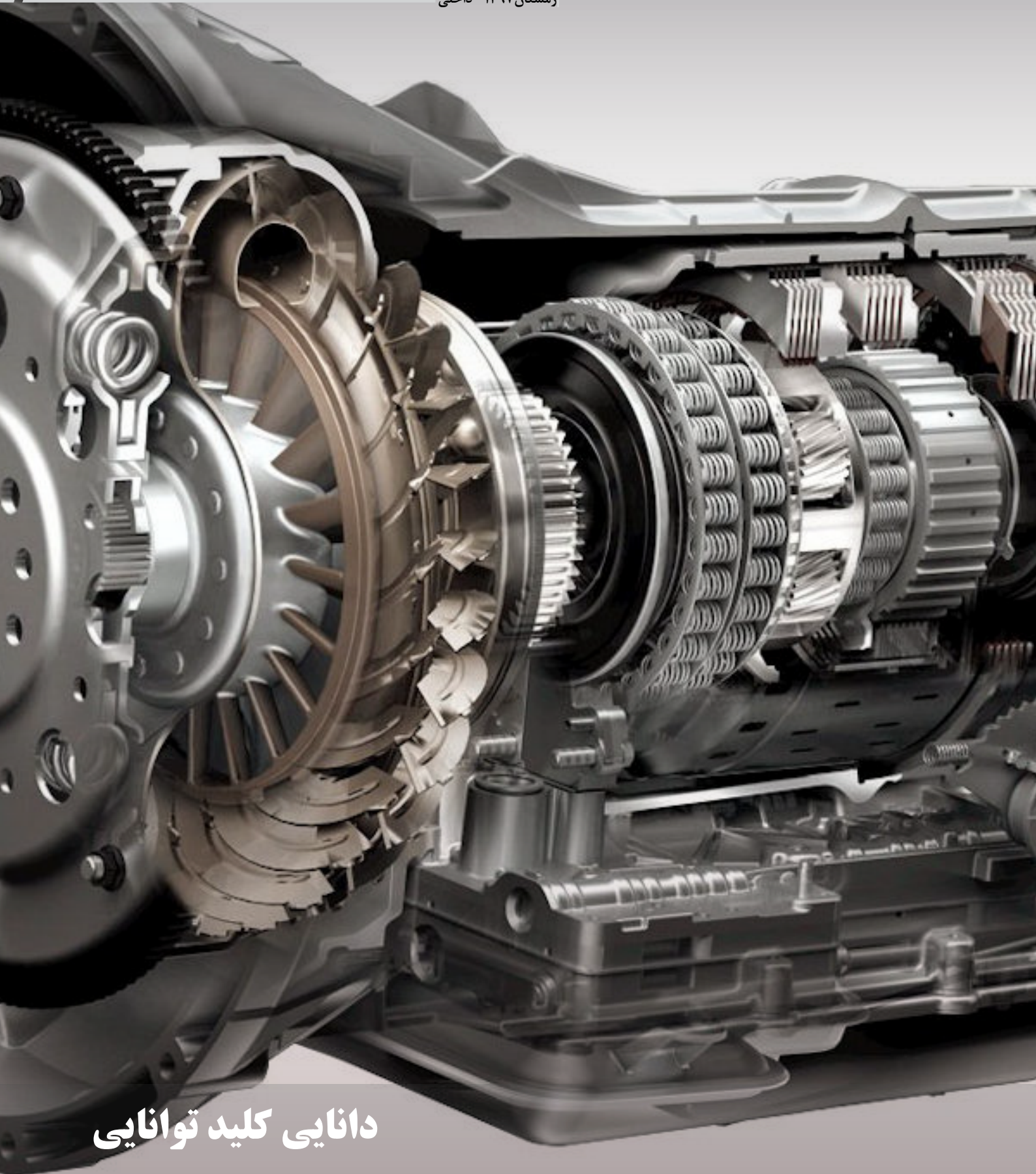




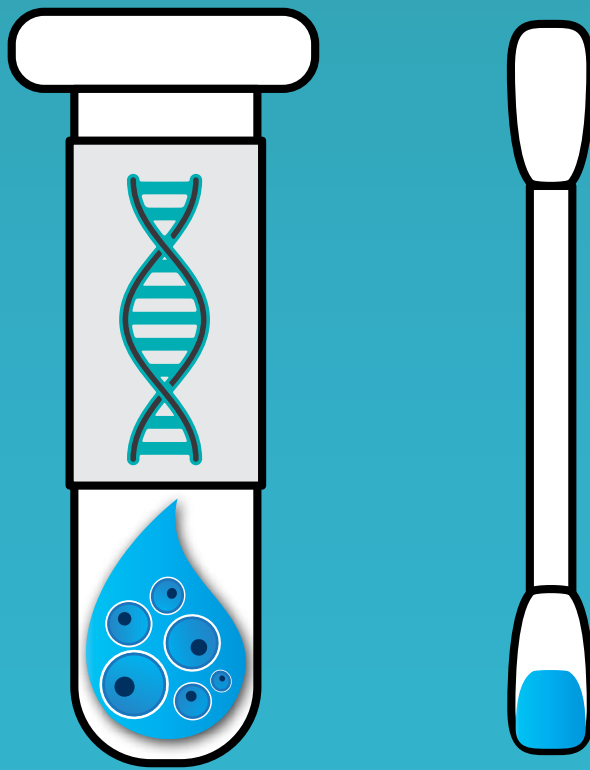
فصلنامه علمی - تخصصی

افزون روان

زمستان ۱۳۹۷ - داخلی



دانایی کلید توانایی



اهدای سلول های بنیادی، نجات زندگی

ثبت «دی ان ای» در بانک جهانی تنها با یک آزمایش ساده

زمان لازم برای ثبت نام و دریافت نمونه کمتر از نیم ساعت است. در ابتدا توضیحاتی به داوطلبان ارائه می شود. سپس رضایت نامه جهت عضویت و پرسشنامه ای را تکمیل کرده و در مرحله آخر نمونه بزاق از داوطلبان گرفته می شود. برای ثبت نمونه به صورت گروهی با مرکز پذیرهنویسی سلول های بنیادی خون ساز محک تماس بگیرید.



فصلنامه علمی - تخصصی

افزون روان

زمستان ۱۳۹۷ - داخلی

بسم الله الرحمن الرحیم

ایران، تهران، خیابان پاسداران، چهارراه فرمانیه،
خیابان شهید جهانبخش نژاد، پلاک ۱۰، واحد ۵۲
تلفن: ۰۲۱-۲۳۵۵۹۹۹۹-۲۳۱ فکس: ۰۲۱-۲۲۸۰۴۴۵۸
www.afzoonravan.com
info@afzoonravan.com

آنچه در این شماره می خوانید:

نظام صدور گواهینامه روغن موتور در API

سیالات انتقال قدرت اتوماتیک

نقطه ریزش (PPD) در روغن موتور تازه و کارکرده

اخبار

معرفی محصول

پرسش و پاسخ

مسابقه

صفحه ۳

صفحه ۱۰

صفحه ۱۴

صفحه ۲۳

صفحه ۲۵

صفحه ۲۷

صفحه ۳۲

شرکت
افزون روان

فصلنامه علمی، تخصصی افزون روان
شرکت افزون روان
فصلنامه‌ی داخلی

شورای فنی:

فرشته علیان نژاد
مهدی وثوق، محمد مهدی کریم

طراحی و چاپ:

شرکت راز آریانا کیش

همکاران این شماره:

اعضای تحریریه: پریسا احمدی، سمیرا جوادیان فرد،
محمد مهدی کریم، مریم ابراهیمی، مسعود خیدری،
مریم میرعابدینی و فرشته علیان نژاد
ویراستار: مریم محلاتی
تنظیم کننده: سحر ملک پور

زمستان ۱۳۹۷



تصویر روی جلد: سیستم دنده اتوماتیک

نظام صدور گواهینامه روغن موتور در API

API Engine Oil Licensing and Certification System

پریسا احمدی، مریم میرعابدینی و فرشته علیان نژاد | واحد توسعه فرآورده ها

مقدمه

ارائه گواهینامه به یک محصول، فرایندی است که طی آن، آزمون‌های عملکردی و تضمین کیفیت کالا روی محصول مورد نظر بررسی می‌شود. از این رو هر محصولی جدای از مشخصات فنی خود که لازم است مطلوب و مطابق استاندارد باشد، می‌تواند از مراجع ذی‌صلاح و سازمان‌های مربوطه که به صورت تخصصی در این زمینه فعال هستند تاییدیه دریافت نماید. این موضوع در مقیاس بین‌المللی مطرح می‌شود و نشان‌دهنده کیفیت محصول تولید شده با تایید بین‌المللی است. علاوه بر تایید کیفیت کالا، معیارهایی نیز جهت تعیین صلاحیت کالا و ذی‌نفع آن، در قراردادهای و مقررات سازمان‌های ارائه گواهینامه وجود دارد که لازم است تایید شود.

در میحث روغن موتور، مهم‌ترین و متداول‌ترین سازمان ذی‌صلاح ارائه گواهینامه، موسسه نفت آمریکا با عنوان اختصاری API^۱ است. این موسسه بزرگ‌ترین انجمن تجاری ایالات متحده در صنعت نفت و گاز طبیعی است که مأموریت دارد بر سیاست عمومی در حمایت از ایجاد یک صنعت قوی و قابل اعتماد در حوزه نفت و گاز طبیعی ایالات متحده تاثیر گذار باشد. این سازمان تامین مالی و همچنین هدایت امور تحقیقاتی مرتبط با بسیاری از جوانب صنعت نفت را بر عهده دارد. کمیته‌های استاندارد API شامل کمیته‌های فرعی و کارگروه‌هایی متشکل از کارشناسان صنعت می‌باشد که مسئولیت توسعه استانداردها را بر عهده دارند. API در میحث تخصصی روغن موتور نیز ورود کرده و گواهینامه‌های مربوطه را طبق سیستمی با عنوان EOLCS^۲ ارائه می‌دهد. در این مقاله برآنیم که در زمینه علت پیدایش استانداردهای جدید در میحث روغن موتور و نحوه دریافت تاییدیه از سازمان API، توضیح علائم تاییدیه، کاربرد آنها، نقش و تعامل سازمان‌های مستقلی که در این موضوع دخیل هستند مباحثی را ارائه نماییم.

سیستم EOLCS سازمان API

همانطور که قبلاً گفته شد API سازمان بزرگی است که در حوزه‌ی استانداردهای انواع محصولات نفتی و پتروشیمی فعالیت دارد و EOLCS بخش مربوط به روغن موتور می‌باشد. تاریخچه EOLCS به فعالیت‌های سه سازمان API، ASTM و SAE در اواسط قرن بیستم به‌منظور طبقه‌بندی روغن‌های موتور برمی‌گردد که در آن هر یک از سازمان‌های مذکور ابتدا به‌صورت مستقل و سپس با مشارکت یکدیگر در تلاش

برای بهبود این طبقه‌بندی بودند. در تمام این سال‌ها این سه سازمان سطوح کارایی جدیدی را معرفی و سطوح قدیمی را منسوخ کرده‌اند.

در نهایت در سال ۱۹۹۲ و ۱۹۹۳، API و ASTM با مشارکت شرکت‌های تولید کننده موتور از جمله سه شرکت آمریکایی فورد، جنرال موتورز و دایملر کرایسلر، اتحادیه خودرو سازان ژاپنی (JAMA) و اتحادیه سازندگان موتور (EMA) موفق به معرفی اصلاحاتی در فرایند تاییدیه روغن موتور به‌منظور اطمینان از کیفیت روغن‌های موتور موجود در بازار و بالا بردن آگاهی مصرف کننده از روانکار توصیه شده خودروساز شدند. امروزه این فرایند توسعه یافته تحت عنوان سیستم گواهینامه و تاییدیه روغن موتور با عنوان مستعار EOLCS می‌باشد.

این بخش مسئولیت تعریف استانداردها، ارائه تاییدیه، بررسی، نظارت و ممیزی عملکرد روغن موتور را به‌نحوی که در عمر و عملکرد تجهیزات مورد مصرف شرکت‌های خودروساز مطلوب واقع شود، برعهده دارد. تعریف استانداردها، تعیین الزامات عملکردی، روش‌های تست و محدوده‌های آن با کمک اعضای ذکر شده در فوق صورت می‌گیرد.

API زمانی به تولیدکننده روغن تاییدیه می‌دهد که تمام الزامات EOLCS مربوطه تامین شده و تولیدکننده ملزم به اجرای کلیه شروط مندرج در توافق نامه با API شود. سیستم EOLCS، API 1509 نیز نامیده می‌شود.

نمادهای گواهینامه API

یکی از اهداف EOLCS کمک به مصرف کنندگان روغن برای شناسایی روغن‌موتورهایی است که توسط API تایید شده است. جهت شناسایی روغن‌های موتوری که تاییدیه این سازمان را اخذ کرده‌اند، EOLCS از دو نماد مشخص استفاده می‌کند که امکان تشخیص آن، برای مصرف کنندگان به راحتی میسر باشد.

۱. نماد گواهینامه API به شکل ستاره‌ای و با عنوان "استاربرست"^۵
۲. نماد سرویس API به شکل حلقه‌ای و با عنوان "دونات"

۱. نماد گواهینامه "API استاربرست"

API در راستای کمک به مصرف کنندگان جهت تشخیص روغن موتورهایی که توسط سازندگان موتور و خودرو توصیه شده‌اند با همکاری کمیته ILSAC^۷ نماد استاربرست را ایجاد کرده است (شکل ۱). قبل از ارائه توضیحات بیشتر در این زمینه، به بررسی مختصری در زمینه ILSAC خواهیم پرداخت.

نظام صدور گواهینامه روغن موتور در API

API Engine Oil Licensing and Certification System

ILSAC

کمیته ILSAC در سال ۱۹۹۲ توسط اتحادیه خودروسازان آمریکایی (AAMA^۱) با حضور نمایندگان شرکت‌های دایملر کرایسلر، فورد، جنرال موتور و جامعه خودروسازان ژاپنی برای تعیین نیازها، گواهینامه‌ها و مشخصات روغن‌های موتور بنزینی، دیزلی سبک و دوگانه‌سوز تشکیل شد. جهت تعیین مشخصات ILSAC کمیته‌ای با عنوان ILSAC/OIL تشکیل می‌شود که متشکل از ۵۰ درصد از افراد ILSAC و ۵۰ درصد از افراد API است. این کمیته مسئولیت هدایت و تسهیل امور مربوط به توسعه و معرفی مشخصات عملکردی ILSAC را برای خودروهای مذکور برعهده دارد. علاوه بر اعضای ذکر شده ممکن است نمایندگان دیگری از سایر سازمان‌ها از جمله ILMA، ASTM و ارتش آمریکا جهت مشارکت دعوت شوند.

الزامات دریافت نماد استاربرست

استاربرست، نمادی است که در صورت تامین الزامات مربوط به پایین‌ترین سطوح کارایی رایج (منسوخ نشده) ILSAC، به یک روغن موتور بنزینی تعلق می‌گیرد. در سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۲، سطح کارایی ILSAC GF-4 به‌عنوان حداقل الزامات سطوح کارایی ILSAC در روغن‌های بنزینی در نظر گرفته و سطوح کارایی قبل از آن منسوخ شدند. سپس با توافق بین API و ILSAC، ILSAC GF-5 جایگزین آن شد. بنابراین نماد گواهینامه استاربرست به سطوح کارایی پایین‌تر از آن تعلق نمی‌گیرد. ذکر این نکته نیز حائز اهمیت است که شکل این نماد همواره ثابت است و با بالا رفتن سطح کارایی ILSAC، تغییر نمی‌کند.

۲. نماد سرویس API "دونات"

این نماد نشانگر مشخصات عملکردی روغن گواهی شده است. برای توصیف سطوح کارایی روغن‌های موتور، دسته‌بندی‌های متفاوتی وجود دارد که در نام‌گذاری آن، از سیستم الفبایی استفاده شده است. این دسته‌بندی‌ها زبان مشترکی برای تولیدکنندگان خودرو و تجهیزات به منظور شناسایی سطوح عملکردی روغن‌های موتور دیزلی و بنزینی است و به ترتیب با حروف S و C آغاز می‌شوند. بدون در نظر گرفتن سطوح کارایی منسوخ شده، سطوح کارایی روغن‌های موتور رایج بنزینی شامل SN، SM، SL، SJ، SH، API و روغن‌های موتورهای دیزلی رایج شامل API CH-4، CI-4، CJ-4 می‌باشد.

نکته ای که در مورد روغن‌های موتور بنزینی وجود دارد این است که در نماد دونات، مجوز قید کردن سطوح کارایی پایین‌تر علی‌رغم این‌که از لحاظ فنی پوشش داده می‌شوند، وجود ندارد. برای مثال روغنی با سطح کارایی SM، سطح کارایی SL را نیز

الزامات سطوح کارایی ILSAC به نحوی پایه‌ریزی شده است که روی دو مقوله مخاطرات زیست‌محیطی و مصرف سوخت، محدودیت‌هایی را اعمال کرده است. برای مثال، روغن‌های با درجه گراندرویی سنگین تر از 0W-XX، 5W-XX، 10W-XX به دلیل تاثیر منفی در افزایش مصرف سوخت، امکان تامین الزامات ILSAC را ندارند. از دیگر محدودیت‌های این روغن‌ها، میزان فسفر آنهاست؛ زیرا فسفر به دلیل آسیب به تجهیزات به کار رفته در آگزوز خودرو، در عملکرد آنها اختلال ایجاد کرده و در نتیجه موجب افزایش انتشار گازهای آلاینده می‌شود. علاوه بر مواردی از این دست، آزمون‌های موتوری متعددی جهت بررسی عملکرد سطوح کارایی ILSAC در جهت تاثیر آن روی دو مقوله مذکور و همچنین محافظت بهتر از موتور و بهبود عملکرد و دوام روغن، طراحی و تدوین شده است که با رجوع به استانداردهای مربوطه قابل بررسی است.



