https://autolibrary.ir

اگر نتوانید به گرما غلبه کنید ...

مقدمه:

به طور کلی طول عمر یک روغن به عواملی چون فرمولاسیون صحیح (روغن پایه و مواد افزودنی مناسب)، تهیهٔ دقیق و علمی (دقت در اختلاط و بسته‌بندی)، جلوگیری از ورود آلودگی‌ها و همچنین شیوه‌های صحیح نگهداری روغن، بستگی دارد.

اما آنچه که مسلم است، سرانجام حتی در یک وضعیت ایده‌آل نیز، روغن دچار پیری شده و خاصیت اولیه خود را از دست خواهد داد. یکی از رایج‌ترین دلایل آن نیز، دمای عملیاتی بالا یا قرار گرفتن روغن در معرض دماهای بالا است. البته باید خاطر نشان نمود که حتی اگر دما خیلی هم بالا نباشد ولی مدت زمانی که روغن در معرض این دمای نسبتاً بالا قرار گرفته زیاد باشد، پیامدهای مخربی را در پی خواهد داشت.

در مقاله پیش رو با مسائل ناشی از گرم شدن بیش از حد روغن شامل علل، مشکلات، شناسایی و روش‌های محدود کردن و رفع این پدیده، آشنا خواهیم شد.

برگردان: احسان عامره،
کارشناس واحد پژوهش
شرکت نفت بهران

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

علل گرم شدن بیش از حد روغن

هوایی که استنشاق می‌کنیم حاوی حدود ۲۰ درصد اکسیژن است. این عنصر گازی به ما اجازهٔ زندگی روی کرهٔ زمین را می‌دهد. این عنصر همچنین عامل احتراق سوخت‌ها در انواع خودروهای سواری، تجاری، ماشین‌آلات غیرجاده‌ای و صنعتی است.

از طرفی می‌دانیم که اکسیداسیون واکنشی است شیمیایی بین روغن پایه و مواد افزودنی با اکسیژن موجود در اتمسفر. حتی در صورت تمیز نگه‌داشتن سیستم و نگهداری خوب روغن‌ها، اکسیداسیون می‌تواند موجب افت کیفیت روغن و در نهایت خرابی و تعویض آن شود.

سرعتی که روغن با اکسیژن واکنش می‌دهد، شدیداً وابسته به دمایی است که واکنش در آن اتفاق می‌افتد، دمای بالاتر روغن را سریع‌تر اکسید خواهد کرد. طبق یک قاعدهٔ کلی به ازای هر ده درجهٔ سانتی‌گراد افزایش دمای روغن، سرعت اکسیداسیون روغن دو برابر شده، طول عمر آن نصف خواهد شد (نمودار ۱).

البته باید به این نکته هم توجه داشت که فقط زمانی که دمای روغن به بالاتر از ۶۵ درجهٔ سانتی‌گراد می‌رسد باید نگران اکسیداسیون روغن بود. ضمن اینکه با استفاده از مواد افزودنی ضداکسیداسیون، سرعت اکسیداسیون روغن در شرایط دمایی بالا کاهش می‌یابد.

مشکلات ناشی از گرم شدن بیش از حد روغن

چه اتفاقی برای روغن می‌افتد، زمانی که با اکسیژن واکنش می‌دهد و چرا این اتفاق بسیار خطرناک است؟

