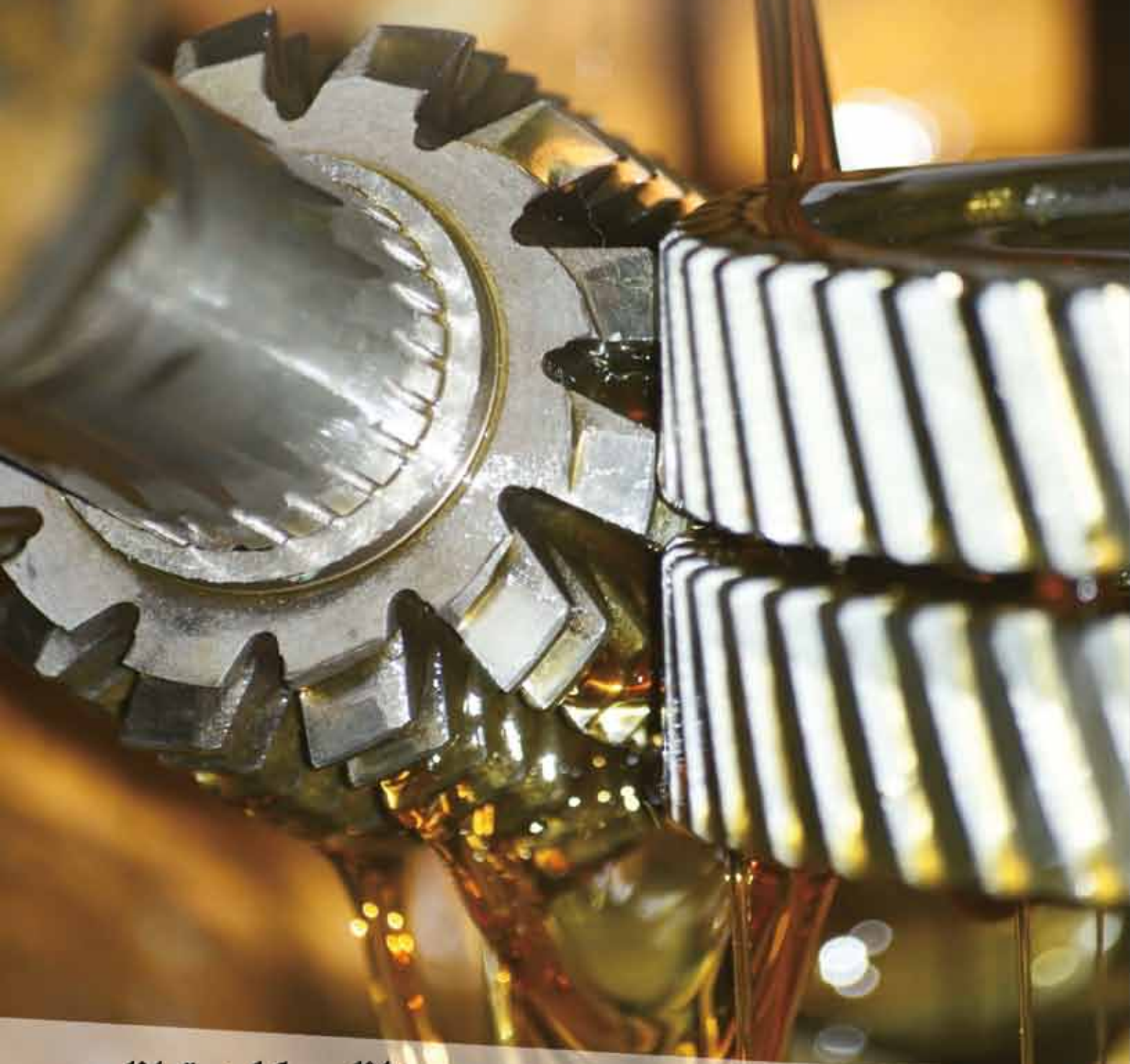




فصلنامه علمی، تخصصی

افزون روان

پاییز و زمستان ۱۳۹۲ | داخلی |



دانایی کلید توانایی

تهران، خیابان پاسداران، چهار راه فرمانیه
 خیابان شهید جهانبخش نژاد، 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 دوم)	صفحه ۳
سیالات سنتزی، پلی آلفا اولفین (PAO)	صفحه ۹
مواد افزودنی پاک کننده و متفرق کننده	صفحه ۱۸
ضد یخ	صفحه ۲۵
آشنایی با نقش سازمان ملی استاندارد و پژوهشگاه استاندارد در کشور	صفحه ۳۲
اخبار	صفحه ۳۳
معرفی محصول	صفحه ۳۵
پرسش و پاسخ	صفحه ۳۲
مسابقه	صفحه ۴۰



فصلنامه علمی، تخصصی افزون روان
 شرکت افزون روان
 فصلنامه داخلی

شورای فنی:

سعید سامی،
 فرشته علیان نژاد
 مریم فیاض، مریم هوشیاری

طراحی:

مهسا طباطبایی، ایمان طیرانی

همکاران این شماره:

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



روغن های پایه، ویژگی ها و مراحل تولید

(بخش دوم) | Base Oil Mineral Oil

فرشته علیان نژاد | رئیس بازاریابی ■ مریم هوشیاری / کارشناس مهندسی فروش



مقدمه

در بخش اول به تشریح ترکیبات موجود در نفت خام و دلایل لزوم حفظ و یا حذف برخی از آنها پرداختیم. همان طور که گفته شد نفت خام بر اساس حوزه استخراجی، شامل مقادیر مختلف ترکیبات پارافینیک، نفتنیک و آروماتیک می باشد که هر یک تاثیرات متفاوتی بر خواص روغن پایه می گذارد. ساختار غالب، تعیین کننده نوع روغن پایه است و در نتیجه موجب ایجاد خواص مربوط به آن نوع می گردد. برای مثال روغن پایه پارافینیک در مقایسه با روغن پایه نفتنیک شاخص گرانروی و نقطه ریزش بالاتری دارد.

