

علل تشکیل رسوبات در سیستم های روانکاری

تهیه و تنظیم: رضا زحمتکش*

آلودگی های ناشی از اکسیداسیون روغن در جعبه دنده ها، دستگاه های هیدرولیک و موتورها، سبب تخریب روغن، افزایش دمای کارکرد، مصرف بیشتر انرژی و سایش اجزای دستگاه می شود.

بی تردید درک اساسی چگونگی تخریب روانکار و تشکیل آلودگی های روانکار در هدایت سیستم به سمت بهبود وضعیت تاثیر بسزایی دارد.

روانکارها می توانند به دلایل مختلف تخریب شده و موجب تشکیل رسوبات مختلف در سیستم های روانکاری شوند. به طور کلی، روغن بر اثر عواملی از یک ساختار مولکولی به ساختار دیگری تغییر شکل می یابد و به صورت مخلوطی از آلودگی ها در روغن رسوب می کند. آلودگی هایی مانند دوده حاصل از روغن موتور و یا لجن های ناشی از ورود گرد و غبار در روغن، همچنین ممکن است در دمای بالا و بار زیاد، مواد صمغی در روانکار تشکیل شده و بر روی اجزای دستگاه رسوب کند.

در بیشتر موارد، رسوبات به وجود آمده در روانکار حاصل تخریب روغن پایه و تشکیل ترکیبات جدید در اثر تغییر ساختار روغن است که در طول مراحل مختلف افزایش می یابد. وجود عوامل مختلفی موجب سهولت ایجاد اینگونه رسوبات در روانکارها می شود که عبارتند از: دما، فشار، آب، حلال ها، اسیدها و فلزات مختلف.

در زیر به شرح مواردی که در تشکیل رسوبات مختلف موثر است می پردازیم.

غلظت و فشار

هر گاه غلظت ترکیبات فعال اسیدها و یا آلودگی ها افزایش یابند، مولکول ها یا ذرات به یکدیگر نزدیک می شوند. به بیانی دیگر در یک حجم مشخص تعداد مولکول ها افزایش می یابد. همین مسئله را در زمانی که فشار افزایش می یابد نیز مشاهده می کنیم که در این صورت، امکان برخورد مولکول ها با یکدیگر و شانس موفقیت انجام واکنش مواد بر یکدیگر بیشتر می شود. همچنین سرعت واکنش هایی از جمله واکنش بین اسیدهای تولید شده (سولفوریک، نیتریک، کربوکسیلیک)، رادیکال های آزاد، تشکیل رسوبات، کاهش وزن (دانسیته) و توانایی تولید اکسیژن و سایر گازها (Bomb Colorimetet)، تغییر در رنگ و یا شفافیت، تغییر در PH، تغییر در هدایت الکتریکی و یا تغییر در فشار افزایش می یابد که بسیاری از این تغییرات توسط روش های مختلف در محل و یا در آزمایشگاههای تجزیه و تحلیل قابل اندازه گیری است.

اندازه ذرات و نوع آلودگی

به طور کلی پنج نوع ساییدگی وجود دارد که می تواند موجب تولید ذرات باشد که عبارتند از:

ساییدگی مالشی (Rubbing)، ساییدگی برشی (Cutting)، ساییدگی لغزشی سنگین (Sever Sliding)، ساییدگی کششی - فرسودگی (Rolling Fatigue) و مجموعه عملیات کششی و لغزشی با یکدیگر. این موارد در بیشتر سیستم های روانکاری وجود دارد.

ذرات حاصل از خوردگی و سایش در سیستم های مختلف عامل اصلی تولید رادیکال آزاد و اکسید شدن روغن هستند. در بیشتر موارد آلودگی های میکروسکوپی (تا حدود 50 میکرون) - از قبیل ذرات فلزی حاصل از سایش، خاک و ذرات آلوده - سریع تر از ذرات جامد وارد واکنش می شوند. بنابراین امکان انجام یافتن واکنش و افزایش تعداد برخوردهای موفق بین مولکولی، بیشتر می شود و سرعت واکنش افزایش خواهد یافت. فقط در سایش هایی از نوع مالشی و کششی - فرسودگی، ذرات کوچکتر از 15 میکرون تولید می شوند که از نظر ایجاد ساییدگی، ذرات بسیار خطرناکی هستند.

ماهیت شیمیایی آلودگی می تواند بر روی افزایش میزان رسوبات تاثیر بسزایی داشته باشد. آلودگی ها ممکن است شامل یون های فلزی ذرات معدنی یا آلی یا فیبر حاصل از مقوا باشد.