شکل ۱: نماد گواهینامه API

نظام صدور گواهینامه روغن موتور در API

API Engine Oil Licensing and Certification System

فرایند دریافت تاییدیه

ضوابط فنی مربوط به سنجش روغن موتور مورد نظر بر اساس سطح کارایی و درجه گرانی، در استانداردهای مرجع ASTM D4485 و J183 (طبقه بندی روغن های موتور و الزامات عملکردی آنها) و همچنین SAE J300 (الزامات گرانی روغن های موتور تک درجه ای و چند درجه ای) لیست شده است. فرایند ارائه تاییدیه به روغن زمانی شروع می شود که متقاضی با تصدیق این موضوع که محصول مورد نظر، کلیه الزامات مربوطه را تامین می کند؛ فرم درخواست را به صورت آنلاین با مراجعه به وب سایت <http://engineoil.api.org> تکمیل نماید. لازم است اطلاعات ذیل بر اساس فرمولاسیون روغن به API ارائه شود:

- اطلاعات مربوط به آنالیز عنصری
- مشخصات فیزیکی روغن موتور
- اطلاعات مربوط به مواد افزودنی و روغن های پایه مصرفی
- اطلاعات مربوط به تست های موتوری (کد استند تست های موتوری و ..)
- اطلاعات کد رهگیری محصول

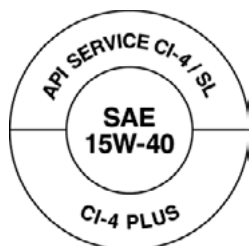
از مهم ترین آزمایشگاه های مستقل که صلاحیت انجام آزمون های موتوری را دارند آزمایشگاه های SWRI و Intertek می باشند. روغن هایی مجوز استفاده از دونات و یا استارپرست را دریافت می کنند که آزمون های موتوری مربوط به سطوح کارایی بنزینی و یا دیزلی را مطابق آخرین نسخه تدوین شده، پوشش دهند. این آزمون ها تحت عنوان آیین نامه ACC^۹ توسط کمیته مواد افزودنی نفتی انجمن ACC مشخص می شوند.

کمیته شیمی آمریکا (ACC)

این کمیته در حوزه روغن موتور، به منظور تعیین کارایی روغن های موتور خودرو سواری و دیزلی، رویه هایی را با عنوان

پوشش می دهد که در اصطلاح به آن Backward Compatible گفته می شود، اما در نماد دونات نمی توان هم زمان هر دو سطح کارایی SM و SL را قید کرد. اما در روغن های دیزلی این محدودیت وجود ندارد. به طور مثال روغنی با تاییدیه CI-4، که سطح کارایی CH-4 را نیز پوشش می دهد اجازه درج هر دو سطح کارایی را در این نماد دارد. همچنین لازم به ذکر است در روغن هایی که برای کاربرد بنزینی فرموله شده اند و سطوح کارایی دیزلی را نیز پوشش می دهند، ابتدا نماد سطح کارایی بنزینی درج می شود که این مورد، نشانگر اولویت کاربرد مصرف این روغن است. به طور مثال سطح کارایی CI-4/SL روغنی با کاربرد اصلی دیزلی و پوشش دهنده الزامات بنزینی نیز می باشد. همچنین در روغن هایی که برای کاربرد دیزلی فرموله شده اند و سطوح کارایی بنزینی را نیز پوشش می دهند، ابتدا نماد سطح کیفی دیزلی درج می شود.

علاوه بر مشخص نمودن سطوح کارایی تامین شده در محصول مورد نظر در قسمت بالایی نماد دونات و درجه گرانی در قسمت مرکزی، محل دیگری نیز در قسمت پایین دونات تعبیه شده است. در روغن های موتور خودروهای بنزینی، دیزلی سبک و دوگانه سوز API SL و API SM در صورتی که در مقوله مصرف انرژی با الزامات ILSAC مطابقت داشته باشد، عبارت Energy Conserving در این قسمت درج می شود. این عبارت برای سطح کارایی API SN نه فقط در مقوله مصرف انرژی بلکه در موضوع انتشار گازهای گلخانه ای و ... نیز مطرح است و با عنوان Resource Conserving جایگزین می شود. در بخش های بعدی در زمینه تفاوت آن ها توضیح داده خواهد شد. در روغن های موتور دیزلی سنگین نیز، در صورتی که الزامات سطح کیفیت CI-4 Plus نیز تامین شود علاوه بر درج سطح کیفی CI-4 یا CJ-4 در قسمت بالایی، سطح کیفی CI-4 Plus در قسمت پایینی دونات ثبت می شود (شکل ۳).



شکل ۳: سطح کارایی CI-4 PLUS در نماد سرویس API



شکل ۲: نماد سرویس API

نظام صدور گواهینامه روغن موتور در API

API Engine Oil Licensing and Certification System

سطوح کارایی رایج، مطابقت آزمون‌های موتوری با رویه‌های مذکور الزامی است (این سازمان خدماتی برای سطوح کارایی منسوخ شده ارائه نمی‌دهد).

این کمیته هر ساله در نامه‌ای، لیست شرکت‌هایی را که به صورت داوطلبانه، مطابقت آزمایشگاه‌های خود را با آیین‌نامه ACC اثبات کرده‌اند از طریق وبسایت www.americanchemistry.com منتشر می‌کند. این شرکت‌ها موظف هستند کلیه آزمون‌های موتوری که به منظور ارائه تاییدیه توسط EOLCS تعیین شده است را مطابق با آیین‌نامه ACC انجام دهند. در شکل شماره ۴، تصویر آخرین نامه معرفی این شرکت‌ها آمده است.

آیین‌نامه ACC جهت ارائه تاییدیه توسط EOLCS تعریف و منتشر می‌کند. این رویه‌ها شامل آزمون‌های موتوری از قبل مشخص شده و دستورات عمل انجام آن‌ها و سیستم نگهداری سوابق است. سازمان‌هایی از جمله ASTM که مسئولیت تدوین روش انجام آزمون را بر عهده دارند بر روی این فرایند نیز، نظارت می‌کنند. هرگونه به‌روزرسانی در این رویه‌ها، قبل از انتشار رسمی، توسط سه سازمان API، ILSAC و EMA مورد بررسی و اظهار نظر قرار می‌گیرد.

کلیه آزمون‌های موتوری و معیارهای آن که برای بررسی نتایج یک فرمولاسیون روغن موتور و عملکرد آن مورد نیاز است در آیین‌نامه ACC ثبت می‌شود. برای دریافت تاییدیه روی کلیه



July 25, 2017

Dear Colleagues:

Twenty-two companies have demonstrated compliance with the American Chemistry Council (ACC) Product Approval Code of Practice for the period of June 30, 2016 through June 30, 2017. All twenty-two companies submitted a Letter of Intent. Eighteen companies completed the ACC compliance audit checklist and four companies provided verification from the ACC Monitoring Agency that no candidate engine tests were scheduled or registered.

The ACC Product Approval Protocol Task Group (PAPTG) is pleased to recognize the following organizations:

Afton Chemical Corporation
Afton Chemical Corporation Test Laboratory
Ashland/Valvoline Engine Testing Laboratory
BASF Corporation
BP Lubricants USA, Inc.
Chevron Oronite Company LLC
Chevron Oronite Technology b.v.
Eni S.p.A.
Evonik Oil Additives
ExxonMobil Research and Engineering Company
ExxonMobil Test Laboratory
Fuchs Schmierstoffe GmbH
Infiniteum U.S.A. LP
Intertek Automotive Research
Jinzhou DPF-TH Chemicals Co., Ltd (TIANHE)
LLK-International (Lukoil)
Lubrizol Wickliffe Mechanical Testing Laboratory
PetroChina Lubricant Company
Sinopec Lubricant Co., Ltd
Southwest Research Institute
Test Engineering, Inc.
The Lubrizol Corporation

The ACC PAPTG appreciates your company's continued commitment to quality improvement in engine oil testing.

Sincerely,

Dan Pridemore

Dan Pridemore, Chairman
Product Approval Protocol Task Group

Doug Anderson

Doug Anderson, Manager
Product Approval Protocol Task Group

americanchemistry.com

700 Second St., NE | Washington, DC 20002 | (202) 249-7000



شکل ۴: اعلام شرکت‌هایی با عملکرد مطابق با آیین‌نامه ACC

نظام صدور گواهینامه روغن موتور در API

API Engine Oil Licensing and Certification System

فقط در مواد افزودنی به کاررفته در روانکار موجود است. بنابراین محدودیت‌های مذکور، منجر به تغییرات مهمی در تکنولوژی مواد افزودنی (Low SAPS و Mid SAPS) و روغن‌های پایه مصرفی مورد نیاز شده است. همچنین از سطح کیفی API SM به بعد، جهت کاهش مصرف سوخت، از مواد افزودنی بهبود دهنده اصطکاک استفاده شده است.

در سطوح کیفی SH API و API SJ، اجازه Energy conserving داده نمی‌شود. زیرا برای بحث کاهش مصرف انرژی، داشتن استاندارد ILSAC GF-5 الزامی است ولی پایین‌ترین حد استاندارد این سطوح کارایی ILSAC GF-3 است.

همان‌طور که در بخش‌های قبلی نیز گفته شد موضوع تطابق روغن موتورهای بنزینی با حداقل الزامات ILSAC که مربوط به دو مقوله بهینه‌سازی مصرف سوخت و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد در قسمت پایینی نماد دونات، با ذکر دو عنوان Energy Conserving یا Resource Conserving مشخص می‌شود. در سطوح کیفی API SL و API SM، در صورت تامین حداقل الزامات ILSAC که در حال حاضر (سال ۲۰۱۷) ILSAC GF-5 است و در نتیجه شامل درجات گرانی سبک 10W-30، 0W-20، 0W-30، 5W-20، 5W-30 می‌شود عبارت Energy Conserving به کار می‌رود که تنها به مقوله بهینه‌سازی مصرف سوخت طی آزمون Sequence VIB می‌پردازد در حالی که در سطح کارایی API SN و درجات گرانی فوق، Resource Conserving جایگزین آن می‌شود که علاوه بر موضوع بهینه‌سازی مصرف سوخت طی آزمون Sequence VID، دو موضوع محافظت از سیستم‌های توربوشارژر و After-treatment و نیز سازگاری با سوخت‌های حاوی اتانول (E85) بررسی می‌گردد. در روغن‌های موتور دیزلی، نگرانی از آسیب به سیستم‌های After-treatment در میزان گوگرد موجود در سوخت مصرفی منعکس می‌شود به نحوی که در سطح کارایی API CJ-4، لازم است میزان سوخت مصرفی کمتر از ۵۰۰ ppm باشد اگر چه توصیه شده است که این میزان، جهت کاهش انتشار گازهای آلاینده (دوام سیستم‌های After-treatment) و دوام روغن موتور، حتی به کمتر از ۱۵ ppm کاهش یابد، از طرفی در روغن مصرفی این سطح کارایی نیز محدودیت‌های فسفر، گوگرد و خاکستر سولفات (SAPS) به دلایلی که برای روغن‌های موتور بنزینی گفته شد وجود دارد. همچنین در سطوح کارایی CI-4 و CH-4 نیز به جهت موارد مذکور، میزان عنصر گوگرد سوخت مصرفی، حداکثر ۵۰۰۰ ppm در نظر گرفته شده است.

ارزیابی نهایی روغن موتور با استفاده از آزمون‌های Fleet صورت می‌گیرد که در آن عملکرد موتور تحت شرایط کارکرد واقعی شبیه‌سازی می‌شود؛ هرچند که جهت کاهش هزینه و زمان انجام آزمون‌ها، آزمون‌های رومیزی و موتوری معمولاً جایگزین آن‌ها می‌شوند. در آزمون‌های Fleet، خودرو شرایط واقعی رانندگی از جمله فشار هوا، حرکت و تماس لاستیک‌ها با سطح (مشابه عملکرد ترمیل) و ... را، تجربه می‌کند. این آزمون‌ها معمولاً شرایط آزمون‌های میدانی را شبیه‌سازی می‌کنند با این تفاوت که در آزمون‌های میدانی، شرایط رانندگی همواره یکسان و در نتیجه قابل پیش‌بینی نیست در حالی که آزمون‌های Fleet را می‌توان تحت شرایط یکسان رانندگی روی تنوع بالایی از خودروها انجام داد.

آزمون‌های Fleet در مجامع عمومی تحت نظارت سازمان‌هایی مانند API ASTM و SAE مورد بررسی و توافق قرار گرفتند. تولیدکنندگانی که برای مطالبه سطوح کیفی API روغن موتور اقدام می‌کنند مسئول اطمینان از مطابقت محصولاتشان با الزامات API هستند. همچنین باید اطمینان کافی از این که وجود مواد غیر مرتبط با عملکرد در فرمولاسیون روغن (به عنوان مثال موادی مانند رنگ یا اسانس که برای شناسایی محصول اضافه می‌شوند) تغییری در عملکرد روغن نخواهند داد و روغن تولید شده مطابق با سطح کیفی مجاز خواهد بود، داشته باشند.

الزامات زیست محیطی مورد توجه API در سطوح کیفی بنزینی و دیزلی

صرفاً تغییرات در سطوح کیفی روغن‌های موتور، موجب ارتقاء کارایی نشده است بلکه مسائل زیست محیطی و موضوع کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی نیز تاثیرگذار بوده است. تغییرات صورت گرفته در موتور خودروها، محدودیت‌های نوع سوخت و میزان مصرف آن، به کارگیری ابزارهای After-treatment و ... نیاز به روغن‌های موتور با سطوح کیفی بالاتر را ایجاب کرده است که قطعاً محدودیت‌هایی نسبت به روغن‌های با سطوح کیفی پایین‌تر دارند. (تجهیزاتی که در آگروز خودرو استفاده می‌شوند). جهت کاهش گازهای آلاینده خروجی آگروز، موتورهای جدید مجهز به سیستم‌های After-treatment شده‌اند. با توجه به حساسیت این سیستم‌ها به برخی ترکیبات شیمیایی، در سطوح کیفی API SN، API SM، API SL محدودیت‌هایی در میزان فسفر، گوگرد و خاکستر سولفات اعمال شده است. وجود گوگرد از مواد افزودنی و نیز روغن پایه نشات می‌گیرد در حالی که فسفر

نظام صدور گواهینامه روغن موتور در API

API Engine Oil Licensing and Certification System

کارایی CJ-4 و CI-4 همراه با CI-4+ الزامی است، بررسی می‌شود. این آزمون میزان افزایش گرانشی و غلظت دوده را در موتورهای دیزلی توربوشارژر اینترکولر که دارای سیستم EGR هستند بررسی می‌کند.

BOI مربوط به آزمون Mack T-11

میزان اشباعیت روغن پایه که به روش ASTM D2007 تعیین می‌شود در این زمینه نقش مهمی دارد. برای آزمون موتوری Mack T-11، جداول ۱ یا ۲ به عنوان قوانین BOI مد نظر قرار می‌گیرد.

تعویض روغن پایه طبق جدول ۱ مجاز می‌باشد بدین صورت که به‌عنوان مثال اگر میزان اشباعیت روغن اولیه کمتر از ۷۰ بوده است، لازم است میزان اشباعیت روغن جدید حداقل ۸۰ باشد. محدوده‌ها به‌صورت گرافیکی در نمودار ۱ نیز نمایش داده می‌شوند.

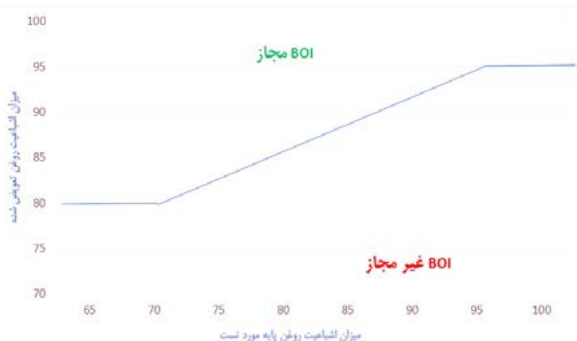
VGRA مربوط به آزمون Mack T-11

همان‌طور که در جدول شماره ۳ مشخص شده است برای آزمون Mack T-11، معمولاً امکان انجام read across از درجات گرانشی بالاتر به پایین‌تر وجود دارد ولی عکس آن امکان‌پذیر نیست. این امر به دلیل استفاده از پلیمر به‌منظور بالابردن گرانشی در درجه گرانشی بالاتر است.

روانکارهای با سطح کیفی API CI-4 در موتورهای با سیستم EGR^{۱۱} استفاده می‌شود. سیستم EGR در واقع اکسیدهای نیتروژن خارج شده از محفظه احتراق را که یک آلاینده قوی محیط‌زیست محسوب می‌شوند به محفظه احتراق برگردانده و طی مکانیزم خاصی که در این مقاله مجالی برای پرداختن به آن نیست، مانع از تشکیل اکسیدهای نیتروژن بیشتر می‌شود.

