



فصلنامه علمی، تخصصی

افزون روان

تابستان ۱۳۹۲

♦♦ دانایی کلید توانایی

ACEA

API

ISIRI

SAE

OEM

ILSAC

ASTM

تهران، خیابان پاسداران، چهارراه فرمانیه
 خیابان نارنجستان هفتم، پلاک ۱۰، واحد ۵۲
 تلفن: ۰۲۱-۲۳۵۵۹۹۹۹ فکس: ۰۲۱-۲۳۸۰۴۴۵۸
www.afzoonravan.com
info@afzoonravan.com

آنچه در این شماره می خوانید :

| | |
|---|---------|
| روغن های پایه، ویژگی ها و مراحل تولید (بخش اول) | صفحه ۲ |
| سیالات سنتزی، پلی آلکیلن گلاکول، PAG | صفحه ۱۰ |
| مواد افزودنی بالا برنده شاخص گرانروی، VII | صفحه ۱۴ |
| ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش، PPD | صفحه ۱۸ |
| سطوح کارایی روغن موتور | صفحه ۲۳ |
| تاریخچه سازمان ملی استاندارد ایران و پژوهشگاه استاندارد (بخش اول) | صفحه ۲۸ |
| اخبار | صفحه ۳۰ |
| معرفی محصول | صفحه ۳۲ |
| پرسش و پاسخ | صفحه ۳۵ |
| مسابقه | صفحه ۳۶ |



فصلنامه علمی، تخصصی افزون روان
 شرکت افزون روان

شورای فنی:

سعید سامی، مریم هوشیاری
 فرشته علیان نژاد

همکاران این شماره:

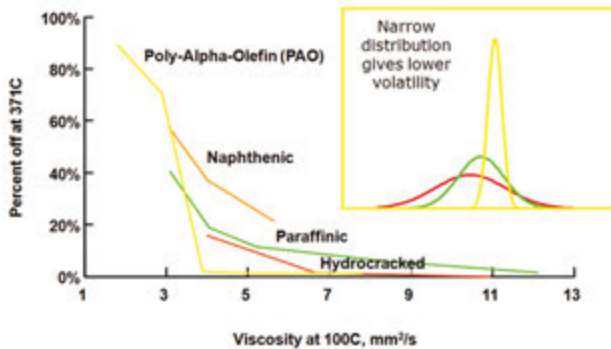
مریم هوشیاری، فرشته علیان نژاد
 مینو اعتمادی، حسن بیگلری
 مهدی وثوق



روغن‌های پایه، ویژگی‌ها و مراحل تولید (بخش اول) | Base Oil

مریم هوشیاری | کارشناس واحد مهندسی فروش

نمودار ۱: مقایسه توزیع جرم مولکولی انواع روغن پایه



از مقایسه فراریت روغن‌های پایه حاصل از فرآیندهای پالایش مختلف و PAO به عنوان یک روغن پایه سنتزی با گستردگی وزن مولکولی کم، بر اساس مقدار ماده از دست رفته در دمای ۳۷۱ درجه سانتی گراد (روش تست ASTM D 2887, D 5481) را نشان می‌دهد.

متداولترین طبقه بندی روغن‌های پایه، طبقه‌بندی API می‌باشد که در واقع روغن‌های پایه را بر اساس منشأ، فرآیند پالایش و تولید، شاخص گرانشی و مقدار گوگرد گروه‌بندی نموده است که این طبقه‌بندی در جدول ۱ مشاهده می‌شود.

از آنجایی که روغن پایه به عنوان جزء اصلی و پایه یک روانکار به شمار می‌آید، توجه به ساختار آن علاوه بر تعیین نوع کاربری، در بهبود و یا کاهش کیفیت روانکار تولید شده، حایز اهمیت خواهد بود. در واقع یک روانکار نظیر روغن موتور از افزودنی‌هایی که به منظور بهبود خواص روغن پایه، به آن افزوده شده‌اند، تهیه می‌گردد، لذا لازم است تا بیش از همه در تعیین ترکیبات مورد نیاز یک روانکار، مشخصات روغن پایه آن مورد ارزیابی قرار گیرد.

به طور کلی بیش از ۹۰٪ روانکارها با استفاده از روغن‌های پایه محصول پالایشگاه‌ها تولید می‌شوند. این روغن پایه‌ها تمام خصوصیات یک روانکار ایده‌آل را ندارند، به همین منظور در ساختار یک روانکار، از افزودنی‌های گوناگون برای افزایش کارایی و قابلیت محافظت‌کنندگی آن، استفاده می‌شود. روغن‌های پایه معدنی که از تصفیه نفت خام به دست می‌آیند شامل گستره وسیعی از ترکیبات گوناگون می‌باشند، اما روغن‌های سنتزی که با استفاده از واکنش‌های شیمیایی تولید می‌شوند، دارای ساختار و توزیع جرم مولکولی کنترل شده‌ای هستند، این روغن‌ها در طبقه‌بندی API در گروه‌های IV، V و VI قرار دارند.

گستردگی وزن مولکولی کلیه ترکیبات موجود در روغن پایه بدون توجه به ساختار مولکولی آنها، بیشترین تاثیر را بر فراریت و کارایی این روغن‌ها در دمای بالا دارد. زیرا مولکول‌های سبک در دمای بالا تبخیر می‌شوند و نیز دمای اشتعال و احتراق روغن را کاهش می‌دهند. نمودار ۱، شمایی

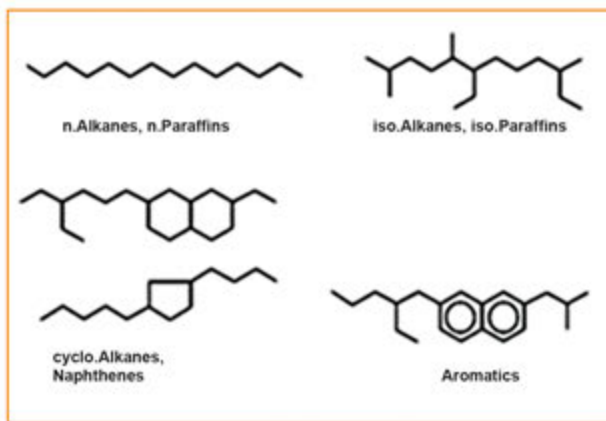
جدول ۱: طبقه‌بندی API

| سایر ترکیبات | مقدار گوگرد | ترکیبات اشباع | VI | گروه |
|------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------|------|
| | $< 0.3\% (300-3000 \text{ ppm})$ | $> 90\% (65-85)$ | ۸۰-۱۲۰ | I |
| | $\geq 0.3\% (5-300 \text{ ppm})$ | $\leq 90\% (\text{بیش از } 93-99)$ | ۸۰-۱۲۰ | II |
| | $\geq 0.3\% (5-30 \text{ ppm})$ | $\leq 90\% (\text{بیش از } 95-99)$ | $120 \leq$ | III |
| PAO [†] | | | | IV |
| ترکیبات دیگر | | | | V |
| PIO [†] | | | | VI |

روغن‌های پایه، ویژگی‌ها و مراحل تولید Base Oil | (بخش اول)

پارافین‌ها: هیدروکربن‌های راست زنجیر و شاخه‌دار
 نفتن‌ها: دربر دارنده حلقه‌های اشباع
 آروماتیک‌ها: شامل حلقه‌های آروماتیک
 ترکیبات قطبی: شامل ترکیبات آروماتیک، آلکن و یا حاوی
 عناصر S, N و O

شکل ۱: ساختار برخی از هیدروکربن‌های موجود در نفت خام



این مواد گوناگون، گستره وسیعی از ویژگی‌های فیزیکی را نیز در بر می‌گیرند:

گرانروی: محدوده سیالیتی در حد آب تا آسفالت

چگالی: ۰/۸ تا ۱/۰

نقطه ریزش: ۲۰- تا ۴۰+

پسو: نا محسوس تا بوی تخم مرغ فاسد شده، حاصل از ترکیبات مرکاپتان

ترکیب درصد برخی از عناصر موجود در ترکیبات نفت خام، تاحدودی بیانگر ساختار غالب در این مایع استخراج شده از چاه‌های نفت می‌باشد، که در ذیل برخی از آنها آورده شده است:

- کربن: ۸۷-۸۰٪
- هیدروژن: ۱۷-۱۰٪
- گوگرد: ۷-۰٪
- نیتروژن: ۱/۱-۰٪
- اکسیژن: ۷-۰٪
- Na, Cl, P, Mg: ناچیز

معمولا گروه‌های IV، V و VI به عنوان روغن‌های پایه سنتزی شناخته می‌شوند اما برخی منابع، روغن‌های گروه III را نیز در این دسته به حساب می‌آورند. روغن‌های سنتزی در واقع محصول واکنش شیمیایی به منظور جایگزینی روغن‌های حاصل از پالایش در روانکارها یا محصولات خاص می‌باشند. در این واکنش، مولکول‌های سبکتر با کنترل ساختار و طرح، به مولکول‌های بزرگتر، جهت دستیابی به خواص از قبل طراحی شده، تبدیل می‌شوند.

برخی از روغن‌های سنتزی گروه V عبارتند از:

انواع استرها (شامل: دی استر، پلی‌اول استر، فسفریک استر)، روغن‌های سیلیکونی، پلی‌آلکیلن گلایکول^۱، نفتالن آلکیل^۲ و ...

در ادامه این مقاله، به علت پوشش کلیه موارد حایز اهمیت تنها سعی شده است تا به بررسی نحوه تولید و مقایسه روغن‌های حاصل از پالایش نفت خام و به بیان دیگر، روغن پایه‌های معدنی پرداخته شود و در مقاله‌های روغن‌های پایه سنتزی، خواص و ویژگی‌های این روغن‌ها بیان می‌گردد.

روغن‌های پایه معدنی (گروه‌های I، II و III)

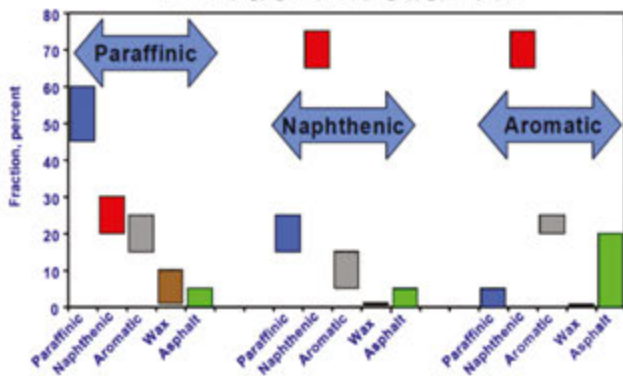
مهم‌ترین و ارزان‌ترین منبع روغن پایه، نفت خام می‌باشد که با اجرای فرآیندهای مختلف می‌توان به روغن پایه‌هایی با مشخصات و کاربری‌های مختلف دست یافت. این منبع گسترده حدود ۹۵٪ روغن پایه‌های مصرفی در روانکارها را تامین می‌کند. نفت خام دارای یک ترکیب واحد نبوده و دربردارنده هزاران ترکیب هیدروکربنی مختلف حاصل از پیوند عناصر کربن و هیدروژن می‌باشد که با صور مختلف انواع گوناگونی از مواد هیدروکربنی با خواص متفاوت را تشکیل می‌دهند. در میان آنها برخی در پیوند با عناصری نظیر اکسیژن، گوگرد، نیتروژن، فسفر و ... نیز می‌باشند. هیدروکربن‌های موجود در نفت خام در اندازه و ساختارهای متفاوتی وجود دارند ولی می‌توان آنها را در چهار رده کلی دسته بندی کرد:

روغن‌های پایه، ویژگی‌ها و مراحل تولید Base Oil | (بخش اول)

فرآیند تصفیه و استخراج روغن پایه از نفت خام یک عملیات پاکسازی فیزیکی است. روغن پایه‌های حاصل از تصفیه نفت خام بر اساس ساختار مولکولی غالب، به سه دسته عمده طبقه‌بندی می‌شوند:

- روغن پارافینیک: حاوی ۶۰-۴۵٪ ترکیبات پارافینیک
- روغن نفتنیک: حاوی ۷۵-۶۵٪ ترکیبات نفتنیک
- روغن آروماتیک: حاوی ۲۵-۲۰٪ ترکیبات آروماتیک

نمودار ۳: انواع روغن‌های پایه بر اساس نوع ترکیبات غالب



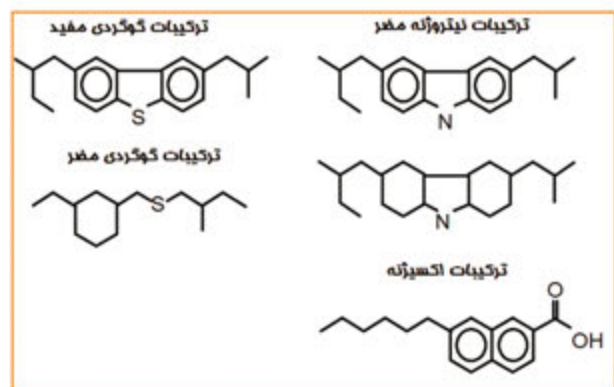
در تولید انواع روانکارها، تناسب نوع کاربرد روانکار تولیدی با نوع روغن پایه، از جنبه ساختار شیمیایی هیدروکربن‌های غالب، مورد توجه قرار می‌گیرد که حوزه استخراجی نفت خام و فرآیند پالایش آن، عامل تعیین کننده این ویژگی است. مقایسه برخی ویژگی‌های مهم روغن پایه‌های مختلف از نظر ساختار، در جدول ۲ قابل مشاهده است.

جدول ۲: مقایسه برخی از ویژگی‌های روغن پایه‌هایی با ساختارهای مختلف

| ویژگی | پارافینیک | نفتنیک | آروماتیک |
|--------------------------------|-----------|--------|----------|
| دانسیته | کم | زیاد | زیاد |
| تأثیر بر ادتیو معلق کننده دوده | خوب | بد | بد |
| سازگاری با آب بندها | چروکیدگی | زیاد | نورم |
| نقطه اشتعال | زیاد | کم | کم |
| پایداری اکسیداسیون | زیاد | کم | کم |
| نقطه ریزش | زیاد | کم | کم |
| مقاومت در برابر تشعشع | کم | زیاد | زیاد |
| پایداری دمایی | کم | زیاد | زیاد |
| سمیت | کم | زیاد | زیاد |
| شاخص گرانبوی | کم | زیاد | زیاد |
| فراریت | کم | زیاد | زیاد |

بر همین اساس، روغن پایه حاصل از پالایش نفت خام نیز دامنه وسیعی از ساختارهای شیمیایی را دربر می‌گیرد. درصد ترکیبات اشباع بیانگر نسبت ترکیبات پارافینیک و نفتنیک در مقایسه با آروماتیک‌ها می‌باشد. مقدار آن در روغن حاصل از پالایش، بستگی به حوزه استخراجی نفت خام دارد که ترکیبات مضر و پرخطر آن با فرآیند پالایش به روش استخراج با حلال، تا فرآیند شکست مولکولی و شاخه‌دار کردن ترکیبات راست زنجیر، حذف و یا تبدیل می‌گردد. از سوی دیگر وجود درصد بالای ترکیبات اشباع بیانگر پایداری بیشتر روغن در برابر اکسیداسیون می‌باشد. مجموعه سایر ترکیبات موجود در روغن پایه حاصل، بر فرآیند اکسیداسیون، حلالیت و سازگاری با افزودنی‌ها، تأثیرگذار خواهد بود. گوگرد موجود، بیانگر حضور برخی آنتی اکسیدان‌های طبیعی می‌باشد که با فرآیند پالایش کاهش می‌یابد. مقدار گوگرد مستقیماً به حوزه استخراجی نفت خام مرتبط است. به‌طور کلی باقی ماندن ترکیبات حاوی این عنصر در روغن پالایش شده از نفت خام، برخی خواص مفید و برخی خواص مضر را در روانکار ایجاد می‌کند. این ترکیبات می‌توانند پایداری در برابر اکسیداسیون را افزایش دهند، از سوی دیگر سبب آلودگی‌های حاصل از گازهای خروجی فرآیند احتراق شده و اجزای مبدل‌های کاتالیستی گازهای خروجی را تخریب می‌کنند و همچنین موجب سمیت و غیرفعال شدن آنها می‌شوند. ترکیبات حاوی نیتروژن و نیتروژن‌های قلیایی، عامل اکسیداسیون روغن هستند. این ترکیبات و ترکیبات گوگردی تا حدودی با استفاده از فرآیند "استخراج با حلال فورفورال" و فرآیند "هیدروفلینیشینگ" از روغن پایه قابل حذف می‌باشند.

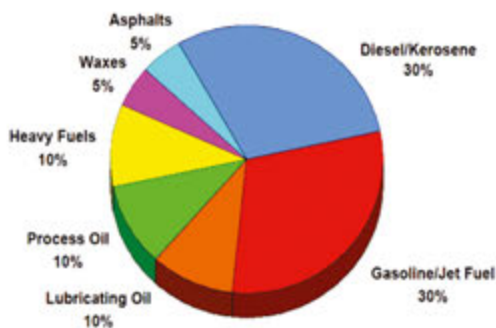
شکل ۳: ترکیبات حاوی هترو اتم‌ها موجود در نفت خام



روغن‌های پایه، ویژگی‌ها و مراحل تولید Base Oil | (بخش اول)

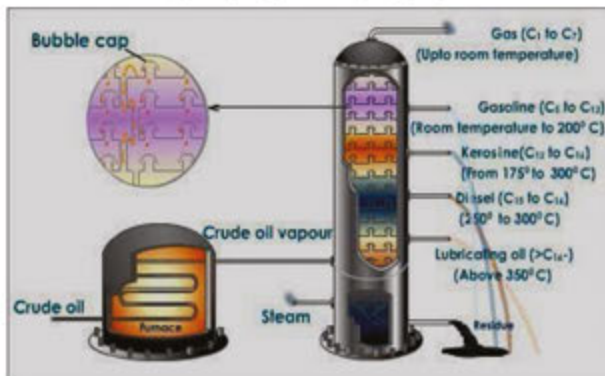
ترکیبات نفت خام فقط تا حدودی جداسازی شده و واکنش شیمیایی رخ نخواهد داد. به طور کلی تنها ۱۰٪ از نفت خام قابل استفاده در صنایع روانکاری می‌باشد.

نمودار ۳: درصد ترکیب اجزای مهم نفت خام



برش‌های مختلف حاصل از برج تقطیر در فشار اتمسفر در شکل ۳ براساس دمای سینی‌های تعبیه شده در ارتفاعات مختلف ستون تقطیر اتمسفریک قابل مشاهده است. هر کدام از این سینی‌ها بر اساس ارتفاع، دارای دمای خاص خود می‌باشد و در نتیجه ترکیبات متفاوتی را بر اساس تطابق دمای تقطیر با آن سینی، جدا می‌کنند.

