسنده مقاله: سید محسن میردهقان