

ارزیابی داده ها در آزمایش میدانی روغن موتور

مهندس ناصر باقری طولابی

علم در کلاس درس خوانده می شود ولی در گوشه آزمایشگاه شکل می گیرد. این تعریف که بیشتر شامل علوم پایه می شود، در مورد پژوهش های آزمایشگاهی مهندسی شیمی به عنوان یک اصل جاری است.

پژوهش و آزمایش در پالایشگاه نفت پارس از روش های بنیادی و اساسی است و از آنجا که زمینه و بستر این کار از نظر سخت افزاری فراهم شده، مهندسان و متخصصان شرکت نیز بر حسب نیاز، پژوهش های آزمایشگاهی را به طور مستمر به اجرا در می آورند.

مقاله حاضر در مورد آزمایش میدانی روغن موتور که توسط یکی از کارشناسان آزمایشگاه پالایشگاه نفت پارس انجام شده بحث می کند.

بدون شک اطمینان از کارکرد صحیح روانکارها و میزان عمرمفید آنان دغدغه مهم صاحبان انواع ماشین ازماشین های عظیم صنعتی گرفته تماشین های بسیار ساده و کوچک بوده و خواهد بود. این مسئله ازاین واقعیت سرچشمه می گیرد که کلیه مواد، تحت تاثیر عوامل محیطی مانند نیروهای مکانیکی، حرارت و شرایط جغرافیایی در معرض فساد و زوال قرار دارند. روانکارها نیز مانند سایر مواد از این قاعده مستثنی نبوده و هر کدام بنا بر نقشی که برای آنان در نظر گرفته شده است و نیز نوع ادیتو و فرمولاسیون طراحی شده دارای عمری کوتاه یا بلند هستند. به طور کلی ارزیابی میزان این عمر توسط سازندگان ادیتو در مراحل آزمایشگاهی، (bench test) و تست میدانی (field test) صورت میگیرد و براساس توصیه آنان روانکارهای تولیدی از این ادتیوها باید در یک دوره کارکرد معین بکار گرفته شوند.

اگر از دو مرحله آزمایشگاهی و bench test بگذریم و مرحله سوم یعنی تست میدانی را مترادف با کارکرد در شرایط واقعی بدانیم، با این حقیقت مواجه می شویم که چون شرایط اقلیمی و حتی فرهنگی هر منطقه ممکن است با محل انجام تست میدانی سازنده ادتیو متفاوت باشد، بنابراین ما نیز برای تعیین عمرمفید و ارزیابی تولیدات خود نیازمند انجام این آزمایش هستیم.

در این مقاله بحث را روی روغن های خودرو بنزینی متمرکز می کنیم که مخاطبان بیشتری دارد و شاید سؤال اساسی اکثر دارندگان خودرو از شرکت

های تولید روغن در همین زمینه ، یعنی میزان کار کرد روغن ها باشد. اما قبل از پرداختن به جزییات بیشتر، لازم است به این نکته توجه شود که روغن و موتور خودرو، در ارتباط مستقیم بوده و وجود نقص در هر کدام می تواند تاثیر اجتناب ناپذیر بر دیگری بگذارد .

شرایط و عوامل تأثیر گذار

شرایط آب و هوایی (رطوبت - دما - آلودگی)، شرایط جغرافیایی (پستی و بلندی زمین یا توپولوژی منطقه)، رانندگی در شهرهای پرتراфик ، فرهنگ رانندگی (که حتی سن و گرایشهای راننده را در بر می گیرد)، حجم، ظرفیت و طراحی موتور خودرو و کیفیت سوخت از جمله عواملی هستند که بر کارکرد موتور ماشین و در نتیجه بر میزان آلودگی و فشاری که بر روغن آن وارد می شود مؤثر هستند.

در شماره های پیشین ماهنامه نفت پارس (شماره 38 ، شهریور 85) مقالاتی به تفصیل در مورد آلودگی روانکارها و مکانیسم عمل آنان بر روی ماشین ها که توسط کارشناسان شرکت ارائه شده، آمده است. در اینجا فقط به طور اجمال و فهرست وار به تعدادی از ویژگی های روغن و برخی از عوامل محیطی موثر بر آن اشاره می کنیم که نشان دهیم، در رابطه با مسئله فساد یک روغن و تعیین عمر مفید آن عوامل متعددی مؤثر هستند و انجام و تفسیر نتایج یک تست میدانی جامع تا چه حد نیازمند دقت و توجه است.

ویژگیهای روغن و (عیوب ذاتی)

در فرایند تولید روغن های مختلف آزمایش های گوناگونی، قبل از تولید، در حین تولید و بعد از تولید صورت می گیرد که به طور خلاصه اهداف زیر را دنبال می کنند.