سپس فرایند پالایش نفت خام و تبدیل آن به روغن پایه مورد بحث قرار گرفت. نفت خام که حاوی محدوده وسیعی از ترکیبات هیدروکربنی سبک و سنگین است در ابتدای فرایند وارد برج تقطیر شده و برش های مختلف آن بر اساس تفاوت در نقطه جوش جدا می گردد. سپس برش مربوط به روغن که "برش روغنی" نامیده می شود تحت فرایندهای اصلی تصفیه روغن قرار می گیرد. این مراحل بسته به نوع آن تعیین کننده گروه روغن پایه خواهد بود. در بخش اول، مراحل تصفیه روغن پایه گروه I که شامل دو فرایند فیزیکی استخراج ترکیبات آروماتیکی با حلال فورفورال و استخراج ترکیبات وکس با حلال متیل اتیل کتون است، شرح داده شد. حذف ترکیبات آروماتیک موجب بهبود شاخص گرانروی و رنگ و حذف ترکیبات وکس موجب پایین رفتن نقطه ریزش روغن می گردد.

در این بخش، ابتدا به بررسی بیشتر فرایندهای تصفیه نفت خام و

مشخصاتی که هر یک در روغن پایه ایجاد می کنند، پرداخته می شود و سپس فرایندهای تولید روغن های پایه گروه II، III و تفاوت های ساختاری و در نتیجه، عملکردی این سیالات در روانکارها به تفصیل شرح داده خواهد شد. امید است که این امر سبب گردد تا تولید کنندگان بتوانند فرمولاسیون های دقیق تری بر اساس کارائی های مورد نیاز ارائه دهند.

انتخاب نفت خام مناسب صنعت روانکار

نفت خام تهیه شده از مناطق جغرافیایی مختلف، حاوی ترکیب درصدهای متفاوتی از انواع مواد آلی با دماهای جوش متفاوت می باشد. فاکتورهای اصلی موثر در انتخاب نفت خام مناسب برای تولید روغن پایه عبارتند از:

- نقطه جوش مناسب
- امکان جداسازی برش روغنی مناسب با بازده بالا
- تامین کلیه خواص فیزیکی و شیمیایی مورد انتظار از روغن پایه
- فرآیند تولید در یک واحد صنعتی تصفیه روغن، شامل زنجیره ای از مراحل جداگانه است که ترکیبات مطلوب را از سایر مواد موجود در نفت خام جدا می کند. به طور کلی این فرآیندها شامل مراحل ذیل می باشند:
- آروماتیک زدایی: تولید روغن پایه ای با درجه اشباع بالا و بهبود شاخص گرانروی و پایداری روغن
- وکس زدایی: جداسازی وکس و کنترل ویژگی های روغن در دماهای پایین

روغن های پایه، ویژگی ها و مراحل تولید

(بخش دوم) | Base Oil Mineral Oil

وسیع‌تری از هیدروکربن‌ها در اندازه‌های گوناگون است، به طوری که مولکول‌هایی با حالت گاز از جمله متان تا مولکول‌های سنگینی مانند ترکیبات آسفالتی را شامل می‌شود. تنها برخی از این اجزا ویژگی‌های مناسب سیالات پایه روانکار را دارا می‌باشند. در ذیل به برخی از عمده‌ترین ویژگی‌های روغن پایه که باید در تصفیه و تولید این محصول مدنظر قرار گیرند اشاره شده است:

- **گرانروی:** تعیین کننده درجه^۱ روغن پایه می‌باشد که مستقیماً بر گرانروی روانکار نهایی تاثیرگذار است. گرانروی با افزایش وزن مولکولی هیدروکربن‌ها بالا می‌رود. البته ساختار هیدروکربن نیز در این امر تاثیر بسزایی دارد. این مشخصه روغن با عملیات تقطیر قابل کنترل است.
- **شاخص گرانروی:** مولکول‌هایی با قابلیت شکل پذیری در دماهای متفاوت نظیر پارافین‌های خطی، دارای شاخص گرانروی بالا هستند، به طوری که متناسب با تغییر دما، شکل و نحوه قرارگیری این مولکول‌ها تغییر می‌کند. از این روست که این شاخص در آروماتیک‌ها نسبت به سایر ترکیبات موجود در نفت خام، ضعیف‌تر و در پارافینیک‌ها قوی‌تر می‌باشد. شکل ۱، بیانگر این واقعیت به صورت شماتیک است.

شکل ۱: تاثیر ساختار مولکولی بر شاخص گرانروی



این ویژگی با استفاده از فرآیند حذف ترکیبات آروماتیک با حلال یا روش هیدروکریکنگ^۲ که در ادامه شرح داده خواهد شد بهبود می‌یابد.

• فرآیند هیدروفرینیشینگ: زدودن ترکیبات قطبی و در نتیجه بهبود کیفیت رنگ و پایداری روغن پایه
بازده تولید روغن پایه پس از انجام کلیه این مراحل، بیشتر به میزان ترکیبات مطلوب در گستره نقطه جوش جدا شده از نفت خام در مرحله تقطیر بستگی دارد.

جدول ۱، حاوی برخی مشخصات مقایسه‌ای برش روغنی حاصل از تقطیر نفت خام مناطق جغرافیایی مختلف است. محصول تقطیر نفت خام کشورهای ونزوئلا و نیجریه به علت درصد پایین هیدروکربن‌های پارافینیک، مثال‌هایی از محصولات نفتینیک می‌باشند. به طور خاص برش روغنی ونزوئلا بدون وکس بوده و نیاز به فرآیند وکس‌زدایی ندارد، اگرچه شاخص گرانروی و نقطه ریزش پائین این روغن‌ها در برابر تغییرات دمایی، آنها را مبدل به گزینه‌ای مناسب برای مصارف صنعتی خاص می‌سازد. در حالی که روغن‌های پارافینیک حاصل از منطقه خاورمیانه به علت شاخص گرانروی و نقطه ریزش بالا اغلب در مصارف نظیر روانکارهای موتوری که عملکرد روانکار در گستره وسیع‌تر دمایی مدنظر است، به کار گرفته می‌شوند.