دما

تغییر در دمای کنش گرما موجب تغییر در سرعت واکنش می شود. اتم ها، مولکول ها و ذرات در حال حرکت بوده و دارای انرژی سینتیکی هستند. افزایش دما موجب افزایش انرژی جنبشی می شود. هر گاه سرعت برخوردهای موفق افزایش یابد، افزایش سرعت واکنش را در پی خواهد داشت. به طور تقریبی افزایش هر 10 درجه سانتی گراد، موجب دو برابر شدن سرعت واکنش می شود. این شرایط موجب تسریع واکنش شده و حرکت ذرات و مولکول های واکنش پذیر را افزایش می دهد. همانطور که بیان شد با افزایش تحرک، انجام واکنش بیشتر می شود. برعکس، بعضی از شرایط و یا مواد، موجب تأخیر و یا ممانعت از فرآیند واکنش شده و در این حالت، دما، اثری کاهشی خواهد داشت. آنتی اکسیدان ها و مواد ضد خوردگی و سایش، از این گروه هستند.

چگونه رسوبات به سطح فلز می چسبند؟

رسوبات در وهله اول به درون نقاط ریز و سوراخ های فلزات نفوذ کرده و به طور مکانیکی خود را به سوراخ های میکروسکوپی فلزات می چسبانند. در واقع رسوبات مجموعه ای از مولکول هایی هستند که به دور هم جمع شده و یک توده بزرگ را تشکیل

می دهند. رسوبات از طریق یک سری پیوندهای یونی به یکدیگر متصل می شوند. همچنین این رسوبات از طریق پیوند یونی نیز به سطح فلز متصل می شوند. مولکول ها در حالت مایع دارای نیروهای بین مولکولی قوی هستند. وجود نیروهای بین مولکول های مشابه نشانگر نیروهای منسجمی است. وجود نیروهای همبستگی خاص در سطوح، موجب ایجاد کشش سطحی می شوند و از آنجایی که مولکول های روی سطح، مولکول های مشابه دیگری را در تمام سطوح ندارند، با مولکول های دیگری که به طور مستقیم به آنها متصل شده اند، همبسته می شوند. بدین ترتیب لایه ای روی سطح تشکیل شده که باز دارنده حرکت سطح فلزات بر یکدیگر است و برداشتن لایه بسیار سخت است، بخصوص در زمانی که این لایه به طور کامل تشکیل شده باشد. تغییر در نیروهای بین مولکولی می تواند موجب شکستن کشش سطحی شود.

وقتی نیروی جاذبه بین مولکولی غیرمشابه است به آن نیروی چسبندگی گفته می شود. این نیروها را نیروهای الکترواستاتیک می نامند که اغلب به عنوان پیوندهای واندروالس نیز معروف هستند. این پیوندها می توانند از پیوندهای همبستگی قوی تر باشند. پیوندهای چسبنده روی سطوح هم به صورت شیمیایی و هم به صورت مکانیکی وجود دارند و بسیار مشکل است که با استفاده از عوامل فیزیکی آنها را از بین برد. اما از طریق شیمیایی می توان نیروی چسبندگی را تخریب کرد و از بین برد. این فرایند برای برداشتن رسوبات موثر است.

آلودگی ها چگونه عمل می کنند!

در ابتدا وجود رسوبات بر روی سطح فلز، می توانند موجب افزایش دمای کارکرد و باعث تغییر در گرانشی، ناکارآمد شدن زود هنگام قطعات، کاهش عمر روغن و افزایش مصرف انرژی شوند. وجود رسوبات بر روی سطح فلزات، عملکرد سیال روانکار را تحت تاثیر قرار می دهد رسوبات روی سطوح به سیال اجازه عملکرد صحیح را نمی دهند. در زیر به ذکر چند مورد از عملکردهای روانکارها و شرح تاثیر مخرب رسوبات بر روی آنها پرداخته ایم:

– **کاهش اصطکاک:** رسوبات تشکیل شده بر روی سطح فلز اجازه روانکاری مرزی را نمی دهد و به همین دلیل موجب افزایش حرارت، خوردگی و تخریب مواد افزودنی می شود.

– **جذب و یا دفع فشار بار وارده:** ترکیبات فعال کننده سطح بر اثر وجود رسوبات نمی توانند به سطح فلز بچسبند. رسوبات موجب می شوند روانکار پوشش دهی مناسب خود

را به منظور جذب و یا دفع فشار بار وارد شده از دست بدهد که این امر موجب خوردگی زودرس می شود.