آیین‌نامه‌های BOI^{۱۲} و VGRA^{۱۳}

یکی از مسائل قابل توجه در فرایند دریافت تاییدیه، هزینه‌های بالای تست‌های موتوری می‌باشد. به‌همین دلیل سازمان API آیین‌نامه‌هایی تدوین کرده است که در صورت تغییر نوع روغن پایه و یا درجه گرانشی یک فرمول تایید شده، شرایطی برای اجتناب از انجام کلیه آزمون‌ها وجود داشته باشد. این آیین‌نامه‌های مخصوص API با عنوان BOI و VGRA برای سطوح کارایی و یا تست‌های موتوری توسط ACC تنظیم شده‌اند. برای مثال، آیین‌نامه BOI مشخص می‌کند در صورت تغییر روغن پایه در یک روغن تایید شده SL از گروه III به گروه II، چه آزمون‌های موتوری از API SL لازم است دوباره انجام شود و یا آیین‌نامه VGRA مشخص می‌کند که آیا تغییر درجه گرانشی (به عنوان مثال از 15W-40 به 10W-40) امکان‌پذیر است یا خیر. جهت درک بهتر این موضوع، در ادامه BOI و VGRA مربوط به آزمون Mack T-11 که برای سطوح



نمودار ۱. میزان اشباعیت روغن پایه مورد تست و تعویض شده

روغن مورد نظر	روغن تست شده
حداقل 80	$X \leq 70.0$
حداقل $(0.6X + 38)$	$70.0 < X < 95.0$
حداقل 95	$X \geq 95.0$

جدول ۱. تغییر روغن پایه (BOI) برای Mack T-11 مربوط به سطوح کارایی CI-4 Plus و CJ-4 همراه با CI-4

نظام صدور گواهینامه روغن موتور در API

API Engine Oil Licensing and Certification System

درجات گرانروی تست شده	درجات Read-Across					
	10W-30	10W-40	15W-40	15W-50	20W-40	20W-50
10W-30	NA	X	---	---	---	---
10W-40	X	NA	---	---	---	---
15W-40	X	X	NA	X	---	---
15W-50	X	X	X	NA	---	---
20W-40	X	X	X	X	NA	X
20W-50	X	X	X	X	X	NA

جدول شماره ۳. VGRA برای آزمون Mack T-11
ملاحظه: X= Read-Across مجاز است؛ --- Read-Across غیر مجاز است.

نتیجه‌گیری

ارائه تاییدیه روانکار از یک سازمان، در واقع ایجاد یک زبان مشترک بین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان به منظور مشخص کردن کیفیت محصول تولید شده با تایید بین‌المللی است. چنین فرایندهایی، مقررات و سلسله مراحل نسبتاً پیچیده‌ای دارند که در این مقاله صرفاً به برخی از مقررات فنی آنها در راستای اخذ تاییدیه سازمان API اشاره شد. مهم‌ترین نگرانی چنین سازمان‌هایی در سال‌های اخیر که موجب طراحی آزمون‌های

متعدد و البته گران‌قیمتی شده است توجه به مسائل زیست-محیطی می‌باشد به طوری که شاید بتوان گفت بهبود کارایی روانکار در اولویت دوم قرار گرفته است؛ مسائلی که در کشور ایران کمتر به آن پرداخته شده و در نتیجه عواقب آن سال‌به‌سال بیشتر به چشم می‌خورد. با شدت گرفتن تحریم‌ها و در نتیجه کاهش روابط بین‌الملل، این نگرانی‌ها بیشتر و در نتیجه نیاز به تقویت سازمان‌های حمایتی و قانون‌گذار داخلی بیش از پیش احساس خواهد شد.

1. American Petroleum Institute
2. Engine Oil Licensing and Certification System
3. Japan Automobile Manufacturers Association
4. Engine Manufacturers Association
5. Starburst
6. Donut
7. International Lubricant Specification Advisory Committee
8. American Automobile Manufacturers Association
9. American Chemistry Council Code of Practice
10. Sulfated Ash Phosphorus and Sulfur
11. Exhaust Gas Recirculation
12. Base Oil Interchange
13. Viscosity Grade Read Across

مقدمه

همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، شفت ورودی به دنده خورشیدی متصل است و سرعت خروجی بر مبنای سرعت و جهت حرکت دنده رینگگی ایجاد می‌شود. نحوه قرار گرفتن این اجزاء، امکان ایجاد سرعت‌های مختلف و یا تغییر جهت را در خروجی سیستم دنده اتوماتیک ایجاد می‌کند.

سیالات انتقال قدرت اتوماتیک

طراحی سیالات انتقال قدرت اتوماتیک به نحوی است که انتقال گشتاور از طریق مبدل گشتاور به صورت بهینه انجام گیرد تا منجر به عملکرد صحیح کلاچ‌ها شود. این سیالات معمولاً به رنگ قرمز هستند تا از سایر سیالات قابل شناسایی باشند. سیالات انتقال قدرت اتوماتیک بایستی به نحوی فرموله شوند تا هم در دماهای بالا و هم پایین عملکرد مناسبی را ایفا کنند. سیال علاوه بر وظایف اصلی از جمله روانکاری، محافظت از دنده و خنک‌کاری، وظایف دیگری نیز برعهده دارد:

- تنظیم اصطکاک بهینه جهت تأمین الزامات مورد نیاز قطعاتی مانند هماهنگ کننده، لنت‌های کلاچ و باند ترمز^۵
- مقاومت در برابر اکسیداسیون تحت شرایط گرمایی شدید
- پایداری برشی جهت مقاومت در برابر تنش‌های دنده و پمپ
- کنترل فوم و آزادسازی هوا
- تأمین سیالیت در سرمای مناسب جهت سهولت در تعویض دنده و عملکرد هیدرولیکی در دمای پایین
- روانکاری یاتاقان‌ها و چرخ دنده‌ها
- انتقال انرژی هیدرواستاتیک در سیستم هیدرولیک
- انتقال نیروی اصطکاک لغزشی در کلاچ

نگاهی به مواد تشکیل دهنده بسته افزودنی سیالات

انتقال قدرت اتوماتیک

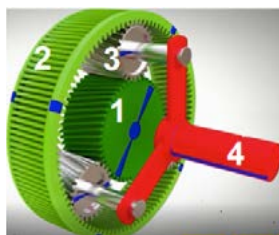
پکیج ATF را می‌توان یکی از پیچیده‌ترین پکیج‌های موجود در صنعت روانکاری دانست، گاهی این پکیج‌ها شامل بیش از ۲۰ ترکیب مختلف هستند. این پیچیدگی همکاری بین سازندگان انتقال دهنده‌ها و تولیدکنندگان افزودنی‌ها را افزایش داده است. محدوده گسترده‌ای از مواد فلزی و غیرفلزی جهت ساخت و طراحی یک انتقال دهنده به کار برده می‌شوند. انواع مواد فلزی سازنده یک انتقال دهنده شامل استیل، آلومینیوم، مس، برنز، برنج، قلع، لحیم نقره و مواد غیر فلزی شامل پلاستیک، کاغذ، نایلون و مواد اولیه

سال‌هاست که دنده‌های دستی و اتوماتیک مورد استفاده قرار می‌گیرند و در طول این مدت به‌طور مداوم در حال بهبود و پیشرفت بوده‌اند. بیشتر دنده‌های اتوماتیک مدرن توسط یک سیستم کامپیوتری پردازنده مرکزی کنترل می‌شوند. تمامی دنده‌های دستی و اتوماتیک دارای اهداف مشترک هستند که از این بین می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱- انتقال نیرو از موتور به شفت درایو و دیفرانسیل برای چرخاندن چرخ‌ها
 - ۲- تغییر گشتاور، سرعت و جهت با تغییر دنده
 - ۳- اجازه به موتور جهت بالا بردن راندمان، به‌خصوص زمانی که مصرف سوخت خیلی پایین است.
- بدون وجود سیستم دنده، امکان تنظیم گشتاور بر اساس شرایط حرکت خودرو وجود ندارد. برای مثال در زمان حرکت اولیه خودرو، نیاز به گشتاور بالایی است که این موضوع با کم و زیاد شدن سرعت و دور موتور حاصل نمی‌شود. بنابراین سیستم دنده، سرعت و گشتاور را با دامنه وسیع‌تری به چرخ‌ها منتقل می‌کند. این موضوع هم در دنده‌های دستی و هم اتوماتیک صادق است. تفاوت عمده بین اتومبیل‌های با دنده اتوماتیک و دنده دستی را می‌توان در تفاوت عملکرد کلاچ و تغییر دنده دانست. جعبه دنده‌های دستی با درگیر و آزاد کردن مجموعه دنده‌های مختلف به شفت خروجی، نسبت انتقال دورهای متفاوتی ایجاد می‌کنند. در حالیکه در جعبه دنده اتوماتیک نسبت‌های ایجاد شده به دلیل مکانیزم دنده‌های سیاره‌ای - که در بخش بعدی توضیح داده خواهد شد - تعدد بیشتری دارد. در ادامه به چگونگی کار مجموعه دنده‌های سیاره‌ای خواهیم پرداخت.

اجزای تشکیل دهنده دنده‌های اتوماتیک

مهم‌ترین بخش سیستم دنده‌های اتوماتیک مجموعه دنده‌های سیاره‌ای است و در آن مکانیزم تغییرات سرعت به شکل هنرمندان‌های طراحی شده است. همان‌طور که در شکل شماره ۱ نشان داده شده است این مجموعه شامل ۴ جزء اصلی است:



- ۱- دنده خورشیدی
- ۲- دنده رینگگی
- ۳- دنده‌های سیاره‌ای
- ۴- نگه دارنده

سیالات انتقال قدرت اتوماتیک

ATF

دنده‌های اتوماتیک، جلوگیری از نشستی سیال است. جلوگیری از ورود آب، ناخالصی و دیگر آلودگی‌ها به داخل سیستم نیز از دیگر وظایف این آببندهاست. یکی از مهمترین چالش‌هایی که سیال انتقال قدرت دارد، ایجاد سازگاری با این آببندهاست.

پایین آورنده نقطه ریزش:

در صورت عدم استفاده از این مواد، سیال انتقال قدرت، جاری نخواهد بود در نتیجه پمپ شدن این سیال به راحتی اتفاق نخواهد افتاد. در این شرایط پمپ به جای پمپ کردن روغن، هوا را پمپ می‌کند؛ این اتفاق باعث ایجاد سایش سریع و حتی خسارت‌های غیرقابل جبرانی خواهد شد. در نتیجه وجود مواد پایین آورنده نقطه ریزش بسیار حیاتی است.

مواد ضد کف:

مواد ضد کف جهت کاهش تمایل سیال به تشکیل فوم، استفاده می‌شوند. پمپ شدن سیال باعث ایجاد فوم در آن می‌شود. فوم، راندمان سیال را پایین می‌آورد و همچنین باعث رساندن آسیب مکانیکی به سیستم می‌شود. تشکیل فوم باعث مشکلاتی از جمله لیز خوردن کلاچ، سرعت در سایش، ضعف در انتقال حرارت، پمپ شدن هوا و ایجاد سایش می‌شود. به همین دلیل تست فوم از جمله مهم‌ترین تست‌ها برای سیالات انتقال قدرت محسوب می‌گردد.

مواد ضد سایش و فشار پذیر:

این مواد از مهم‌ترین افزودنی‌های موجود در پکیج‌های ATF می‌باشد. در سالیان متمادی از ZDDP به عنوان افزودنی ضدسایش و فشار پذیر استفاده می‌شد و از مهم‌ترین معایب این کالا، تولید خاکستر بود. در سال‌های اخیر مواد ضدسایش بدون روی و فاقد خاکستر در تولید پکیج‌های ATF استفاده می‌گردد.

آنتی‌اکسیدانت:

جهت افزایش طول عمر سیال، تحمل دمایی بالاتر و جلوگیری از تشکیل لجن و وارنیش در پکیج‌های ATF وجود آنتی‌اکسیدانت‌ها ضروری است.

جدول ۱ ترکیبات مورد نیاز برای سیال انتقال قدرت اتوماتیک به همراه درصد حدودی آن را نشان می‌دهد. توجه به این نکته که ترکیب مواد افزودنی نیازمند دانش تخصصی می‌باشد، ضروری است.

آببندهای الاستومتری متنوع می‌باشند در نتیجه نیاز است پکیج ATF نیز بر اساس نوع مواد به کار رفته در ساخت قطعه طراحی شود. در ادامه نقش هریک از مواد تشکیل دهنده پکیج ATF را می‌بینیم.

ترکیبات شوینده و معلق کننده:

ترکیبات شوینده و معلق کننده نقش بسیار مؤثری در کیفیت پکیج ATF ایفا می‌کنند و همانند روغن موتور، سولفونات‌ها نقش خنثی سازی محصولات اسیدی و اکسیداسیون را دارند. این در حالی است که نقش اصلی سولفونات‌ها در سیالات انتقال قدرت پایداری خصوصیات اصطکاکی است. یک انتقال دهنده اتوماتیک به تغییر دنده به صورت ملایم نیاز دارد. همان طور که گفته شد مواد سازنده قطعات انتقال دهنده‌های اتوماتیک بسیار متنوع هستند و بر این اساس نیاز به سیال مخصوص و مناسب جهت تأمین عملکرد بهینه می‌باشد.

مواد معلق کننده در پکیج‌های ATF به منظور معلق نگه داشتن محصولات ایجاد شده از اکسیداسیون و تجزیه حرارتی - که باعث اختلال در تغییر دنده می‌شوند - به کار می‌روند. مواد معلق کننده باید پایداری اکسیداسیون خوبی داشته باشند و با دیگر ترکیبات افزودنی وارد واکنش نشوند زیرا در غیر این صورت باعث تغییر در خصوصیات اصطکاکی در پکیج‌های ATF می‌گردند.

ترکیبات ضد خوردگی:

همانطور که می‌دانید وظیفه مواد ضد خوردگی محافظت از سطح فلز در برابر خوردگی می‌باشند. در پکیج‌های ATF وظیفه اصلی این مواد محافظت از سطح استیل در برابر تشکیل زنگ و همچنین محافظت از آلیاژهای مس موجود در بلبرینگ‌ها و واشرها می‌باشد.

بهبود دهنده شاخص گرانروی:

معمولاً پکیج‌های ATF شامل مواد بهبود دهنده شاخص گرانروی می‌باشند لذا افزودن پلیمر به این پکیج‌ها به هیچ عنوان توصیه نمی‌شود.

عامل تورم آب بندها:

این مواد جهت تأمین نیازهای سازندگان انتقال دهنده‌ها (OEM) در پکیج وجود دارند. هدف اصلی از وجود آب بندها در

سیالات انتقال قدرت اتوماتیک

ATF

Typical Formulation	%
Base Oil	65-90
Anti-Wear/EP Agent	0.5-2
Friction Modifier/Controller	0.3-0.8
Anti-oxidant	0.2-1
Viscosity index improver	3-20
Corrosion Inhibitor	0.2-0.4
Pour point depressant	0.1-0.5
Anti-foam agent	0-0.3
Seal Swell agent	0.001-3
Red Dye	0.02-0.03

جدول ۱- ترکیبات مورد نیاز برای سیال انتقال قدرت اتوماتیک

با معرفی انتقال دهنده اتوماتیک ۶- سرعت خود معرفی کرد. با توجه به طراحی داخلی این انتقال دهنده‌ها، به سیالی با قدرت تحمل تنش بیشتری نسبت به Dexron III نیاز است. جنرال موتورز، Dexron VI را دارای «سازگاری برگشتی» معرفی کرده است؛ به این معنی که سیال VI DEXRON در تمام دستگاه‌هایی که از الزامات قبلی Dexron استفاده می‌کردند، قابل استفاده است و یا می‌تواند به صورت مخلوط با آنها به کار برده شود. جدول شماره ۲ نشان می‌دهد چگونه برخی از مختصات آزمون‌های اصلی الزامات Dexron با معرفی انتقال دهنده‌های جدید تغییر کرده است.

الزامات عملکرد سیالات انتقال قدرت اتوماتیک-شرکت فورد
 الزامات عملکرد روغن‌های انتقال قدرت اتوماتیک را تأمین می‌کند و برای استفاده در انتقال دهنده‌های قدرت شرکت فورد طراحی شده است. جدول زیر نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر چگونه برخی از آزمون‌های اصلی در الزامات MERCON در راستای تغییرات در طراحی سیستم و نیاز به بهبود سیالات، توسعه یافته است.

Test	DEXRON IID	DEXRON IIIG	DEXRON IIH	DEXRON VI
Cycling Test, cycles	20,000	20,000	32,000	42,000
Plate Friction Test, hours	100	100	150	200
Band Friction Test, hours	n/a	100	100	150
Oxidation Test, hours	300	300	450	450
TAN Increase, max	7.00	3.25	3.25	2.00
Aeration Test, new and aged	n/a	n/a	Report	Reference<
Seals Tests	3	6	10	10
Kinematic Viscosity at 100°C, cSt	Report	Report	Report	max 6.4
Brookfield Viscosity at -40°C, mPa.s	max 50,000	max 20,000	max 20,000	max 15,000
Kinematic Viscosity at 100°C after 40 hour KRL shear, cSt	n/a	n/a	n/a	min 5.5

جدول شماره ۲- تغییر آزمون‌های اصلی الزامات Dexron با معرفی انتقال دهنده‌های جدید

الزامات عملکرد سیالات انتقال قدرت اتوماتیک
 سیستم رسمی دسته‌بندی API برای این سیالات وجود ندارد و الزامات عملکرد برای این سیالات توسط سازندگان OEM تعیین می‌شود. DEXRON و MERCON استانداردهای OEM هستند که استاندارد اول توسط شرکت جنرال موتورز و استاندارد دوم توسط شرکت فورد ارائه شده است.