قبل از تولید : به منظور اطمینان از سلامت و کارایی مواد اولیه که شامل روغن پایه مناسب و ادتیوها است.

در حین تولید : به منظور حصول اطمینان از بکار گیری و کنترل دقیق ترکیب درصد های روغن پایه و ادتیو و اجرای فرمولاسیون روغن مورد نظر

بعد از تولید : به منظور بررسی روغن های تولیدی تحت شرایط مختلف دمایی - فشاری و تعیین ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی آن مانند:

- بررسی رفتار روغن دردمای پایین (آزمایش های p.pt و c.c.s).

- بررسی رفتار روغن در مقابل تغییرات دما و دمای بالا (آزمایش های ویسکوزیته و تعیین (f. Pt, VI).

- بررسی روغن تولیدی تحت فشار مکانیکی و دمای معین (مانند آزمایش (shear stability).

- بررسی روغن تولیدی تحت خلاء و دمای معین (آزمایش Evaporatoin loss) و کنترل دقیق هیدروکربنهای سبک موجود در روغن.

- میزان مقاومت در برابر اکسیداسیون (آزمایش oxidation stability)

- میزان قلیائیت ذخیره (آزمایش تعیین T. B. N).

- در صد آب و چندین ویژگی دیگر در صورت لزوم.

بطوریکه مشاهده می شود یک روغن موتور مناسب باید واجد چندین ویژگی معین باشد که همگی آنان با استاندارد های تعریف شده داخلی و خارجی و الزامات آنان منطبق شوند. بدیهی است که وجود هر نوع کاستی در هر کدام از این ویژگیها که آنان را "عیوب ذاتی" نام می نهیم، در شرایط واقعی کارکرد خودرو، خود را نمایان کرده و موجب فساد زود هنگام روغن شده و اثر نامطلوب خود را بر روی آن خواهند گذاشت.

شرایط محیطی: اثر عوامل محیطی بسیار متنوع است که بطور خلاصه به اثرات منفی برخی از آنها اشاره می کنیم .

آلودگی آب (رطوبت): این عامل باعث افزایش درصد آب در روغن شده که به نوبه خود مانع ایجاد فیلم مناسب روغن برای روانکاری خواهد شد و خوردندگی روغن را افزایش می دهد.

افزایش درصد آب می تواند منجر به ایجاد مشکلات متعدد و در نهایت به فرسایش قطعات موتور ختم می شود .

آلودگی گرد و غبار: این آلودگی می تواند موجب افزایش مواد نامحلول در روغن و تسریع واکنشهای اکسیداسیون درون آن و در نتیجه افزایش ویسکوزیته، گرفتگی منافذ روانکاری شده و سایش بیشتر شود.

آلودگی سوخت (fuel dilution) و آلودگی مایع خنک کننده (coolant):

اثر این عوامل شامل کاهش ویسکوزیته ، کاهش نقطه اشتعال و افزایش عناصر آلاینده روغن می شود که ضمن کاهش خاصیت روانکاری روغن و

ایجاد پدیده سایش، به علت بالارفتن فشار بخار روغن (در اثر کاهش f.p.t) منبع انفجار و آتش سوزی است.

حرارت و فشار بیش از حد: این عوامل باعث سرعت بخشیدن به روند اکسیداسیون روغن شده و در نتیجه با ایجاد لجن های اسیدی و بدنبال آن افزایش ویسکوزیته با کاهش T. B. N موجب خوردگی و سایش در فرایند می شوند. در این شرایط ادتوها برخی از خواص خود را از دست داده و نمی توانند وظیفه خود را انجام دهند. حال اگر نقایصی را هم که در اثر عوامل محیطی بر روغن تحمیل می شوند «عیوب اکتسابی» بنامیم، نتیجه می گیریم که خرابی و فساد یک روغن و یا پایان عمر آن را باید در مجموع عیوب ذاتی و اکتسابی آن جستجو کرد که البته در این مورد بهتر است بجای مجموع عیوب، حاصل ضرب آنان را مورد توجه قرار دهیم، چون هر گاه از مجموع عوامل نام می بریم بدین معنی است که از تعداد n عامل می تواند $(n-1)$ عامل صفر باشد و طرف دیگر تساوی صفر نشود، ولی در بحث حاصل ضرب عوامل، چنین نیست. یعنی عضو خنثی نداریم و حتی صفر شدن یکی از عوامل یا به زبان دیگر وجود یک نقص در یک ویژگی می تواند طرف دیگر تساوی با سلامت روغن را صفر کند.

در مسئله ارتباط مستقیم و وابستگی موتور و روغن به یکدیگر ارزیابی هیچکدام جدا از دیگری وضوح و روشنی کافی ندارد. بطوریکه امروزه در علم تریبولوژی یکی از روش های ارزیابی وضعیت درونی ماشین (condition monitoring) و عیب یابی آن از طریق آنالیز روغن کارکرده صورت می گیرد، بنحوی که با آنالیز روغن کارکرده و تفسیر مشاهدات و نتایج آزمایش ها، حتی قطعه معیوب موتور را هم شناسایی می کنند.