شکل ۳: برش‌های مختلف ستون تقطیر اتمسفریک



با توجه به آنچه در جدول مقایسه‌ای مشاهده می‌شود، وجود ترکیبات آروماتیک به علت سمیت بالا و ناپایداری در برابر فرآیند اکسیداسیون، در روغن‌های پایه مطلوب نبوده و استفاده از آنها را به کاربردهای خاص مطابق با خواص آنها، محدود می‌کند به همین دلیل تلاش می‌شود که این ترکیبات در طی فرآیند پالایش نفت خام و تولید روغن پایه، به کمترین مقدار خود برسند. ترکیبات نفتینیک نیز به علت شاخص گرانی پایین و در عین حال نقطه ریزش پایین، محدود به کاربردهای خاص می‌شوند. در این میان روغن‌های پارافینیک با توجه به تطابق خواص آنها با اکثر انواع روانکارها، بیشترین کاربرد و مصرف را به خود اختصاص می‌دهند. عامل مهم دیگری که روغن‌های پارافینیک را گزینه مناسبی برای تولید روغن‌های موتور می‌گرداند، قابلیت مناسب این نوع ترکیبات در معلق‌کنندگی دوده حاصل از احتراق با استفاده از ادتیوهای معلق‌کننده است چراکه سازگاری خوبی میان روغن‌های پارافینیک و این ادتیو برقرار می‌شود. البته این ترکیبات به علت قطبیت کم، حلال خوبی برای انواع افزودنی‌ها نیستند. این درحالی است که قابلیت انحلال ترکیبات آروماتیک بهتر می‌باشد، لذا وجود درصد پایینی از این ترکیبات قطبی در مجموعه ترکیبات روغن پایه به سازگاری و انحلال افزودنی‌های مورد نیاز ساخت روانکارها، کمک خواهد کرد.

فرآیند پالایش نفت خام و تولید انواع روغن‌های پایه معدنی

واحدهای پالایش نفت خام

نفت خام پس از استخراج به واحد تقطیر در اتمسفر منتقل می‌شود که طی این فرآیند، گستره وسیعی از ترکیبات و مواد نفتی مورد استفاده به عنوان سوخت و مواد اولیه در صنایع پتروشیمی، بر اساس تفاوت آنها در دمای تقطیر، جداسازی می‌شوند. در واقع در این فرآیند

روغن‌های پایه، ویژگی‌ها و مراحل تولید Base Oil | (بخش اول)

■ **روغن پایه گروه I:** اولین روغن پایه در صنعت روانکار می‌باشد که بخش اعظم تولیدات جهانی را نیز در بر می‌گیرد. روانکار ساخته شده با این روغن پایه، قادر به تامین برخی از نیازهای سطوح کارائی جدید نیست. معمول‌ترین درجات گرانی این روغن پایه SN 150 و SN 500 می‌باشد.

■ **روغن پایه گروه II:** به عنوان جایگزین روغن‌های پایه گروه I با نقاط قوت ذکر شده در جدول ۳، نسبت به آن معرفی می‌شود.

■ **روغن پایه گروه III:** روغن پایه‌ای با شاخص گرانی بالا، فراریت کم که بیشترین کاربرد را در تولید روغن‌های موتور خودرویی (به خصوص روانکارهای موتور خودرو سواری با کیفیت‌تر) دارد.

گرانی به عنوان پارامتری مهم در روغن پایه، به دو صورت بر خواص روانکار ساخته شده، تاثیرگذار خواهد بود.

گرانی بالا: گرچه محافظت بهتر از قطعات را در پی دارد ولی به علت اصطکاک زیاد حاصل از گرانی، سبب افزایش مصرف انرژی می‌شود و اما به علت فراریت کم، تاثیر اندکی بر میزان گازهای خروجی روانکاری موتور خودرو دارد.

گرانی پایین: برخلاف روغن‌های با گرانی بالا، محافظت ضعیف‌تر از قطعات در برابر سایش را دارند. البته صرفه اقتصادی به دلیل کاهش مصرف انرژی و از سوی دیگر فراریت بالای این روغن‌ها که بر میزان گازهای خروجی در روانکاری موتور خودرو تاثیر منفی دارد، از ویژگی‌های دیگر این نوع روغن‌ها است.

بنابراین به منظور جلوگیری از افزایش یا کاهش زیاد گرانی با تغییرات دما و نیز جلوگیری از بروز مشکلات فوق لازم است تا حتی‌الامکان روغن‌های مورد استفاده از شاخص گرانی مناسبی برخوردار باشند. لازم به ذکر است که این شاخص بیانگر پایداری گرانی یک روغن در برابر تغییرات دمایی است. همانگونه که در ابتدای بحث آورده شد، با توجه به طبقه بندی API، با افزایش شماره گروه روغن پایه معدنی این ویژگی نیز بهبود می‌یابد.

بخش پایینی این ستون گستره وسیعی از ترکیبات سنگین‌تری را شامل می‌شود که به منظور جداسازی بیشتر وارد برج تقطیر در خلأ می‌گردد. در این مرحله از قسمت میانی برج، برش‌های تفکیک نشده روغنی جدا می‌گردد، که به منظور انجام فرآیند تفکیک بر اساس نقطه جوش و گرانی متفاوت روغن‌های پایه به Lube Tower تزریق می‌گردد. محصول خروجی این برج "برش روغنی" نامیده می‌شود. باقیمانده برج تقطیر در خلا، شامل مجموعه‌ای از هیدروکربن‌های سنگین پارافینیک، نفتنیک، آروماتیک و ترکیبات سنگین آسفالتی و رزین می‌باشد. این ترکیبات بدون شکست مولکولی امکان تقطیر و جداسازی بیشتر را ندارند. به منظور انجام آخرین مرحله جداسازی سنگین‌ترین ترکیبات با حلال (پروپان)، این بخش به واحد آسفالت‌زدایی منتقل می‌گردد. محصول این واحد از یک طرف ترکیبات حاوی هیدروکربن‌های سنگین پارافینیک، نفتنیک، آروماتیک و حلال و از طرف دیگر مواد آسفالتی و رزین می‌باشد. روغن سنگین DAO از طریق جداسازی حلال به عنوان محصول اصلی واحد آسفالت‌زدایی به دست می‌آید. از این روغن پس از انتقال به واحد پالایش روغن و انجام فرآیندهای جداسازی آروماتیک‌ها و وکس، برایت‌استاک حاصل می‌شود. این روغن با گرانی بیش از ۲۶ سانتی استوک در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد، بیشترین کاربرد را در تولید روانکارهای سنگین دارد. به علت وجود ترکیبات آروماتیکی سنگین، برایت استاک اغلب قادر به پخش طول موج‌های فلورسانس می‌باشد، از این رو با نام Bright به معنی درخشان خوانده می‌شود.

واحدهای پالایش روغن

روغن‌های پایه گروه I، II، III و حاصل از برش‌های روغنی برج تقطیر در خلا هستند. تفاوت به وجود آمده در ویژگی این گروه‌ها با اجرای فرآیندهای پالایش متفاوت، ایجاد می‌گردد.

قبل از پرداختن به واحدهای پالایش روغن بهتر است جهت ترسیم کیفیت این گروه‌ها، نگاهی گذرا به برخی از این ویژگی‌ها داشته باشیم.

روغن‌های پایه، ویژگی‌ها و مراحل تولید Base Oil | (بخش اول)

جداسازی: حذف مولکول‌های مضر با فرآیند تصفیه و استفاده از آنها در صنایع دیگر. این امر با استفاده از روش استخراج ترکیبات آروماتیک^{۱۶} و وکس^{۱۷} با حلال که برای تولید روغن‌های گروه I صورت می‌گیرد، انجام می‌شود.

نوع فرآیند پالایش نفت خام تعیین کننده کیفیت و ساختار ترکیبات روغن پایه و در نتیجه گروه آن می‌باشد. جدول ذیل مقایسه‌ای از سایر ویژگی‌های گروه‌های مختلف روغن پایه‌های معدنی است:

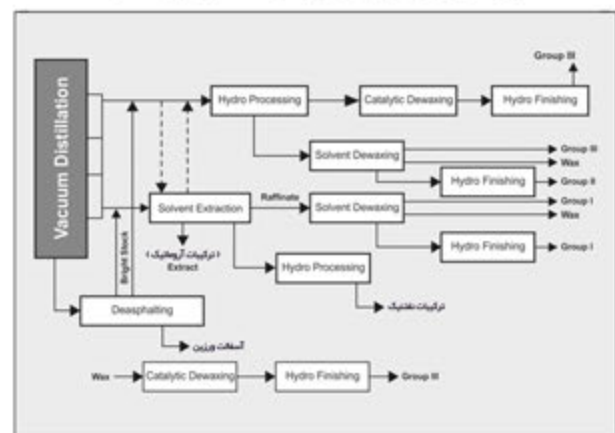
جدول ۳: مقایسه برخی از ویژگی‌های روغن پایه‌های معدنی

| ویژگی | گروه I | گروه II | گروه III |
|----------------------------------|--------|---------|----------|
| سازگاری با آنتی اکسیدان | ☹️ | ☹️ | ☹️ |
| پایداری حرارتی روغن بدون افزودنی | ☹️ | ☹️ | ☹️ |
| معلق کنندگی دوده | ☹️ | ☹️ | ☹️ |
| فرزیت | ☹️ | ☹️ | ☹️ |
| گسترده‌گی گرانروی | ☹️ | ☹️ | ☹️ |
| حلالیت مواد افزودنی | ☹️ | ☹️ | ☹️ |

تغییر ساختار مولکولی: تبدیل ترکیبات مضر به مولکول‌هایی با ساختارهای مفید، که توسط فرآیند "هیدروپروسسینگ"^{۱۸} انجام می‌شود، این فرآیند برای تولید روغن‌های گروه II استفاده می‌شود. سنتز: شکست کلیه مولکول‌ها به اجزای کوچکتر و ساخت ترکیبات مفید از این اجزا. این فرآیند با "وکس زدایی کاتالیستی"^{۱۷} و "ایزومریزاسیون کاتالیستی"^{۱۸} برای تولید روغن‌های گروه III انجام می‌شود. در ادامه، مراحل پالایش برش‌های حاصل از برج تقطیر در خلا تا تولید روغن پایه گروه I، با شرح بیشتر مورد بررسی قرار می‌گیرد و به مراحل تولید روغن‌های معدنی گروه II و III در فرصت‌های بعدی پرداخته می‌شود.

همانگونه که مشاهده می‌شود، روغن پایه گروه III کیفیتی به مراتب بهتر از روغن پایه گروه I دارد به‌جز مقاومت کمتر در برابر اکسیداسیون، که این نقیصه را می‌توان با استفاده مقدراری از مواد افزودنی آنتی اکسیدان برطرف ساخت. می‌توان گفت که تنها برتری روغن پایه گروه I، قیمت پایین آن نسبت به دو گروه بالاتر است. فرآیند پالایش و تولید روغن‌های پایه معدنی به صورت شماتیک در نمودار ۴ قابل مشاهده است.

نمودار ۴: مراحل تولید و پالایش گروه‌های مختلف روغن پایه معدنی



روغن پایه گروه I

حذف ترکیبات آروماتیک: فرآیند استخراج با حلال با بازده ۶۰٪ ترکیبات آروماتیک را با استفاده از حلال فورفورال و یا در روش جدیدتر با استفاده از NMP^{۱۶} به علت سمیت کمتر و مقدار مصرف پایین‌تر - جدا می‌نماید. حذف ترکیبات آروماتیک علاوه بر افزایش سلامت و پایداری در برابر اکسیداسیون این روغن‌ها، در بهبود رنگ آن نیز موثر خواهد بود، اما مهمترین تاثیر آن بر افزایش شاخص گرانروی می‌باشد. ترکیبات آروماتیک در این روش همراه با حلال از پایین برج، تحت نام Extract خارج می‌شود. ترکیبات مفید باقی مانده جهت مصارف روغن پایه با نام Raffinate از بالای برج به واحد جداسازی وکس منتقل می‌گردد. Extract حاصل در این مرحله پس از جداسازی حلال با نام DAE خوانده می‌شود و حاوی ترکیبات آروماتیک ۳ تا ۷ حلقه‌ای است که عمدتاً در صنایع لاستیک سازی به مصرف می‌رسد.

خوراک اولیه، مجموعه‌ای از مولکول‌های مفید و مضر را تشکیل می‌دهد و هدف نهایی از پالایش، کاهش مقدار ترکیبات مضر و افزایش اثر مولکول‌های مفید می‌باشد. این امر با استفاده از فرآیندهای مختلفی انجام می‌پذیرد:

روغن‌های پایه، ویژگی‌ها و مراحل تولید Base Oil | (بخش اول)

حاوی عناصر S، N و O - به عنوان عامل اکسیداسیون - رنگ و پایداری را بهبود می‌دهد. این فرآیند در راکتورهای مخصوص انجام می‌شود که با حذف عناصر مذکور به صورت H_2O ، NH_3 ، H_2S و باند دوگانه همراه است. با استفاده از این فرآیند تا حدودی نیز ترکیبات سیر نشده نظیر پلی آروماتیک‌ها، اشباع می‌گردند.

ادامه دارد...

- 1- American Petroleum Institute
- 2- Polyalphaolefin
- 3- Polyinternalolefins
- 4- Polyalkylene Glycol (PAG)
- 5- Alkylated Naphthalene
- 6- Hydro-Cracking Process
- 7- Furfural
- 8- Hydro Finishing
- 9- Lube Cut
- 10- Deasphalting
- 11- Deasphalted residual oil
- 12- Wax
- 13- Bright Stock
- 14- Solvent Extraction
- 15- Solvent Dewaxing
- 16- Hydro Processing
- 17- Catalytic Dewaxing
- 18- Hydro Isomerization
- 19- N-Methyl, 2-Pyrrolidone
- 20- Distillate Aromatic Extract
- 21- Methyl Ethyl Ketone
- 22- Methyl Isobutyl Ketone
- 23- Microcrystal

حذف ترکیبات اشباع بدون شاخه جانبی: وکس یا موم، ترکیبات پارافینیک با زنجیر بلند و بدون شاخه می‌باشد. این ترکیبات با اینکه در بهبود شاخص گرانی محمول و به عبارتی کاهش تغییرات گرانی با دما، بسیار مؤثرند، ولی به شدت کارایی روغن را در دماهای پایین با افزایش دمای نقطه ریزش، کاهش می‌دهند، لذا در فرآیند تصفیه روغن تلاش می‌شود که این ترکیبات به حداقل مقدار خود برسند. جداسازی این ماده با مخلوط تولون و یک حلال کتون، از آنجایی که بر پایه خواص انحلال استوار است، این ترکیبات را از محصول تا حد بسیار زیادی حذف می‌کند. این کتون می‌تواند MEK یا MIBK باشد. فاکتور مهم در انتخاب این حلال‌ها، انحلال کمتر وکس نسبت به روغن و میزان مصرف کم آن نسبت به خوراک با توجه به بهبود صرفه اقتصادی آن می‌باشد. در این واحد مخلوط حلال و خوراک به منظور افزایش بازده فرآیند، سرد می‌شود تا وکس‌های بیشتری تشکیل گردد، سپس در دمای پایین با استفاده از فیلتراسیون جدا می‌شود. در روغن‌های با گرانی بالا (برای استاک) به دلیل افزایش قابل توجه ایزومرهای موجود امکان تشکیل کریستال‌های با اندازه معمول وجود نداشته و به دلیل اندازه بسیار کوچک کریستال‌های وکس (میکرو کریستال) حاصل در فرآیند موم گیری، جداسازی آن از روغن، به راحتی انجام نمی‌گیرد. از این رو در فرآیند موم گیری این نوع روغن‌ها لازم است تا تمهیدات لازم توسط تولید کنندگان، در نظر گرفته شود.

وکس حاصل کاربرد وسیعی در صنایع دیگر دارد. فرآیند استخراج با حلال با بازده حدود ۷۵٪ انجام می‌شود، در حالی که ۲۵٪ نیز وکس تولید خواهد شد.

وکس تولید شده می‌تواند به عنوان خوراک اولیه در تولید روغن‌های گروه III با کیفیت بالا (Group III⁺) به کار برده شود.

بهبود کیفیت محصول: هیدروفرینیشینگ یک فرآیند هیدروژناسیون ملایم در حضور گاز هیدروژن با فشار 600 psi و دمای ۲۲۰-۲۵۰ درجه سانتیگراد است که ضمن حذف ترکیبات ناپایدار هتروسیکل

مقدمه :

به طور کلی روغن پایه بیشترین سهم یک روانکار را به خود اختصاص می دهد در نتیجه انتخاب مناسب آن، تاثیر بسزایی در کیفیت روانکار خواهد داشت. در دسترس ترین و به صرفه ترین روغن پایه، روغن های معدنی هستند که بیشترین میزان مصرف را در جهان در مقایسه با دیگر روغن های پایه به خود اختصاص می دهند. این گروه روغن پایه بر اساس نوع پالایش به سه گروه I، II، III طبقه بندی می شوند. علی رغم اینکه با بالا رفتن گروه، کیفیت و کارایی روغن پایه و در نتیجه روانکار بهتر می گردد اما در برخی صنایع، نیاز به روانکارهایی با طول عمر بالاتر و برخی مشخصات عملکردی بهتر است تا ضمن کاهش دوره های تعویض روانکار، تخریب تجهیزات در تماس با روانکار نیز به کمترین میزان کاهش یابد. این امر موجب ظهور سیالات سنتزی گردید.

در ادامه به بررسی خواص و کاربرد یکی از انواع سیالات سنتزی با عنوان Polyoxyalkylene Glycols (PAG) پرداخته شده است و در شماره های آینده، سایر سیالات سنتزی به تفصیل شرح و بسط داده خواهد شد.

تعریف :

در حال حاضر ۶ نوع سیال سنتزی اصلی وجود دارد که هر کدام خواص و کاربردهای مخصوص به خود را دارد یکی از انواع این مواد Polyoxyalkylene Glycols (PAG) هستند که به دلیل میزان بالای اکسیژن در میان سایر سیالات سنتزی منحصربه فرد می باشد. خاصیت متمایز این سیال، انحلال پذیری آن در آب است. تاریخچه این محصول به جنگ جهانی دوم برمی گردد زمانی که دیگر روانکارهای بر پایه روغن نفتی به دلیل افزایش تنوع کاربردها، کارایی لازم را نداشتند. این مواد در صنعت از دهه ۱۹۸۰ میلادی افزایش قابل توجهی یافت.