الزامات عملکرد سیالات انتقال اتوماتیک-شرکت جنرال موتورز
 الزامات DEXRON شناخته‌ترین الزامات برای سیالات انتقال قدرت اتوماتیک هستند که در سال ۱۹۶۷ برای اولین بار معرفی شد و با گذشت زمان ارتقا یافته است. این استاندارد الزامات شرکت جنرال موتورز را تأمین می‌کند و برای استفاده در انتقال دهنده‌های قدرت آن شرکت طراحی شده است.
 جدیدترین سری انتقال دهنده‌های اتوماتیک شرکت جنرال موتورز، سری ۶ سرعت است. این شرکت الزامات DEXRON VI را هم‌زمان

سیالات انتقال قدرت اتوماتیک

ATF

Test	MERCON	MERCON V	MERCON SP
FZG A/8.3/90	Not Required	pass 11	pass 11
Clutch Friction Durability, cycles	20,000	30,000	30,000
Anti-shudder Durability	Various	Various	Various
μ -V Characterisation, hours	Not Required	115	115
RBOT, hours	250	300	300
Cycling Test, cycles	32,000	32,000	32,000
Seals Tests	7	7	7
Kinematic Viscosity at 100°C, cSt	6.8	6.8	5.5-6.0
Brookfield Viscosity at -40°C, mPa.s	max 20,000	9,000 \pm 4,000	7,500 \pm 2,000
Kinematic Viscosity at 100°C after 20 hour KRL shear, cSt	Report	6.0	min 5.0

جدول ۳- تغییر آزمون‌های اصلی الزامات MERCON با معرفی انتقال دهنده‌های جدید

تجاری، نیاز به سیالات جدیدی با گرانروی بالاتر به وجود آمد. این سیالات گرانروی در دمای ۱۰۰ درجه در محدوده ۹/۵-۱۰ سانتی‌استوک دارند. مثال‌هایی از این روغن‌ها را در ZF TE-ML 14F و Allison TES-353 می‌توان مشاهده کرد.

نتیجه گیری

با پیشرفت مداوم در تولید انتقال دهنده‌های قدرت، لزوم استفاده از روانکارهای باکیفیت برای روانکاری آن‌ها بیش از پیش مورد توجه قرار می‌گیرد. با وجود اینکه این روانکارها فرمولاسیون‌های پیچیده‌ای ندارند اما استفاده از مواد اولیه باکیفیت برای تولید روانکارهایی متناسب با نیاز بازار، موضوع مهم و قابل توجهی است. در سال‌های اخیر تولیدکنندگان روانکار به سمت تولید سیالات انتقال قدرت اتوماتیک با کیفیت بالا پیش رفته‌اند که نوید آینده بهتری برای بازار این سیالات را می‌دهد.

الزامات عملکرد سیالات انتقال قدرت اتوماتیک- شرکت Chrysler شرکت کرایسلر نیز مانند شرکت‌های فورد و جنرال موتورز دارای الزامات مخصوص به خود است. در جدول شماره ۴ دسته بندی این نوع روغن‌ها قابل رویت است:

گرانروی سیالات انتقال قدرت اتوماتیک

در سال‌های اخیر برای کاهش مصرف سوخت، روغن‌های ATF با گرانروی کمتر مورد استقبال قرار گرفته‌اند که معمولاً گرانروی در دمای ۱۰۰ درجه آن‌ها در محدوده ۵/۵-۶/۵ سانتی‌استوک قرار دارد. این سیالات خصوصیات در سرمای بسیار خوبی دارند و مطابق با الزامات DEXRON VI و MERCON LV هستند. در گذشته گرانروی روغن‌های ATF وسایل نقلیه تجاری مشابه خودروهای سواری بود، اما با معرفی انتقال دهنده‌های قدرت با دمای عملیاتی بالاتر و ایجاد شرایط سخت‌تر برای وسایل نقلیه

روغن منسوخ Chrysler برای خودروهای محور جلو	Chrysler 7176
محافظت اکسیداسیون و سیالیت در سرمای بهتر	Chrysler ATF+2 also called 7176D
طراحی شده برای اتوماتیک‌های چهارسرعه / استفاده از روغن پایه با کیفیت تر برای دستیابی به قدرت بالاتر نسبت به ATF+2	Chrysler ATF+3 also called 7176E
ATF سنتزی معرفی شده در 1998/ ناسازگار با روغن Dexron و Mercon	Chrysler ATF+4 also called ATE
ATF سنتزی استفاده شده در 2002 و جدیدتر. ناسازگار با Dexron و Mercon	Chrysler ATF+5

جدول شماره ۴- دسته بندی روغن‌های کرایسلر

1. Sun Gear
2. Ring Gear
3. Planet Gear
4. carrier
5. Brake band
6. Backward compatible

پیشگفتار

در اولین شماره‌ی مجله علمی - تخصصی افزون روان (تابستان ۱۳۹۲) به مواد افزودنی کاهنده نقطه ریزش پرداخته شد. با توجه به گستردگی این موضوع و تخصصی تر شدن مقالات، تصمیم گرفتیم تا نگاهی عمیق تر به این ماده افزودنی داشته باشیم و اهمیت بررسی عملکرد آن را در روغن موتور تازه و کارکرده یادآور شویم. این مقاله شامل دو بخش است: در بخش اول به اهمیت این افزودنی در کنترل ویژگی‌های رئولوژیک روغن پرداخته‌ایم و در بخش دوم پرمصرف‌ترین PPD- پلی متاکریلات- را در صنعت روانکار بررسی کرده‌ایم.

بخش اول

مقدمه

پمپ شدن نفت خام و مشتقات آن جزء اولین مشکلاتی بود که مهندسیین در انتقال نفت خام به پالایشگاه‌ها و محل‌های مصرف با آن مواجه بودند. لذا مواجهه با این مشکلات و مسائل ناشی از ژل‌شدگی و تلاش برای غلبه بر آن‌ها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌ها، تجربه بزرگی ایجاد کرد [۱،۲]. این امر سبب شد که به محض توسعه‌ی صنعت روانکار، قابلیت پمپ شدن روغن در دماهای پایین جزء یکی از پارامترهای اصلی مورد ارزیابی قرار گیرد. بر همین اساس «کاهش نقطه ریزش» روغن‌های معدنی یکی از اولین اصلاحاتی بود که در حوزه روانکار توسعه یافت [۳].

تاریخچه

به دو دلیل قابلیت پمپ شدن روغن‌های پایه معدنی با کاهش دما از دست می‌رود: افزایش نمایی^۲ گرانروی تا جایی که روغن قابلیت جاری شدن خود را از دست بدهد و دیگری ژل‌شدگی ناشی از تشکیل شبکه‌ای سراسری از کریستال‌های پارافین که با محصور کردن روغن، منجر به اختلال در فرآیند پمپ شدن شود، که عموماً عامل دوم زودتر از عامل اول پدید می‌آید. تا قبل از سال ۱۹۳۰ راهکار مرسوم برای غلبه بر پدیده ژل‌شدگی در فصل زمستان، حرارت دادن کارتر^۳ با شعله مستقیم و یا اضافه کردن نفت سفید^۴ به عنوان حلال رقیق کننده روغن بود. نفت سفید که عمدتاً از مولکول‌های پارافین با زنجیر کوتاه تشکیل شده است، به عنوان عاملی که می‌تواند انحلال کریستال‌های پارافین را در محیط روغنی در دماهای پایین افزایش دهد، برای مدت‌های طولانی مشکل ژل‌شدگی روغن را بر طرف کرد، اما تخیر زیاد آن مهم‌ترین عامل محرک در توسعه روش‌های جدیدتر و مؤثرتر بود [۴،۵].

از میان سایر تجربیات مربوط به نفت خام، از سال ۱۹۳۱، استفاده از

ترکیبات شیمیایی کوچکی که می‌توانند فرآیند ژل‌شدگی را به تأخیر بیندازند مورد توجه قرار گرفت. در ابتدا ترکیبات نفتالنی آلکیل دار شده^۵ به کار گرفته شدند. تا اینکه در سال ۱۹۳۴ آقای هرمان برونسون که در آزمایشگاه تحقیقاتی شرکت روهم اند هاس (که بعداً تبدیل به RohMax شد) به دنبال تولید پلی متاکریلات^۶ به عنوان VII بود، به طور اتفاقی فهمید که این پلیمر در پایین آوردن نقطه‌ی ریزش تأثیر زیادی دارد [۶،۷]. لذا این اختراع را (بدون آن که از مکانیزم عملکردش اطلاع دقیقی داشته باشد) به عنوان یک VII که گرانروی روغن در سرما را نیز بهبود می‌دهد در سال ۱۹۳۷ به بازار معرفی کرد. پلی متاکریلات پس از حدود ۱۰ سال - و به لطف نیروی هوایی آمریکا در خلال جنگ جهانی دوم - توانست ابتدا به بازار روغن هیدرولیک و سپس به بازار روغن موتور راه یابد و از نظر تجاری موفق شود. گرچه پس از آن پلیمرهای دیگری نیز برای این کاربرد معرفی شده و کاربردهایی نیز پیدا کردند، اما هنوز هم خانواده‌ی متاکریلات بیشترین سهم را به‌عنوان PPD روغن به خود اختصاص داده‌اند.

مکانیسم عملکرد

پی بردن به نحوه‌ی عملکرد پلیمرها به عنوان کاهش دهنده‌ی نقطه‌ی ریزش صرفاً با آگاهی از مکانیسم تشکیل کریستال‌های پارافینی میسر است. نیمه‌ی ابتدای قرن بیستم مطالعات متنوعی در این حوزه با هدف شناسایی مکانیسم تشکیل کریستال‌های پارافینی انجام شد. نتایج این مطالعات نشان داد که با کاهش تدریجی دما و کاهش انرژی جنبشی مجموعه اجزای تشکیل دهنده‌ی روغن، وکس‌ها به عنوان بلندزنجیرترین اجزای هیدروکربنی موجود در این مجموعه، فرصت کافی برای کنار هم قرار گرفتن پیدا کرده و از طریق برهم کنش‌های فیزیکی و اندروالسی^۸ به مجموعه‌ای از چندین وکس در هم تنیده تبدیل می‌شوند که تمایل بالایی به خروج از فاز مایع دارند [۸،۹]. اولین نشانه از شروع این پدیده، ایجاد کدورت و حالت مه مانند در روغن است. اکنون می‌دانیم که عامل اصلی ایجاد این پدیده، سنگین‌ترین زنجیره‌های وکس هستند. این مرحله تحت عنوان نقطه‌ی ابری شدن^۹ شناخته می‌شود. این نقطه از این جهت اهمیت دارد که با سردتر شدن و عبور از آن، مقدار بیشتری از رسوب کریستال‌های پارافینی تشکیل شده و رفتار نیوتنی روغن از دست می‌رود. با ادامه سرمایش، هسته‌های اولیه‌ای که پیش از این تشکیل شده بودند، با تجمع بیشتر، کلاسترهای کریستالی را به وجود می‌آورند که شکل، ابعاد و جهت‌گیری آن‌ها تابعی است از:

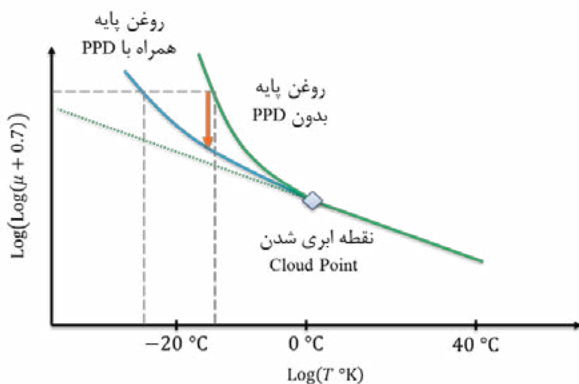
- قدرت حل‌شوندگی وکس‌ها در روغن مورد نظر

- دما

اهمیت بررسی عملکرد ماده افزودنی کاهنده نقطه ریزش در روغن موتور تازه و کارکرده

PPD Performance in Fresh and Used Engine Oil

گرانروی (به علاوه‌ی فاکتور تصحیح) را با لگاریتم دما بر حسب درجه کلوین رسم کنیم، خط راست به دست می‌آید. لیکن اگر این نمودار را برای یک روغن پایه معدنی در تنش برشی کم (مثلاً روش MRV) رسم کنیم (نمودار ۱) متوجه می‌شویم که با کمتر شدن دما از نقطه ابری شدن، گرانروی از پیش‌بینی مدل والتز تجاوز کرده و افزایش چشمگیری پیدا می‌کند. این افزایش غیرعادی نتیجه‌ی تشکیل شبکه‌ی کریستالی وکس است که نهایتاً منجر به رسیدن زود هنگام به نقطه‌ی ریزش می‌شود. نقشی که PPD ایفا می‌کند، اختلال در مراحل تشکیل شبکه کریستالی است که منجر به تأخیر در بروز این رفتار غیرعادی و غیرخطی می‌شود. لذا انتظار می‌رود که گرانروی در سرعت برشی کم^{۱۱} کاهش قابل توجهی داشته و نقطه‌ی ریزش در دمای پایین‌تری مشاهده شود.

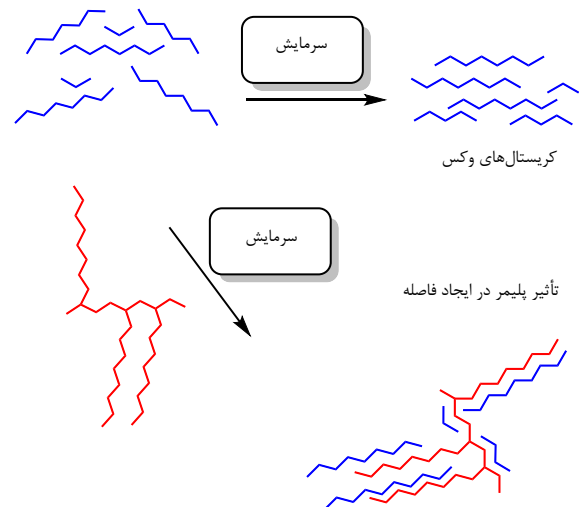


نمودار ۱ - تغییرات گرانروی یک نمونه روغن پایه معدنی با دما به روش MRV - نقطه چین پیش‌بینی مدل والتز و خطوط منحنی رفتار غیرخطی را نشان می‌دهد

- پروفایل دما-زمان سرمایش
- تنش‌های فیزیکی که طی فرآیند سرد شدن به روغن وارد می‌شود
- نهایتاً افزودنی‌های موجود در روغن (در صورت استفاده)
با اتصال این کلاسترها به هم، شبکه‌ای سراسری از کریستال‌های وکس به وجود می‌آید که روغن را درحالی‌که هنوز به نقطه انجماد خود نرسیده در درون خود محصور و از جاری شدن آن جلوگیری می‌کند. این مرحله همان نقطه‌ی ریزش است. بر اساس این مکانیسم، هر عاملی که در روند یکی از مراحل هسته زایی، کریستال شدن وکس و یا تشکیل شبکه سراسری اختلال به وجود آورد، منجر به بهبود خواص فیزیکی روغن در دماهای پایین می‌شود.

رفتار غیر نیوتونی / غیر خطی

بر اساس مدل والتز^{۱۰} که دقت بالایی در پیش‌بینی تغییرات گرانروی روغن‌های روانکار با دما دارد، اگر لگاریتم دوگانه‌ی



شکل ۱- نموداری ساده از نحوه‌ی عملکرد کاهنده‌های نقطه ریزش

SAE 5W-30 / ILSAC GF-5 / OCP VII

قبل از آزمون ROBO

مقدار و نوع PPD	%	%/۴ از نوع A
نقطه ریزش	-۱۸ درجه سانتی‌گراد	-۳۳ درجه سانتی‌گراد
MRV TP-1 در ۳۵- سانتی‌گراد	۱۷,۶۰۰ سانتی‌پواز	۱۶,۹۰۰ سانتی‌پواز
MRV TP-1 در ۴۰- سانتی‌گراد	۱۳۴,۰۰۰ سانتی‌پواز	۶۰,۰۰۰ سانتی‌پواز

بعد از آزمون ROBO

MRV TP-1 در ۳۰- سانتی‌گراد	تقریباً جامد	۱۲۷,۹۰۰ سانتی‌پواز
----------------------------	--------------	--------------------

جدول ۱- ویژگی‌های رئولوژیک یک روغن در سرما، همراه و بدون PPD، قبل و پس از آزمون ROBO (ASTM D7528)

میراثی است که از صنعت نفت باقی مانده و هدف اصلی آن شبیه‌سازی جریان نفت خام سرد شده در لوله بوده است.