مثال‌های جدول ۱، تقریباً اشاره به ویژگی‌های کلیه نفت خام‌هایی دارد که برای تولید روغن پایه استخراج می‌گردند. اما در بسیاری موارد نفت خام استخراج شده از برخی مناطق، حاوی مقادیر رضایت‌بخشی از ترکیبات مناسب برای روانکارها نمی‌باشند و در نتیجه تولید روغن پایه از این منابع از نظر اقتصادی به صرفه نیست. اگرچه در ادامه، روش جدیدی تشریح شده است که با استفاده از فرآیندهای کاتالیزوری با هدف بهبود کیفیت محصول تقطیر شده، خوراک حاصل از برخی منابع نامناسب را بهبود بخشیده و دستیابی به ترکیبات مطلوب برای روانکارها را ممکن می‌سازد.

اساس‌گزینش ترکیبات مناسب روانکاری در نفت خام

همانطور که در مقاله اول نیز اشاره شد، نفت خام مخلوطی از دامنه

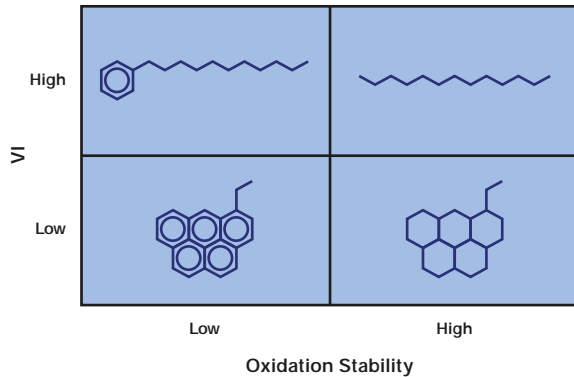
جدول ۱: مقایسه برخی ویژگی‌های برش روغنی حاصل از چهار منطقه جغرافیایی مختلف

منبع نفت خام	دریای شمال	خاورمیانه	نیجریه	ونزوئلا
گرانروی در دمای ۴۰°C (cSt)	۱۶	۱۴	۱۸	۲۳
نقطه ریزش (°C)	۲۵	۱۹	۱۸	-۴۸
شاخص گرانروی	۹۲	۷۰	۴۲	۱۰
مقدار گوگرد (%wt)	۰/۳	۲/۶	۰/۳	۱/۶
مقدار مواد آروماتیک (%wt)	۲۰	۱۸/۵	۲۸	۲۱

روغن های پایه، ویژگی ها و مراحل تولید

(بخش دوم) | Base Oil Mineral Oil

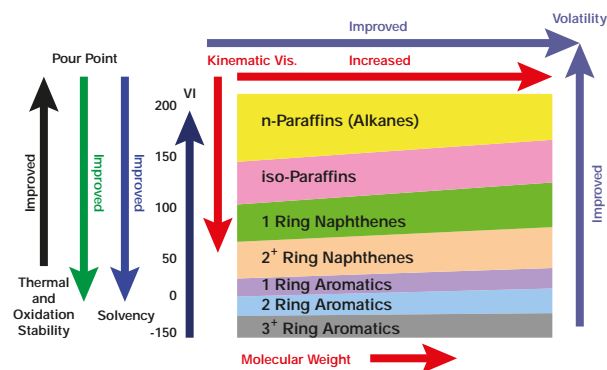
نمودار ۲: رابطه درجه اشباع، شاخص گرانروی و پایداری اکسیداسیون



• مقدار گوگرد و نیتروژن: این عناصر که عمدتاً در ترکیبات هتروسیکل وجود دارند، در مجموع بر پایداری اکسیداسیون روغن تاثیر منفی داشته که با استفاده از روش‌های تصفیه با هیدروژن کاهش می‌یابند.

• سایر خواص: بهبود نقطه آنیلین^۳، باقیمانده کربنی، رنگ، جداپذیری از آب، دانسیته و ... نیز در تصفیه و تولید روغن پایه باید مدنظر قرار گیرند.

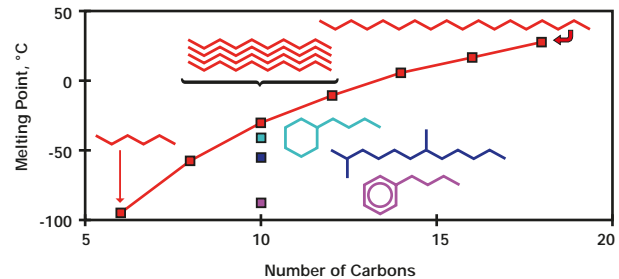
نمودار ۳: تغییر مشخصات روغن با افزایش وزن مولکولی، به تفکیک انواع ترکیبات موجود



برای جداسازی اجزای مطلوب روانکاری از ترکیبات نامناسب، به یک زنجیره مراحل تصفیه فیزیکی نیازمندیم که عمدتاً در ساخت روغن پایه‌های گروه I به کار گرفته می‌شود که در بخش اول این مقاله بیان گردید. در گروه‌های II و III به ترتیب یک و یا هر دو فرایند فیزیکی با فرایندهای شیمیایی، به منظور دستیابی به خواص برتر جایگزین می‌گردند.

• نقطه ریزش: وجود شاخه و حلقه در ساختار مولکول، عامل کاهش نقطه ریزش می‌باشد.

نمودار ۱: ارتباط ساختار و وزن مولکولی انواع هیدروکربن‌های موجود در نفت خام، با دمای انجماد آنها



این ویژگی روغن بر قابلیت پمپ شونده‌گی روانکار در دمای سرد تاثیرگذار است و با انتخاب منبع مناسب نفت خام، انجام فرآیند وکس زدایی کامل و دقیق و نیز استفاده از افزودنی مناسب قابل کنترل می‌باشد.

• فراریت: تبخیر روغن با وجود ترکیبات سبک در میان مجموعه مواد موجود در روغن پایه بیشتر می‌شود که این امر، به نوبه خود عاملی برای افزایش احتراق روغن حین کارکرد موتور و در نتیجه ایجاد رسوبات بر پیستون می‌باشد. این ویژگی روغن با کنترل و انجام فرآیند تقطیر قابل پیشگیری و یا کاهش است. کاهش گستردگی انواع ترکیباتی که در محصول نهایی موجود می‌باشند، از روش‌های کنترل این ویژگی روغن است.