انواع :

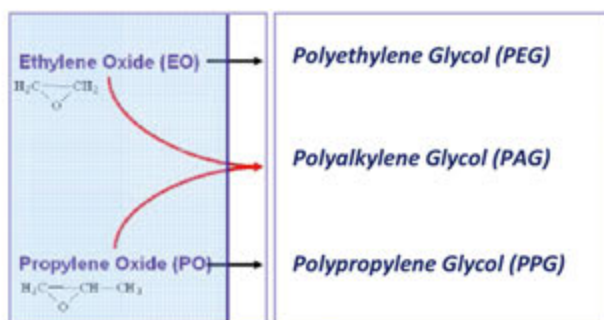
در حال حاضر PAG ها در دو نوع محلول در آب و نامحلول در آب و در دامنه های وسیعی از گرانی تولید می گردند. ساختار آن ها تعیین کننده انحلال پذیری یا عدم انحلال پذیری در آب می باشد. در ساختار پلیمری نوع نامحلول آن، از واحدهای پروپیلین اکساید (PO) استفاده شده در حالی که نوع محلول آن از واحدهای اتیلین اکساید و پروپیلین اکساید (EO and PO) استفاده می گردد. هر دو نوع PAG مذکور

با روغن های معدنی ناسازگار هستند. اخیراً نوع دیگری از این سیالات با عنوان PAG قابل انحلال در روغن نیز تولید گردیده است. در این نوع PAG، واحد های بوتیلین اکساید (BO) نیز وجود دارد و در تولید روغن های موتور، دنده، کمپرسور و ... کاربرد دارد اما مصرف آن متداول نمی باشد بنابراین در این مبحث مورد بررسی قرار نمی گیرد.

PAG ها به دلیل فراریت کم در مصارفی که دمای عملکرد بالایی نیاز است مورد مصرف قرار می گیرند و به همین دلیل در شرایط محیطی با دمای پایین و یا بالا مناسب ترین انتخاب است. به طور متداول PAG در فرمولاسیون روغن های آبکاری، فلزکاری، روانکارهای صنایع غذایی و همچنین روغن های هیدرولیک و کمپرسور مورد استفاده قرار می گیرند.

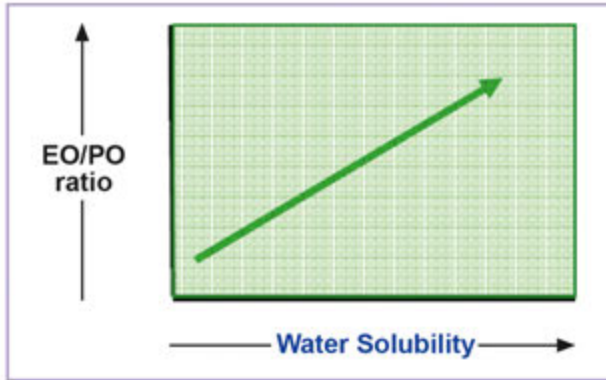
ساختار :

همانطور که گفته شد زنجیره پلیمری PAG ها، معمولاً از واحد های اتیلین اکساید و پروپیلین اکساید تشکیل شده است، این سیالات بر اساس نسبت واحد های پروپیلین اکساید به اتیلین اکساید در زنجیره PAG طبقه بندی می شوند. PAGهایی با ۱۰۰ درصد وزنی پروپیلین اکساید که به نام PPG نیز شناخته می شوند در آب نامحلول بوده از اینرو به عنوان PAG های نامحلول در آب عرضه می گردند، در حالی که PAG هایی که درصد وزنی اتیلین اکساید آنها ۵۰ تا ۷۰ درصد و مابقی پروپیلین اکساید باشد در دمای محیط در آب محلول می باشند. هر دو نوع PAG مذکور، در صنعت روانکار مورد مصرف قرار می گیرند. استفاده کامل از اتیلین اکساید منجر به تشکیل PEG میگردد. PEG های با جرم های مولکولی پایین (کمتر از ۶۰۰) به صورت مایع هستند که در صنعت روانکار کاربرد دارد اما زمانی که جرم مولکولی افزایش یابد PEG به شکل جامد در آمده و کاربرد آن در این صنعت محدود می گردد.

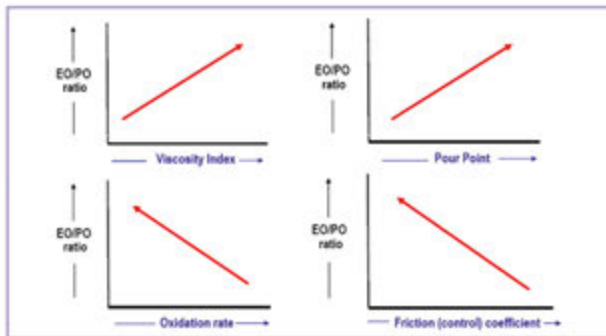


سیالات سنتزی از نوع پلی آلکیلین گلیکول

PAG | Poly Alkylene Glycol
Synthetic Base Oil



- هرچه نسبت EO به PO افزایش می یابد انحلال پذیری در آب افزایش می یابد.
- هرچه میزان EO به PO در پلیمرهای PAG بیشتر باشد شاخص گرانروی نیز افزایش می باشد اما روی مشخصه نقطه ریزش تاثیر منفی گذاشته و موجب افزایش آن می گردد.
- با افزایش EO در مقایسه با PO سرعت اکسیداسیون و همینطور ضریب اصطکاک کاهش می یابد.



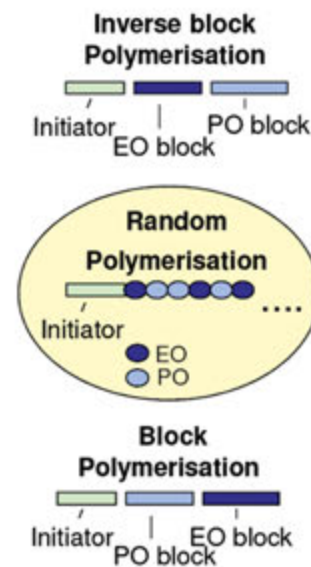
خواص منحصر به فرد PAG، این سیال را برای مصارف خاص مناسب می گرداند. مشخصه حلالیت در آب موجب می گردد تا تجهیزاتی که این روغن ها را مورد مصرف قرار می دهند به آسانی با آب تمیز شوند. این سیالات علاوه بر دارا بودن شاخص پایداری برشی بالا، به دلیل فراریت کم در شرایط دمای عملکرد بالا و همچنین عدم ایجاد باقیمانده و ته نشینی، سیالات ارزشمندی محسوب می شوند. علاوه بر این خاصیت تجزیه پذیری آنها در محیط زیست نیز توجه بسیاری از تولیدکنندگان روانکار را به خود جلب کرده است. هرچه جرم مولکولی PAG بالاتر باشد قابلیت تجزیه پذیری در محیط زیست کاهش می یابد.

با افزایش دما، حلالیت سیالات PAG در آب کاسته می شود به همین دلیل حتی نوع محلول در آب آن نیز که شامل هم EO و هم PO می باشد در آزمون جدپذیری از آب به دلیل انجام آن در دمای بالا، به خوبی از فاز آبی جدا می گردد.

مکانیزم

فرایند پلیمریزاسیون PAG ها به دو صورت Random و Block (or Inverse Block) صورت می گیرد. در نوع Random نظم مشخصی در ترتیب قرار گیری واحدهای EO و PO برای پیوند با یکدیگر در ساختار مولکولی زنجیر پلیمر وجود ندارد در حالی که در نوع Block، هر بلوک اتیلن اکساید با یک بلوک پروپیلن اکساید پیوند برقرار می کند. هر بلوک از چند مولکول یکسان در پیوند با یکدیگر تشکیل شده است.

PAG های مورد مصرف در صنعت روانکار از نوع Random بوده و نوع Block آن به عنوان مواد فعال سطحی مصرف می گردد که یکی از مهمترین آنها، ضد کف های مناسب محلول های آبی می باشد. در این بخش تنها نوع Random به دلیل کاربرد آن در صنعت روانکار، بررسی می گردد.



نسبت EO به PO روی مشخصات فیزیکی و شیمیایی تاثیر به سزایی دارد که از آن جمله می توان به موارد ذیل اشاره کرد:

سیالات سنتزی از نوع پلی آلکیلین گلیکول

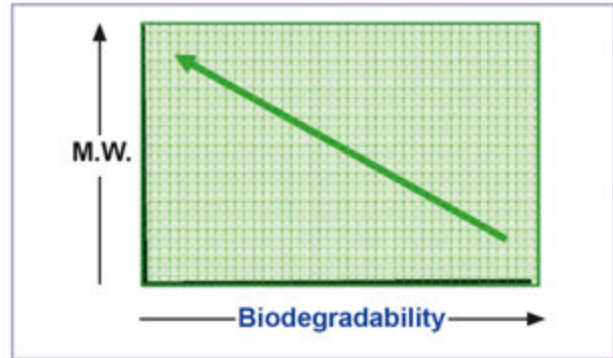
PAG | Poly Alkylene Glycol
Synthetic Base Oil

به روغن کارنکرده، نشان دهنده پایان عمر این روانکار است. میزان گرانیروی معمولاً تا زمان تعویض بدون تغییر باقی می ماند. محدوده قابل قبول میزان آب در این سیالات نسبت به روغن های هیدروکربنی بیشتر است به طوری که حتی در نوع نامحلول در آب این روغن ها، میزان ۰/۷ درصد آب (آلودگی) مجاز می باشد.

سیالات PAG مقاومت اکسیداسیون بالایی دارند اما مانند هر نوع روغن دیگر، تحت شرایط دمایی بالا اکسید می شوند ولی مزیت آنها در مقابل روانکارهای هیدروکربنی این است که باقیمانده و مواد جانبی تشکیل شده حین فرایند اکسیداسیون را در خود حل کرده و اجازه تشکیل رسوب و لعاب را نمی دهند. درحالی که در روانکارهای هیدروکربنی، این مواد روی قطعات رسوب کرده و تولید لعاب^۵ می کند. به دلیل قدرت انتقال حرارت بالای این روغن ها و پایداری حرارتی و اکسیداسیون بالا، PAGها انتخاب مناسبی برای سیالات انتقال حرارت در سیستم های باز و روغن های فرایند در تولید پلاستیک، الاستومر و .. می باشد.

کاربرد PAG در صنایع نساجی نیز فواید زیادی دارد، روی الیاف لک ایجاد نمی کند، باعث تغییر رنگ آن نمی شود و حین فرایند پشم شویی به راحتی از سطح الیاف شسته می شوند. درصنعت نساجی با شرایط دمایی بالا و سرعت زیاد زمانی که نیاز به مشخصه پایداری برشی بالا می باشد انتخاب مناسبی به عنوان روانکار است. همچنین این روغن ها به عنوان روغن دنده EP در روانکاری دستگاههای تولید الیاف نساجی نیز کاربرد دارند.

هنگامی که این روغن ها به عنوان روغن دنده به کار می روند در مصرف انرژی نیز کاهش قابل توجهی به وجود می آید. برای مثال نیاز به خاصیت EP بالا در روغن دنده های مصرفی در توربین های بادی به حدی است که با استفاده از PAG به خوبی تامین می گردد، زیرا این دنده ها در سرعت پایین و فشار بسیار بالایی کار می کنند به طوری که اگر از روغن های دنده معدنی و PAO استفاده شود موجب حفره زایی^۸ میکرونی می شود. در دیگر جعبه دنده ها خصوصاً دنده های حلزونی^۹ به دلیل ضریب اصطکاک پایین ذاتی PAG، استفاده از این نوع روغن ها سبب کاهش مصرف انرژی، کاهش دما و کاهش سرعت سایش می گردد. در فرایند سنتز PAGها، پلیمرهایی با تنوع زیاد قابل تولید هستند به



کاربرد:

PAGها بهترین انتخاب برای روانکاری کمپرسورها هستند به خصوص در مواردی که گاز طبیعی با فشار بالا و یا اتیلن کمپرس می شود. زیرا در این کمپرسورها گازهای مذکور با حل شدن در روانکار ثبات گرانیروی آن را از بین می برند. PAGها در نسل جدید کمپرسورهای تبریدی، با سیالات هیدروفلوئوروکربن های دوستدار محیط زیست مانند R-134a و R-152a نیز کاربرد دارند. بیش از ۲۰ سال است که بزرگترین شرکت های خودرو ساز دنیا در کمپرسورهای هوای خود از نوع دنده های پیچی دوار^{۱۰} از PAG استفاده می کنند.



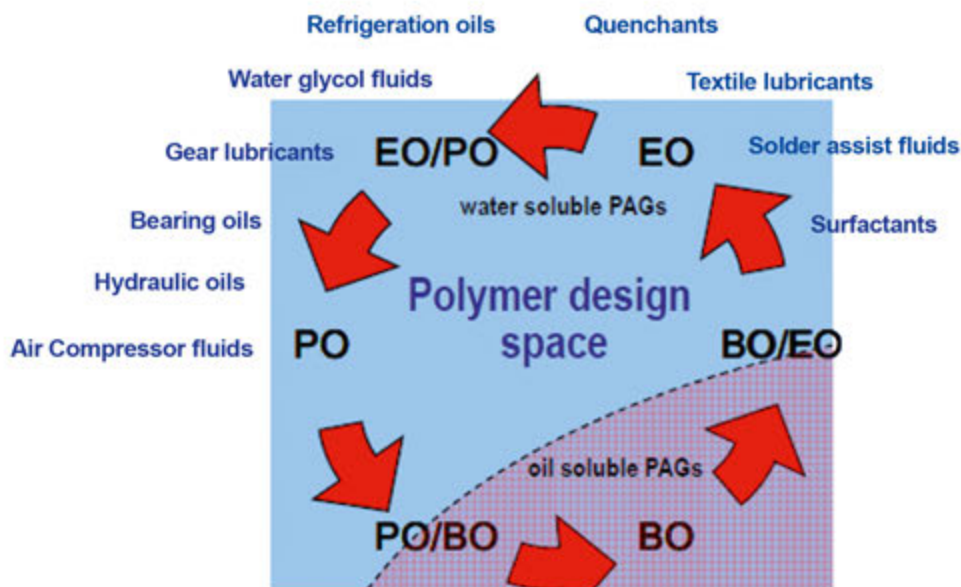
ارزیابی روغن های روانکار PAG نیز ساده می باشد. زمانی که به پایان عمر خود نزدیک می شوند تنها تغییر قابل ملاحظه میزان عدد اسیدی روغن^۶ به دلیل اکسیداسیون، مورد بررسی قرار می گیرد. این عدد در روغن PAG کارنکرده بسته به پکیج افزودنی استفاده شده بین ۰/۱ تا ۰/۵ می باشد. افزایش این مشخصه به میزان ۱ mg KOH/g نسبت

سیالات سنتزی از نوع پلی آلکیلین گلیکول

PAG | Poly Alkylene Glycol
Synthetic Base Oil

مقاومت در برابر ایجاد لعاب ، خاصیت انحلال پذیری بالا و داشتن دامنه وسیعی از قابلیت حل شدن در آب موجب گردیده است این روغن ها از شهرت بالایی در بازار روانکار برخوردار باشند. به طور کلی کاربردهای PAG متغیر از نسبت EO به PO (و BO) و جرم مولکولی PAG می باشد که به طور شماتیک در شکل ذیل مشخص شده است.

همین دلیل می توان PAGهایی با کاربردهای مختلف تولید کرد. به نحوی که می توان PAG های با مشخصه های گرانیوی، نقطه ریزش، حلالیت و ... بنا به مورد درخواست تولید کرد این تطبیق پذیری موجب گردیده است که ۲۴ درصد مصرف روغن های پایه سنتزی در صنعت روانکار به این نوع روغن اختصاص یابد. همانگونه که ذکر گردید، نقطه ریزش پایین، دامنه وسیع گرانیوی،



- 1- Quenching
- 2- Metalworking
- 3- Food Grade
- 4- Surfactant
- 5- Rotary Screw
- 6- Acid Number
- 7- Varnish
- 8- Micropitting
- 9- Worm Gear

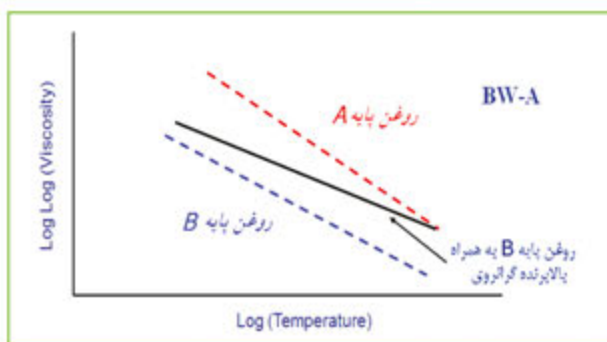
تعریف VII¹

VII، گونه ای از پلیمرها هستند که به منظور کم کردن تغییرات گرانروی در مقابل تغییرات دما در تولید روانکارها استفاده می شوند.

مکانیزم عملکرد آنها به نحوی است که پلیمر حل شده در روغن در دمای درگیر می کند و در مقابل در دمای بالا، شاخه های خود را گسترش داده و حجم بیشتری از روغن را در خود اشغال می کند. از آنجایی که کاهش گرانروی در اثر افزایش دما جزء خصوصیات ذاتی روغن ها خصوصاً روغن پایه است این رفتار پلیمرها موجب می گردد کاهش زیاد گرانروی در اثر افزایش دما تا حدی اصلاح گردیده و در نتیجه از روان شدن بیش از حد آن جلوگیری می گردد. خصوصاً در روغن های موتور به دلیل تغییرات بالایی دمایی، کاهش تغییرات گرانروی در اثر تغییرات دما از اهمیت بالایی برخوردار است. از طرفی انحلال پلیمر نباید تاثیر زیادی در افزایش گرانروی در دماهای پایین داشته باشد. به عبارتی پلیمرها باید کمترین تاثیر را در گرانروی روغن در دمای پایین داشته باشند که در روغن های موتور با روش CCS² ارزیابی می گردد.

در نتیجه انحلال زیاد در دمای بالا که منجر به جلوگیری از کاهش زیاد گرانروی در دمای بالا می گردد و همچنین انحلال کم در دمای پایین نیز که منجر به عدم تاثیر بر افزایش گرانروی در سرما می گردد با مشخصه شاخص گرانروی سنجیده می شود.

در شکل فوق، روغن BW-A نهایی، خصوصیات مطلوب گرانروی در سرما را از روغن پایه B و گرانروی در دمای بالا را از روغن پایه A می گیرد.