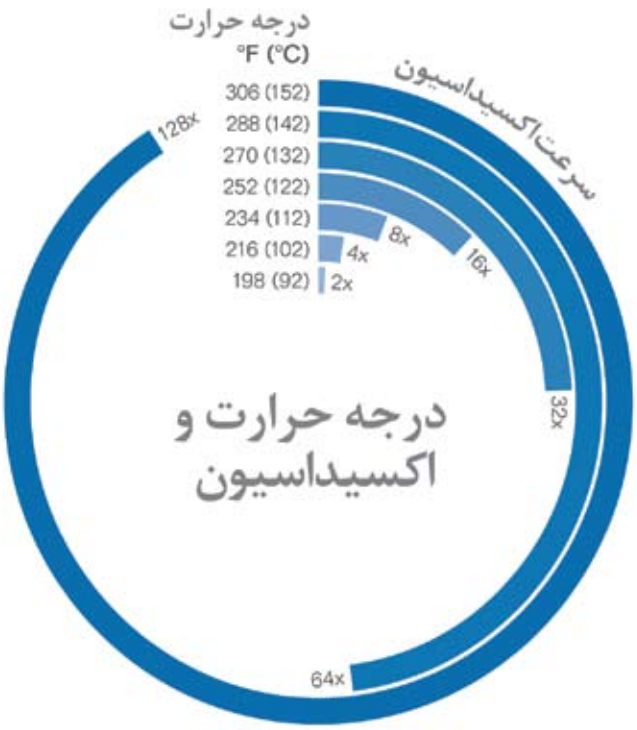
زمانی که یک روغن در دمای بالا در معرض اکسیژن قرار می‌گیرد، روغن پایه با اکسیژن واکنش داده و ترکیبات شناخته شده‌ای مانند پراکسیدها تولید می‌شوند که این ترکیبات در نهایت گروه دیگری از ترکیبات شیمیایی به نام رادیکال‌های آزاد را تشکیل می‌دهند. پراکسیدها و رادیکال‌های آزاد ترکیبات بسیار فعالی هستند و موجب تشکیل اسید و لجن شده، گرانروی روغن را افزایش می‌دهند. این افزایش در گرانروی روغن به علت فرایند شیمیایی دیگری به نام پلیمریزاسیون است. به عبارت ساده بخش‌های کوچک‌تر روغن برای تشکیل بخش‌های بزرگ‌تر که نقاط جوش و گرانروی بالاتری دارند با یکدیگر متصل می شوند.

مقاومت یک روغن در برابر اکسید شدن، پایداری اکسیداسیون نامیده می‌شود. (نمودار. ۲).

اما در صورتی که روغن بدون حضور اکسیژن در معرض دمای بالا قرار بگیرد به مرور دچار تجزیهٔ حرارتی می‌شود. میزان مقاومت روغن در این شرایط، پایداری حرارتی نامیده می‌شود.

همان‌طور که در شکل(۱) نشان داده شده است، اجزای سبک‌تر، نقطهٔ جوش کم‌تری دارند در نتیجه فرارتر هستند. حال اگر روغن در معرض دمای بالا بدون حضور اکسیژن قرار بگیرد، اجزای فرارتر تبخیر شده و این کار به افزایش گرانروی روغن منجر می‌شود، بدون اینکه روغن اکسید شده باشد.

طبق یک قاعدهٔ کلی، به ازای هر ده درجهٔ سانتی‌گراد افزایش در دمای عملیات روغن، سرعت اکسیداسیون روغن دو برابر شده و طول عمر آن نصف خواهد شد.

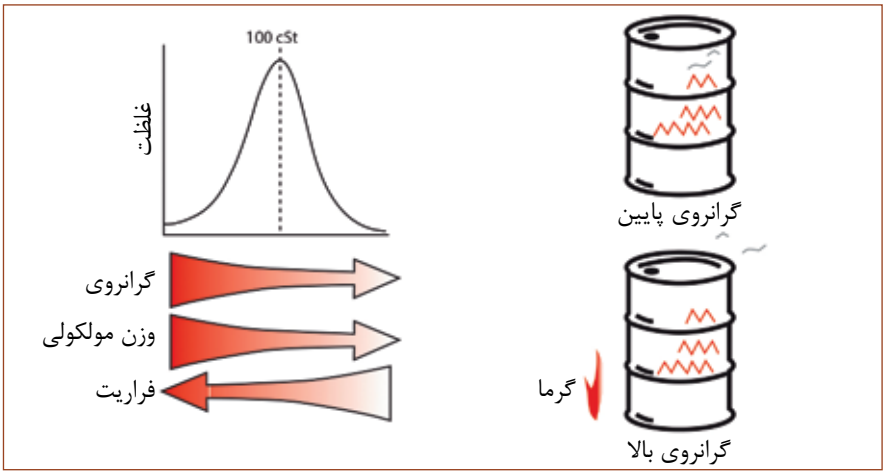


نمودار۱. تأثیر افزایش دما بر افزایش سرعت اکسیداسیون

نمودار۲. رابطهٔ بین دما و اکسیداسیون روغن را نشان می‌دهد.

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir



شکل ۱

سؤالی که اغلب پرسیده می‌شود، این است که " بیشترین دمایی که یک روغن می‌تواند تحمل کند، چقدر است؟" متأسفانه پاسخی برای این سؤال وجود ندارد. طول عمر یک روغن نه تنها به دمای عملیات روغن بلکه به زمان هم وابسته است. یک روغن موتور ممکن است یک ساعت در دمای ۱۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد یا در یک دوره زمانی طولانی‌تر و با چندین درجه کاهش در دمای ۱۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گیرد.