• نقطه اشتعال: این مشخصه از روغن که با میزان فراریت آن مرتبط است، وابسته به نوع و نسبت مواد تشکیل دهنده روغن خام می‌باشد.

• درجه اشباع: این مشخصه از جمله ویژگی‌های دیگری است که در روغن پایه به عنوان اساس گزینش ترکیبات مفید، مورد توجه قرار می‌گیرد. این ویژگی با بیان میزان ترکیبات پارافینیک و نفتنیک در برابر ترکیبات آروماتیک بیان می‌شود و مستقیماً بر اکسیداسیون، حلالیت و سازگاری روغن پایه با افزودنی‌ها در ارتباط است. بهبود درجه اشباع بر کاهش میزان ترکیبات قطبی و در نتیجه قطبیت کلی محصول و همچنین دانسیته آن موثر است.

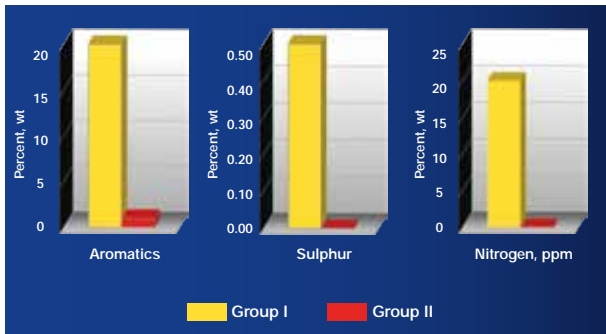
این ویژگی روغن وابسته به منبع نفت خام می‌باشد که با روش‌های جداسازی آروماتیک‌ها با حلال و یا هیدروکریکنگ، بهبود می‌یابد.

روغن های پایه، ویژگی ها و مراحل تولید

(بخش دوم) Base Oil Mineral Oil

نیز می‌گردد به این فرایند در اصطلاح هیدروکریکنگ نیز گفته می‌شود در این فرایند تبدیل حلقه آروماتیک به حلقه نفتنیک، منجر به بالا رفتن مشخصه شاخص گرانروی و پایداری اکسیداسیون روغن می‌گردد.

نمودار ۴: مقایسه میزان ترکیبات آروماتیک، سولفور و نیتروژن در روغن پایه گروه I و II



پس از انجام فرآیند عمل‌آوری شدید با هیدروژن و حذف ترکیبات آروماتیک و غیر اشباع، به منظور دستیابی به روغن پایه مناسب اهداف روانکاری، ترکیبات وکس نیز باید از محصول زدوده شود. در تولید روغن پایه گروه II مانند تولید روغن پایه گروه I، این امر با استفاده از روش وکس زدایی با حلال انجام می‌شود.

روغن پایه گروه III

برای تولید روغن پایه معدنی با بالاترین کیفیت و بیشترین بازده عملیاتی، لازم است تا فرآیند زدودن وکس مانند حذف ترکیبات آروماتیک، با بازده بالاتری نسبت به روش زدودن این ترکیبات با حلال که یک فرآیند فیزیکی است، صورت پذیرد. از این رو پس از حذف ترکیبات غیر اشباع با روش عمل‌آوری شدید با هیدروژن، فرآیند وکس‌زدایی شیمیایی به چند روش صورت می‌پذیرد که متداولترین آن فرایند هیدروایزومریزاسیون^۵ وکس است. از آنجایی که ترکیبات وکس، مولکول‌های بلند راست زنجیر هستند، برای از بین بردن تاثیر این مواد بر عملکرد در سرمای روانکار، روش ایزومره کردن نسبت به فرآیند شکست مولکولی، مناسب‌تر است. پس از وکس‌زدایی با این روش، کیفیت روغن به مراتب بالاتر از روغن پایه گروه II خواهد بود و به PAO نزدیک‌تر می‌شود. چنین روغن پایه‌ای را روغن پایه گروه III می‌نامند.

فرایندهای هیدروژناسیون

برای تولید روغن‌های پایه با کیفیت بهتر، فرآیند تصفیه و جداسازی ترکیبات ناخواسته، روش هیدروژناسیون با استفاده از کاتالیزور به عنوان جایگزین جداسازی با حلال صورت می‌پذیرد. این روش در برگیرنده مزایای اقتصادی بیشتری نسبت به روش مورد استفاده در تهیه روغن‌های گروه I می‌باشد و محصولات تولید شده آن نیز کاملاً متمایز با روغن‌های حاصل از تصفیه با حلال هستند، به طوری که فرآیند تصفیه با حلال فقط بر پایه قوانین جداسازی فیزیکی استوار است و بازدهی مناسب را ندارد.

فرآیند هیدروفرینی‌شینگ نیز که در مقاله اول مورد بحث قرار گرفت در واقع جزء فرایندهای هیدروژناسیون به حساب می‌آید. در روغن‌های پایه گروه II و III واکنش‌های شیمیایی که با استفاده از روش هیدروژناسیون انجام می‌پذیرند، می‌تواند یک یا چند مورد از موارد ذیل را شامل گردد:

- هیدروژناسیون آروماتیک‌ها و دیگر ترکیبات غیر اشباع
- باز کردن حلقه‌ها، به ویژه مولکول‌های چند حلقه‌ای
- شکست مولکولی و ایجاد ترکیباتی با وزن مولکولی کمتر
- ایزومریزاسیون آلکان‌ها و ایجاد شاخه‌های آلکیل جانبی
- گوگردزدایی
- نیتروژن‌زدایی

نوع کاتالیزور، تعیین کننده مکانیزم واکنش در این فرآیند است، که بر اساس خوراک اولیه و شرایط فرآیند انتخاب می‌شود. البته فرایندهای شدیدتر و گسترده‌تر از نظر اقتصادی به صرفه نبوده و بازده کلی فرآیند را پایین می‌آورد. این فرایندها بر اساس مشخصات مورد نیاز هر گروه روغن پایه، انتخاب می‌گردند.