اما نکته دیگری که از سطح کارایی API SL به بعد مورد توجه قرار گرفت، این بود که آیا سنجش عملکرد PPD در روغن تازه کافی است، یا اینکه باید عملکرد آن را در روغن کارکرده نیز بررسی کرد؟ این سؤال زمانی مطرح شد که مشخص گردید شماری از انواع PPD در برخی فرمولاسیون‌ها پس از گذشت مدتی از کارکرد روغن، کارایی خود را از دست می‌دهند. به این سبب از آن زمان، روغن موتور میبایست پس از آزمون موتوری ۱۰۰ ساعته ASTM D7320 که دمای روغن در ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد کنترل می‌شود و هدف اصلی آن اکسید کردن روغن است، مجدداً در آزمون MRV TP-1 (البته با ۵ درجه سانتی‌گراد تخفیف) قبول شود.^{۱۳} هرچند امکان انجام آزمون‌های موتوری یاد شده در ایران وجود دارد، ولیکن هزینه آن برای سنجش کارایی PPD (در شرایطی که هنوز آزمون‌های موتوری الزامی نیست) بسیار زیاد است. اما خوشبختانه شرکت EVONIK در سال ۲۰۰۹ توانست آزمونی کارآمد را به عنوان جایگزین به استاندارد API اضافه کند. این آزمون، که به دلیل نقش آقای رومازفسکی در توسعه آن ROBO نامگذاری شده است، به شکل خوبی اکسید شدن روغن را که در آزمون Sequence IIIA رخ می‌دهد شبیه‌سازی می‌کند؛ و طی ۴۰ ساعت،

در جدول ۱، نتایج آزمون موتوری دو روغن مشابه هم (ILSAC GF-5 با درجه گرانی 5W-30) آمده که یکی بدون PPD و دیگری با ۰/۴ درصد از یک نوع PPD ساخته شده‌اند. با مقایسه ویژگی‌های این دو روغن (قبل و بعد از آزمون ROBO^{۱۴}) می‌توان درک بهتری از نقش PPD در کنترل رفتار غیرخطی روغن داشت.

آزمون‌های سنجش عملکرد PPD

برای سنجش عملکرد PPD در کنترل رفتار رئولوژیک روغن در دمای پایین، میبایست ۲ پارامتر زیر را در آزمایشگاه کنترل کرد:

- سرعت برشی
- سرعت سرمایش

برای آن که روغن فرصت کافی پیدا کند که شبکه کریستالی را شکل دهد، دو پارامتر فوق باید در حداقل مقدار ممکن نگاه داشته شود. دو آزمون MRV TP-1 (ASTM D4684) و بروکفیلد پویشی (ASTM D5133) با شبیه‌سازی شرایط واقعی سرد شدن تدریجی روغن در کارتر، تنش تسلیم و شاخص ژل‌شدگی روغن را تعیین و نشان می‌دهند که آیا PPD توانسته تشکیل شبکه کریستال وکس را در دمای مورد نظر کنترل کند یا خیر. پر واضح است که آزمون نقطه ریزش (ASTM D97) علی‌رغم سهولت انجام، به دلیل سرعت بالای سرمایش نمی‌تواند شرایط واقعی را شبیه‌سازی کند. این آزمون



شکل ۲- نمایی از تجهیزات مورد نیاز برای انجام آزمون ROBO

اهمیت بررسی عملکرد ماده افزودنی کاهنده نقطه ریزش در روغن موتور تازه و کارکرده

PPD Performance in Fresh and Used Engine Oil

در جدول ۱ مشخص است که PPD نوع A نتوانسته قابلیت پمپ شدن را در روغن حفظ کند، لذا گراندرومی MRV روغن بعد از آزمون ROBO افزایش بسیار شدیدی دارد. جدول ۲ اهمیت این موضوع را بهتر نشان می‌دهد. داده‌های این جدول مشابه جدول ۱ است، با این تفاوت که دو PPD مختلف را با هم مقایسه می‌کند. میبینید که PPD نوع A (که در جدول ۱ نیز آمده) هرچند در پایین آوردن نقطه ریزش یک گام بهتر از نوع B عمل کرده است، لیکن در محافظت از قابلیت پمپ شدن روغن بسیار ضعیفتر است.

در بسیاری از موارد می‌بینیم که بر اساس دستور العمل API برای تعویض پذیری روغن پایه^{۱۴}، در صورتی که نوع روغن پایه در فرمولاسیون تغییر یابد، تمامی آزمون‌های موتوری مرتبط با اکسیداسیون که در آن سطح کارایی الزامی است می‌بایست تکرار شوند. لذا جدول ۳ که برگردان جدول E-3 از این دستور العمل است، نشان می‌دهد که ایجاد تغییر در فرمولاسیون (مثلاً جایگزینی روغن پایه گروه ۱ با گروه ۲ در فرمولاسیون) کارایی PPD را در حاله‌ی شک و تردید قرار می‌دهد.

در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و در حضور کاتالیست، روغن را مشابه آنچه در موتور رخ می‌دهد اکسید می‌کند. لذا می‌توان گفت که اگر یک روغن پس از طی این آزمون در MRV TP-1 قبول شود، PPD نتوانسته کارایی خود را در طول کارکرد نیز اثبات کند. در شکل ۲ نمایی از تجهیزات مورد نیاز این آزمون را نشان داده‌ایم.

هر فرمولاسیون، یک PPD

شاید ادعای گزافی نکرده باشیم اگر بگوییم هر بار که تغییری اساسی در فرمولاسیون روغن موتور به وجود می‌آوریم، مجدداً باید عملکرد PPD را بازبینی کنیم و در صورت لزوم آن را تغییر دهیم. این موضوع به طور مختصر در مقاله قبلی توضیح داده شد. با نگاه به مکانیسم عملکرد این ماده افزودنی می‌توان فهمید که چرا در انتخاب نوع PPD میبایست روغن پایه، پاک‌کننده، متفرق‌کننده و خصوصاً پلیمر VII را مدنظر قرار داد. هرچند استاندارد SAE J300 آزمون MRV را برای تمامی روغن‌های تازه (قبل از مصرف) که درجه W دارند الزامی دانسته، اما همان‌طور که گفته شد، استانداردهای جدید روغن موتور در سطوح کارایی API SM و ILSAC GF-4 و بعد از آن صحت عملکرد PPD را در روغن کارکرده نیز بررسی می‌کنند.

SAE 5W-30 / ILSAC GF-5 / OCP VII / روغن پایه گروه ۲

قبل از آزمون

مقدار و نوع PPD	۰/۴٪ از نوع A	۰/۴٪ از نوع B
نقطه ریزش	۳۳- درجه سانتی‌گراد	۳۰- درجه سانتی‌گراد
MRV TP-1 در ۳۵-	۱۶,۹۰۰ سانتی‌پواز	۱۶,۷۰۰ سانتی‌پواز
MRV TP-1 در ۴۰-	۶۰,۰۰۰ سانتی‌پواز	۵۹,۰۰۰ سانتی‌پواز
تنش تسلیم	<۳۵ پاسکال	<۳۵ پاسکال

بعد از آزمون

MRV TP-1 در ۳۰-	۱۲۷,۹۰۰ سانتی‌پواز	۴۳,۶۰۰ سانتی‌پواز
تنش تسلیم	<۳۵ پاسکال	<۱۰۵ پاسکال

جدول ۲- مقایسه ویژگی‌های رئولوژیک یک روغن در سرما با دو نوع PPD، قبل و پس از آزمون ROBO (ASTM D7528)

اهمیت بررسی عملکرد ماده افزودنی کاهنده نقطه ریزش در روغن موتور تازه و کارکرده

PPD Performance in Fresh and Used Engine Oil

نوع روغن پایه‌ای که قصد جایگزین کردن آن را در فرمولاسیون داریم					نوع روغن پایه در فرمولاسیون اولیه
گروه ۵	گروه ۴	گروه ۳	گروه ۲	گروه ۱	
الزامی	$\geq 30\%$ غیر الزامی $< 30\%$ الزامی	$\geq 30\%$ غیر الزامی $< 30\%$ الزامی	الزامی	الزامی	گروه ۱
الزامی	$\geq 30\%$ غیر الزامی $< 30\%$ الزامی	$\geq 30\%$ غیر الزامی $< 30\%$ الزامی	الزامی	الزامی	گروه ۲
الزامی	$\geq 30\%$ غیر الزامی $< 30\%$ الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	گروه ۳
الزامی	در صورت تطابق همه مشخصات فیزیکی و شیمیایی با روغن اولیه غیر الزامی	$\geq 30\%$ غیر الزامی $< 30\%$ الزامی	الزامی	الزامی	گروه ۴
الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	گروه ۵

جدول ۳- خلاصه‌ی دستور العمل API برای تعیین مواردی که تغییر در روغن پایه منجر به الزام تکرار آزمون‌های موتوری، IIIIE, IIIF, IIIFHD, IIIG, Sequence IIIIE, IIIF, IIIFHD, IIIG می‌شود. در اینجا آزمون IIIIGA به‌طور خاص مد نظر قرار دارد.

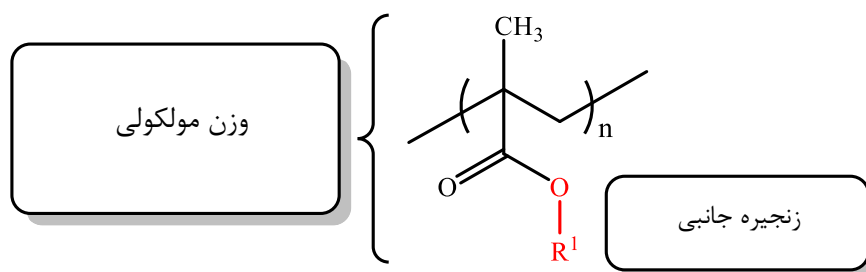
بخش دوم

هستند که ویژگی‌های نهایی آن را تعیین می‌کند:

- طول زنجیره‌ی اصلی
- طول و تنوع زنجیره‌های جانبی
- وزن مولکولی کل ساختار

پلی متاکریلات

پلی متاکریلات‌ها مانند هر پلیمر دیگری دارای سه پارامتر اصلی



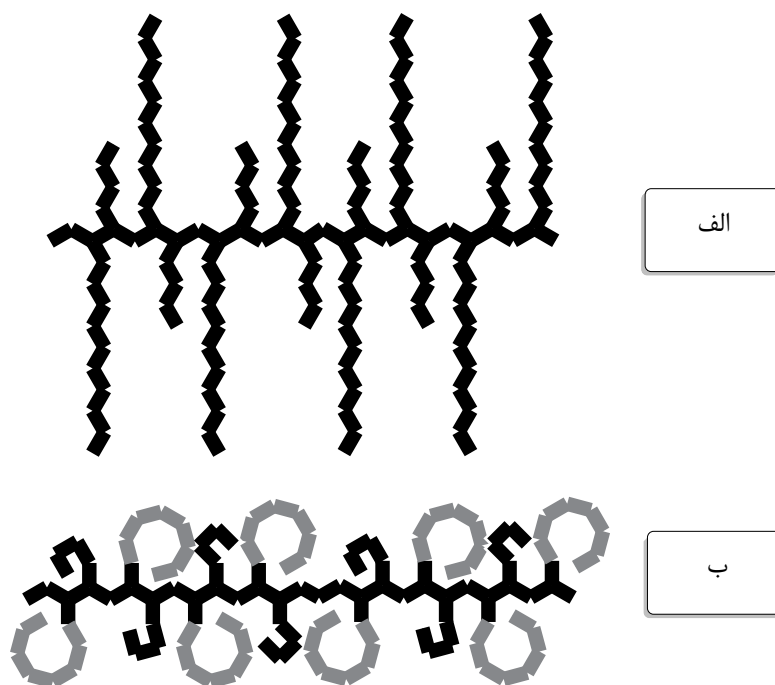
شکل ۳- شاخص‌های اصلی ارزیابی فیزیکی یک پلیمر

اهمیت بررسی عملکرد ماده افزودنی کاهنده نقطه ریزش در روغن موتور تازه و کارکرده

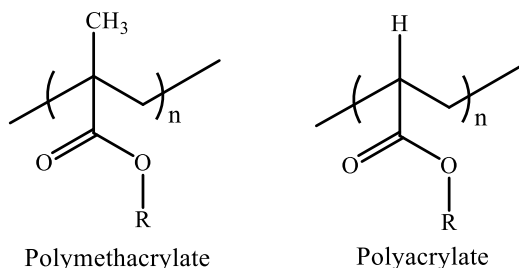
PPD Performance in Fresh and Used Engine Oil

در کمترین مقدار خود قرار می‌گیرد که منجر به تنزل عملکرد کاهنده‌ی نقطه‌ی ریزش می‌شود. وزن مولکول پلیمر عامل تاثیرگذار بعدی است. این پارامتر تأثیر مستقیمی روی پارامترهایی نظیر حلالیت، میزان برهمکنش‌های بین‌مولکولی و درون‌مولکولی و جهت‌گیری‌های فضایی پلیمر دارد که در طراحی این ماده افزودنی چالش ایجاد می‌کند. تعیین حالت بهینه برای پارامترهای فوق نیاز به آزمون و خطا و کار آزمایشگاهی فراوانی دارد. لیکن تجربه کسب شده در صنعت روانکار اینطور نشان می‌دهد که وزن مولکولی بین ۵۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰، بهترین نتایج را در بردارد [۱]. همچنین مشخص شده که پلیمرهایی با جهت‌گیری شانه مانند (دارای حجم هیدرودینامیک بالا) که دارای حلالیت مناسبی در محیط روغن هستند می‌توانند نقطه ریزش را بیشتر کاهش دهند.

با توجه به این که مکانیسم عمل پلی‌متاکریلات دور نگاه داشتن کریستال‌های پارافینی از یکدیگر و جلوگیری از تشکیل شبکه‌ای سراسری از آنهاست، بنابراین ساختار این ماده افزودنی به نحوی طراحی شده که اولاً طول و تنوع زنجیره‌های جانبی به اندازه‌ای باشد که بتواند بیشترین برهمکنش را با کریستال‌های وکس داشته باشد و ثانیاً طول زنجیره‌ی اصلی نیز در حدی باشد که کریستال‌های متصل شده به شاخه‌های جانبی را بتواند از هم دور نگه دارد. لیکن گاهی اوقات ممکن است واکنش‌های جانبی مزاحم نیز به وقوع بپیوندد که با اهداف اصلی رقابت کند. در صورتی که حلالیت کل پلیمر در داخل محیط روغن بسیار بالا یا بسیار پایین باشد، یا برهمکنش‌های درون ساختاری منجر به ایجاد حالت مارپیچ در پلیمر شوند، در هر دو حالت میزان برهمکنش شاخه‌های جانبی با وکس



شکل ۴- مفهوم حجم هیدرودینامیک و ارتباط آن با حلالیت. الف) جهت‌گیری پلیمر در حضور حلال مناسب، ب) جهت‌گیری پلیمر در حضور حلال نامناسب



شکل ۵- تفاوت ساختاری خانواده پلی متاکریلات با پلی آکریلات

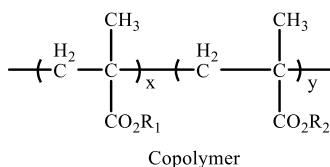
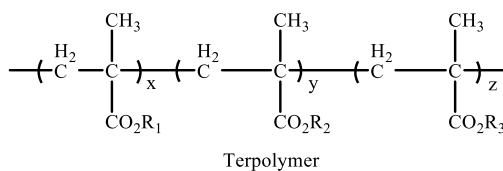
کیفیت جریان پیدا می‌کردند، افزایش یافت. نتایج بیشتر در این حوزه نشان داد که داشتن زنجیره‌های جانبی با طول متنوع و متناسب با روغن پایه‌های مشخص، نتایج بهتری به دست می‌دهد.

مهندسی و دقت در انتخاب طول زنجیره‌های جانبی پلی متاکریلات از طریق استفاده از مونومرهایی با طول زنجیره‌ای استری متنوع نتایج مطلوبی به دست داد. موفقیت این رویکرد را باید از قابلیت بالا در کنترل فرآیند سنتز خانواده‌ی متاکریلات دانست. بر همین اساس نسل بعدی از پلی متاکریلات‌های به کار رفته به‌عنوان PPD عمدتاً کوپلیمرها یا ترپلیمرهایی دارای زنجیره‌های جانبی با اندازه‌ی کوتاه، متوسط و بلند هستند. به طور معمول طول میانگین و تنوع این زنجیره‌ها به نحوی تعیین می‌شود که از یک سو منجر به دستیابی به انحلال مورد نظر برای دسترسی به حجم هیدرودینامیکی مورد نیاز شود و از سوی دیگر جهت‌گیری فضایی صلب و شانه‌مانند را به خوبی فراهم کند و نهایتاً منجر به برهمکنش مورد نیاز برای جذب کریستال‌های وکس شود. تجربه نشان داده که میانگین طول زنجیره‌های جانبی بین ۱۲ و ۱۴/۸ (بر مبنای تعداد کربن) بهترین نتایج را حاصل می‌کند [۳].

در بیان اهمیت جهت‌گیری فضایی پلیمرها و صلبیت ساختار آن‌ها همین بس که دو خانواده‌ی پلیمرهای پلی متاکریلات و پلی آکریلات که تفاوت ساختاری آنها صرفاً در یک گروه متیل است و از لحاظ گروه‌های عاملی کاملاً یکسان هستند، حتی با وجود جهت‌گیری فضایی یکسان، همواره ترجیح به استفاده از پلی متاکریلات است. علت این امر صلبیت بالاتر این خانواده است که ناشی از داشتن یک گروه متیل بیشتر است. این متیل اضافی پلیمر را در دور کردن کریستال‌های وکس توانا تر می‌کند.