مهم‌ترین اثر اکسیداسیون و کاهش پایداری حرارتی (گاهی اوقات کاهش ترکیبات سبک نیز نامیده می‌شود)، افزایش گرانروی است که می‌تواند به بروز پدیدهٔ کاویتاسیون پمپ روغن، جریان ضعیف روغن در لحظه استارت، افزایش مصرف انرژی و کاهش توانایی روغن برای جداسازی آب و هوا منجر شود. سیالیت ضعیف به علت گرانروی بالا در استارت‌های سرد، باعث سایش اجزای موتور خواهد شد.

شکل ۲. تأثیر مخرب حرارت بر روی روغن

مشکل دیگری که با افزایش گرانروی به وجود می‌آید، کاهش توانایی روغن در نقش خنک‌کنندگی آن است. یک روانکار وظایف بسیار زیادی دارد، اما از مهم‌ترین وظایف آن می‌توان به کاهش اصطکاک و سایش، حذف آلاینده‌ها، انتقال قدرت و خنک کردن سیستم، اشاره کرد.

نمودار۳. پایداری حرارتی روغن

کاهش اثر خنک‌کنندگی روغن، می‌تواند به هر دو عامل گرانروی بالا و محدودهٔ مجاز گرانروی، ارتباط داشته باشد، زیرا به منظور کاهش گرمای حاصل ازاصطکاک بین قطعات و همچنین گرمای عملیات، روغن باید در مسیر خود، آزادانه جریان داشته باشد.

باید توجه داشت که هر چه قدر میزان افزایش دمای روغن کم‌تر باشد، عواقب ناشی از این پدیدهٔ مخرب نظیر اکسیداسیون و تجزیهٔ حرارتی و در پی آن افزایش گرانروی و کاهش اثر خنک کنندگی را نیز کم تر خواهد کرد اما با افزایش دما این اثرات مخرب نیز افزایش خواهند یافت.

تشخیص گرم شدن بیش از حد روغن

تا به اینجا دلایل گرم شدن بیش از حد روغن و مشکلاتی که در اثر آن به وجود می‌آید، توضیح داده شد. اما چگونه سرنخ‌هایی که نشان‌دهندهٔ وقوع این اتفاق هست را جستجو کنیم؟ به طور شگفت انگیزی، تعدادی از پاسخ ها ابداً نیازی به آزمایشگاه مجهز ندارند. همان‌طور که قبلاً گفته شد در اثر گرم شدن بیش از حد روغن، گرانروی روغن افزایش پیدا خواهد کرد و گاهی اوقات این موضوع قابل مشاهده است، در این زمان رنگ روغن تیره خواهد شد و روغن به دلیل تشکیل اسیدها و ترکیباتی با جرم مولکولی بالا، بوی تند و نامطبوعی خواهد گرفت.

برای روغن، زمانی که در دمای عملیاتی بالا کار می‌کند، عملاً چه اتفاقی می‌افتد؟

پاسخ:

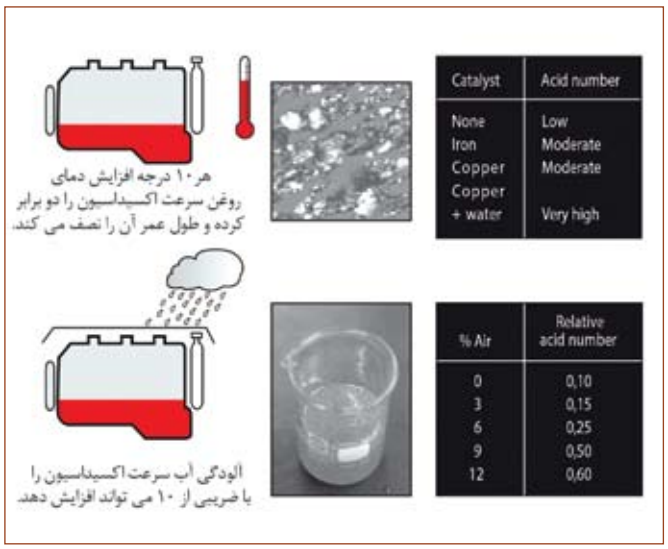
- افزایش مقدار گرانروی به علت اکسیداسیون، پلیمریزاسیون یا کاهش ترکیبات سبک.
- افزایش مقدار اسیدیته و کاهش عدد بازی، همچنین افزایش میزان خوردگی تجهیزات به علت کاهش سیالیت و افزایش اسیدیته.