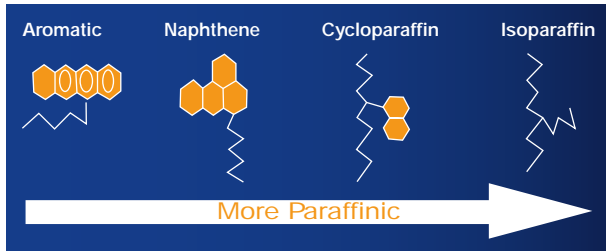
روغن پایه گروه II

در تصفیه روغن پایه گروه II، نوعی فرایند هیدروژناسیون که به آن عمل‌آوری شدید با هیدروژن^۴ می‌گویند جایگزین روش استخراج آروماتیک‌ها با حلال فورفورال می‌شود. در این فرایند هیدروژن در دمای بالاتر از ۶۰۰ درجه فارنهایت به برش روغنی وارد می‌شود و با استفاده از کاتالیزور و فشار ملایم (بالاتر از ۵۰۰ psi) حلقه‌های آروماتیک هیدروژنه و اشباع می‌گردد. در این فرایند میزان اشباعیت ترکیبات هیدروکربن به بیش از ۹۰ درصد خواهد رسید و میزان سولفور به کمتر از ۰/۰۳ درصد کاهش می‌یابد. از طرفی این فرایند موجب شکست زنجیرهای هیدروکربن و در نتیجه کاهش وزن مولکولی ترکیبات روغن

روغن های پایه، ویژگی ها و مراحل تولید

(بخش دوم) Base Oil Mineral Oil

شکل ۲: نوع ساختار روغن های پایه با بالا رفتن گروه



همچنین به دلیل اعمال فرایند ایزومریزاسیون بر روی روغن پایه گروه III، نقطه ریزش در این گروه کمتر از گروه های I و II می باشد.

جمع بندی

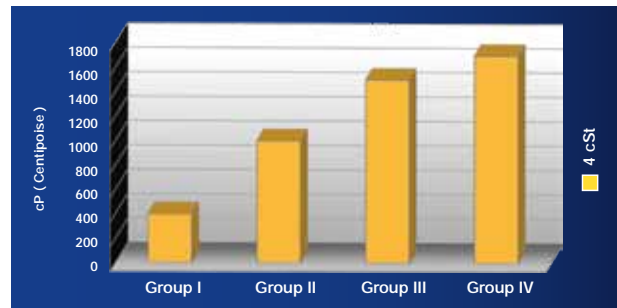
به طور کلی برای فرموله کردن هر نوع روانکار، اولویت در انتخاب روغن پایه مناسب است. از این رو خصوصیات مثبت و منفی روغن پایه برای استفاده در آن روانکار اهمیت بسیار بالایی دارد. علاوه بر نوع نفت خام که با توجه به حوزه استخراجی، خصوصیات متفاوتی دارد، نوع پالایش آن نیز تاثیر قابل توجهی در مشخصات روغن پایه و در نتیجه روانکار نهایی خواهد گذاشت.

برش های روغنی حاصل از برج تقطیر می تواند بنا بر نوع پالایش منجر به تشکیل روغن های پایه گروه I، II و III شود. روش پالایش روغن پایه گروه I، در سه مرحله استخراج آروماتیک با حلال، استخراج ترکیبات و کس با حلال و مرحله هیدروفرینیشینگ صورت می گیرد. این روغن دارای شاخص گرانروی بین ۸۰ تا ۱۰۰، میزان ترکیبات اشباع کمتر از ۹۰ درصد (بین ۶۵ تا ۸۵) و میزان گوگرد بیشتر از ۰/۰۳ درصد (۳۰۰-۳۰۰۰ ppm) می باشد.

در روش پالایش روغن پایه گروه II، فرایند هیدروکریکنگ جایگزین فرایند استخراج آروماتیک ها با حلال می گردد.

در این مرحله ترکیبات حلقوی آروماتیک اشباع شده و میزان سولفور و نیتروژن به شدت کاهش می یابد. این فرایند موجب افزایش درصد ترکیبات اشباع روغن پایه گروه II در مقایسه با گروه I شده و روغن

نمودار ۵: مقایسه میزان CCS در روغن پایه گروه I، II، III و IV



تفاوت انواع گروه های روغن پایه از لحاظ ساختار و کارایی

همان طور که گفته شد برش روغنی خارج شده از برج تقطیر حاوی ترکیبات مختلف هیدروکربن از جمله زنجیرهای پارافینیک، ترکیبات نفتنیک و ترکیبات آروماتیک می باشد. ساختارهای ذکر شده موجب بروز خواص متفاوت و منحصر به فرد خود در روغن پایه می گردد. با تغییر ساختارهای هیدروکربنی و تبدیل آن به ساختارهای محدودتر، خواص روغن پایه تغییر یافته و به خواص آن ساختار نزدیک تر می شود.

در روغن پایه گروه I به دلیل فرایند فیزیکی جداسازی، تغییر ساختار صورت نمی گیرد و تنها برخی ترکیبات نامناسب روغن از جمله آروماتیک ها و وکس ها با بازده نه چندان بالا از روغن پایه خارج می شود، اما در روغن پایه گروه II و سپس روغن پایه گروه III ساختار ترکیبات تغییر می یابد و به سمت زنجیرهای ایزوپارافینیک سوق می یابد. در نتیجه با افزایش گروه روغن پایه، از میزان ترکیبات حلقوی و همچنین زنجیرهای طولانی پارافین کاسته شده و ترکیبات ایزوپارافین افزایش می یابد و در نهایت شباهت ساختاری آن با ترکیبات PAO (پلی آلفا اولفین) بیشتر می گردد.

جدول شماره ۳، مشخصات روغن پایه گروه I، II، III و IV را در گرانروی یکسان نشان می دهد. با افزایش گروه روغن پایه، میزان ترکیبات حلقوی کاهش و در نتیجه مشخصه V.I. افزایش می یابد.