طول و تنوع زنجیره‌های جانبی

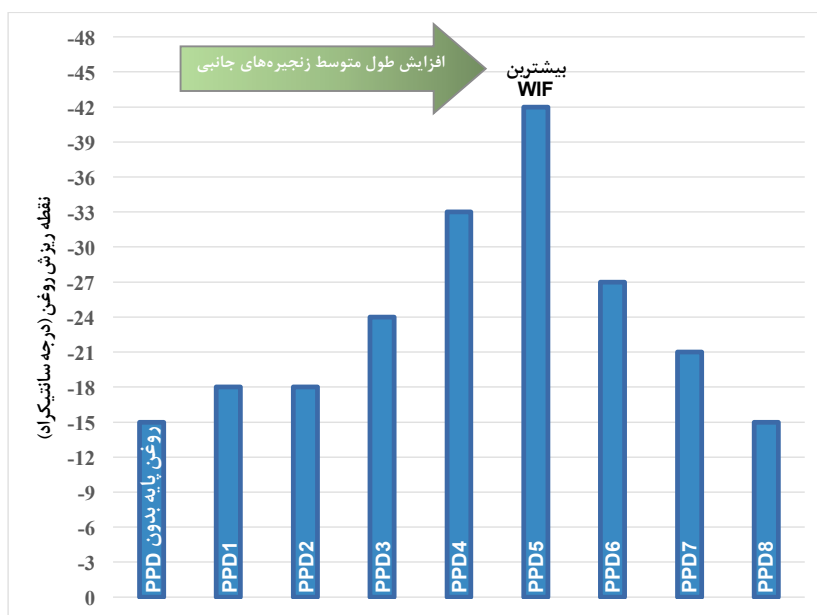
در میان پارامترهای ذکر شده، طول و تنوع زنجیره‌های جانبی تعیین‌کننده‌ترین و پیچیده‌ترین اثر را بر عملکرد کاهنده‌ی نقطه‌ی ریزش دارد. پلی متاکریلات‌های اولیه که به عنوان PPD مصرف می‌شدند هموپلیمر بودند که در روغن‌های پایه مشخص، کارایی مناسبی از خود بروز می‌دادند. با هدف فراگیر کردن کاربری این خانواده از پلیمرها، مخلوطی از این پلیمرها به طور هم‌زمان مورد استفاده قرار گرفتند. در این حالت گستره‌ی روغن‌های پایه‌ای که با یک بهبود دهنده‌ی نقطه ریزش بهبود



شکل ۶- ساختارهای کوپلیمر و ترپلیمر مبنی بر پلی متاکریلات

اهمیت بررسی عملکرد ماده افزودنی کاهنده نقطه ریزش در روغن موتور تازه و کارکرده

PPD Performance in Fresh and Used Engine Oil



شکل ۷- نمایی شماتیک از روش طراحی ماده افزودنی کاهنده نقطه ریزش مناسب برای روغن پایه‌ی مشخص

آن که بهینه‌ترین تنوع و طول زنجیر به دست آید، باید نسبت طول زنجیرها را هم تغییر داد که به کار بیشتری نیاز دارد. با توجه به آن چه که در خصوص WIF^{۱۵} گفتیم، معلوم می‌شود که چرا کاهنده‌ی نقطه‌ی ریزش در گستره‌ای محدود به چند نوع روغن پایه و حتی گاهی تنها در یک نوع روغن پایه‌ی خاص بهترین عملکرد را از خود نشان می‌دهد. هر روغن پایه بر اساس منبع استخراج خود و همچنین نوع فرآیند پالایشی که بر روی آن اعمال می‌شود ویژگی‌های منحصر به فردی را خواهد داشت که در این زمینه مهم‌ترین پارامتر، توزیع وزن مولکولی وکس‌های موجود در آن است. میزان شباهت و هم‌پوشانی وزن مولکولی وکس‌ها با تنوع و وزن مولکولی زنجیره‌های جانبی پلی‌متاکریلات تعیین می‌کنند که عملکرد کاهنده‌ی نقطه‌ی ریزش چگونه خواهد بود.

علاوه بر مطالعات فیزیکی، مکانیسم عملکرد بهبود دهنده‌های نقطه ریزش از طریق پارامترهای ترمودینامیکی هم مورد بررسی قرار گرفته‌اند. نتایج مشخص کرده است که هرچه دمای کریستال شدن پلیمرهای به کار گرفته شده به دمای کریستال شدن وکس‌های موجود در روغن نزدیک‌تر باشد، تأثیر آن پلیمر بر روی نقطه ریزش روغن بیشتر است. دمای کریستال شدن

فاکتور برهم‌کنش با وکس

حال باید فهمید که این حد از اهمیت زنجیره‌های جانبی از کجا ناشی می‌شود. بر اساس فرضیه‌های علم مواد، ساختارهایی با بالاترین میزان شباهت می‌توانند از طریق برهم‌کنش‌های فیزیکی از نوع واندروالسی یکدیگر را بیشتر جذب کنند. بنابراین هرچه تنوع و طول زنجیره‌های جانبی پلیمر به تنوع و طول زنجیره مولکول‌های وکس موجود در روغن شبیه‌تر باشد، پلیمر قدرت بالاتری برای برهم‌کنش واندروالسی با کریستال‌های وکس خواهد داشت. میزان تأثیرگذاری این پارامتر با «فاکتور برهم‌کنش با وکس» یا WIF^{۱۵} بیان می‌شود. لذا این شاخص ارتباط مستقیمی با تعداد کربن‌های شاخه‌های جانبی دارد به نحوی که با افزایش تعداد کربن‌ها مقدار آن نیز تغییر می‌کند [۸].

در شکل ۷ روش پیدا کردن بهترین طول متوسط زنجیره جانبی را برای یک روغن پایه مشخص نشان داده‌ایم. برای انجام این کار ابتدا یک مقدار اولیه از طول زنجیره‌های کوتاه، متوسط و بلند انتخاب می‌کنند، سپس با نگه داشتن همان نسبت، طول متوسط را افزایش می‌دهند. پلیمری که بیشترین کاهش را در نقطه ریزش ایجاد کند، بیشترین WIF را داشته و بنابراین با حداقل مقدار مصرف، بیشترین تأثیر را نشان می‌دهد. اما برای

نتیجه‌گیری

در این مقاله تلاش کردیم، نگاهی عمیقتر به عملکرد ماده افزودنی کاهنده نقطه ریزش از نوع پلی متاکریلات داشته باشیم. این پلیمر علی‌رغم مصرف بسیار کم در روغن نهایی (بین ۰/۲ تا ۰/۴ درصد)، با کنترل رفتار رئولوژیک و غیر نیوتونی در دمای پایین، وظیفه‌ی بسیار مهمی ایفا می‌کند. محدود دانستن این عملکرد بسیار مهم به نقطه‌ی ریزش، خطایی است که صنعت روانکار ایران عملاً سال‌ها مرتکب شده، ولی خوشبختانه در پیش‌نویس ویرایش جدید استاندارد ملی روغن موتور تا حدودی به آن توجه شده است. هرچند در این ویرایش محدودیتی بر روی تنش تسلیم روغن در نظر گرفته نشده، ولی به گرانروی MRV روغن تازه توجه شده است. در کنار این تغییر رو به جلو، یک بی‌توجهی و عقبگرد نیز به چشم می‌آید و آن حذف تمامی آزمون‌های موتوری است؛ و شاید دلیل این تصمیم، اجرا نشدن آن آزمون‌ها در طی سالیانی است که استاندارد روغن موتور تدوین شده است. ولیکن نباید از یاد برد که در سال‌های گذشته امکانات اتاق تست نیز توسعه بسیاری یافته، به طوری که اکنون آزمون آفرود دوام که ۵۰۰ ساعت به طول می‌انجامد به راحتی قابل انجام است. لذا با همکاری بیشتر سازمان‌های مربوطه، می‌توان استانداردهای روغن موتور را از این حیث ارتقاء داد.

اما آنچه که به ماده افزودنی PPD مربوط می‌شود و می‌توان با هزینه بسیار کمی توسعه داد، آزمون ROBO است. این آزمون به دلیل اکسید کردن روغن، هم به نوعی عملکرد آنتی اکسیدان را بررسی می‌کند و هم امکان بررسی عملکرد PPD در روغن کارکرده را با هزینه‌ی نسبتاً پایین فراهم می‌آورد. هرچند که این آزمون از زمان معرفی سطوح کارایی API SN و ILSAC GF-5 الزامی شده است، با این حال پتانسیل آن را دارد که با کمی پژوهش برای تعیین شرایط واکنش، به تمامی سطوح کارایی که در ایران مصرف می‌شود توسعه یابد.

فهرست مراجع و منابع

- [1] J. Denis, Pour point depressants in lubricating oils, *Lubr. Sci.* 1 (1989) 103–129. doi:10.1002/lis.3010010202.
- [2] Y. Wu, W.H. Thomason, S.A. Thomas, A. Sigit, Optimization of Pour Point Depressant Treating Rates for Crude and Condensate Blends Using an Onsite Densitometer, *Offshore Technol. Conf.* (2013). doi:10.4043/24096-MS.
- [3] N. Ridzuan, F. Adam, Z. Yaacob, Molecular Recognition of Wax Inhibitor Through Pour Point Depressant Type Inhibitor, *Int. Pet. Technol. Conf.* (2014). doi:10.2523/IPTC-17883-MS.
- [4] H.A. Bruson, Composition of matter and process, (1937). <https://www.google.com/patents/US2091627>.
- [5] H.A. Bruson, Process for preparing esters and products, (1937). <https://www.google.com/patents/US2100993>.
- [6] S.P. Srivastava, Lubricant Additives and Their Evaluation, in: *Dev. Lubr. Technol.*, John Wiley & Sons, Inc, 2014: pp. 61–85. doi:10.1002/9781118907948.ch5.
- [7] Leslie R. Rudnick, *Lubricant Additives | Chemistry and Applications*, third, 2017.
- [8] J.S. Manka, K.L. Ziegler, Factors Affecting the Performance of Crude Oil Wax-Control Additives, *SPE Prod. Oper. Symp.* (2001). doi:10.2118/67326-MS.

پلیمرها به دو پارامتر نقطه ذوب و دمای شیشه‌ای شدن^{۱۶} بستگی دارد، پس می‌توان در نظر گرفت که عملکرد بهبود دهنده‌ی نقطه ریزش رابطه‌ی مستقیمی با دمای شیشه‌ای شدن دارد، دمای شیشه‌ای شدن هم به طول میانگین زنجیره‌ی پلیمر بستگی دارد. آن‌طور که به نظر می‌آید، نتیجه‌گیری حاصل از مقایسه‌ی پارامترهای ترمودینامیکی با نتایج حاصل از شاخص‌های WIF همخوانی داشته و منجر به یک نتیجه‌ی واحد می‌شوند.

پایداری فیزیکی و شیمیایی

ویژگی منحصر به فرد دیگری که پلی‌متاکریلات را از لحاظ کاربرد بسیار پرارزش می‌کند، پایداری فیزیکی و شیمیایی این ساختار در شرایط عملکرد روغن است. این پلیمرها به دلیل میزان مصرف کم در محصولات نهایی، اولاً از شکست‌های فیزیکی در دماهای پایین مصون هستند، ثانیاً از لحاظ ساختاری با وجود داشتن گروه‌های عاملی استری که پتانسیل بالایی از لحاظ تجزیه شدن در طی فرآیندهای آبکافت را دارند، کاملاً پایداری را می‌توان در احاطه شدن گروه‌های استری به وسیله‌ی گروه‌های هیدروکربنی بلند زنجیر جستجو کرد که دسترسی آب به این گروه‌های عاملی را به شدت محدود می‌کند.

تنها عامل شناخته شده برای تخریب پلی‌متاکریلات، تجزیه حرارتی آن در دمای بالاست. مشخص شده است که گسست حرارتی در دمای حدود ۲۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد در محل زنجیره‌ی اصلی به وقوع می‌پیوندد و این نوع گسست با افزایش دما به حدود ۲۵۰ درجه به زنجیره‌های جانبی پلیمر توسعه می‌یابد که در محل گروه‌های استری به وقوع می‌پیوندد.

۱- (ASTM D97) کمترین دمایی که یک سیال با اعمال مقدار بسیار کم سرعت برشی (در حد کج کردن ظرف حاوی آن) می‌تواند در کمتر از ۵ ثانیه جاری شود.

۲- $\ln(\ln(v+c))=A+B\ln(T)$

۳- فرانسی: Crankcase - Carter - انگلیسی: Kerosene

۴- این ترکیبات با استفاده از روش های الکیلاسیون فریدل-کرفتس تولید می‌شوند.

۵- Poly-Methacrylate

۶- US 2100993

۷- Van der Waals

۸- Cloud Point

۹- Walther

۱۰- نباید فراموش کرد که PPD در گرانروی سرعت برشی بالا (مانند CCS) تأثیر محسوسی ندارد.

۱۱- Romaszewski Oil Bench Oxidation

۱۲- در سطح کارایی این API SL این اندازه گیری پس از انجام آزمون موتوری ۸۰ ساعته Sequence IIIF انجام می‌شود.

۱۳- بعد از معرفی آزمون جدیدتر IIIG در سطح کارایی API SM آزمون ۱۰۰ ساعته جدید جایگزین شد.

۱۴- API BASE OIL INTERCHANGEABILITY GUIDELINES FOR PASSENGER CAR MOTOR OILS AND DIESEL ENGINE OILS

۱۵- Wax Interaction Factor

۱۶- دمایی که رفتار پلیمر از حالت الاستیک به ویسکوالاستیک تغییر میکند

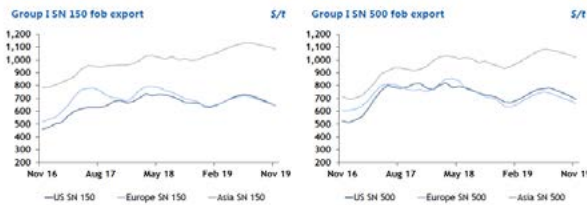
افزایش تقاضای فصلی به دلیل همزمانی با دوره های تعمیرات و نگهداری واحدهای تولیدی روغن پایه، قابلیت تامین همه گروه ها را کاهش می دهد که موجب افزایش قیمت می گردد.

پیش بینی روند قیمت های جهانی روغن های پایه در دراز مدت در طول دوره پیش بینی شده متفاوت است. قیمت های جهانی گروه I و II انتظار می رود در پایان دوره در نظر گرفته شده (ماه نوامبر ۲۰۱۹)، بیشتر از قیمت فعلی باشد. اما قیمت روغن های پایه گروه III در پایان زمان پیش بینی شده کمتر از اول دوره است. روند قیمت در آسیا نیز متأثر از روند جهانی برای گروه های مختلف است. قیمت های صادراتی برای استاک و SN ۱۵۰ در پایان دوره پیش بینی نسبت به ابتدای آن کمتر است اما قیمت SN ۵۰۰ در طول این دوره با افزایش همراه خواهد بود.

فشار برای افزایش قیمت به علت تقاضای فزاینده و محدودیت تامین در یک چهارم اولیه سال، در تضاد با ظرفیت تولیدی جدید منطقه ای است. بنابراین افزایش حتمی در ظرفیت تولید، از هرگونه افزایش ناگهانی قیمت جلوگیری می کند.

در حال حاضر گرید های سنگین به نسبت گرید های سبک تر در پایین ترین قیمت خود حداقل از سال ۲۰۱۰ قرار دارند. اما به احتمال زیاد این روند ادامه نخواهد داشت چراکه واحدهای تولید کننده مختلفی وجود دارند که قصد تولید گریدهای سبک تر با قیمت بیشتر دارند که قابلیت تامین را افزایش داده و قیمت ها را به نسبت گرید های سنگین کاهش می دهد.

برگرفته از: <https://www.argusmedia.com/en/news>



ایران همچنان بزرگترین بازار روانکار در خاورمیانه

پیش بینی می شود تقاضا برای روانکار در خاورمیانه با نرخ رشد سالانه ۱/۴ درصد در ۵ سال آینده به حدود ۱/۸ میلیون تن برسد. این پیش بینی توسط موسسه Kline & Co اعلام شده است. این موسسه تقاضا برای روانکار در خاورمیانه در سال ۲۰۱۷ را بین ۱/۴ تا ۱/۷ میلیون تن تخمین زده بود که از این میزان ۵۰۰,۰۰۰ تا ۶۰۰,۰۰۰ تن به مصرف خودروهایی تجاری، ۵۰۰,۰۰۰ تا ۶۰۰,۰۰۰ تن به مصارف صنعتی و ۴۰۰,۰۰۰ تا ۵۰۰,۰۰۰ تن به مصرف خودروهایی سواری اختصاص یافته بود. بر طبق این پیش بینی، ایران بزرگترین بازار مصرف روانکار خودرویی را در میان همه کشورهای منطقه داراست. همچنین عربستان سعودی دومین مصرف کننده روانکار و بعد از آن به ترتیب امارات متحده عربی، عمان، کویت، قطر و بحرین قرار دارند.