- **دور کردن حرارت از فلز:** رسوبات همانند عایق، موجب نگهداری حرارت بر روی سطح می شوند. افزایش حرارت موجب افزایش اکسیداسیون روغن و تخریب مواد افزودنی می شود. همچنین گرانروی روغن افزایش یافته و موجب کاهش روانی روغن شده و در نتیجه روغن با روانی کم باعث افزایش حرارت می شود.

- **عامل دور کردن ترکیبات آلوده:** لایه نازک روغن بین سطوح در اثر افزایش حرارت و یا تخریب مواد افزودنی شکسته می شود.

روغن های موتور و یا کمپرسور می توانند به عنوان یک عامل دفع آلوده کننده ها بین اجزای متحرک و ساکن دستگاه عمل کنند که وجود رسوبات موجب تخریب آنها می شود.

- **ممانعت از خوردگی و سایش:** ترکیبات فعال روی سطح قابل چسبیدن بر روی فلزات نیستند. رسوبات مانعی در مقابل خوردگی و سایش ایجاد نمی کنند و اصولاً دارای طبیعت خورنده هستند و باعث خوردگی زودرس می شوند.

- **حذف آلودگی ها:** بسیاری از روانکارهای معمولی دارای مقادیر کمی از مواد پاک کننده و معلق کننده هستند که در نتیجه وجود رسوبات، این مواد نمی توانند عملکرد لازم را داشته باشند.

- **انتقال نیرو (روغن هیدرولیک):** وجود رسوبات موجب محدودیت جریان سیال از پمپ ها و خطوط می شود. افزایش حرارت عملیات موجب کاهش عمر روغن شده و افزایش فشار ناشی از محدودیت در مسیر گردش روغن موجب تضعیف واشرها، شیلنگ ها و ... می شود.

جداسازی و از بین بردن رسوبات

چندین روش برای جدا سازی رسوبات از روانکار وجود دارد. در سالهای گذشته بعضی از مکانیک های پرتجربه مقداری گازوییل و یا نفت را به محفظه موتور اضافه می کردند زیرا اعتقاد عمومی بر این بود که این مواد باعث حل شدن رسوبات در خود می شود، اما گذشت زمان نشان داد که مصرف طولانی مدت مواد یاد شده آثار منفی دارد و بهتر است محفظه موتور پس از شستشو با گازوییل یا نفت با روغن تازه شستشو داده شود. البته بسیاری از موتورها با این روش شسته شده و بسیاری دیگر دچار خرابی می شد. چندین علت برای خطرناک بودن این روش وجود دارد:

- 1- هیدروکربن های سوخت می توانند به عنوان حلال رسوبات عمل کنند، اما این توانایی را نیز دارند که موجب شکسته شدن لایه نازک جدا کننده پیستون و سیلندر باشند.
 - 2- افزایش دمای ایجاد شده موجب می شود که روغن به سرعت تجزیه شده و عوامل ضد سایش و اصطکاک در آن کاهش یابد.
 - 3- بر اثر این مواد بسیاری از عوامل جلوگیری کننده از نشت و نفوذ، یعنی واشرهای در تماس با سوخت گازوییل و یا نفت تخریب می شوند.
 - 4- مولکول های با وزن مولکولی پایین که در گازوییل و نفت وجود دارند به راحتی شکسته شده، رادیکال های آزاد تولید می کنند که خود منجر به تولید ترکیبات فعال می شود.
 - 5- افزودن گازوییل و یا نفت موجب کاهش گرانروی روغن می شود.
 - 6- وقتی روغن از سیستم تخلیه می شود حدود 5 تا 40 درصد از آن به صورت پسماند باقی می ماند که این پسماند به سرعت تخریب و اکسید می شود.
- هم اکنون به کمک مواد و فناوری های جدید برداشتن موثر رسوبات امکان پذیر شده است. اما تمهیدات زیادی باید اعمال شوند تا با انتخاب صحیح مواد، رسوبات قابل برداشت از سیستم حذف شوند.
- در سال 1999 دستور العملی با عنوان عملیات استاندارد، برای تمیز کردن، شستشو دادن و خالص کردن سیال روانکار در سیستم های هیدرولیک ASTM D 4174-89 تنظیم شد که برای شستشوی سیستم های هیدرولیک به کار می رود.

× کارشناس واحد کنترل و کیفیت و تحقیقات