جدول ۳: مشخصات گروه های روغن پایه در مقایسه با یکدیگر

پلی آلفا اولفین (PAO)	محصول ایزومریزاسیون وکس	محصول هیدروکریکنگ	محصول جداسازی با حلال	
۵/۸	۵/۰	۵/۶	۵/۲	گرانروی در ۱۰۰°C (cSt)
۱۳۷	۱۲۵	۱۱۵	۹۸	شاخص گرانروی
-۶۰	-۲۱	-۱۲	-۶	نقطه ریزش (°C)

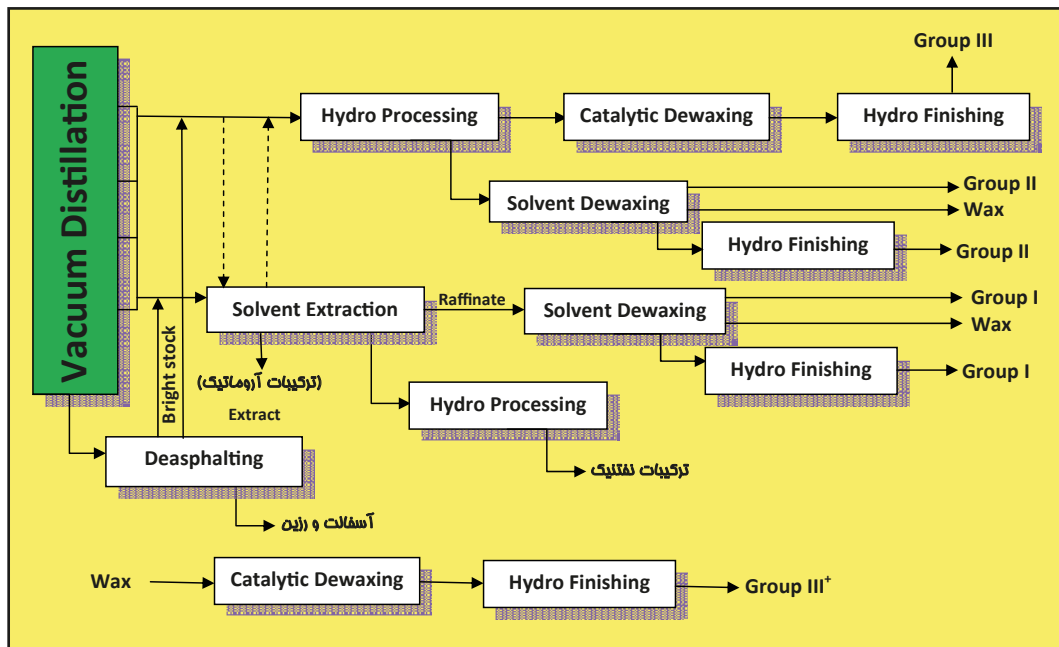
روغن های پایه، ویژگی ها و مراحل تولید

(بخش دوم) | Base Oil Mineral Oil

در پایان ذکر این نکته ضروری است که اگر چه روغن های پایه گروه I به دلیل قیمت کمتر همچنان بیشترین مصرف را در این صنعت دارند اما به دلیل تغییرات سریع تکنولوژی و به تبع آن نیاز به روغن هایی با سیالیته بالا در سرما، فرارایت کم و تحمل تنش های حرارتی بالا، مصرف اینگونه از روغن های پایه روز به روز کاهش یافته و بتدریج

حاصله پایدارتر می گردد. روش جداسازی وکس ها نظیر گروه I به روش وکس زدایی با حلال صورت خواهد گرفت. این روغن دارای شاخص گرانروی حدود ۱۰۸، میزان ترکیبات اشباع بیشتر از ۹۰ درصد (بین ۹۳ تا ۹۹) و میزان گوگرد کمتر از ۰/۰۳ درصد (۳۰۰-۵ ppm) می باشد.

نمودار ۴: مراحل تولید و پالایش گروه های مختلف روغن پایه معدنی



روغن های پایه گروه II, III و در بعضی موارد روغن های سینتتیک نظیر PAO جایگزین گردیده اند به گونه ای که مصرف کنندگان داخلی روغن پایه و به عبارتی تولیدکنندگان روانکارها به دلیل عدم دسترسی آسان به این نوع روغن ها، روز به روز با چالش بیشتری روبرو هستند. با عنایت به موارد فوق و محدودیت های موجود در راستای این جایگزینی نظیر قیمت بالاتر این مواد اولیه و عدم دسترسی آسان به آنها، لازم است تا قبل از هر گونه جایگزینی، با کارشناسان با تجربه در این زمینه مشاوره نمایند.

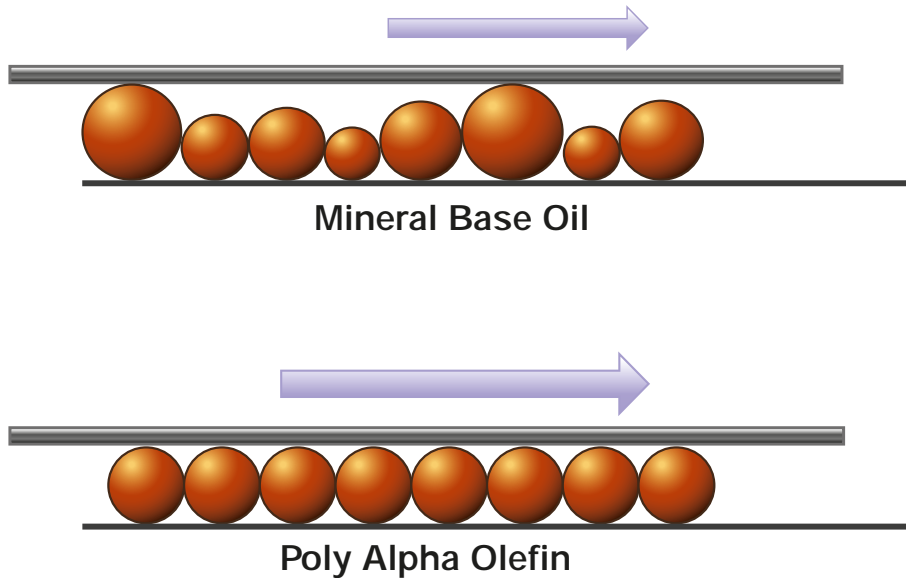
در گروه III فرایند استخراج وکس با حلال نیز جای خود را به فرایند هیدروایزومریزاسیون می دهد و موجب شاخه دار شدن ترکیبات وکس که در حقیقت پارافین های خطی نرمال هستند می شود. این فرایند موجب می گردد روغن پایه حاصل، شاخص گرانروی بیشتر از ۱۲۰، میزان ترکیبات اشباع بیشتر از ۹۰ درصد (بین ۹۵ تا ۹۹) و میزان گوگرد کمتر از ۰/۰۳ درصد (۳۰۰-۵ ppm) داشته باشد. نمودار شماره ۴، نمای کاملی از کلیه فرایندهای تولید روغن های پایه گروه های I, II و III می باشد.