بازبینی جدید ACEA در سال ۲۰۱۸

انجمن تولیدکنندگان خودرو اروپا (ACEA) نسخه ی بازبینی شده استانداردهای روغن موتور ACEA را تا پایان سال ۲۰۱۸ ارائه خواهند داد. بازبینی قبلی در سال ۲۰۱۶ انجام شده بود. قرارگیری برخی آزمون های جدید و یا جایگزینی با آزمون های قبلی، افزایش دستهبندی جدید برای Light-duty و حذف برخی از دستهبندی های قدیمی در دستور کار این بازبینی قرار دارد. در میان آزمون های جدید آزمون سایش Toyota VVT Se-quence IVB چشم می خورد که ابتدا برای ILSAC GF-6 (آخرین بازبینی الزامات خودروهایی آمریکای شمالی است) طراحی شده بود. Sequence IVB در ماه مه میلادی سال جاری به ILSAC GF-6 اضافه شده بود. تنها انتقادی که به این آزمون گرفته شده است، این است که بین روغنی که محافظت خوب در مقابل سایش دارد با روغنی که محافظت لازم را ندارد، تفاوت نمی گذارد. ILSAC اعلام کرده است که تا قبل از معرفی GF-6 به بازار که در چهارماهه دوم سال ۲۰۲۰ انتظار می رود، این مشکل حل خواهد شد.

پیش بینی چشم انداز بازار جهانی روغن پایه

بررسی های قیمت برای سه تا شش ماهه بعد حاکی از آن است که قیمت جهانی روغن های پایه در یک چهارم اولیه سال آینده روند افزایشی خواهد داشت؛ تقاضای فصلی عمدتاً در این دوره تا اواسط سال افزایش می یابد.

راه اندازی سیستم صدای مشتری

برای جلب هرچه بیشتر رضایت مشتریان و مصرف کنندگان، شرکت افزون روان سیستم صدای مشتری را

راه اندازی کرد.

با بهره گیری از این سیستم می توان تمامی موارد، مذاکرات، پیشنهادات و انتقادات را در کوتاه ترین زمان پیگیری، بررسی و مرتفع گرداند.



از هم اکنون با **صدای مشتری** همراه و همیار شما هستیم...

۰۲۱ - ۲۳ ۵۵ ۹۹ ۹۹

داخلی ۴

معرفی محصولات

PRODUCT INTRODUCTION

Keroflux 6160

خواص سیالیت فرآورده‌های تقطیر میانی (مانند گازوئیل) در دماهای پایین می‌گردد. Keroflux 6160 به عنوان یک اصلاح‌کننده کریستالیزاسیون برای پارافین‌های خطی عمل می‌کند و مانع ایجاد شبکه منسجم کریستال‌های وکس پارافینی می‌شود که در نتیجه نقطه اتصال فیلتر سرد (CFPP) و نقطه ریزش (PP) فرآورده‌های تقطیر میانی را به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد.

نوع محصول: بهبود دهنده سیالیت در سرما برای فرآورده‌های تقطیر میانی
کاربرد: کاهش دهنده نقطه ریزش گازوئیل
توضیحات: Keroflux 6160 به طور قابل توجهی باعث بهبود

Synative ES TMTc

کاربرد دارند. از مهم‌ترین کاربردهای این کالا استفاده به عنوان کمک حلال جهت انحلال بهتر افزودنی‌ها در روغن پایه‌های غیرقطبی است.
مزایا: از خصوصیات این کالا می‌توان به سیالیت در سرمای مناسب، انحلال پذیری مناسب، پایداری اکسیداسیون و هیدرولیتیکی اشاره کرد.

نوع محصول: پلی‌ال استر با ویسکوزیته ۴.۳ سانتی‌استوک در ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد
کاربرد: به عنوان پایه سنتزی در فرمولاسیون گریس، روغن موتور و روغن دنده، سیالات هیدرولیک و سیالات فلز کاری

Irgalube base 10

دیزلی با محدودیت خاکستر سولفات، ایجاد اثر هم‌افزایی در خاصیت آنتی‌اکسیدانتی در کنار آنتی‌اکسیدانت‌های فنوله
توضیحات: مکمل بازی بدون خاکستر مناسب سطوح کیفی با محدودیت خاکستر سولفات (API CK-4, CF-4, CJ-4, ACEA E6/E9-Cx, JASO DH-2) است و باعث کاهش رسوبات در روغن موتور می‌گردد.

نوع محصول: ماده افزودنی بالا برنده عدد قلیایی (TBN) بدون خاکستر، دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانتی
کاربرد: ماده افزودنی مکمل بازی بدون خاکستر مناسب برای کاربردهایی که محدودیت خاکستر دارند
مزایا: افزایش مدت تعویض روغن در روغن موتورهای

معرفی محصولات

PRODUCT INTRODUCTION

MX 5116

کاربرد: مناسب جهت تولید روغن موتورهای بنزینی مطابق با الزامات API SN, API SM/CF
مزایا: دارای تاییدیه از بزرگترین خودروسازان دنیا

نوع محصول: بسته افزودنی روغن موتورهای بنزینی

Specifications	Treat Rates	
	10.8%	9.9%
API	SN	SM/CF
ACEA	A3/B4-16	ACEA A3/B4-08
Mercedes Benz	MB approval 229.3	MB 229.1
Volkswagen	VW 505 00 VW 501 01 VW 502 00	VW 501 01, 505 00 quality
Renault	RN 0700 level	

MX 5217

کاربرد: مناسب جهت تولید سطوح کیفیت روغن موتورهای دیزلی مطابق با الزامات: API CH-4, CI-4
مزایا: دارای تاییدیه از بزرگترین خودروسازان دنیا و در صد مصرف مناسب

نوع محصول: بسته افزودنی روغن موتورهای دیزلی

Specifications	13.6%	11.6%	9.6%
	API	CH-4 CI-4 level	CH-4 level
ACEA	E4/E7-16	E5-02 E7 level	E3-96
Mercedes Benz	MB approval 228.3	MB 228.3	MB 228.1
MAN	M 3377	M 3275 level	M 3275 level
MTU	Type 3	Type 2 level	Type 2 level
VOLVO	VDS-2 level		
Renault	Renault RVI RD level		
Cummins	CES 20078 level	CES 20072 level	

چرا افزودنی‌ها در روغن موتور جدا می‌شوند؟

کیفیت روانکار را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

علت جدا شدن مواد افزودنی در روانکارهای موتور چیست؟ برای مثال در آنالیز صورت گرفته روی کریستال‌هایی که منجر به گرفتگی فیلتر روغن در اتومبیل شده، ماهیت آن هیدروکسی تولوئن بوتیل یا همان آنتی‌اکسیدانت‌های BHT تعیین گردیده است. حال می‌خواهیم بدانیم چه عواملی منجر به این پدیده می‌شود؟

بعضی از مواد افزودنی به علت اندازه آنها فیلتر می‌شوند. این مشکل عمدتاً با آنتی‌فوم‌ها رخ می‌دهد، زیرا آنها بزرگتر هستند و معمولاً به جای حل شدن در روغن، به حالت تعلیق درمی‌آیند. اگر اندازه منافذ فیلتر بیش از حد محدود باشد، می‌تواند منجر به نشست مواد افزودنی در سطح فیلتر شود، بنابراین مواد افزودنی از روغن حذف خواهد شد.

هیدروکسی تولوئن بوتیل معمولاً به عنوان آنتی‌اکسیدانت در محصولات مختلف استفاده می‌شود. این افزودنی، به منظور به تعویق انداختن اکسیداسیون سریع روغن پایه که به وسیله‌ی جذب یا به دام انداختن رادیکال‌های آزاد رخ می‌دهد، مصرف می‌شود. چون این ادتیو به صورت محلول در روغن است مکانیسم‌هایی وجود دارد که می‌تواند باعث خروج آنتی‌اکسیدانت شده و اشکالاتی را به وجود آورد.

علاوه بر این، وقتی جریان روغن، فشار و درجه حرارت را تغییر می‌دهد، بر حلالیت مواد افزودنی و برخی از آلاینده‌ها نیز تاثیر می‌گذارد. در این مورد، زمانی که روغن از طریق لوله و نتوری جریان می‌یابد، افت فشار برای آن پیش می‌آید. این تغییر سریع فشار باعث می‌شود برخی مواد افزودنی حل شده از محلول خارج شده و روی سطح دستگاه و فیلتر رسوب کنند. چنین مواردی را می‌توان در بعضی از روش‌های حذف وارنیش مشاهده کرد که در آن روغن به روش مشابهی تحت فشار قرار می‌گیرد تا مواد تشکیل دهنده‌ی وارنیش را وادار به خروج از محلول کرده و اجازه دهد آنها فیلتر و حذف شوند. در شرایطی که در بالا توضیح داده شد، این فرایند می‌تواند یک عامل احتمالی باشد اما ممکن است عوامل دیگر نیز وجود داشته باشد.

افزودنی‌ها به دلایل مختلف، می‌توانند حلالیت خود را از دست بدهند و به حالت معلق در روانکار درآیند. مواد افزودنی سنگین‌تر مانند افزودنی‌های فشار پذیر جامد، آنتی‌فوم‌ها و برخی مواد افزودنی ضدسایش می‌توانند به دلیل زمان انبارش طولانی به سادگی جدا شوند. درحالی‌که در مورد آنتی‌اکسیدانت‌ها به دلیل شرایط انبارش، جداسازی سریع غیرمعمول است. شایان ذکر است که هرچه محیطی که در آن روغن انبارش می‌شود کمتر کنترل شود، مواد افزودنی سریعتر جدا خواهند شد. با توجه به میزان زیاد مواد افزودنی، روغن موتورهای کوتاه‌ترین عمر مفید را دارند و به همین علت برای کاهش مشکلات مربوط به جداسازی، باید با بیشترین سرعت ممکن مصرف شوند.

به عنوان مثال، در موتور، بسته به گازی که به عنوان سوخت مصرف می‌شود، آلاینده‌ها می‌توانند بر کشش سطحی روغن و حلالیت مواد افزودنی در آن تاثیر بگذارند. هر چه آلاینده‌هایی از قبیل آب و یا روغن تجزیه شده به علت آلودگی هیدروکربن، بیشتر باشند روغن نیز بیشتر در معرض از دست دادن مواد افزودنی قرار می‌گیرد و به آنها اجازه خروج از محلول در یک لوله و نتوری یا فیلتر را می‌دهد. به منظور حل این مشکل، بررسی تاثیر سوخت‌های مختلف ایده خوبی است. تغییر روغن پایه نیز می‌تواند مشکل را کاهش دهد و همچنین ممکن است به فواصل طولانی‌تر تخلیه بیانجامد.

آلودگی نیز می‌تواند منجر به رسوب مواد افزودنی شود. اکثر مواد افزودنی در روانکارها ذاتاً قطبی هستند، به این معنی که تمایل به دیگر اجزای قطبی دارند. آلودگی‌هایی مانند گردوغبار، رطوبت و ذرات حاصل از سایش فلزات نیز قطبی هستند، بنابراین آنها مواد افزودنی را جذب می‌کنند، سپس شروع به ته نشین شدن می‌کنند یا از طریق فیلترها جدا می‌شوند. این موضوع باعث حذف افزودنی از روغن شده و

درحالی‌که اشاره‌ی دقیق به شرایطی که باعث کریستاله شدن BHT می‌شوند دشوار است، اما می‌توان گفت احتمالاً مهم‌ترین عامل، آلاینده‌ای از سوخت و عدم سازگاری آن با روغن پایه است.

سیستم دنده CVT و E-CVT چه تفاوتی با دنده‌های اتوماتیک معمولی دارند و مشخصات روانکارهای آنها چیست؟

هنگامی که در یک خودرو و در شرایط عادی راننده اقدام به تعویض دنده می‌کند این عمل در گیربکس موجب درگیر شدن دو چرخ‌دنده با اندازه‌ها و تعداد دندانه‌های متفاوتی می‌شود. درگیر شدن این چرخ‌دنده‌های متفاوت سبب بوجود آمدن ضریب دنده‌های گوناگون (متناسب با تعداد دندانه‌ها و قطر چرخ‌دنده) می‌شود و گشتاور و دور بر اساس این ضریب دنده از موتور به چرخ‌ها منتقل می‌شود.

قبل از ارائه توضیحات، لازم به ذکر است علی‌رغم تشابه نام این دو سیستم دنده، مکانیک آن‌ها کاملاً متفاوت از یکدیگر است.

CVT یا Continuously Variable Transmission به معنی سیستم انتقال قدرت متغیر پیوسته است. اجزای اصلی تشکیل دهنده آن شامل پولی ورودی (محرک که به موتور متصل است)، پولی خروجی (متحرک که به چرخ متصل است) و تسمه مخصوص از جنس فلز یا لاستیک است که این دو پولی را به یکدیگر متصل می‌کند. هرکدام از پولی‌های محرک و متحرک (ورودی و خروجی) از دو مخروط تشکیل شده‌اند که این مخروط‌ها می‌توانند در راستای محوری که روی آن نصب شده‌اند حرکت کنند و به هم نزدیک و یا از هم دور شوند. بر روی این دو پولی تسمه‌ای که بعضاً دارای سطح مقطع V شکل است، قرار می‌گیرد. زمانی که دو پولی که هرکدام از دو مخروط متحرک تشکیل شده‌اند عرض خود را از طریق جابه‌جایی مخروط‌ها تغییر می‌دهند، بینهایت شعاع پولی ایجاد می‌شود و همانطور که می‌دانیم نسبت میان شعاع پولی ورودی و خروجی سبب ایجاد بینهایت ضریب دنده می‌شود به همین دلیل زمانی که خودرو در حال حرکت است با افزایش یا کاهش سرعت، عرض این پولی‌ها کم و زیاد شده و نسبت دنده‌ای را متناسب با وضعیت حرکتی خودرو ایجاد می‌کند (در تصویر این مکانیزم مشخص شده است).

برخلاف سایر جعبه‌دنده‌های اتوماتیک و دستی که تعداد محدودی ضریب دنده را تولید می‌کنند، در جعبه‌دنده‌های CVT به دلیل عملکرد ذکر شده در فوق بینهایت نسبت دور ایجاد می‌شود که این امر، سبب از بین رفتن شوک و تغییر دورهای ناگهانی ناشی

از تعویض دنده‌ها می‌گردد و به صورت پیوسته و متغیر در هر لحظه ضریب دنده مناسب انتخاب می‌شود. از جمله مزایای استفاده از این نوع سیستم‌های انتقال قدرت CVT می‌توان به این موارد اشاره کرد:

- انتقال روان‌تر و یکنواخت‌تر قدرت موتور
- کارایی دینامیکی بهتر و شتاب‌گیری بهتر
- کاهش مصرف سوخت تا ۲۰ درصد نسبت به گیربکس‌های خودکار معمولی و کارکرد دائمی موتور در بهینه‌ترین دور که ضمن کمک به سلامت موتور موجب کاهش مصرف سوخت می‌شود.

در وسایل نقلیه مجهز به سیستم هیبریدی، سیستم گیربکس CVT، یک سیستم CVT الکترونیکی (E-CVT) است. در این سیستم‌ها به‌جای پولی‌ها و تسمه از یک موتور الکتریکی برای کنترل گشتاور مجموعه دنده سیاره‌ای استفاده می‌شود. در این حالت مشابه با سیستم CVT، E-CVT به‌طور پیوسته (Step-less) ضریب دنده را تغییر می‌دهد. از جمله امتیازات این سیستم این است که سرعت موتور در مقایسه با سیستم‌های CVT معمولی به خوبی کنترل می‌شود.

برای بهبود کارآمدی انتقال قدرت، روانکاری در سیستم‌های CVT باید به گونه‌ای باشد که توانایی گشتاور بین تسمه و پولی بهبود یابد و از آنجا که ضریب اصطکاک به دلیل تماس فلز-فلز بین تسمه و پولی بسیار زیاد است، تشکیل یک فیلم روانکار پایدار، ضروری است. روانکاری بین تسمه و پولی در این سیستم‌ها از یک رژیم روانکاری مرزی یا ترکیبی پیروی می‌کند. از خصوصیات ضروری این سیالات، استفاده از مواد افزودنی ضدسایش مخصوص برای به حداقل رساندن میزان خسارات ناشی از اصطکاک و پایداری ضد لرزشی بهبود یافته است. مواد تشکیل دهنده این سیالات شامل روغن پایه و بهبود دهنده شاخص گرانشی است. در این سیالات از روغن‌های پایه سنتزی PAO و روغن‌های پایه معدنی با شاخص گرانشی بالا مانند روغن‌های پایه گروه III استفاده می‌شود. دیگر افزودنی‌های مورد استفاده در این سیالات از جمله ترکیبات ضدسایش فسفردار، بهبوددهنده اصطکاک، پاک‌کننده فلزی مانند کلسیمی و متفرق کننده و ... است. به‌صورت مقایسه‌ای می‌توان گفت سیال مورد استفاده در سیستم CVT در مقایسه با ATF به دلیل تماس مستقیم پولی با تسمه و در نتیجه اصطکاک بیشتر، بایستی دارای

پرسش و پاسخ

Question & Answer
fasnameh@afzoonravan.com

خصوصیت بهبودیافته‌تری در برابر اصطکاک در مقایسه با ATF باشد و بنابراین استفاده از سیالات ATF در کاربرد CVT به هیچ‌عنوان پیشنهاد نمی‌شود.