اما دمای بالا و قرار گرفتن روغن در معرض دمای بالا در مدت زمان طولانی نمی‌تواند تنها علت اکسیداسیون و افزایش گرانروی باشد، عوامل دیگری هم وجود دارند که این وضعیت را تشدید می‌کنند. حضور آب و فلزات حاصل از سایش، همگی می‌توانند سرعت اکسیداسیون و تخریب را افزایش دهند. آب و هوا می‌توانند به عنوان منابع در دسترس اکسیژن عمل کنند و فلزات حاصل از سایش (نظیر آهن و مس) با دارا بودن اثر کاتالیستی باعث تسریع اکسیداسیون می‌شوند.

شکل ۳ اثر دما، آب، هوا و ذرات فلزی حاصل از سایش را بر اکسیداسیون روغن و میزان تشکیل اسید نشان می‌دهد.

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir



شکل۳. اثر کاتالیستی عوامل مختلف بر روی اکسیداسیون

نمودار۴. مقایسهٔ طیف FTIR روغن نو وکار کرده

شکل۴. تشخیص گرم شدن بیش از حد روغن

البته از دیـدگاه علمی نیز با اندازه‌گیری درصـد افزایش گرانروی، می‌توان مقدار اسیدیته را اندازه‌گیری کرد.

دستگاه طیف‌سنج مادون قرمز FTIR عملاً می‌تواند، مقدار اکسیژنی که با روغن واکنش داده را اندازه‌گیری کند. در نمودار۴ مقایسه دو طیف روغن کار کرده و روغن نو آورده شده است.

پدیدهٔ دیگری که در ارتباط با گرم شدن بیش از حد روغن رخ می‌دهد و می‌تواند در تخریب آن مؤثر باشد، پدیدهٔ میکرودیزل است.

میکرودیـزل در سیسـتم‌هایی کـه آلودگی روغن با هوا زیاد اسـت، رخ می‌دهد و نتیجهٔ آن درسـت شبیه اکسیداسـیون، تخریب روغن و تشکیل رزین، لجن و لعاب اسـت. به هر حال میکرودیزل به طور واضح، یک فرایند شیمیایی متفاوت و مجزا از اکسیداسیون است.

کشیده‌شدن هر گونه حباب هوا به درون سیستم (توسط پمپ) فشردگی حباب‌های هوا را در پی خواهد داشـت و طبق قانون بویل، فشرده‌سازی هوا یا هر گاز دیگری باعث افزایش دمای آن گاز می‌شـود. فشـرده کردن یک گاز در فشـار اتمسفر، ممکن اسـت به افزایش دما تا بالاتر از ۱۰۰۰ درجهٔ سـانتی‌گراد منجر شود. این اتفاق باعث سوختن روغن و تولید ذرات کربنی همچون دوده می‌شود. این درجهٔ حرارت شدید، فقط در اطراف قسمت‌هایی که حباب‌های گاز فشـرده وجود دارند، تشکیل می‌شود. از این رو با گذشت زمان، میزان قابل توجهی از روغن تخریب می‌شود.

محدود کردن عوامل اکسیداسیون

هر چند تصویری که از اکسیداسیون روغن وجود دارد، اصلاً خوشایند نیست اما همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، باید در نظر داشت که استفاده از ترکیب مناسب روغن پایه و مواد افزودنی در ترکیب روانکارها تا حدود زیادی اثرات دما و واکنش روغن با اکسیژن را تعدیل می‌کند.

در بخش قبل به این موضوع اشاره شد که در اثر اکسیداسیون، پراکسیدها و رادیکال‌های آزاد تشـکیل شـده، زمینه را برای پلیمریزاسیون روغن پایه فراهم می‌کنند. مواد افزودنی ضداکسیداسیون بیشتر از ترکیبات زیر تشکیل شده‌اند:

دی‌تیوفسـفات‌ها که پراکسیدها را تخریب می‌کنند، آمین‌های آروماتیک که رادیکال‌های آزاد را به دام می‌اندازند و فنول‌های غیر آزاد که زنجیره‌هایی را که به پلیمریزاسیون منجر می‌شوند را می‌شکنند.

نتیجهٔ نهایی اسـتفاده از مواد افزودنی ضداکسیداسـیون در فرمولاسیون روغن‌ها، تأخیر در اکسیداسیون و افزایش عمر مفید روغن است.