- 1- Grade
- 2- Hydrocracking
- 3- Aniline Point
- 4- Severe Hydrotreatment
- 5- Hydroisomerization

سیالات سنتزی، پلی آلفا اولفین

PAO Poly Alfa Olefin
Synthetic Base Oil

مهدی وثوق | کارشناس واحد مهندسی فروش



مقدمه

پایه‌های سنتزی از طریق واکنش‌های شیمیایی تحت شرایط کنترل شده تولید می‌شوند. این نوع روغن پایه در مواردی همچون دمای بالا و فشار زیاد که روغن پایه‌های معدنی کرائی قابل قبولی ندارند، استفاده می‌شوند و کاربرد آنها روز به روز بیشتر می‌گردد. در میان روغن‌های پایه سنتزی، پلی آلفا اولفین‌ها از اهمیت و کاربرد زیادی برخوردار هستند.

روانکارها با استفاده از روغن پایه و مواد افزودنی ساخته می‌شوند. روغن پایه، بیشترین درصد تشکیل دهنده انواع روانکارها می‌باشد و به دو گروه اصلی معدنی و سنتزی تقسیم‌بندی می‌شود. طبقه‌بندی روغن پایه‌های مختلف توسط API به شرح جدول ۱ می‌باشد: روغن پایه‌های معدنی منشاء طبیعی دارند و ویژگی‌های خود را از ماده طبیعی اولیه و نیز عملیات پالایش به دست می‌آورند، در مقابل روغن

جدول ۱: طبقه بندی روغن پایه API

شاخص گرانیروی	درصد اشباع	درصد گوگرد	گروه
$80 \leq VI < 120$	$90 >$	$0.03 \leq$	گروه I
$80 \leq VI < 120$	$90 <$	$0.03 >$	گروه II
≥ 120	$90 <$	$0.03 >$	گروه III
پلی آلفا اولفین‌ها - PAO			گروه IV
دیگر روغن پایه‌ها که در سایر گروه‌ها قرار ندارند			گروه V
پلی اینترنال اولفین‌ها - PIO			گروه VI

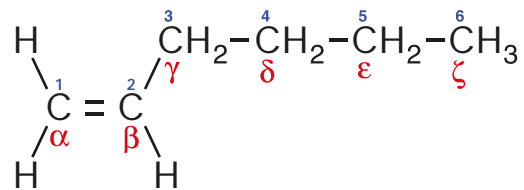
سیالات سنتزی، پلی آلفا اولفین

PAO Poly Alfa Olefin
Synthetic Base Oil

ساختار شیمیایی

آلفا اولفین‌ها گروهی از اولفین‌ها هستند که پیوند دوگانه آنها بین کربن شماره یک و دو قرار گرفته است.

شکل ۱: ساختار شیمیایی ۱-Hexene آلفا اولفین بدون شاخه



به منظور تولید ترکیبات PAO از مونومر ۱-Decene استفاده می‌شود.

به عنوان مثال، اگر این ماده به طور ۱۰۰٪ دایمر شود، گرانی در ۱۰۰ درجه سلسیوس روغن پایه حاصل شده، ۲cSt می‌شود. در صورتیکه ۸۵٪ آن تریمر، ۱۴٪ آن تترامر و ۱٪ آن الیگومرهای بلندتر باشند، گرانی روغن پایه ۴cSt خواهد شد.

روش تولید

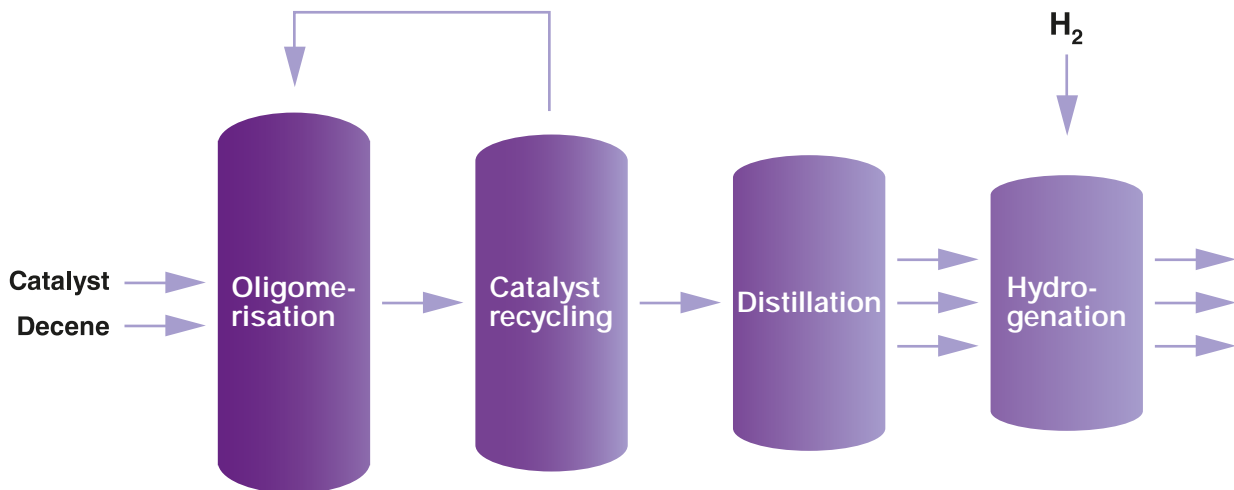
پلی آلفا اولفین‌ها از فرآیند الیگومریزاسیون آلفا اولفین‌ها ایجاد می‌شوند. الیگومریزاسیون نوعی از پلیمریزاسیون کنترل شده است که محصول نهایی از اتصال تعداد محدود و مشخصی از مونومر ایجاد می‌شود.