ویژگی های مورد انتظار از VII

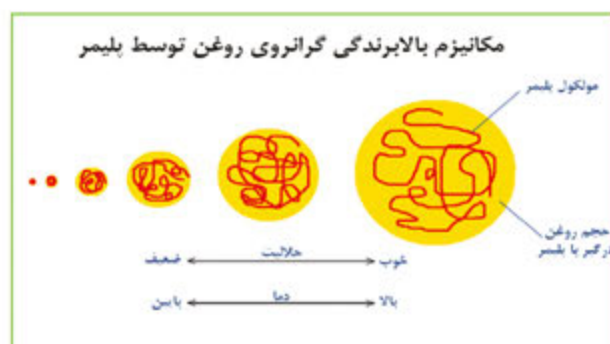
شاید به نظر بالابردن گرانروی و شاخص گرانروی، مهمترین عامل انتخاب یک VII جهت تولید روغن در خواستی باشد اما عوامل دیگری نیز نقش اساسی در انتخاب پلیمرها دارند. از جمله مهمترین آنها، موارد زیر می باشد:

۱- حفظ سیالیت خوب در سرما (ارزیابی عملکرد عملکرد در آزمون های CCS و Brookfield)

همانطور که قبلاً گفته شد افزایش بیش از حد گرانروی در دمای پایین مطلوب نمی باشد زیرا در سیالیت روغن اثر منفی می گذارد بنابراین پلیمر مناسب، پلیمری است که کمترین تاثیر را بر گرانروی روغن در این دما داشته باشد.

۲- پایداری برشی دائم (ارزیابی با آزمون SSI)

یکی از نکات مهم در انتخاب پلیمر میزان SSI است. هر چه مقدار این شاخص پلیمر کوچکتر باشد شکست ساختار پلیمر در اثر تنش های وارده به آن حین کارکرد موتور کمتر می گردد. به طوری کلی هرچه وزن مولکولی بیشتر باشد شکست مولکول تحت تنش برشی بیشتر می شود.

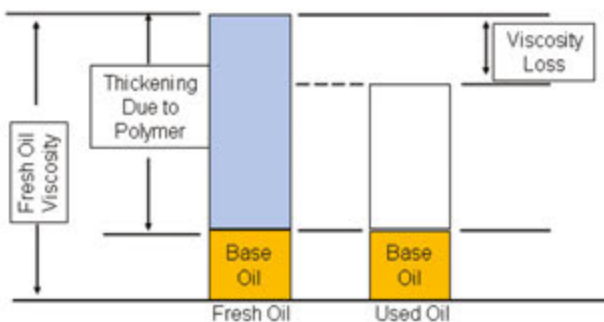


مصرف پلیمر در روغن های چند درجه ای

با استفاده از بالابرنده های شاخص گرانروی، روغن های چند درجه ای، خصوصیات مطلوب دو روغن پایه فرضی را دارا می شوند و خصوصیات نامطلوب آنها را حذف می کنند.

مواد افزودنی پالایرنده شاخص گرانیوی | VII |

است که میزان این گرانیوی Stay in Grade باشد به این مفهوم که گرانیوی در دامنه روغن ساخته شده مطابق با جدول SAE J 300 باقی بماند.



برای اطمینان از مطلوب بودن پلیمر انتخابی در مشخصه SSI از فرمول زیر استفاده می شود:

$$SSI = \frac{Viscosity_{(Freshoil)} - Viscosity_{(aftershear)}}{Viscosity_{(Freshoil)} - Viscosity_{(Base+Package Additive)}} \times 100$$

مخرج این تساوی در حقیقت میزان افزایش گرانیوی در اثر افزودن ماده بهبود دهنده شاخص گرانیوی و صورت کسر نیز میزان افت گرانیوی تحت تنش برشی می باشد که در شکل زیر به ترتیب با عبارتهای Thickening Due to Polymer و Viscosity Loss مشخص شده است.

بعد از قرار دادن SSI پلیمر انتخابی و سایر مشخصه ها در تساوی، مقدار گرانیوی بعد از تنش به دست می آید. زمانی پلیمر انتخابی مطلوب

SAE J300 Viscosity Grades for Engine Oils - December 1999

| SAE Viscosity Grade | Low Temperature (°C) Cranking Viscosity ⁽¹⁾ , cP Max. | Low Temperature (°C) Pumping Viscosity ⁽²⁾ , cP Max. with No Yield Stress | Kinematic Viscosity ⁽³⁾ (cSt) at 100°C Min. | Kinematic Viscosity ⁽³⁾ (cSt) at 100°C Max. | High-Shear Viscosity ⁽⁴⁾ (cP) at 150°C and 10 ⁶ s ⁻¹ Min. |
|---------------------|--|--|--|--|--|
| 0W | 6200 at -35 | 60 000 at -40 | 3.8 | - | - |
| 5W | 6600 at -30 | 60 000 at -35 | 3.8 | - | - |
| 10W | 7000 at -25 | 60 000 at -30 | 4.1 | - | - |
| 15W | 7000 at -20 | 60 000 at -25 | 5.6 | - | - |
| 20W | 9500 at -15 | 60 000 at -20 | 5.6 | - | - |
| 25W | 13000 at -10 | 60 000 at -15 | 9.3 | - | - |
| 20 | - | - | 5.6 | < 9.3 | 2.6 |
| 30 | - | - | 9.3 | < 12.5 | 2.9 |
| 40 | - | - | 12.5 | < 16.3 | 2.9 (0W-40, 5W-40, and 10W-40 grades) |
| 40 | - | - | 12.5 | < 16.3 | 3.7 (15W-40, 20W-40, 25W-40, 40 grades) |
| 50 | - | - | 16.3 | < 21.9 | 3.7 |
| 60 | - | - | 21.9 | < 26.1 | 3.7 |

مثال:

برای ساخت روغن SAE 20W50، روغن پایه ای با گرانیوی 8.6 انتخاب می گردد. بسته افزودنی روغن موتور به میزان 7.5% با گرانیوی 135 به آن اضافه می شود. گرانیوی را با پلیمری با SSI=45 به 19.5cSt می رسانند. آیا مجاز به ساخت این روغن هستیم؟

$$Viscosity_{base+Package Additive} = 9.97 \text{ cSt}$$

مقدار گرانیوی مخلوط پایه و پکیج را می توان با نرم افزار و یا منحنی های بلندینگ چارت محاسبه کرد.

$$SSI = \frac{19.5 - X}{19.5 - 9.97} \times 100 = 45 \rightarrow X = 15.21 \text{ cSt}$$

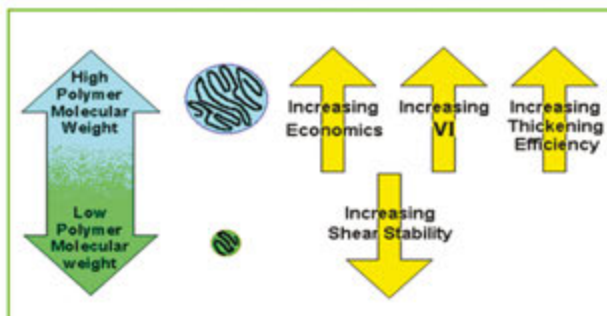
مقدار گرانیوی بعد از آزمایش Shear طبق استاندارد SAE J 300 در دامنه $16.3 \leq \dots \leq 21.9$ نمی باشد. بنابراین مجاز به ساخت این روغن نمی باشیم. برای حل این مشکل لازم است پلیمری با SSI کمتر انتخاب شود.

در ذیل مشخصه وزن مولکولی و درجه پلیمریزاسیون و تاثیر آن ها در ویژگی های VII بررسی می گردد:

وزن مولکولی

در یک نوع خاص از پلیمر، هرچه وزن مولکولی بیشتر باشد خاصیت بالابردندگی گرانروی پلیمر بیشتر خواهد بود (Thickening Efficiency) و در نتیجه اقتصادی تر به نظر می رسد.

هر چه وزن مولکولی پلیمر در یک نوع مشخص (مثلا OCP) بیشتر باشد، احتمال شکست آن در اثر تنش های مکانیکی یا حرارتی بیشتر است. بنابر این پلیمر مذکور پایداری برشی کمتری دارد و مشخصه SSI آن بزرگتر است. از طرفی به دلیل شکست مولکولی و ایجاد ترکیبات ناپایدار، مقاومت در برابر اکسیداسیون ضعیف تر است و امکان ایجاد لجن های اسیدی افزایش می یابد.



درجه پلیمریزاسیون

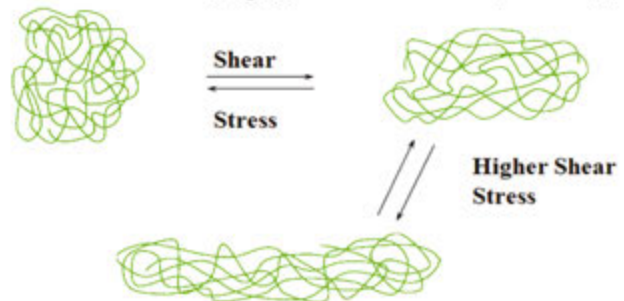
به طور کلی پلیمرها، مولکولهای بسیار بزرگ اغلب هیدروکربنی هستند که از پیوند شیمیایی واحدهای بسیار کوچکتر و نه لزوماً یکسان حاصل می گردند. تعداد مولکول های واحد تکرار شونده در یک پلیمر با وزن مولکولی مشخص، درجه پلیمریزاسیون نامیده می شود که از فرمول ذیل محاسبه می گردد:

$$\text{درجه پلیمریزاسیون} = \frac{\text{وزن مولکولی متوسط پلیمر}}{\text{وزن مولکول واحد تکرار شونده}}$$

در پلیمرهای با وزن مولکولی یکسان، هر چه وزن مولکول واحد تکرار شونده بیشتر باشد درجه پلیمریزاسیون آن کمتر می شود.

۳- پایداری برشی موقت (نشان دهنده در تست HTHS)

زمانی که در دمای بالا، روغن تحت تنش برشی بالا قرار می گیرد ساختار پلیمر در جهت تنش ایجاد شده به صورت برگشت پذیر گسترده می شود و موجب کاهش موقت گرانروی می گردد که اگر این کاهش بیش از حد باشد موجب تماس قطعات و تخریب شدید آن می شود. این مشخصه با تست HTHS مشخص می گردد.



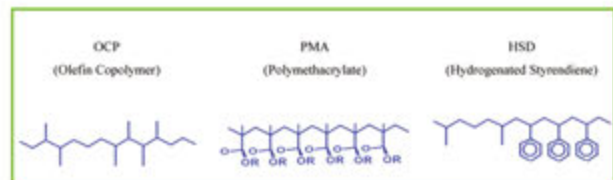
بنابراین پلیمری مناسب است که در صورت اعمال تنش بالا در دمای بالا کمترین تغییر ساختار را داشته باشد.

۴- عدم تاثیر بر عملکرد ماده پایین آورنده نقطه ریزش

۵- مقاومت در برابر اکسیداسیون و عدم ایجاد لجن های اسیدی (ارزیابی با تست موتوری Seq V)

انواع VII

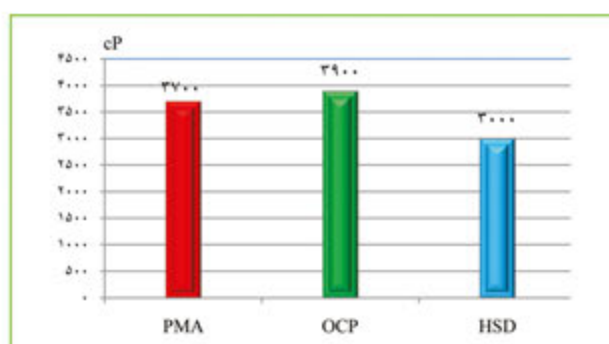
از مهمترین مواد افزودنی بالابرنده شاخص گرانروی (VII) می توان به موارد زیر اشاره کرد:



پلیمرهای مختلف در دو مشخصه ساختاری با یکدیگر مقایسه می شوند که این دو مشخصه عبارت است از وزن مولکولی پلیمر و درجه پلیمریزاسیون آن. این دو مشخصه موجب می گردد پلیمرها در پنج ویژگی ذکر شده VII، رفتار متفاوتی از خود نشان دهند.

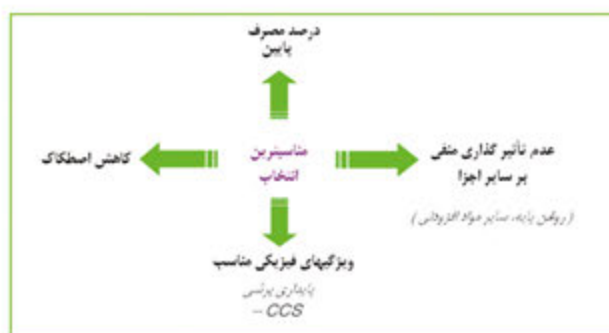
مواد افزودنی بالبرنده شاخص گرانروی | VII |

■ از آنجایی که PMA در مقایسه با OCP تغییرات گرانروی در برابر تغییرات دمای کمتری دارد (به دلیل مشخصات ظاهری گفته شده)، در نتیجه در اثر کم کردن دما نیز افزایش گرانروی OCP در مقایسه با PMA بیشتر می گردد و در نتیجه مشخصه CCS پلیمرهای OCP در مقایسه با PMA در شرایط یکسان (گرانروی ۱۰۰ درجه سانتیگراد) بیشتر است.



نتیجه گیری:

بالبرنده های گرانروی مختلف، مزیت ها و معایب خاص خودشان را دارند که در هنگام تولید روانکارهای حاوی پلیمر، ضمن توجه کامل به کاربرد روانکار، می بایست مناسب ترین را انتخاب نمود.



انتخاب مناسب ترین بالبرنده گرانروی برای یک کاربرد مشخص از پیچیدگی خاصی برخوردار بوده و لازم است که در این زمینه با کارشناس متخصص این مواد مشاوره نمود.

- 1- Viscosity Index Improver
- 2- Cold Crankcase Simulator
- 3- Shear Stability Index
- 4- High Temperature High Shear

■ در یک وزن مولکولی مشخص هر چه درجه پلیمریزاسیون بیشتر باشد مولکول پلیمر از نظر ظاهری، طولی کشیده تر و عرضی کوتاهتر دارد. باشد ظاهر پلیمر از نظر طولی کشیده تر و از نظر عرضی کوتاه تر می شود. این ساختار ظاهری موجب می گردد که در نتیجه اعمال تنش های مکانیکی و ...، پلیمر تحت تاثیر تغییرات بیشتری قرار گیرد و تغییرات گرانروی در اثر تنش های مکانیکی و ... بیشتر می گردد. برای مثال درجه پلیمریزاسیون عمومی مهم ترین پلیمرهای مصرفی در صنعت روانکار به شرح می باشد:

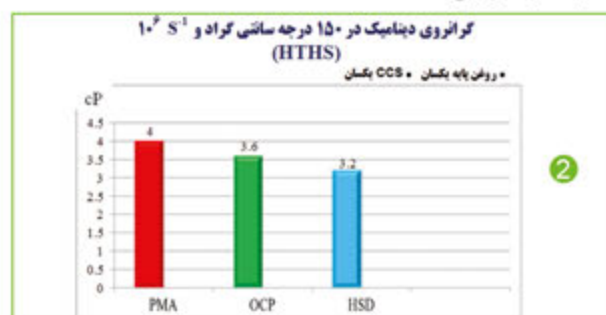
| نوع پلیمر | OCP | PMA | SIP |
|-------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| درجه پلیمریزاسیون | $\frac{100000}{35} = 2900$ | $\frac{100000}{254} = 400$ | $\frac{100000}{83} = 1200$ |

همان طور که ملاحظه می شود پلیمرهای PMA به دلیل بالابودن وزن مولکولی واحد تکرار شونده، درجه پلیمریزاسیون کمتری دارند بر خلاف پلیمرهای OCP که بالاترین درجه پلیمریزاسیون را دارند.

■ به طور کلی پلیمرهایی با درجه پلیمریزاسیون بالا، قدرت بالابردگی گرانروی بیشتری دارند و در نتیجه به صرفه تر هستند. به همین دلیل کاربرد پلیمرهای OCP نسبت به سایر پلیمرها رایج تر است.



■ از آنجایی که در پلیمرهای OCP وزن واحد مولکول تکرار شونده نسبت به PMA کمتر است درجه پلیمریزاسیون آن بیشتر بوده در نتیجه در وزن مولکولی یکسان، طول زنجیره پلیمر OCP افزوده شده و همانطور که قبلا نیز گفته شد در مشخصه HTHS نسبت به PMA ضعیف تر عمل می کند.



ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش | Pour Point Depressants |

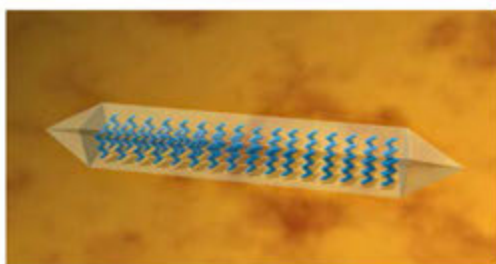
مهدی وثوق | کارشناس واحد مهندسی فروش

۲- روغن پایه های سنتزی: پلی آلکیلن گلايكول، پلی آلفا اولفین،
استر، آلکیل بنزن و ...

روغن پایه های سنتزی در مواردی کاربرد دارند که روغن پایه های معدنی پاسخگوی ویژگی های مورد نیاز نباشند. به دلیل تولید این نوع روغن پایه ها در شرایط کنترل شده، نقطه ریزش بسیار پایین تری نسبت به روغن پایه های معدنی دارند.

پارافین وکس و مکانیسم کاهش سیالیت:

پارافین وکس ها هیدروکربن های پارافینیک خطی با طول زنجیر بلند هستند. وجود این ترکیبات باعث افزایش شاخص گرانیروی روغن پایه می شود. با کاهش دما پارافین های خطی به یکدیگر متصل شده و تولید شبکه های کریستالی می نمایند (شکل ۱). با تشکیل این کریستالها و اتصال آنها به یکدیگر پدیده درهم رفتگی این شبکه ها در یکدیگر رخ می دهد (Interlocking). این امر سیالیت روغن را به تدریج کاهش داده تا در نهایت سیالیت روغن از بین برود (شکل ۲).

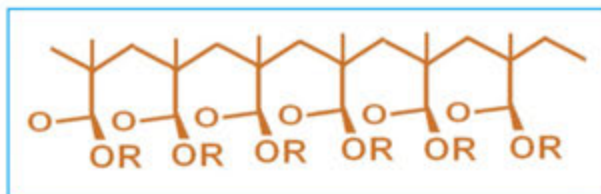


(شکل ۱): اتصال مولکولهای راست زنجیر به یکدیگر و تشکیل شبکه های کریستالی



(شکل ۲): پدیده Interlocking

(درهم رفتگی شبکه های کریستالی که منجر به کاهش سیالیت می شود)



مقدمه:

هدف از این مقاله ارائه دید دقیق تر در خصوص ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش می باشد و بررسی این ویژگی که این ترکیبات علاوه بر تاثیر مثبت روی کاهش نقطه ریزش، بر سیالیت روانکار در دمای پایین و نزدیکی نقطه ریزش نیز، تاثیر گذار هستند.