در سیستم دنده E-CVT به دلیل ساختار و کارکرد مشابه دنده‌های اتوماتیک معمولی، روانکاری نسبتاً مشابه ATF می‌باشد. نکته‌ی قابل توجه در این سیستم، عدم توصیه خودروسازان هیبریدی به نوع سیال مصرفی در دنده است. به نظر می‌رسد این امر، عدم نیاز این سیستم به تعویض سیال را نشان می‌دهد. برای مثال در کتاب راهنمای خودروی هیبریدی TOYOTA PRIUS اشاره‌ای به سیال مناسب دنده نشده است که در برخی اظهارنظرهای کارشناسی این موضوع، عدم نیاز این خودرو به تعویض سیال دنده تفسیر می‌شود.



مخلوط شدن آب در روغن چه نگرانی‌هایی را ایجاد می‌کند؟

همواره مقداری بخار آب در هوا موجود است، تا زمانی که غلظت آن کم و دمای هوا بالاست این رطوبت، خود را به شکل شبنم، مه یا باران نشان نمی‌دهد. اما به محض افزایش میزان آب و یا کاهش دما، آب از حالت محلول خارج شده و آشکار می‌شود. چنین پدیده‌ای در روغن نیز مشاهده می‌شود و منجر به مشکلات و نگرانی‌هایی در روانکار می‌شود. به این مفهوم که روغن نیز میزان کمی رطوبت را جذب می‌کند. این میزان به خاصیت آبدوستی روغن بر می‌گردد و عوامل مختلفی از جمله عمر و نوع روغن پایه، ترکیبات افزودنی و میزان آلودگی‌ها روی این خاصیت تأثیر گذار است.

به‌طور کلی هرچه روغن پایه قطبیت بیشتری داشته باشد آب بیشتری را در خود نگه می‌دارد. به‌طور مثال روغن‌های پایه گروه V از جمله فسفات‌استرها و پلی‌آلکیلن‌گلیکول‌ها آب بیشتری را نسبت به روغن‌های نفتی در خود نگه داشته و به‌گونه‌ای آبدوست‌ترند. همچنین روغن‌های معدنی گروه III و روغن‌های سنتزی نسبت به روغن‌های گروه I و II، آب کمتری در خود نگه می‌دارند که علت آن عدم حضور ترکیبات آروماتیک حلقوی و نفتن‌ها و دیگر ناخالصی‌هاست. از طرفی روغن‌های پایه‌ای که مدت زیادی از تولید آنها می‌گذرد تمایل به نگهداری آب بیشتری در خود دارند و این به‌دلیل ایجاد محصولات جانبی حاصل از تخریب ساختار روغن‌های پایه است. علاوه بر روغن‌های پایه، سیالات حاوی مواد افزودنی (۱۵ تا ۳۰ درصد) مانند روغن‌های موتور، تراکتور و ... به‌دلیل قطبیت، آب را در خود نگه می‌دارند.

روغن‌های موتور حاوی مواد افزودنی پاک‌کننده‌اند و بنابراین به شدت مستعد جذب آب هستند. پاک‌کننده‌ها دارای دو بخش قطبی و غیرقطبی می‌باشند که می‌توانند از یک سر آب را جذب کرده و از سر دیگر با روغن در تماس باشند و در نهایت یک امولسیون تشکیل دهند. امولسیون‌های تشکیل شده ممکن است پایدار و یا ناپایدار باشند. در صورتیکه روغن حاوی مواد افزودنی کم باشد، امولسیون ناپایدار ایجاد می‌کند، در نتیجه آب به راحتی از ساختار روغن خارج می‌شود اما در صورتیکه روغن حاوی

مواد افزودنی بیشتر باشد، امولسیون ایجاد شده یک امولسیون پایدار بوده و آب از آن جدا نمی‌شود.

به استثنای روغن ترانس، رطوبت تا زمانی که در روغن محلول باشد نگرانی زیادی ایجاد نمی‌کند، اما زمانی که آب از محلول خارج می‌شود و به‌صورت امولسیون و یا آب آزاد در انتهای مخزن ته‌نشین می‌شود، در کارکرد تجهیزات و عملکرد روانکار مشکل ایجاد می‌کند. در تماس‌های غلتشی مانند یاتاقان غلتان، حضور آب به‌صورت فاز امولسیون، می‌تواند منجر به کاهش ۷۵ درصدی عمر یاتاقان شود، در حالیکه در تماس‌های هیدرودینامیک مانند یاتاقان ژورنال کاهش میزان آب از ۱۰۰۰ ppm به ۲۵۰ ppm می‌تواند عمر یاتاقان را تا ۵۰ درصد افزایش دهد.

آب تأثیرات مخرب دیگری در سیستم روانکاری دارد. به‌طور مثال با گذشت عمر روانکار، محصولات جانبی محلول در روغن ایجاد می‌شوند که در صورت وجود آب در روانکار (چه از نوع امولسیون و چه آزاد) از روانکار خارج شده و تشکیل مواد چسبنده و رزین در سیستم می‌دهند. در برخی سیالات مانند سیالات سنتزی بر پایه استر، آب ممکن است به‌طور شیمیایی تحت شرایط خاص با روغن پایه واکنش دهد که به آن واکنش هیدرولیز می‌گویند. نتیجه این واکنش تشکیل لجن، اسید و رسوبات در سیستم است. برای مثال روانکار مورد استفاده در سیستم‌های کنترل الکتروهیدرولیک (EHC) توربین‌های بخار، سیالات ضدآتش بر پایه فسفات استرها هستند که مستعد واکنش‌های هیدرولیز می‌باشند.

حتی در سیالات بر پایه نفت، اگرچه آب با هیدروکربن واکنش نمی‌دهد ولی می‌تواند به اکسیداسیون روغن به‌خصوص در حضور فلزات حاصل از سایش مانند قلع، آهن و مس که نقش کاتالیزور را دارند سرعت بخشد. به‌طور مثال حضور مقدار ۰/۱ درصد آب در روغن می‌تواند اکسیداسیون را تا ۱۰ برابر افزایش دهد.

دستگاه‌هایی که در محیط‌های با رطوبت بالا کار می‌کنند و یا فرایند گردش روغن در دو دمای مختلف با میزان اختلاف بالا صورت می‌گیرد، ریسک بیشتری دارند و در معرض خطر

پرسش و پاسخ

Question & Answer
fasnameh@afzoonravan.com

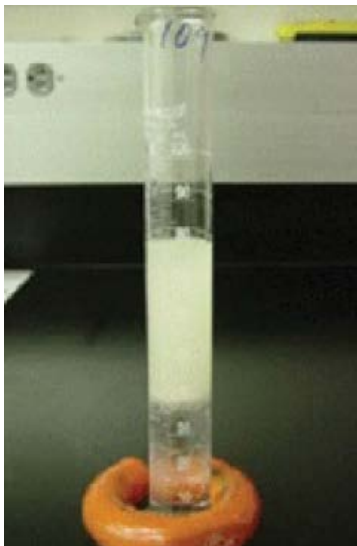
اشباع است، آب بیشتری در روانکار خواهد بود که بیشتر به صورت آزاد و یا امولسیون در می‌آید.

در خصوص سیستم‌ها و تجهیزات Start-Stop این نگرانی زمانی وجود دارد که شرایط کارکرد از دمای بالا شروع به کاهش (دمای محیط) می‌کند. هنگامی که روانکار سرد می‌شود رطوبت از درون محلول خارج شده و به شکل امولسیون یا آب آزاد در می‌آید. به‌طور مثال روغن گردشی در دمای کارکرد ۶۰ درجه سانتیگراد حاوی ۵۰۰ ppm آب به صورت محلول است اما زمانی که به دمای ۲۷ درجه سانتیگراد می‌رسد میزان ۴۰۰ ppm آب از محلول خارج می‌شود.

در همه این موارد، به‌منظور افزایش طول عمر دستگاه‌ها بایستی راهکارهای مطلوب را جهت حذف رطوبت از سیستم اتخاذ نمود.

آلودگی با آب قرار می‌گیرند، زیرا حلالیت آب در روغن وابسته به دما می‌باشد. هرچه دما بالاتر رود آب بیشتری در روانکار حل می‌شود. زمانی که دمای عملکرد روغن به دمای جوش آب نزدیک می‌شود، آب شروع به بخار شدن کرده و در نتیجه از روغن خارج می‌شود. این فرایند معمولاً در روغن موتور رخ می‌دهد ولی بایستی این نکته را خاطر نشان کرد که همه ماشین‌ها در دماهای خیلی بالا کار نمی‌کنند و در نتیجه آب به صورت محلول در روغن باقی می‌ماند.

در شرایط و محیط‌های مرطوب، هوا و روغن در تماس با یکدیگر، رطوبت نسبی یکسانی را ایجاد می‌کنند (قانون هنری). به شکل ساده‌تر، در صورتیکه فضای بالای روانکار اشباع باشد، روانکار مورد نظر هم در شرایط اشباع خواهد بود، به‌عبارت دیگر در شرایطی که محیط پیرامون روغن



مسابقه شماره ۸

ضمن تشکر و قدردانی از دوستانی که در مسابقه شماره قبل با ما همکاری نموده و پاسخ‌های کاملی ارائه نمودند، در ذیل پاسخ صحیح سؤالات مسابقه فصلنامه ۷ تقدیم می‌گردد.

۱- چرا در استانداردهای جدید، MRV روغن کارکرده (پس از تست اکسیداسیون) را نیز اندازه‌گیری می‌کنند؟

۱- تعدادی از سیالات سیلیکونی می‌توانند با سیالات سنتزی و آلی، جهت بهتر شدن خصوصیات عملکردی ترکیب شوند. یکی از محصولات که به بازار عرضه شده است، ترکیب دی‌استر - پلی‌سیلوکسان می‌باشد که به عنوان پایه صابون لیتیومی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این محصول خصوصیات روانکاری را بالا می‌برد به علاوه اینکه به نسبت معادل پلی‌سیلوکسان قیمت پایین‌تری دارد.

۲- وظایف کمیته ACC و ILSAC و ارتباط آن با API چیست؟

۳- در فرمولاسیون سیالات انتقال قدرت اتوماتیک، علاوه بر پکیج ATF چه مواد افزودنی دیگری مورد نیاز است؟

۲- زمان انحلال پلیمرهای بلندزنجیر در روغن پایه بسیار طولانی است، و مستلزم ایجاد اختلاط بسیار شدید و دمای بالاست. هردو این شرایط عامل تخریب این نوع پلیمر محسوب می‌شوند.

لطفا پاسخ پرسش‌ها را به آدرس ایمیل ما ارسال فرمایید.
fasnameh@afzoonravan.com

۳- روغن پایه گروه I: تمامی روغن‌های تک درجه‌ای (مونو گرید) و روغن‌های چند درجه‌ای 20W-50 و 15W-40 و روغن پایه گروه II: 15W-xx و 20W-xx روغن پایه گروه III: روغن موتورهای چنددرجه‌ای، سنتزی و با مصرف سوخت کمتر در گستره‌ی 5W-20 تا 10W-40 روغن پایه گروه III+: روغن موتورهای 0W-xx

۴- ۱. گرافیت- به دلیل اینکه مقاومت دمایی بالایی دارد و حضور بخار آب به دلیل سهولت لغزش لایه‌ها بر روی یکدیگر، خاصیت روانکاری این ماده را تقویت می‌کند.
۲. پلی‌تترافلوئورو اتیلن- این ماده رطوبت را جذب نمی‌کند و تا دماهای کمتر از ۲۶۰ درجه سانتیگراد در برابر اسید، باز و حلال‌های رایج در صنعت پایدار است.
۳. مولیبدن دی سولفید- به دلیل عدم حضور رطوبت بین لایه‌ها این ماده در شرایط خلا می‌تواند خصوصیات روانکاری خوبی از خود نشان دهد.



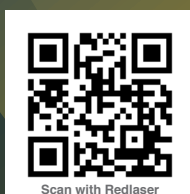


Irgalube ML 3010 A

- نوع محصول: بسته افزودنی ضد سایش بدون خاکستر
- کاربرد: تولید روغن‌های هیدرولیک و کمپرسور
- مزایا: محافظت بسیار خوب از تجهیزات (پمپ، دنده، سطوح فلزات)، عملکرد مناسب در تست FZG و افزایش طول عمر روانکار
- توضیحات: کالای Irgalube ML 3010A از ترکیب افزودنی‌های بدون خاکستر جهت فرمولاسیون روغن‌های هیدرولیک و کمپرسور تولید می‌شود که شامل دمولسی‌فایر وضدکف نیز می‌باشد. این افزودنی با درصد مصرف ۰/۵۵ درصد وزنی سطوح کارایی هیدرولیک از جمله DIN 51 524 Part 2 و سطوح کارایی روغن کمپرسور (VDL) DIN 51 506 را پوشش می‌دهد.

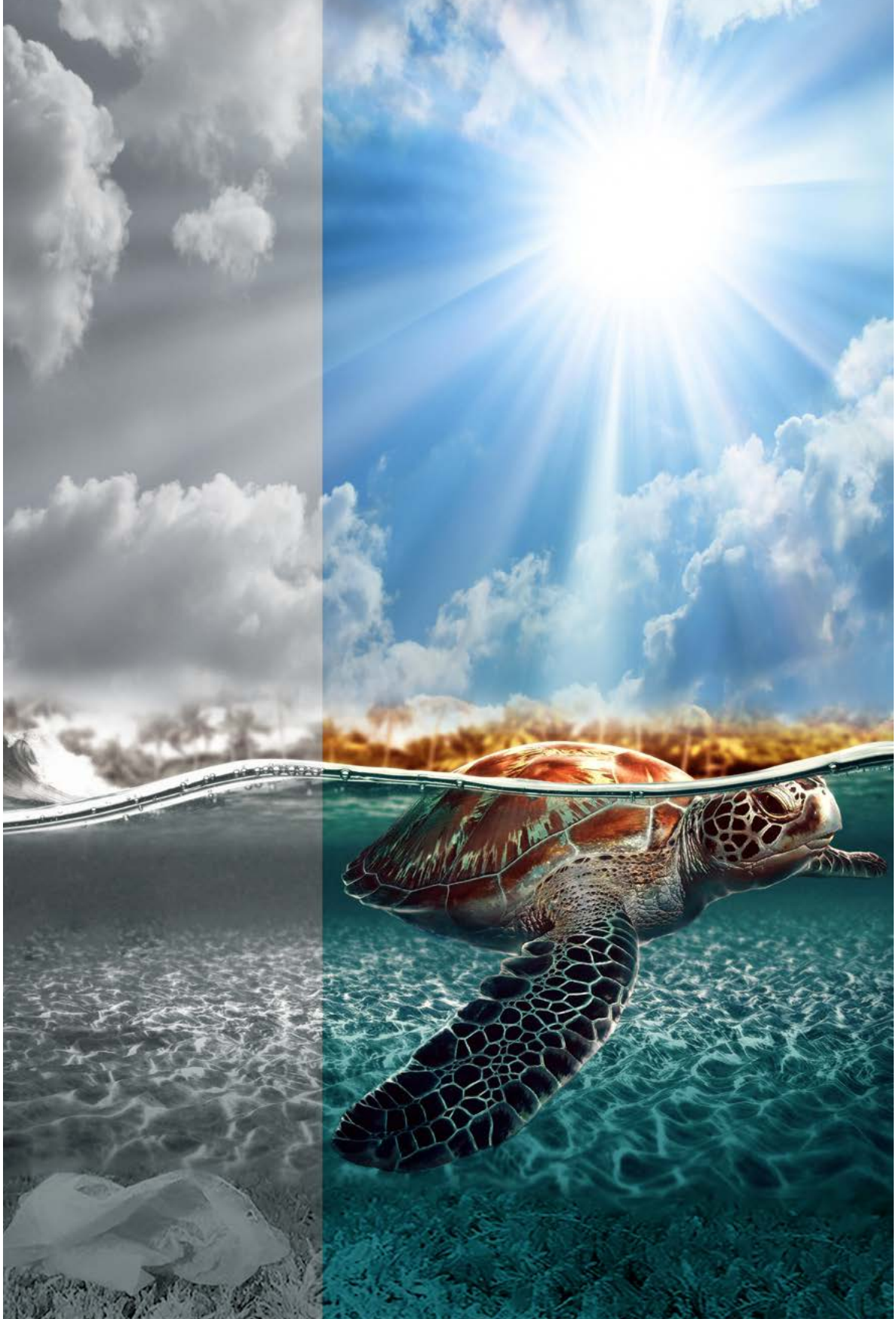
Irgalube 2030 F

- نوع محصول: بسته افزودنی بدون خاکستر روغن توربین و روغن گردش
- کاربرد: تولید روغن‌های توربین هیدرولیک و گردش
- مزایا: پایداری بالای اکسیداسیون (عملکرد RPVOT عالی، پایداری بالای حرارتی، محافظت بسیار خوب از سطوح فلزات زرد و دیگر فلزات، مقاومت بالا در حضور آب (عدم هیدرولیز)
- توضیحات: Irgalube 2030 F بسته افزودنی چندمنظوره شامل آنتی اکسیدانت، بازدارنده ای خوردگی و فعال کننده سطح می‌باشد. این افزودنی بدون خاکستر بسیاری از سطوح کارایی از جمله: DIN 51 524 Part 1 (HL), DIN 51 515 Part 1 (L-TD), DIN 51 515 Part 2 (L-TG), U.S. Steel 120, 126 و ... را پوشش می‌دهد.



Scan with Redlaser

www.afzoonravan.com
info@afzoonravan.com



مصرف پلاستیک، مرگ تدریجی طبیعت