ارزیابی روغن موتور در انجام یک تست میدانی

با توجه به ارتباط مستقیم موتور و روغن، بدیهی است که ما قادر نخواهیم بود آن دسته از شرایط جغرافیایی را که قبلاً به برخی از آنان اشاره شد تغییر دهیم، ولی با یک برنامه ریزی منظم و صحیح برای تعمیر و نگهداری موتور ماشین و رانندگی متعادل، می توانیم در افزایش عمر مفید روغن تاثیر بسزایی داشته باشیم.

وظیفه و علاقه شرکت های تولید کننده روغن موتور، اطمینان از سلامت و کارایی فراورده های خود بوده و در طی انجام یک تست میدانی همواره توجه

خود را دریافتن جواب سؤالاتی مانند اینکه، منشاء عیب مشاهده شده در روغن از کجاست؟ ذاتی است یا اکتسابی؟ یا چگونه با به حداقل رساندن عوامل محیطی مخرب قابل حذف خواهد بود و چگونه عمر مفید محصولات خود را مورد ارزیابی قرار دهیم؟ معطوف می دارند.

پاسخ به این سؤالات نیاز به تفاسیر دقیق نتایج آزمایش های میدانی بر روی روغن های کار کرده و داشتن اطلاعات کافی از وضعیت کار کرد موتور خودرو دارد. نتیجه این کوشش ها کسب این آگاهی است که روغن موتور تولیدی، توانایی تحمل همه عوارضی که عوامل محیطی غیر قابل حذف، مانند شرایط اقلیمی یا طراحی و ظرفیت موتور بر آن وارد می شود را در مدت عمر مفید خود داشته باشد و عیوب ذاتی روغن این بار در شرایط واقعی در صورت وجود شناسایی شوند.

در انجام یک آزمایش میدانی با رسم و مطالعه منحنی تغییرات هر یک از ویژگیهای روغن بر حسب مدت زمان کار کرد خودروی تحت آزمایش، می توان اطلاعات با ارزشی در مورد عمر مفید روغن ها بدست آورد .

هر چند که تعداد ویژگیهای روغن و در نتیجه تعداد این منحنی ها تقریباً می تواند زیاد باشد ولی برای ارایه مثال و تایید هر چه بیشتر تاثیر و تاثیر روغن و موتور، بررسی دو منحنی ویسکوزیته 1000c بر حسب زمان برای دو خودروی مختلف، خالی از فایده نیست. لازم به ذکر است که داده های این منحنی ها واقعی است و از برنامه آزمایش میدانی شرکت نفت پارس که توسط نگارنده مقاله طراحی و به اجراء آمده استخراج شده است .

منحنی خودروی A: منحنی تغییرات 1000c بر حسب زمان برای این خودرو نزولی است که این سیر نزولی در ابتدای منحنی دارای شیب منفی تری نسبت به پیشرفت آن در امتداد زمان است. بعد از این شیب نسبتاً تند منفی سیر نزولی منحنی کندتر و بطئی تر می شود و این روند تا نقطه ای ادامه می یابد که روغن کار کرده از گرید استاندارد اولیه خود (20/50) خارج می شود که در این صورت پایان عمر روغن تلقی می شود. (بعضی از مراجع این نقطه را در کاهشی به اندازه 15% ویسکوزیته روغن کارنکرده اولیه ذکر کرده اند).

نزولی بودن منحنی که به معنای کاهش یافتن ویسکوزیته در طول زمان است عمدتاً به علت شکستن مولکولهای پلیمرادیو VI-improver اتفاق می افتد که تحت تاثیر نیروهای برشی (shear stress) و دمای موتور صورت می گیرد.

بدیهی است که به عنوان اطلاعات تکمیلی برای تایید این نوع تفسیر، منحنی تغییرات دیگر ویژگیهای روغن نیز باید روند طبیعی و مورد انتظار داشته باشند.

طبق نظر واحد اتومکانیک شرکت، خودروی "A" بدون نقص فنی است پس روغن وظیفه خود را انجام داده است در ضمن اثر کاهشی شکستن مولکولهای ادتیو VI-improver بر ویسکوزیته، قوی تر از اثر افزایشی عواملی مانند تبخیر روغن است.