تعریف نقطه ریزش:

کمترین دمایی که روغن می تواند در آن جریان داشته باشد را نقطه ریزش می نامند. هرچه نقطه ریزش یک سیال پایین تر باشد سیالیت روانکار در دمای پایین بهتر است و می توان روانکار را در دماهای پایین تر استفاده نمود.

تعریف ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش:

ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش ترکیبات پلیمری هستند که به روانکارهای پایه معدنی اضافه می شوند تا خواص سیالیت در سرمای آن بهبود پیدا کند. روانکارهای فاقد این دسته از افزودنی ها، با کاهش دما سیالیت خود را به سرعت از دست می دهند. به عنوان مثال روغن پایه ای که نقطه ریزش آن، صفر درجه سانتیگراد می باشد، با استفاده از ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش مناسب، می تواند تا ۲۷- درجه سانتیگراد همچنان سیالیت خود را حفظ نماید.

انواع روغن پایه:

با توجه به اینکه کارایی ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش بستگی زیادی به نوع روغن پایه دارد، قبل از شروع بررسی در خصوص ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش، ابتدا انواع روغن پایه را مرور می کنیم.

۱- روغن پایه های معدنی: پارافینیک، نفتنیک

روغن پایه های معدنی از فرآیند پالایش نفت خام حاصل می شوند. در روغن پایه های پارافینیک هیدروکربن های خطی درصد بالاتری دارند اما روغن پایه های نفتنیک دارای مقادیر بیشتری از هیدروکربن های حلقوی اشباع شده هستند.

ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش | Pour Point Depressants |

موتور در لحظه استارت زدن را بررسی می کند و در این شرایط تنش برشی شدیدی (حدود $10^6 S^{-1}$) وجود دارد که باعث می شود کریستالهای وکس شکسته شوند، اما در آزمون های MRV و Brookfield به دلیل پایین بودن میزان تنش برشی (کمتر از $100 S^{-1}$)، شکست شبکه های کریستالی رخ نمی دهد. بنابراین نوع ماده پایین آورنده نقطه ریزش می تواند در تعیین نتایج این تست ها موثر باشد.

۳- آزمون MRV (ASTM D 4684-08)

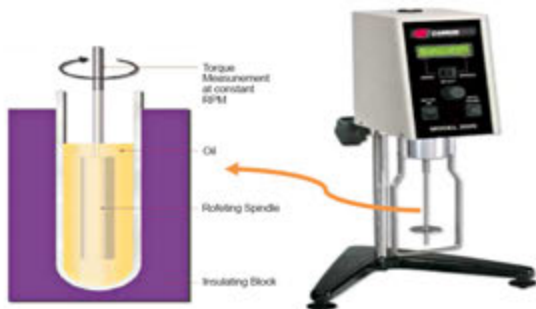
این آزمون شرایط پمپاژ روغن در لحظه شروع به کار موتور خودرو را شبیه سازی می کند. در این آزمون، نمونه با سرعت 0.33 درجه سانتیگراد در ساعت سرد می شود و تنش برشی کمی به آن وارد می گردد.



(شکل شماره ۳) : دستگاه آزمون MRV

۴- آزمون تعیین گرانیوی روانکار با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد (ASTM D 2983, ISIRI 8147)

بعد از گرم کردن اولیه، نمونه در دمای اتاق به تعادل می رسد. سپس در حمام سرد که از قبل در دمای مشخص آزمون تنظیم شده است به مدت ۱۶ ساعت قرار می گیرد و آزمون تعیین گرانیوی انجام می گیرد. در این آزمون نیز تنش برشی شدیدی به روغن وارد نمی شود و اساس محاسبه گرانیوی، نیروی مورد نیاز برای ایجاد گشتاور ثابت می باشد. کاربرد اصلی این روش مربوط به روغن دنده و ATF می باشد.



(شکل ۴) : دستگاه دیجیتال تست گرانیوی بروکفیلد

معایب کاهش سیالیت روانکار

مهمترین دلیل استفاده از روانکار، کاهش اصطکاک میان دو سطح می باشد. با کاهش سیالیت، روغن به تمام قسمت های سیستم نمی رسد و باعث افزایش اصطکاک بین دو سطح می شود. از طرفی کاهش سیالیت باعث کاهش میزان انتقال حرارت از سطوح، افزایش مصرف انرژی و افزایش فشار به پمپ روغن می گردد. برای مقابله با این مشکلات، از مواد کاهش دهنده نقطه ریزش استفاده می شود.

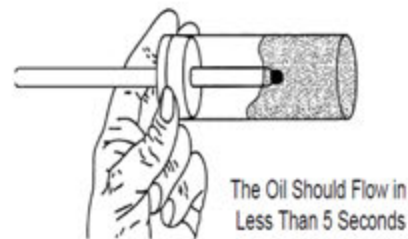
ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش

این ترکیبات به منظور جلوگیری از ایجاد شبکه های منظم کریستالهای پارافین وکس مصرف می شوند و مانع از کاهش سیالیت روغن می شوند. سیالیت روغن با دو فاکتور سنجیده می شود :

۱- نقطه ریزش ۲- گرانیوی در سرما

۱- آزمون نقطه ریزش (ISIRI 201-ASTM D97)

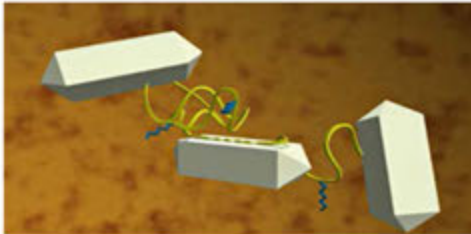
آغاز استفاده از این آزمون به سال ۱۸۹۰ میلادی بر می گردد. این آزمون یک راه نسبتاً سریع، ساده و ارزان قیمت به منظور بررسی سیالیت روانکار در دمای پایین است. بعد از گرم کردن اولیه، نمونه با سرعت 0.6 درجه سانتیگراد در دقیقه سرد می شود، در هر 3 درجه سلسیوس کاهش دما، سیالیت آن مورد بررسی قرار می گیرد و روانکار می بایست در کمتر از 5 ثانیه شروع به حرکت نماید. یک مرحله قبل از دمایی که حرکت سیال بیش از 5 ثانیه به طول انجامد، به عنوان نقطه ریزش روغن ثبت می گردد.



۲- آزمون های مرتبط با گرانیوی در سرما

گرانیوی در سرمای روغن های موتور بر اساس آزمون MRV و گرانیوی در سرمای روغن های دنده بر اساس آزمون Brookfield سنجیده می شود. نکته قابل توجه اینست که ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش بر نتایج آزمون CCS تأثیری ندارند؛ زیرا CCS شرایط روانکاری قطعات مختلف

ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش | Pour Point Depressants |



(شکل ۶) : ممانعت از پدیده Interlocking با استفاده از PMA

عوامل موثر در کارایی (PPD) (Pour Point Depressant)

مهمترین عواملی که می‌توان به آن اشاره نمود به شرح ذیل است :

۱- میزان پارافین و کس روغن پایه و گرید آن :

با توجه به مکانیسم کارکرد ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش، این ترکیبات در روغن پایه های فاقد وکس کارایی نخواهند داشت از طرفی تاثیر این ترکیبات بر روغن های پایه با وزن مولکولی کم (سبک) به مراتب بهتر است. هرچه وزن مولکولی روغن پایه زیادتر شود، کارایی این ترکیبات نیز کمتر خواهد شد. علت این امر آنست که پدیده سیالیت ناشی از دو عامل تشکیل کریستالهای وکس و افزایش گرانشی در اثر سرماست. با کاهش دما عامل افزایش گرانشی تاثیر بیشتری روی روغن های سنگین تر خواهد داشت و از آنجاییکه ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش فقط بر روی کریستال های وکس اثرگذار هستند، کارایی کمتری روی روغن پایه های سنگین (وزن مولکولی بالا) دارند از طرف دیگر هیدروکربن های با وزن مولکولی بالا به دلیل دارا بودن ساختارهای مولکولی بسیار متنوع (تعداد ایزومرهای بیشتر) دارای کریستال های ریزتر بوده و در نتیجه قادر به تشکیل کریستال های بزرگ نیستند، به همین دلیل تاثیر ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش روی آنها کمتر است.

۲- ماده بهبود دهنده شاخص گرانشی :

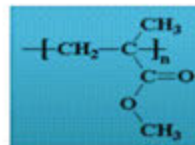
نوع ماده بهبود دهنده شاخص گرانشی اهمیت بسیاری دارد، بسیاری از ترکیبات بهبود دهنده شاخص گرانشی با ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش سازگاری دارند و مانع کارایی آنها نمی‌شوند ولی برخی از این ترکیبات، از جمله الفین کوپلیمرهای (OCP) با درصد بالای اتیلن (معمولاً بیشتر از ۶۰ درصد جرم مولکولی) با ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش ناسازگار هستند و مانع از کاهش نقطه ریزش می‌شوند، زیرا پلیمرهای با درصد بالای اتیلن خود خاصیت ایجاد کریستال در سرما دارند. لذا لازم است که در استفاده از ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش، سازگاری با ماده بهبود دهنده شاخص گرانشی، مورد توجه قرار گیرد.

انواع ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش :

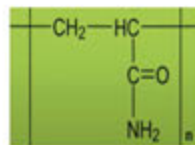
برای نخستین بار در سال ۱۹۳۱ میلادی اولین ماده کاهش دهنده نقطه ریزش عرضه گردید این ماده ترکیبی از مواد مومی کلره و نفتالن بود. ترکیباتی که تاکنون مورد استفاده قرار گرفته اند غالباً ترکیبات پلیمرهای سبک آلی می باشند.

ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش از خانواده های اصلی ذیل تشکیل شده اند:

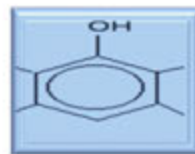
۱- پلی متا اکریلات ها :



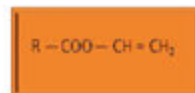
۲- پلی اکریل آمیدها :



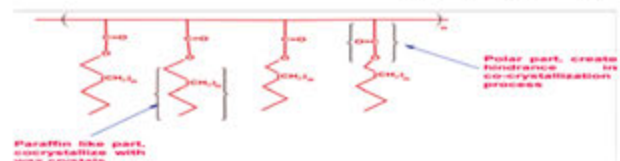
۳- دی تترا پارافین فنل فتالات :



۴- وینیل کربوکسیلاتها :



تجربه نشان داده از بین ترکیبات فوق، پلی متا اکریلاتها کارایی بهتری بر روی روغن های پایه پارافینیک دارند (شکل ۳). این ترکیبات دارای شاخه های فرعی می باشند و با اتصال به زنجیره های هیدروکربن و ایجاد ممانعت فضایی، روی اندازه و فرم کریستالهای وکس تاثیر گذاشته و از بزرگ شدن کریستالهای وکس جلوگیری می نمایند، همچنین مانع از درهم رفتگی این شبکه ها در یکدیگر شده و از این طریق، مانع کاهش سیالیت می شوند (شکل ۵).

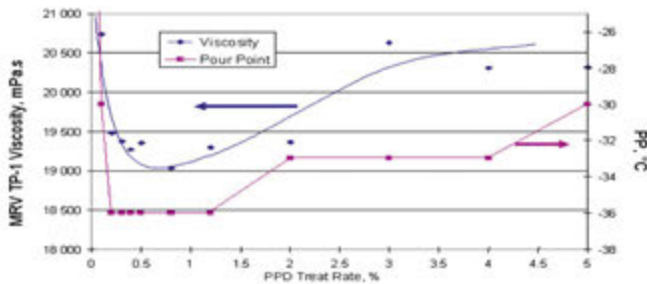


(شکل ۵) : ساختار پلی متا اکریلات

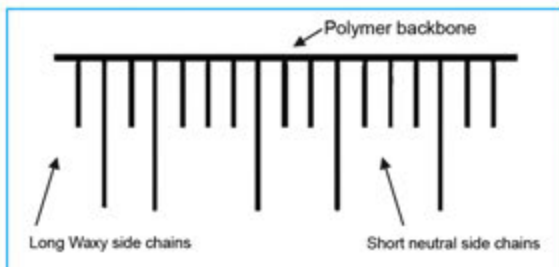
ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش | Pour Point Depressants |

۴- درصد مصرف :

میزان مصرف بهینه این مواد بنا به توصیه تولیدکننده معمولاً بین ۰/۱٪ تا ۰/۵٪ می باشد. مصرف بیش از مقدار توصیه شده ضمن اینکه تاثیر منفی بر سیالیت روغن خواهد داشت؛ باعث افزایش نقطه ریزش نیز می گردد. در نتیجه رعایت درصد مصرف اهمیت بسیار زیادی در کارایی روانکار خواهد داشت. منحنی زیر نشان می دهد که با افزودن ماده کاهش دهنده نقطه ریزش تا حدود ۰/۲٪، میزان نقطه ریزش کاهش می یابد و با افزایش آن تا ۱/۲ درصد تغییری ایجاد نمی شود و پس از آن نقطه ریزش افزایش می یابد. همچنین نتیجه آزمون MRV تا حدود ۰/۶٪ کاهش می یابد و پس از آن افزایش پیدا می کند. علت این تاثیر معکوس مربوط به ساختار ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش است که شباهت بسیاری به پارافین وکس دارند و در اثر مصرف بیش از اندازه، خود تبدیل به عاملی برای ایجاد شبکه های کریستالی می گردند.

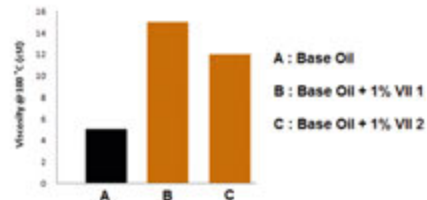


(نمودار شماره ۴): تاثیر میزان درصد مصرف ترکیبات نقطه ریزش بر نقطه ریزش و آزمون MRV

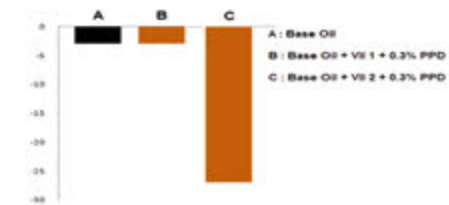


(شکل شماره ۷): شاخه های فرعی بلند کاملاً شبیه هیدروکربن های خطی موجود در روغن پایه

به منظور درک بهتر این موضوع، مورد ذیل را بررسی می نمایم: VII 1 از نوع OCP با درصد اتیلن بالای ۶۰ می باشد و VII 2 نیز از نوع OCP بوده و درصد اتیلن آن حدود ۵۰ می باشد. میزان افزایش گرانیوی به ازای یک درصد از هریک از این پلیمرها در نمودار شماره یک آورده شده است. اما همانطور که از نمودار شماره ۲ پیداست، VII 2 با ماده کاهش دهنده نقطه ریزش سازگار است و نقطه ریزش روانکار از ۳- به ۲۷- درجه سانتیگراد می رسد ولی VII 1 با ماده کاهش دهنده نقطه ریزش، ناسازگار بوده و مانع از کاهش نقطه ریزش می گردد.



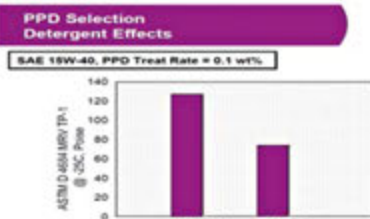
(نمودار شماره ۱): تاثیر ترکیبات OCP بر افزایش گرانیوی



(نمودار شماره ۲): تاثیر ترکیبات بهبود دهنده شاخص گرانیوی بر نقطه ریزش روانکار

۳- مواد پاک کننده :

این ترکیبات نیز دارای زنجیره بلند هیدروکربنی هستند و می توانند در کارایی ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش اختلال ایجاد نمایند. این مواد بر روی گرانیوی در سرمای روانکار اثر منفی می گذارند که امکان بررسی آن با استفاده از تست نقطه ریزش وجود ندارد.

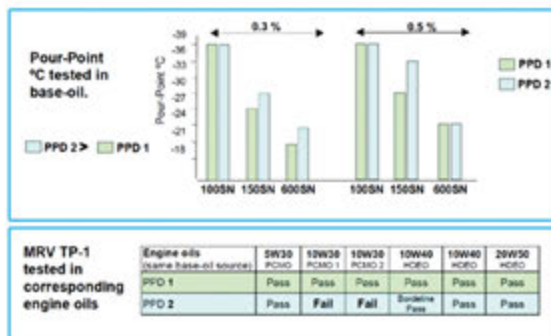


(نمودار شماره ۳): تاثیر ترکیبات پاک کننده بر کارایی روانکار در دمای پایین

ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش | Pour Point Depressants |

از طرفی ممکن است ماده کاهش دهنده نقطه ریزش در تست نقطه ریزش نتایج قابل قبولی بدهد ولی در آزمون های دیگر (مانند MRV) نتایج مناسبی به دست نیاید در حدی که روغن ساخته شده استانداردهای لازم را تامین نکند.

در مثال ذیل نیز با تست نقطه ریزش به نظر می رسد PPD2 کارایی بهتری دارد اما پس از آزمون MRV مشخص می گردد PPD 1 کارایی بهتری دارد.



(نمودار شماره ۸) : تاثیر PPD ۱ و PPD ۲ بر نتیجه آزمون نقطه ریزش و MRV

جمع بندی :

با توجه به موارد فوق مشخص گردید که آزمون تعیین نقطه ریزش به تنهایی نمی تواند معیار مناسبی برای انتخاب ماده کاهش دهنده نقطه ریزش باشد و انجام آزمون های مربوط به گرانی در سرما بسیار حیاتی است. لذا آزمون MRV برای روغن های موتور و آزمون Brookfield برای روغن های دنده می بایست علاوه بر آزمون نقطه ریزش مورد توجه تولیدکنندگان روانکار قرار گیرد.

باید توجه داشت که این فاکتورها خود متاثر از عواملی نظیر نوع سایر مواد افزودنی مصرفی بویژه ماده افزودنی بالا برنده گرانی و نوع روغن پایه مصرفی است.

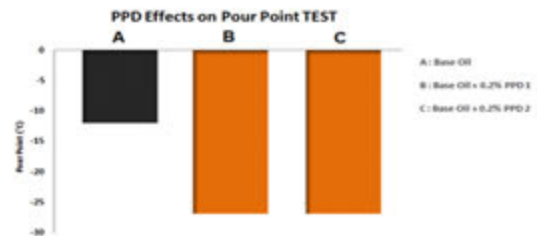
بنابراین :

ارزیابی کامل کارایی ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش، نیاز به تجربه و تخصص کافی داشته و لازم است در این زمینه حتماً با کارشناس متخصص مشاوره نمود.