یک نکتهٔ جالب توجه این اسـت که مادهٔ افزودنی معروف و شناخته شده روی دی تیو فسـفات ZDDP که از سال ۱۹۴۰ در فرمولاسیون روغن‌ها به کار می‌رود، در اصل به عنوان یک ترکیب ضدسـایش معرفی و اسـتفاده شد یک مادهٔ ضد اکسیداسیون خوب نیز هست و هنوز هم در فرمولاسیون روغن‌ها استفاده می‌شود، هرچند دانشمندان به فکر استفاده از یک جایگزین بهتر و با صرفهٔ اقتصادی خوب برای این مادهٔ افزودنی هستند.

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

دمای بالا و قرار گرفتن روغن در معرض این دما، در مدت زمان طولانی نمی‌تواند تنها علت اکسیداسیون و افزایش گرانروی باشد، حضور آب و فلزات حاصل از سایش نیز می‌توانند سرعت اکسیداسیون و تخریب را افزایش دهند.

عیب یابی

اکنون می‌دانیم که اکسیداسیون چیست و علت بروز این پدیده چه می‌تواند باشد. چگونه می‌توان اکسیداسیون را ردیابی کرده و اثراتش را محدود نمود.

اما اکنون به این نیاز داریم که بدانیم. چگونه می‌توان مشکل گرم شدن بیش از حد روغن را حل کرد. آنچه که مسلم است، تعویض روغن، تمامی مشکلات را حل نخواهد کرد و لازم است که مطابق با الزامات برخی استانداردها، این مشکل و علل آن ردیابی و برطرف شوند.

در فهرست زیر، مهم‌ترین عوامل یا مناطقی که ارتباط مستقیم با گرم شدن بیش از حد روغن دارد، آورده شده است.

- ترموستات و پروانه رادیاتور
- میزان کارایی پمپ آب
- سطح سیال خنک‌کننده
- فشار شیر اطمینان رادیاتور
- فن و تسمه‌های V
- فن ترموستات
- میزان بارگیری موتور
- تمیزی موتور
- لوله‌های آب
- آزمون فشار سیستم خنک‌کننده
- مسیر کولر روغن
- ورود هوا به داخل روغن و سیال خنک‌کننده
- ظرفیت سیال خنک‌کننده
- غلظت سیال خنک‌کننده
- عملکرد سیال خنک‌کننده

البته یک احتمال کلی وجود دارد که اثرات گرم شدن بیش از حد، بیشتر از اینکه به دلیل نقص فنی یا بروز مشکل در سیستم خنک کننده باشد، ممکن است ناشی از شرایط محیطی سخت نیز باشد. دماهای محیطی بیش از ۶۰ درجهٔ سانتی‌گراد که بی‌سابقه هم نیستند، روغن را بسیار سریع‌تر تخریب می‌کنند. در چنین حالتی، برای حل این مشکل می‌توان از راهکارهایی نظیر کاهش فواصل تعویض روغن، افزایش ظرفیت سیستم خنک‌کننده یا کولر روغن یا افزایش ظرفیت مخزن روغن (با مخزن بزرگ‌تر، میزان مواد ضداکسیداسیون بیشتر خواهد بود) استفاده کرد.

استفاده از روغن‌های سینتتیک

حال اگر در هر صورتی نتوانستید دما را کنترل کنید، راه دیگر، استفاده از روغن‌های سینتتیک به جای روغن‌های معدنی است. می‌دانیم که روغن‌های پایه سینتتیک برخلاف روغن‌های پایه معدنی که از تصفیهٔ نفت خام به دست می‌آیند. با روش‌های شیمیایی تهیه می‌شوند. اغلب این روغن‌های پایه در ترکیب با مواد افزودنی، نسبت به روغن‌های معدنی از کارایی بالاتری در شرایط سخت عملیاتی نظیر دمای بالا برخوردار هستند.

اگرچه روغن‌های سینتتیک گران‌تر از روغن‌های معدنی هستند اما از مقاومت بسیار بالاتری در برابر اکسیداسیون برخوردار هستند، به طوری‌که یکی از برتری‌های این روغن‌ها نسبت به روغن‌های معدنی، افزایش فواصل تعویض روغن به دلیل مقاومت عالی در برابر اکسیداسیون است.

از آنجایی که گرم شدن بیش از حد روغن و نقص فنی سیستم باعث تخریب روغن و در نهایت به طور مستقیم خرابی پیش از موعد موتور خواهد شد، لذا روغنی مورد نیاز است که بیشتر کار کند و مقرون به صرفه هم باشد.

منبع

John Evans, " If you can't stand the heat……", Wear check Technical Bulletin
Issue 40- 2007

https://autolibrary.ir