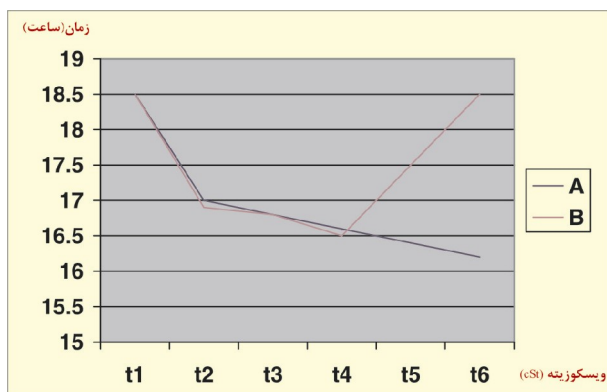
منحنی خودروی B: در منحنی v100c0 این خودرو نقطه ای بحرانی مشاهده می شود، یعنی سیر منحنی از نزولی به صعودی می رود یا به بیان دیگر افزایش ویسکوزیته را در فاصله ای از زمان آزمایش داشته ایم. منحنی T. B. N در صد مواد نامحلول در n-پنتان و تولوئن و میزان تبخیر روغن میزان تبخیر با توجه به اطلاعات ثبت شده توسط رانندگان خودروها از کنترل gauge روغن بدست آمده و نقطه ریزش مورد بررسی قرار گرفته است. در آن نقطه T.B.N کاهشی بیش از 50 درصد داشت و میزان مواد نامحلول زیاد بود و نقطه ریزش نیز به اندازه c06 افزایش یافته بود.

این نقطه بحرانی پایان عمر روغن تلقی شد. با تجزیه و تحلیل بیشتر، بدون شک رد پای پارامترهای دیگر که در رفتار این نوع منحنی ها دخیل هستند پیدا خواهد شد.

نتیجه آزمایش ها

با توجه به اینکه روغن بکار رفته در هر دو خودروی A و B یکسان انتخاب شده بود، علت وقوع این پدیده را باید در نقص فنی خودروی (B) جستجو کرد. زیرا شرایط جغرافیایی یکسان و طریقه کاربرد هر دو خودرو تقریباً یکسان بوده است. نظر واحد اتومکانیک شرکت در مورد خودروی (B) این است که

موتور خودرو دارای نقص فنی است و مواد حاصل از احتراق سوخت با روغن مخلوط می شود، لازم به ذکر است که خودروهای A و B ساخت دو کمپانی مختلف هستند. ارزیابی دو نمونه واقعی بالا به خوبی نشان دهنده این است



که اولاً روغن تحت آزمایش دارای عیب ذاتی نبوده است و ثانیاً عیوبی را که بعد از کار کردن در آن ایجاد شده، از محیط دریافت کرده است و چون این شرایط محیطی برای نمونه های A و B کاملاً یکسان نبوده است (بعلت نقص فنی موتور خودروی (B) بنا براین نقطه پایان عمر روغن بر روی منحنی های ویسکوزیته زمان آنان متفاوت از یکدیگر است.

در منحنی زیر عمر مفید روغن برای خودروی A نقطه t_6 و برای خودروی B بین نقاط t_4 و t_5 است که t_6 بزرگتر از t_5 است.

در کشور ما به علت وجود شرایط اقلیمی - محل منحنی متنوع، انجام آزمایش میدانی برای ارزیابی روغن موتور مستلزم بکارگیری خودروهای متعدد بطور موازی، در هر کدام از مناطق آب و هوایی است. همچنین به عنوان شرط لازم، خودروهای بکارگرفته شده باید بدون نقص فنی و واجد سطح کارایی روغن تحت آزمایش بوده، دوره آب بندی خود را گذرانده و در شرایط عادی کارکرد خود قرار داشته باشند. زیرا در دوره آب بندی میزان عناصر حاصل از سایش بیشتر از حد معمول است و ممکن است این اشتباه پیش آید که ادتو ضد سایش روغن دچار اشکال است. بطور کلی چون هدف انجام آزمایش میدانی از نظر یک سازنده روانکار، ارزیابی کارایی محصول است، بنا بر این سعی بر این است که میزان اثرات منفی موتور خودرو بر روغن آن را به حداقل برساند که در بررسی نتایج آزمایش، همپوشانی بین عیوب ذاتی و اکتسابی را تا حد ممکن از بین ببرد. سپس با تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده از نمونه های روغن کارکرده در زمان های مشخص کارکرد خودرو ها و جمع آوری اطلاعات و مقایسه آنان نتیجه نهایی، توسط تیمی از متخصصان (شیمی - مکانیک) استخراج شود. دیدگاه کلی در انجام آزمایش میدانی ارایه نتیجه ای است که جمعیت کثیری از خودروها را در برگیرد. بنا براین، هرگونه بیان یا گزاره ای در مورد عمر مفید روغن (برای اینکه در درون خود شامل تناقضی نباشد) باید مبتنی بر یک روش علمی باشد. چون نتیجه گیری عجولانه و فوری بر اساس آزمایش گروه مشخصی ناقص است و مقبولیت علمی ندارد.