انتخاب ماده کاهش دهنده نقطه ریزش :

بررسی های انجام گرفته ذیل نشان می دهد نوع روانکار تاثیر بسیار زیادی در انتخاب ماده کاهش دهنده نقطه ریزش دارد.

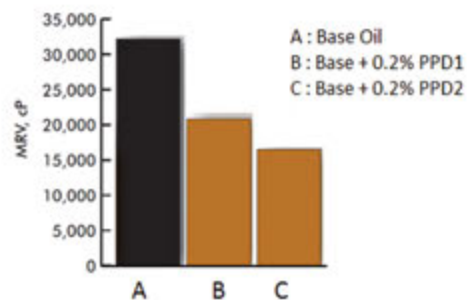
در این بررسی، ابتدا نقطه ریزش سه نمونه بررسی شد. روغن پایه مصرفی دارای نقطه ریزش ۱۲- درجه سانتیگراد است و با افزودن ۰.۲٪ از PPD 1 نقطه ریزش به ۲۷- درجه سانتیگراد می رسد. در مورد PPD 2 نیز همین نتایج به دست آمده است.



(نمودار شماره ۵) : تاثیر PPD ۱ و PPD ۲ بر نقطه ریزش روغن پایه

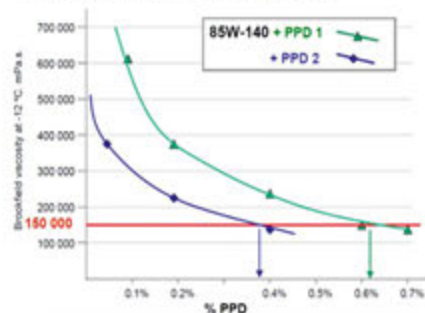
اما بررسی گرانی در سرمای روغن های فوق نشان می دهد PPD2 نتایج بهتری در آزمون MRV و Brookfield می دهد.

PPD effects on MRV TEST



(نمودار شماره ۶) : تاثیر PPD ۱ و PPD ۲ بر نتیجه آزمون MRV

PPD Selection: Gear Oil Formulations



(نمودار شماره ۷) : تاثیر PPD ۱ و PPD ۲ بر نتیجه آزمون Brookfield

- 1- Mini Rotary Viscometer
- 2- Cold Crank Simulator

سطوح کارائی روغن موتور

| Performance level |

مریم هوشیاری | کارشناس واحد مهندسی فروش

سطوح کارائی روغن موتور :

روغن موتور، مهم‌ترین روانکار در صنعت خودرو است. این بخش سالانه میلیون‌ها دلار از بودجه تبلیغاتی در سطح جهانی را به خود اختصاص می‌دهد. در طول سالین متمادی با روند پیشرفت‌های حاصل شده در صنعت خودروسازی، صنعت روانکار مرتبط با آن نیز تحت تاثیر قرار گرفته است.

در انتخاب روغن موتور مناسب برای هر خودرو به دو ویژگی آن باید توجه نمود، درجه گرانی و سطح کارائی. اگر فرآیند شناخت و انتخاب یک روانکار مناسب برای یک خودرو را با فرآیند انتخاب فردی شایسته برای انجام مسئولیتی خاص، به صورت موازی در نظر بگیریم، در فرآیند انتخاب چنین فردی، آنچه که در وهله اول مورد توجه قرار می‌گیرد، شخصیت ظاهری افراد می‌باشد که می‌تواند با خواص روانکار از نظر درجه گرانی و خصوصیات فیزیکی آن در یک سطح قرار گیرد. همانگونه که شخصیت ظاهری افراد در همان برخوردهای اولیه اغلب نمایان می‌گردد، این بخش از خواص یک روانکار نیز با چند آزمایش معمول در اکثر آزمایشگاه‌های مرتبط، قابل ارزیابی است. از سوی دیگر کارائی و مفید واقع شدن یک شخص برای وظیفه‌ای خاص، امری است که در عمل و در شرایط انجام وظایف محوله قابل حصول است. که با سطوح کارائی یک روانکار، در یک سطح قابل تصور است. با توجه به آنچه گفته شد یک مصرف کننده برای انتخاب روانکاری با کارائی مورد نیاز در موتور خودروی خود لازم است تا از نحوه عملکرد آن مطلع گردد. علم به چنین مشخصاتی، نیازمند انجام آزمایشات و تجهیزات پیچیده است. این آزمایشات، عملکرد موتورهای واقعی را شبیه‌سازی می‌کند که تنها در برخی از آزمایشگاه‌های خاص قابل انجام است.

سطح کارائی در واقع تعیین می‌کند که یک روغن برای چه موتور و خودرویی از نظر مدل و سوخت مناسب است. از آنجایی که آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی به هیچ وجه نمی‌تواند بیانگر کارائی یک روغن در شرایط واقعی باشد. شناخت کارائی روانکارها به منظور تعیین استانداردهای پذیرفته شده این صنعت، تنها از طریق این تجهیزات پیچیده و گران قیمت توسط آزمایشگاه‌های مجهز در موسسات و شرکت‌های مرجع امکان پذیر است. از این رو تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان روانکارها از قراردادهای تعیین شده توسط این موسسات استفاده می‌کنند. به بیان دیگر قراردادهایی که توسط موسسات مذکور تعیین می‌گردد به تفکیک و با عنوان سطوح کارائی، به مدل و نوع موتور از نظر سوخت ارتباط می‌یابند و مصرف‌کنندگان تنها از طریق ارتباط سطح کارائی یک روانکار به سطح کارائی مورد نیاز خودرو مورد نظر، می‌توانند روانکار مناسب را انتخاب کنند.

از سوی دیگر تولیدکنندگان روانکار نیز برای ساخت روانکاری متناسب با خودرویی خاص، لازم است تا از دو جنبه مذکور روانکار را به سطح مورد نظر برسانند. برای حصول شرط درجه گرانی و رفتار روانکار با تغییر دما، از روغن پایه و پلیمر مناسب باید استفاده کنند و مواد افزودنی دیگر نظیر پاک‌کننده‌ها، معلق‌کننده‌ها، مواد ضدسایش، ضداکسیداسیون و... با توجه به ساختار، درصد ترکیب و سازگاری آنها با یکدیگر، تامین کننده شرط سطح کارائی روانکار می‌باشند. اما توجه همزمان به کلیه فاکتورهای مورد نیاز یک سطح کارائی امر پیچیده‌ای است. از سوی دیگر پس از ساخت هر روانکار، تضمین و اطمینان از حصول شرایط مورد نظر ضروری است، چراکه گاهی عملکرد این مواد در کنار یکدیگر کاملاً متفاوت با عملکرد هر یک از آنها به تنهایی است به بیان دیگر مواد مذکور

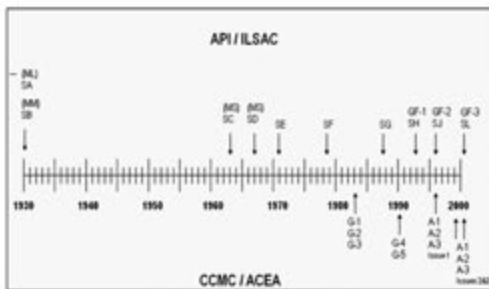
جدول ۱: طبقه‌بندی‌های متداول سطوح کارائی

| طبقه‌بندی | شرح نام مؤسسه | شرح عمومی علائم مورد استفاده | مثال |
|--------------------|---|---|------------------------------|
| API ^۲ | انجمن نفت آمریکا | علامت API + حرف S یا C + یکی دیگر از حروف الفبا | API SG/CD |
| Military | ارتش آمریکا یا انگلستان | علامت MIL-L یا DEF-Stan + حرف یا عددی دیگر | MIL-L-2104F DEF-Stan 91-43/1 |
| CCMC ^۳ | کمیته سازندگان خودرو بازار مشترک اروپا | علامت CCMC + یک حرف + یک عدد | CCMC G1 |
| ACEA ^۴ | انجمن سازندگان خودرو در اروپا | علامت ACEA + یکی از حروف A, B, C, E + حرف و عددی دیگر | ACEA ES-99 |
| ILSAC ^۵ | کمیته بین المللی استانداردسازی و تأیید روغن‌های روانساز | علامت ILSAC + علامت GF + یک عدد | ILSAC GF-3 |
| OEM ^۶ | سازندگان اصلی خودروها | هرکدام علائم خاص خود را دارند | MB 229.1 |
| ISIRI | مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران | استاندارد ملی شماره + یک عدد | استاندارد ملی شماره ۱۳۳۳ |
| JASO | سازمان استاندارد خودرو ژاپن | JASO + حروف + عدد | JASO DX-1 |

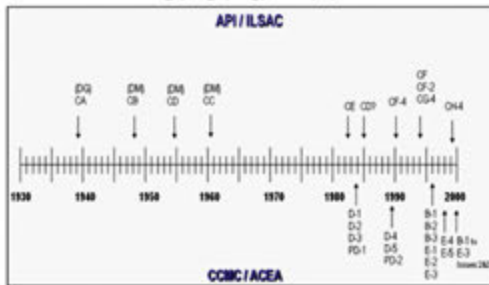
* این طبقه بندی در حال حاضر منسوخ گردیده است.

سطوح کارایی روغن موتور | Performance level |

نمودار ۱: سطوح کارایی بنزینی



نمودار ۲: سطوح کارایی دیزلی



در ادامه به توضیحاتی در مورد متداول‌ترین این طبقه‌بندی‌ها پرداخته می‌شود.

طبقه‌بندی API

گواهی API بر دو نوع است: آرم گواهی‌نامه API، "Starburst" و نشان API، "Donut". این دو بیانگر سطح کارایی روغن برای مصرف کنندگان می‌باشند.

آرم گواهی‌نامه API بیانگر ماهیت و کاربرد عمومی یک روانکار می‌باشد به عنوان مثال بیان می‌کند که این روانکار در موتورهای بنزینی یا دیزلی به کار می‌رود.

نشان API بیانگر سطوح کارایی و گرید روانکار می‌باشد که می‌تواند گواهی برای روغن موتورهای خودرو سواری، دیزلی سنگین یا هر دو باشد. این علامت همچنین بیانگر درجه گرانی روانکار بر اساس SAE برای سطح کارایی ذکر شده در آن، می‌باشد.



شکل ۱: آرم گواهی API

بر عملکرد یکدیگر تاثیر گذارند که این اثرات می‌تواند تقویت کننده و یا تضعیف کننده فعالیت هر یک به تنهایی باشد. به این منظور شرکت‌هایی خاص اقدام به اختلاط مواد افزودنی مناسب برای هر یک از سطوح کارایی می‌نمایند و پس از طبقه‌بندی آنها با استفاده از قراردادهای مشخص، آنها را به عنوان بسته‌های افزودنی با درصد مصرف مناسب برای هر سطح کارایی به بازار عرضه می‌کنند. این شرکت‌ها به منظور تعیین درصد مصرف مناسب برای هر سطح کارایی، بسته افزودنی ساخته شده را تحت آزمایشات پیچیده مورد نیاز آن سطح، قرار می‌دهند.

موسسات و شرکت‌های مختلفی در سراسر جهان، روغن‌های موتور را بر اساس آزمون‌های خاصی که شرایط عملکرد موتورهای خودروبی را شبیه‌سازی می‌کند، طبقه‌بندی می‌نمایند. برخی از این طبقه‌بندی‌ها در جدول ۱ مشاهده می‌شوند.

در برخی از این موسسات نظیر API، آزمون‌های شبیه‌سازی شرایط کار موتور، در تعیین این سطوح کارایی با سیستم‌های تمام اتوماتیک و هوشمند کامپیوتری صورت می‌پذیرد که کاملاً در انحصار این شرکت می‌باشد، لذا تعیین سطوح کارایی API تنها از طریق ارجاع به این موسسه امکان‌پذیر است.

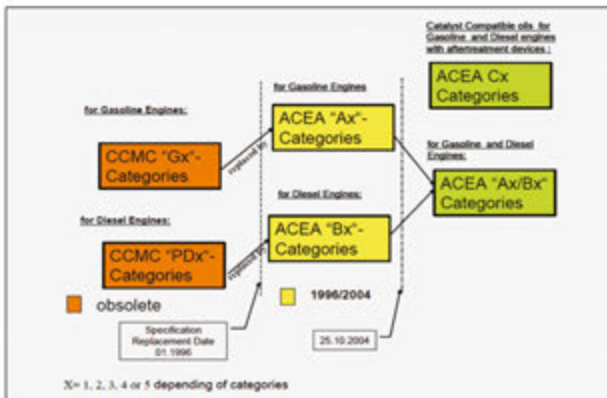
از این رو، تولید کننده‌های بسته‌های افزودنی موتوری از این طریق می‌توانند ادعا کنند که سطوح کارایی API را پوشش می‌دهند چراکه مقدار برخی عناصر خاص یا خواص فیزیکی و شیمیایی یک بسته افزودنی به هیچ عنوان بیانگر یک سطح کارایی نمی‌باشد.

همگام با پیشرفت در صنعت خودروسازی، تغییرات جدید در طراحی موتور خودروها و نیازهای جدید این صنعت، موسسات و شرکت‌های مذکور نیز با تعیین سطوح کارایی جدید برای روانکارهای مرتبط، طبقه‌بندی خود را به روز می‌سازند.

در جداول ذیل زمانبندی سطوح کارایی معرفی شده توسط چند سازمان مطرح و معروف جهانی در دو بخش روانکار موتورهای بنزین و دیزلی، مقایسه گردیده است.

سطوح کارایی روغن موتور | Performance level |

نمودار ۳: تغییرات نامگذاری با گذشت زمان در طبقه بندی ACEA



شاخه A: سطوح A1 و A2 کارایی در حد یک روغن پایه دارند. سطوح A3 و A5 بالاترین کارایی را در روغن‌های بنزینی این طبقه دارا می‌باشند به طوری که A3 برای کارایی بهتر و A5 به منظور کارایی بهتر توام با مصرف سوخت کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. سطح A4 با یک آینده‌نگری و به منظور استفاده در موتورهای بنزینی تزریق مستقیم^۱ پیش‌بینی گردیده است.

شاخه B: این شاخه نیز دارای تقسیم‌بندی مشابهی می‌باشد با این تفاوت که سطح کارایی B4 برای موتورهای دیزلی تزریق مستقیم مدتهاست که به کار گرفته شده و سطح B5 ترکیبی از کارایی‌های دو سطح B3 و B4 و همراه با کاهش مصرف سوخت، طراحی گردیده است. **شاخه C:** سطوح C1 و C2 بر اساس سطوح کارایی ACEA A5/B5 طراحی شده‌اند در حالی که اساس سطح کارایی C3 مطابق با ACEA A3/B3 می‌باشد. این شاخه پیرو طرح استاندارد Euro 4 و محدودیت گازهای خروجی این استاندارد تعیین گردید. چراکه برای دستیابی به این محدودیت‌ها از کاتالیزورها با توجه به شروط در نظر گرفته شده برای برخی از گازهای خروجی در این استاندارد، استفاده می‌شود که لزوم سازگاری روانکار موتور با این کاتالیزورها نیز از طریق این شاخه از استاندارد ACEA مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. روانکاری که در این گروه قرار می‌گیرد از نظر خواص کاهش سایش، کاهش میزان خاکستر سولفاته و عناصر فسفر و گوگرد با قوانین سختگیرانه‌تری نسبت به گروه‌های دیگر این طبقه روبرو بوده است. ساخت روانکاری با خواص این گروه برای تولیدکنندگان روانکار نیز چالش برانگیز خواهد بود چراکه با محدودیت بیشتر از نظر انتخاب مواد اولیه لازم برای تولید این روغن‌ها روبرو خواهند

گروهی که با حرف لاتین S آغاز می‌شوند بیانگر سطوح کارایی بنزینی و گروه دیگر که با حرف لاتین C آغاز می‌گردند بیانگر سطوح کارایی روانکارهای موتور دیزلی می‌باشند. کارایی این دو دسته به ترتیب حروف الفبای انگلیسی که در کنار حروف مذکور آورده می‌شوند، بهبود می‌یابد. به عنوان مثال روغنی با سطح کارایی SM برای موتورهای بنزینی نسبت به روغنی با سطح کارایی SL کارایی‌های برتری از نظر میزان مصرف سوخت و در عین حال توان حفظ انرژی و نیز محافظت از سیستم گازهای خروجی دارد.

نحوه دیگر بیان سطوح کارایی API به صورت ترکیبی از سطوح کارایی موتورهای بنزینی و دیزلی (به عنوان مثال API SL/CF) است که ترکیب مواد در این قبیل سطوح کیفیت، به گونه‌ای است که ویژگی‌های کارایی هر دو سطح کارایی را برآورده سازد. نکته حایز اهمیت در این نوع کدگذاری اینجاست که اولویت کارایی با کد بیان شده بعد از عبارت API است. چراکه تولید روغنی با استفاده از این بسته افزودنی برای سطح کیفیت دوم، از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نخواهد بود و بهتر است از بسته‌های افزودنی استفاده کرد که سطح کیفیت در خواستی در اولویت اول باشد.

طبقه‌بندی ACEA

طبقه‌بندی اتحادیه سازندگان خودروی اروپا، ACEA بیشتر در اروپا و خودروهای تولیدی در این منطقه جغرافیایی مطرح می‌باشد.

این طبقه‌بندی برای روانکارهای موتوری در چهار شاخه انجام شده است: موتورهای بنزینی (A)، موتورهای دیزلی سبک (B)، موتورهای دیزلی سنگین (E) و روانکارهای سازگار با انواع کاتالیزور در موتورهای بنزینی و دیزلی (C)، به بیان دیگر، روانکارهای دارای خاکستر سولفاته، فسفر و سولفور کم. بهبود کارایی در هر یک از این شاخه‌ها با افزایش رقم کناری هر حرف مشخصه، نمایان می‌شود.

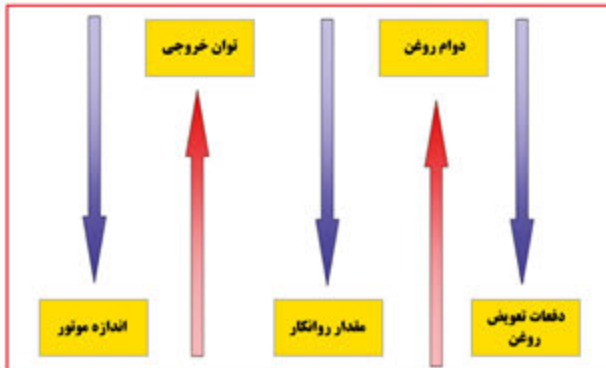
این طبقه‌بندی تا سال ۱۹۹۶ به صورت CCMC مطرح می‌شد که به دو شاخه روغن موتورهای بنزینی (G) و دیزلی (PD) تقسیم می‌شد. در این سال این طبقه‌بندی به ACEA تغییر نام داد و دو شاخه مزبور نیز به ترتیب با حروف مشخصه A و B جایگزین گردیدند. در سال ۲۰۰۴، شاخه C به آن افزوده شد و اکنون این طبقه‌بندی در چهار شاخه C، B، A و E انجام می‌پذیرد.

سطوح کارایی روغن موتور | Performance level |

جمع‌بندی

تغییرات در طراحی موتورهای جدید، از جنبه‌های مختلفی صورت پذیرفته است. در طول پنج دهه اخیر، پیشرفت و توسعه صنایع خودروسازی، از سویی با هدف کاهش مصرف سوخت و استفاده از سوخت‌های ارزان و پاک از نظر محیط زیست و از سوی دیگر افزایش بازده موتورها، کاهش هزینه نگهداری و افزایش طول عمر، بیش از پیش این صنعت را تحت تاثیر قرار داده است. اما علاوه بر تغییرات تحمیل شده از سوی طراحان موتورهای جدید، اهمیت یافتن مسائل زیست محیطی، در طراحی سطوح کارایی جدید روانکارهای موتوری نیز نقش مهمی داشته است. از جمله فاکتورهای تعیین کننده از دیدگاه زیست محیطی می‌توان به کنترل و یا حتی حذف برخی از عناصر موجود در گازهای خروجی با انجام فرآیند احتراق پاک‌تر و با استفاده از سوخت‌های جایگزین و پاک و نیز تاثیر کمتر بر گرمایش فزاینده زمین اشاره کرد.

شکل ۲: فاکتورهای موثر بر فرمولاسیون روانکارهای موتوری جدید



این امر در بخش روانکارهای مرتبط نیز، چالش ایجاد کرده است. با نگاهی اجمالی به موتورهای طراحی شده اخیر، کوچک و پیچیده شدن این مجموعه کاملاً مشهود می‌نماید که در نتیجه آن کیفیت و کارایی روغن موتورهای مصرفی آنها نیز تحت تاثیر قرار گرفته است. چراکه روانکار تولید شده برای موتورهای جدید برتری‌های ذکر شده در ذیل را نسبت به سطوح کارایی پایین‌تر دارند.

- کاهش مقدار روانکار مصرفی
- در عین حال روانکاری بهتر مجموعه‌ای پیچیده و فشرده تر که بازده بیشتر موتور را در پی خواهد داشت.
- افزایش طول عمر روغن و نیاز به کارکرد طولانی‌تر.
- تاثیر کمتر روانکار مصرفی در فرآیند احتراق، و تولید گازهای خروجی سمی.

شد. به عنوان مثال محدودیت عنصر گوگرد در این گروه که تا حداکثر ۰/۳٪ و در برخی حتی ۰/۲٪ مطرح شده است، سبب گشته که روغن پایه گروه یک به دلیل اینکه گاه خود دارای گوگردی بیشتر از این مقدار می‌باشد به عنوان آخرین انتخاب در نظر گرفته شود. زیرا در صورت استفاده از این روغن‌های پایه سایر مواد افزودنی دیگر در ساختار این روانکار باید فاقد این عنصر باشند.

طبقه‌بندی ACEA نیز به صورت ترکیبی از چند شاخه برای یک روانکار، قابل پوشش است.

طبقه‌بندی ILSAC

اتحادیه خودروسازان ژاپن، فورد، جنرال موتور و دایملر-کریسلر سازمانی به نام، کمیته تجویز و استاندارد سازی بین‌المللی ILSAC را تاسیس نموده‌اند. هم‌ترازی طبقه‌بندی در دو سیستم API و ILSAC را می‌توان در جدول مقابل مشاهده نمود.

در طراحی این طبقه‌بندی بیش از همه توجهات معطوف به کاهش مصرف انرژی می‌باشد، به گونه‌ای در سطح کارایی GF-4 نسبت به GF-3 فاکتور کاهش مصرف انرژی بهبود می‌یابد.

جدول ۲: معادل بانی سطوح کارایی API و ILSAC

| ILSAC | API | سال |
|-------|-----|--------------------|
| GF-1 | SH | 1994 - 1996 |
| GF-2 | SJ | 1997 - 2000 |
| GF-3 | SL | 2001 - 2004 |
| GF-4 | SM | 2005 - 2009 |
| GF-5 | SN | تا حال حاضر - 2010 |

طبقه‌بندی‌های OEM

برخی از شرکت‌های بزرگ خودروساز در دنیا نظیر "بنز" و "ولوو" نیز، متناسب با مدل‌های مختلف موتورهای خود، استانداردهای طبقه‌بندی روانکار، تدوین نموده‌اند تا نیازهای روانکاری موتورهای تولید و طراحی شده توسط همین خودروسازها مرتفع گردد. برخی از مهمترین طبقه‌بندی‌های این گروه در جدول زیر قابل مشاهده است.

جدول ۳: برخی از طبقه‌بندی‌های OEM

| مثال | طبقه‌بندی‌های OEM |
|---------------------------------------|-------------------|
| بنزینی: MB p229.1 دیزلی: MB p228.1 | بنز (MB) |
| دیزلی: Volvo VDS-2 | Volvo |
| بنزینی و دیزلی: VW 501.01 | فولکس واگن (VW) |
| بنزینی: BMW Longlife-04 | BMW |
| دیزلی: MAN M 3277 | MAN |
| بنزینی: Ford WSS-M2C917A | FORD |

استفاده از موادی با طراحی دقیق و خاص به عنوان افزودنی از مزایای تولید این سطوح کارایی می‌باشند. ضمن اینکه در کلیه مراحل تولید و مصرف توجه به صرفه اقتصادی استفاده از این روانکارها، باید مد نظر قرار گیرد. در مجموع می‌توان گفت که فاصله تکنولوژیکی مابین کشورهای توسعه یافته و سایر کشورها روز به روز افزایش یافته و دسترسی به دانش فنی لازم جهت ارزیابی کارایی روغن‌های تولیدی برای اینگونه کشورها دشوارتر می‌گردد.

جهت حل این معضل دو راهکار در پیش رو داریم. یا نظیر گذشته تنها شاهد تغییرات تکنولوژیک در جهان باشیم و با در پیش گرفتن یک موضع انفعالی و صرفاً با انجام آزمون‌های اولیه و ابتدائی به حدس و گمان در مورد کارایی روغن‌های تولیدی بپردازیم و یا با هماهنگی سازمان‌ها و ارگان‌های مسئول و تولید کنندگان اقدام به تدوین استانداردهای ملی واقعی و متناسب با شرایط کشور نماییم. بدیهی است که در اجراء این راهکار موسسه استاندارد و پژوهشگاه صنعت نفت نقش کلیدی را برعهده خواهند داشت.

نکته حایز اهمیت قبل از ساخت روانکارهای موتوری این است که تولید کنندگان، پیش از صرف هر هزینه‌ای برای تولید، کلیه مواد اولیه نظیر روغن پایه، بسته افزودنی، افزودنی‌های مورد استفاده به منظور تامین درجات گرانی و نقطه ریزش، را از نظر سازگاری با یکدیگر مورد بررسی قرار دهند. توجه و دقت در این زمینه نیازمند بررسی‌های کارشناسانه و بعضاً آزمایشگاهی است که از طریق مشورت با کارشناسان این امر قابل حصول است.

هر روز با تعریف سطوح کارایی جدید، تاثیر فاکتورهای مذکور بیشتر و حلقه محدودیت‌های اعمال شده بر روانکار تولیدی تنگ‌تر می‌گردد. روغن موتور از دو بخش روغن پایه و مواد افزودنی تشکیل شده است. روغن پایه بخش اعظم این روانکار را شامل شده و افزودنی‌های دیگر تنها به منظور بهبود خواص روغن پایه به آن اضافه می‌گردند. تعریف سطوح کارایی جدید با مشخصات ذکر شده، هر دو بخش این روانکار را به چالش کشانده است. استفاده از روغن پایه گروه‌های بالاتر و حتی سنتزی و نیز

- 1- Package Additive
- 2- American Petroleum Institute
- 3- Association des Constructeurs Europeens d'Automobiles
- 4- International Lubricant Standardization and Approval Committee
- 5- Original Equipment Manufacturer
- 6- Comité des Constructeurs du Marché Commun
- 7- Direct Injection Gasoline Engines

تاریخچه سازمان ملی استاندارد ایران و پژوهشگاه استاندارد (بخش اول):

مطابق با بررسی‌های تاریخی انجام شده در ایران، در زمان حکومت داریوش اول پادشاه هخامنشی، وزنه‌های استاندارد شده‌ای بر اساس واحدی به نام کرشه ساخته می‌شد که هر کرشه معادل ۸۳/۳ گرم بود.

استانداردهای مربوط به اوزان و مقیاس‌ها از عهد باستان و قرون گذشته و بطور کلی تا قبل از رنسانس و انقلاب صنعتی جنبه عمومی داشته و نیاز به آن بیشتر از موارد دیگر احساس شده است. پس از انقلاب صنعتی با توجه به تحول بنیادی در طرز تفکر اجتماعی و رشد اختراعات و تولیدات صنعتی، استانداردهای صنعتی نیز به وجود آمد که می‌توان به «اصل کاهش انواع» در کنار «اصل تعویض پذیری» اشاره کرد.

رشد تکنولوژی و استفاده از ماشین آلات جدید، افزایش تولیدات صنعتی و در نتیجه رقابت در بازارهای داخلی و خارجی را به دنبال داشته است. از این رو در روند تکامل استاندارد کردن، استانداردهای دیگری از قبیل روش‌های بررسی و آزمون، توصیف ویژگی‌ها، اصطلاحات، آیین کار، فنون کنترل کیفیت و سیستم‌های مدیریت کیفیت اهمیت یافته‌اند.

همزمان با نشست روسای موسسه‌های ملی استاندارد در اکتبر ۱۹۴۶ میلادی برابر با ۲۲ مهر ماه ۱۳۲۵ شمسی در لندن، اندیشه تشکیل سازمان بین‌المللی استاندارد که از مدت‌ها قبل وجود داشت، رسمیت یافت و مصوباتی تدوین و تصویب شد تا استاندارد را در سطح جهانی سروسامان بخشیده و نظارت بر اجرای این پدیده مورد نیاز، تقویت شده و گسترش یابد. در همان نشست اولیه، مقر سازمان جهانی استاندارد در ژنو تعیین و در مجمع عمومی سال ۱۹۶۹ میلادی برابر با سال ۱۳۴۷ شمسی، روز ۱۴ اکتبر هر سال بنام روز جهانی استاندارد نامگذاری شد. ایران در سال ۱۳۳۹ به عضویت سازمان جهانی استاندارد در آمد.

از عمر فرایند استاندارد کردن و استاندارد نویسی در ایران حدود ۸۰ سال می‌گذرد. هسته اولیه تشکیلات استاندارد همزمان با تصویب قانون اوزان و مقیاس‌ها در سال ۱۳۰۴ شمسی مطرح شد که تا سال ۱۳۱۱ بنام اداره اوزان و مقادیر در وزارت فلاحت، تجارت و فواید عامه قرار داشت، این اولین حرکت مدون در ارتباط با استاندارد و استاندارد نویسی در ایران بود که

در سال‌های ۱۳۱۱ تا ۱۳۳۱ بنام اداره اوزان و قیاسها تحت پوشش اداره کل تجارت به فعالیت خود ادامه داد و در سال‌های ۱۳۳۱ تا ۱۳۳۹ با همان نام اداره اوزان و مقیاس‌ها در وزارت اقتصاد ملی مستقر بوده است. در سال ۱۳۳۲ طی موافقت نامه‌ای که میان وزیر اقتصاد ملی ایران و مدیرعامل سازمان برنامه و هیات مدیره عملیات اقتصادی آمریکا در ایران به امضا رسید، موسسه استاندارد در قالب یک اداره آزمایشگاهی در وزارت بازرگانی به منظور کنترل کیفیت کالاهای صادراتی آغاز به کار کرد. در سال ۱۳۳۹ با تصویب قانون «اجازه تاسیس موسسه استاندارد ایران»، در شش ماده به تصویب مجلسین وقت رسید که در چارچوب اهداف و مسئولیت‌های تعیین شده آغاز به کار نمود و البته در همان سال به عضویت سازمان بین‌المللی ISO درآمد.

در راستای فعالیت خود در سال ۱۳۴۳ به هنگام اساننامه موسسه و با الحاق آزمایشگاه‌های واقع در شهر صنعتی کرج تصویب شد و نام آن به «موسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران» تغییر یافت و تا سال ۱۳۴۹ جایگاه سازمانی آن در وزارت اقتصاد قرار داشت. اولین استانداردهای تهیه شده به موضوع ویژگی و درجه‌بندی کردن کالاهای صادراتی پرداخته و به صورت آزمایشی تدوین شدند. هدف از تدوین استاندارد آزمایشی در واقع اجرای آزمایشی این استانداردها از طرف تهیه‌کنندگان و صادرکنندگان و مشخص شدن نقایص و معایب آن بود. تا سال ۱۳۴۳ تهیه و تدوین استانداردها به طور آزمایشی صورت می‌گرفت و تا این سال حدود ۱۷ استاندارد به صورت آزمایشی تهیه شده بود که عموماً مربوط به کالاهای سنتی و به منظور کمک به بهبود صادرات بود. روش کار موسسه در این سال تغییر کرد و تصمیم گرفته شد تا در تمامی زمینه‌ها، استانداردهای لازم تدوین شود و همچنین تهیه استانداردها نیز از حالت آزمایشی به حالت قطعی تغییر کرد. گفتنی است در سال ۱۳۴۵ برای نخستین بار علامت استاندارد ایران بر روی کالاهای ایرانی مشاهده شد. در این سال دو شرکت ایرانی سازنده کاشی و بیسکویت، موفق به دریافت پروانه استفاده از علامت استاندارد برای محصولات خود شدند.

این امر مهم براساس ماده ۱۲ اساسنامه پژوهشگاه بر عهده پژوهشگاه استاندارد واگذار شده است.

پژوهشگاه استاندارد وابسته به مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران بر اساس تبصره ماده ۲ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و مصوبه جلسه مورخ ۱۳۷۸/۱/۳ شورای گسترش آموزش عالی تاسیس گردید. در سال ۱۳۸۵ در پی تغییراتی که در ساختار سازمانی مؤسسه استاندارد ایجاد گردیده پژوهشگاه استاندارد به عنوان یکی از معاونت های سازمان با چهار پژوهشکده سیستم های مدیریت کیفیت و بازرسی، شیمی و پتروشیمی، برق و مکانیک و ساختمان، غذایی و کشاورزی تشکیل و بر اساس برنامه پنجم توسعه و بر اساس ماده ۳ اساسنامه پژوهشگاه از تاریخ ۱۳۹۰/۱/۱ با تغییراتی که در ساختار سازمانی مؤسسه استاندارد رخ داده پژوهشگاه دارای شخصیت حقوقی مستقل و استقلال اداری و مالی گردیده است. پژوهشگاه استاندارد به عنوان مهمترین مرجع پژوهشی و تحقیقاتی نظام استانداردسازی در کشور و نیز پل ارتباطی بین مراکز تولید و بکارگیری علم، به محصولات و خدمات، درصدد است با ایجاد بستر مناسب و در نظر گرفتن ساز و کارهای لازم، ضمن هدایت دانشگاه ها و مراکز پژوهشی به رفع نیازهای علمی استانداردسازی، مقدمات تبدیل یافته های علمی کشور به استاندارد و تدوین استانداردهای پژوهش محور را به منظور معرفی و انتقال پیشرفت های علمی صنایع، مراکز خدماتی و نهایتاً در سطح جامعه فراهم سازد. ۴ پژوهشکده، ۱۵ گروه پژوهشی و بیش از ۱۰۰ آزمایشگاه تخصصی در پژوهشگاه استاندارد، بستری است که برای تحقق اهداف و وظایف محوله فراهم شده است.

منابع:

www.isiri.org

www.standard.ac.ir

قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی و اصلاحیه بعدی، مصوب بهمن ۱۳۷۱ و خرداد ۱۳۷۶ سند ملی توسعه استانداردسازی، شهر یور ۱۳۸۶، منتشره توسط اداره کل روابط عمومی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی

در سال های ۱۳۵۳ تا ۱۳۷۱ جایگاه سازمانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در وزارت صنایع و معادن تعریف گردید و از سال ۱۳۷۱ تا کنون با تصویب قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در مجلس شورای اسلامی، مؤسسه دارای شخصیت حقوقی مستقل گردید. در مهرماه ۱۳۹۰، با موافقت شورای عالی اداری و بنا به پیشنهاد معاونت توسعه مدیریت و سرمایه انسانی رئیس جمهور و بمنظور یکپارچه کردن نظام استاندارد ملی کشور در بخش های صنعت، کشاورزی و خدمات و اجرای کامل قوانین و مقررات مربوط به استانداردسازی، ارزیابی انطباق، نظام تایید صلاحیت و اندازی شناسی در کشور، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از مجموعه وزارت صنعت، معدن و تجارت منتزع شده و با همه وظایف، اختیارات، مسئولیت های قانونی، اموال، دارایی، تعهدات، اعتبارات، امکانات، تجهیزات و نیروی انسانی بصورت یک ارگان مستقل زیر نظر ریاست جمهوری موافقت شد. بر این اساس نام مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر یافت. برای ترویج کاربرد استانداردها می توان به نقش مؤسسه های ملی استاندارد از طریق ایجاد تقاضا برای استانداردهای کالاهایی به کمک تبلیغ و تشویق، اجرای طرح های تایید محصول، نقش تعلیمی معلمان در مدارس، نقش دولت ها با توجه به اثر حمایتی آنها در کاربرد استانداردها، نقش شرکت ها از نقطه نظر استانداردسازی در آنها و کاربرد استانداردها در زمینه های ویژه و بالاخره نقش اتحادیه های تجاری و صنعتی و اتحادیه های حرفه ای مهندسان استاندارد اشاره کرد. روشن است که به منظور اجرایی شدن هر چه بهتر استانداردهای تدوین شده توسط مؤسسه استاندارد در کشور ما نیز لزوم توجه به عوامل فوق و تلفیق بین آنها بسیار مهم و ضروری است، زیرا به طور کلی هدف نهایی آن است که استانداردهایی که موسسات ملی استاندارد تهیه کرده اند به طور کامل و وسیع مورد استفاده قرار گرفته و فرهنگ استاندارد جای خود را در جامعه باز کند. به استناد تبصره ماده ۲ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب سال ۱۳۷۱ مبنی بر اینکه "تشکیلات تحقیقاتی مؤسسه معادل پژوهشگاه محسوب می گردد و از مقررات مربوطه تبعیت نموده و از امکانات آن برخوردار خواهد شد" و همچنین بر اساس جزء ۲ ماده ۳ قانون فوق الذکر، انجام تحقیقات به منظور تدوین استاندارد، بالا بردن کیفیت کالاهای تولید داخلی، کمک به بهبود روش های تولید و کارایی صنایع، یکی از مهمترین وظایف سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تعریف شده است.

۱- تغییرات جدید در ACEA 2012

در ۱۴ دسامبر ۲۰۱۲ انجمن تولیدکنندگان اتومبیل اروپا نسخه جدید این استاندارد را با ایجاد تغییراتی در خصوص پارامترهای مختلف معرفی نموده که تعدادی از آنها به شرح ذیل می باشد:

- تغییر در محدودیت فراریت (Noack) در سطح کیفیت A1/B1 خودروهای سبک
- آزمون توانایی پمپاژ در دمای پایین CEC L-105-12 در کلیه سطوح کیفیت در خودروهای سبک و سنگین به جز A3/B3
- الزام تست اکسیداسیون GFC oxidation bench Test (GFC-Lu-43-A-11) برای سطوح A5/B5 و گروه C و...

در صورت تمایل به اخذ اطلاعات بیشتر، نسخه جدید ACEA 2012 از طریق دپارتمان فنی شرکت افزون روان در دسترس می باشد.

منبع: <http://www.infineum.com>



European
Automobile
Manufacturers
Association

ACEA

۲- محدودیت جدید استاندارد ایران در مورد روغنهای ATF

اخیراً کلیه استانداردهای تشویقی روغن موسسه استاندارد ایران به منظور دریافت تاییدیه از این سازمان، اجباری گشته است. در این راستا از جمله نکاتی که باید مورد توجه تولیدکنندگان روانکار قرار گیرد می توان به استاندارد روغن دنده اتوماتیک با شماره استاندارد ملی ۵۸۱۴ توجه کرد. نکته قابل توجه تولیدکنندگان این استاندارد، محدودیت Brookfield آن است که معادل ۲۰۰۰۰ سانتی استوک در دمای ۳۰- درجه سلسیوس در نظر گرفته شده است، بنابر این محدودیت، تولیدکنندگان ناگزیر به استفاده از روغن پایه های گروه III و PAO برای این روغن دنده اتوماتیک می گردند.

منبع: موسسه استاندارد ایران



۳- سطح کیفی PC-11: (ابداع شده به عنوان سطح کیفی جدید برای روغنهای موتور دیزلی سنگین)

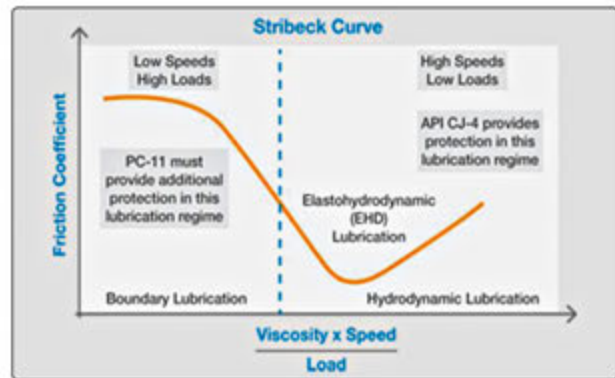
این سطح کارائی پیرو در خواست شرکتهای تولید کننده موتور (Engine Manufacturers Association) EMA توسط موسسه نفت آمریکا API و DEOA (Diesel Engine Oil Advisory Panel) در ۲۱ ژانویه ۲۰۱۱ در حال طراحی است و انتظار می رود که اولین طرح آن تا اول ژانویه ۲۰۱۶ توسط API معرفی گردد. PC مخفف عبارت "Proposed Category" است که ظاهراً اشاره به خصوصیات کارایی برتر از سطح API CJ-4 دارد.

خصوصیات سطح کارائی درخواست شده توسط EMA و تامین شده توسط این سطح کارائی عبارتند از:

- بهبود کارائی های روغن در برابر اکسیداسیون
- بهبود کارائی های روغن موتور Fuel efficiency ناشی از روغن موتور
- مقاومت روغن در برابر تنش
- سازگاری با سوخت Biodiesel
- بهبود حفاظت از موتور در برابر Aeration
- بهبود حفاظت موتور در برابر سایش

۴- درجه گرانیروی جدید SAE 16

انجمن مهندسين خودرو آمریکا (SAE) يك درجه گرانیروی جديد را تايد نموده است. SAE 16 در بهار سال جاری میلادی در جدول SAE J300 به عنوان سبک ترین درجه گرانیروی غیر زمستانی معرفی خواهد شد. محدوده این درجه گرانیروی در ۱۰۰ درجه سانتیگراد بین ۶/۱ تا ۸/۲ سانتی استوک می باشد. حداقل میزان گرانیروی در شرایط دما و تنش زیاد (HTHS)، برابر ۲/۳ mPas در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد می باشد. حداقل گرانیروی در ۱۰۰ درجه سانتی گراد برای SAE XW-20 برابر ۵/۶ سانتی استوک می باشد. در استاندارد جدید این میزان به ۶/۹ سانتی استوک افزایش خواهد یافت.



منبع: The Lubrizol Corporation / 27 September 2011 & www.aronite.com

SAE International®

www.sae.org منبع:

۵- سطح کارائی GF-6: (ابداع شده به عنوان سطح کیفی جدید برای روغن های موتور خودروهای سواری)

سطوح کارائی GF با اهداف متفاوتی بهبود می یابند، اما در این طبقه بندی، تفاوت در روند معرفی هر یک از استانداردها نسبت به سطح قبلی، به طور کلی به سوی بهبود استحکام روغن پیش می رود. پس از بحث و مذاکرات انجام شده در San Antonio 2/6/2013 مقرر شد که این سطوح کارائی را با دو تاییدیه GF-6A و GF-6B تا 9/30/2016 توسط API اعلام گردد. ایده معرفی درجه گرانیروی SAE 16 و تولید روانکارهایی با درجه SAE 0W-16 به منظور پوشش محدودیت NOACK سطح کارائی GF-6 به وجود آمد. تقاضا برای استفاده از روغنهای با ویسکوزیته کمتر سبب معرفی این درجه گرانیروی جدید (به طور آزمایشی) با نام SAE 16 شده است. این درجه حداقل نیازهای دماهای بالا را نظیر HTHS در دمای ۱۵۰ برابر با ۲/۳cP و زیر ۲/۶cP در بر می گیرد.

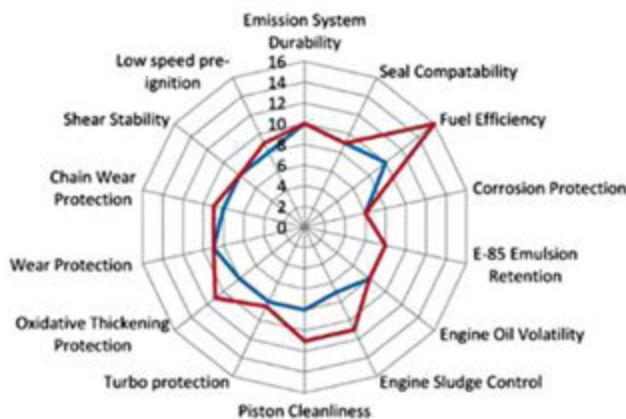
خصوصیات سطح کارائی درخواست شده توسط EMA و تامین شده توسط سطح کارائی GF-6 عبارتند از:

■ Fuel Economy

■ بهبود محافظت از موتور در برابر Aeration

■ بهبود حفاظت موتور در برابر سایش

■ و ...



برتریهای این سطح کارائی نسبت به سطح GF-5 به صورت شماتیک در نمودار روبرو مشاهده می شود. منبع: www.aronite.com

ILSAC GF-5 vs. GF-6B

■ ILSAC GF-5
■ ILSAC GF-6B

| لیست محصولات معرفی شده | |
|------------------------------------|---|
| نام ماده افزودنی | نوع ماده افزودنی |
| ۱. AP 4120Q ۲. AP 4121Q | ماده افزودنی بالابرنده گرانروی و شاخص گرانروی |
| ۳. Infineum D3451 ۴. OLOA 58000 | بسته افزودنی روغن موتور |
| ۵. AP 5212R | ماده افزودنی ضدکف |
| ۶. PAO 300 ۷. PAO 1000 | روغن پایه سنتزی |

AP 4120Q - ۲

- نوع محصول : ماده افزودنی بالابرنده شاخص گرانروی از نوع OCP
- کاربرد : روغن های موتور تک درجه ای و چند درجه ای
- مزایا : شکل ظاهری گرانول (بدون نیاز به خرد کردن) که موجب سهولت کاربرد و انحلال آسان تر می گردد.

توضیحات :

پایداری برشی AP 4120Q برای کاربرد در روغن های تک درجه ای و چند درجه ای^۱ مناسب است از طرفی مشخصه قدرت بالابرندگی آن نیز بسیار بالاست. مشخصات فوق کاربرد این محصول را در صنعت روانکار و روغن های موتور ممکن و مناسب ساخته است.

| | Viscosity @ 100 C (1% in SN 150 5.3 cSt) | TE | SGI | Compatibility with PPO | Dissolving Time @ 110 C |
|----------|---|---------|-----|------------------------|----------------------------|
| AP 4120Q | 14.8 cSt | 9.5 cSt | 43% | Compatible | 2.0 - 2.5 (hr) |

در موارد استفاده برای تولید روغن های چند درجه ای اطمینان از حفظ درجه روغن (stay in grade) از طریق انجام محاسبات لازم ضروری است. در این زمینه کارشناسان واحد مهندسی فروش شرکت افزون روان آماده راهنمایی به تولید کنندگان می باشند.

AP 4121Q - ۱

- نوع محصول : ماده افزودنی بالابرنده شاخص گرانروی از نوع OCP
- کاربرد : روغن های موتور چند درجه ای با کارایی بالا
- مزایا : شکل ظاهری گرانول (بدون نیاز به خرد کردن) که موجب سهولت کاربرد و انحلال آسان تر می گردد.

توضیحات :

پایداری برشی AP 4121Q برای تولید روغن های چند درجه ای 20W50 و 15W40 مناسب است از طرفی قدرت بالابرندگی گرانروی آن نیز در مقایسه با پلیمرهای هم طبقه خود بالاست و در نتیجه به صرفه می باشد.

| | Viscosity @ 100 C (1% in SN 150 5.3 cSt) | Thickening Efficiency | SGI | Compatibility with PPO | Dissolving Time @ 110 C |
|-----------|---|--------------------------|-----|---------------------------|----------------------------|
| AP 4121Q | 11.7 cSt | 6.4 cSt | 28% | Compatible | 1.0 - 1.5 (hr) |
| Htec 5780 | 9.9 cSt | 4.6 cSt | 22% | Compatible | 1.0 - 1.5 (hr) |
| CS 2402 | 10 cSt | 4.7 cSt | 24% | Compatible | 1.0 - 1.5 (hr) |

۴- OLOA 58000

- نوع محصول : بسته افزودنی روغن موتور بنزینی
- کاربرد : روغن های موتور بنزینی با سطوح کارایی SL/CF-4 و SL/CF تا SB/CB
- مزایا : بسته افزودنی Multifunctional (بمنظور تامین دامنه وسیعی از سطوح کارایی)، درصد مصرف مناسب.

| | SL/CF-4 | SL/CF | SJ/CF | SG/CF | SF/CD | SC/CC |
|------------|---------|-------|-------|--------|--------|--------|
| OLOA 58000 | 7.03 % | 6.5 % | 5.8 % | 5.22 % | 4.26 % | 3.18 % |

۳- Infineum D3451

- نوع محصول : بسته افزودنی روغن موتور دیزلی
- کاربرد : روغن های موتور دیزلی با سطوح کارایی API CI-4 , ACEA E7 , MAN 3275
- مزایا : گرانی و درصد مصرف پایین

توضیحات :

جدول ذیل نشان می دهد بسته افزودنی Infineum D3451 در مقایسه با سایر بسته های افزودنی مشابه گرانی و درصد مصرف کمتری دارد بنابراین در سطح کارایی یکسان، این بسته افزودنی کمترین تاثیر منفی را در مشخصه CCS در مقایسه با سایر بسته های افزودنی نشان خواهد داد و از طرفی این امکان را می دهد که از روغن پایه سنگین تری استفاده شود در نتیجه مشخصه فراریت نیز بهبود می یابد.

| | Treat Rate CI-4 (%) | Viscosity @ 100 C (cSt) |
|------------|---------------------|-------------------------|
| Inf D 3451 | 11.9 | 146 |
| Inf D 3434 | 14.4 | 190 |
| Inf D 3424 | 14.4 | 203 |
| LZ 4980A | 13 | 125 |



۵- AP 5212R

- نوع محصول: ضدکف سیلیکونی دیسپرس شده در حلال مناسب
- کاربرد: روغن موتور و روغن دنده اتومبیل و صنعتی
- مزایا: کارایی بالا، مصرف آسان، بدون نیاز به پیش انحلال

توضیحات:

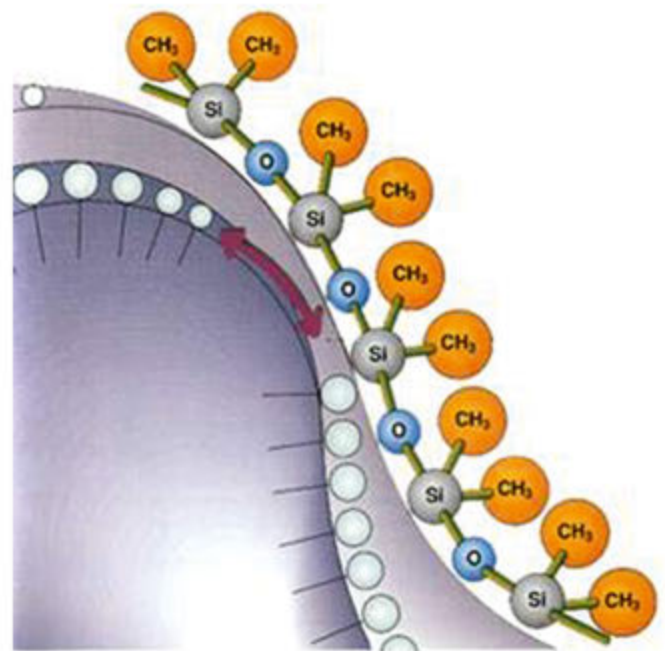
ضدکف AP 5212R مایع سیلیکونی شفاف، بدون رنگ و آماده مصرف است که در روغن موتور و روغن دنده اتومبیل و صنعتی مورد مصرف قرار می گیرد. این ضدکف به راحتی در روغن دیسپرس می شود و به فرآیند دیسپرس شدن در حلال که زمان بر و همراه با صرف انرژی بالا می باشد، نیازی ندارد.

۶ و ۷- PAO 300 و PAO 1000

- نوع محصول: روغن های سنتزی از نوع PAO (پلی آلفا اولفین)
- کاربرد: روانکارهای صنعتی خصوصا روغن های دنده صنعتی با شاخص گرانروی بالا
- مزایا: جایگزین مناسب مواد افزودنی بالابرده شاخص گرانروی

| | 300 | 1000 |
|--|--------|--------|
| Specific Gravity @15.6/15.6°C | 0.852 | 0.855 |
| Kinematic Viscosity @1 00°C, mm2/s (cSt) | 300 | 1,000 |
| Kinematic Viscosity @40°C, mm2/s (cSt) | 3,100 | 10,000 |
| Viscosity Index | 241 | 307 |
| Flash Point, Open Cup, °C | ≥ 265 | ≥ 265 |
| Pour Point, °C | -27 | -18 |
| Water, ppm | < 50 | < 50 |
| Total Acid Number, mgKOH/g | < 0.10 | < 0.10 |

پلیمرهای بالابرده شاخص گرانروی مناسب برای روغن های دنده صنعتی باید پایداری برشی بسیار خوبی داشته باشند، این پلیمرها که اغلب از نوع PMA هستند قیمت بسیار بالایی دارند و شرکت های تولید کننده بسیار محدودی دارند. مناسب ترین جایگزین برای این پلیمرها روغن های سنتزی PAO 300 & 1000 هستند که با داشتن جرم مولکولی بالا و پایداری برشی مناسب می توانند در تولید روغن های دنده صنعتی با کارایی بالا به کار روند. نتایج کسب شده در تولید این دسته از روانکارها، موید مطالب فوق است که از طریق بخش مهندسی فروش شرکت افزون روان قابل ارائه می باشد.



آموزش در دنیای امروز یک تبادل اطلاعات دو طرفه است. پرسش‌هایی که از طرف شما عزیزان پس از مطالعه فصلنامه مطرح خواهد شد ما را در تعیین دو هدف یاری می‌نماید:

(۱) نیازهای مخاطبین

(۲) کاستی‌های موجود در نحوه ارائه مطالب

بر این باوریم که با یاری شما عزیزان می‌توانیم در شماره‌های بعدی به تحقق اهداف فوق هر چه بیشتر نزدیک شویم.

لطفا سوالات خود را در زمینه مواد افزودنی و روانکار از طریق پست الکترونیکی فصلنامه با ما در میان گذارید. پس از تهیه پاسخ توسط مسئولین ذیربط، در شماره‌های بعدی پاسخگوی شما خواهیم بود.



خوانندگان محترم؛

با عنایت به اینکه هدف از انتشار این فصلنامه ارتباط موثر با مخاطبین با محوریت مسائل فنی است، مطالعه دقیق مقالات توسط خوانندگان می تواند ما را در دستیابی به این هدف یاری نماید. جهت تحقق این هدف بر آن شدیم تا با طرح پرسش هایی از متن مقالات و تحت عنوان مسابقه، تاثیر این ارتباط را محک بزنیم. بدون شک نحوه پاسخگویی و دقت نظر خوانندگان محترم می تواند راهنمای ما در دستیابی به نحوه پیشبرد این امر باشد. در نهایت نیز به عزیزی که بهترین و کامل ترین پاسخ را به سوالات مطرح شده دهند به قید قرعه جوایزی تعلق خواهد گرفت.

- ۱- به چه دلیل ترکیبات آروماتیک و نفتنیک بایستی حتی الامکان از روغن جدا شوند؟
- ۲- ویژگی های PAG نسبت به روغن های معدنی چیست؟
- ۳- کدامیک از پلیمرهای PMA و OCP مشخصه HTHS بهتری در روغن ایجاد می کنند؟ دلایل آن را ذکر کنید.
- ۴- علت تاثیر کمتر PPD بر روغن های پایه با وزن مولکولی بالا نظیر برای استاک چیست؟

■ پاسخ سوالات را به آدرس ایمیل fasnameh@afzoonravan.com ارسال نمایید.



تداوم نبض صنعت،
ارمغان افزودنی های برتر