وجود شاخه‌های فرعی در پروسه تولید اهمیت زیادی دارد، این شاخه‌ها می‌توانند گرانی و نقطه ریزش را تحت تاثیر قرار دهند.

جدول ۲: درصد پلیمریزاسیون مونومر به منظور تولید انواع روغن پایه‌های گروه IV

۸ cSt	۶ cSt	۴ cSt	۲ cSt	درصد پلیمریزاسیون
...	۱۰۰	C۲۰
۴	۲۹	۸۵	...	C۳۰
۵۴	۴۵	۱۴	...	C۴۰
۴۲	۲۶	۱	...	C۵۰+

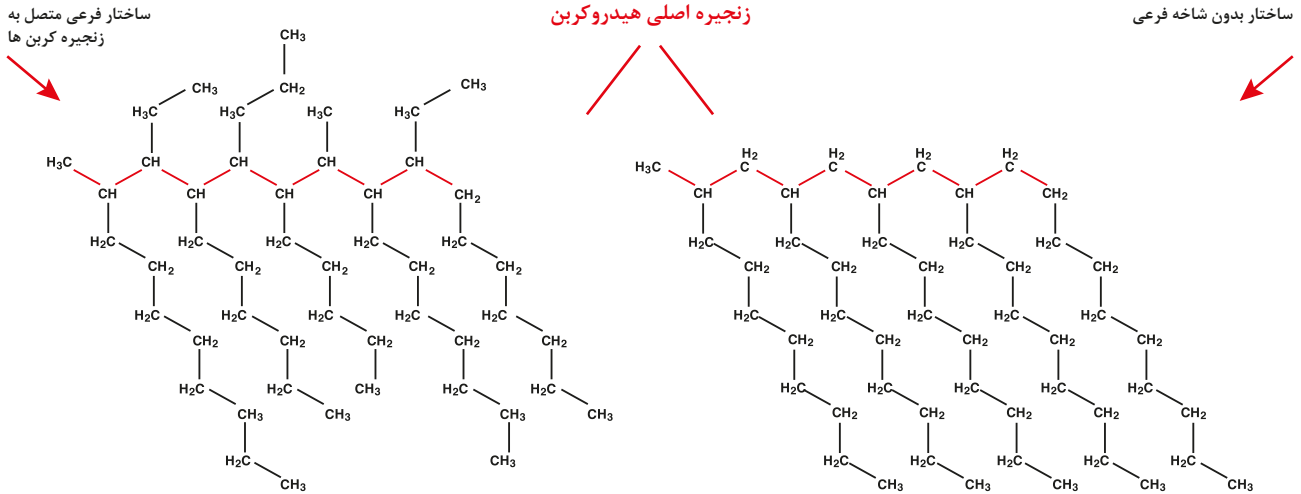
شکل ۲: مراحل تولید PAO با استفاده از مونومر ۱-Decene



سیالات سنتزی، پلی آلفا اولفین

PAO Poly Alfa Olefin
Synthetic Base Oil

شکل ۳: ساختار شیمیایی PAO با شاخه های فرعی و بدون شاخه های فرعی

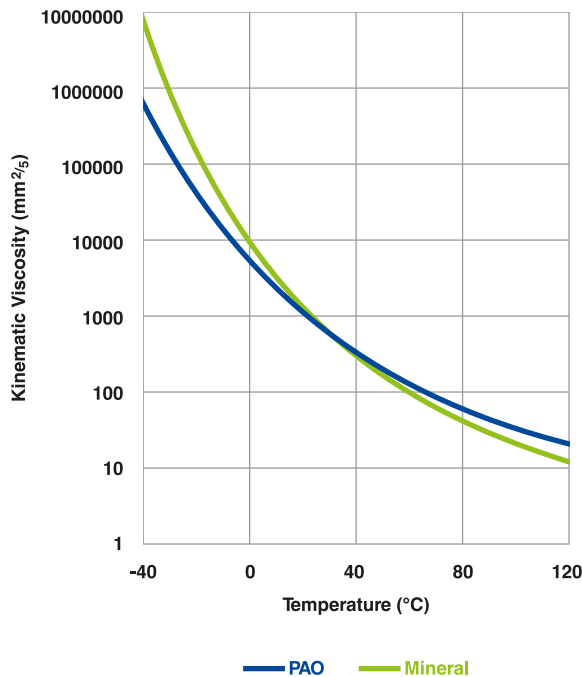


ساختار پلی آلفا الفین با شاخه های فرعی ناخواسته

ساختار پلی آلفا الفین با شاخه های فرعی مناسب، دارای شاخص گرانروی بالاتر و نقطه ریزش پایین تر

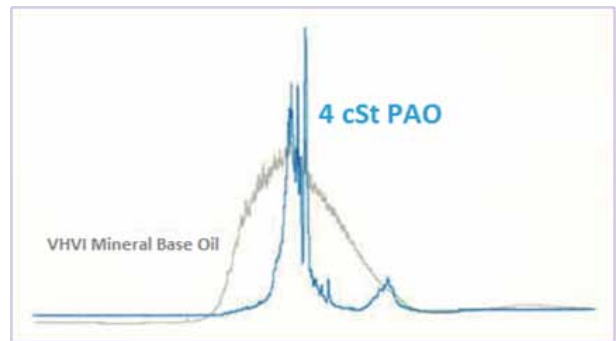
انجام پذیرد، که نتیجه آن محافظت بهتر قطعات در برابر سایش است.

نمودار ۲: مقایسه شاخص گرانروی روغن پایه PAO نسبت به روغن پایه معدنی



محصول تولید شده با این روش دارای توزیع جرم مولکولی بسیار محدود^۱ خواهد بود. محدودیت توزیع جرم مولکولی ویژگی‌های بسیار خوبی به محصول نهایی می‌دهد که در ادامه مطلب به آنها پرداخته خواهد شد.

نمودار ۱: مقایسه توزیع جرم مولکولی PAO و روغن پایه معدنی با شاخص گرانروی بسیار بالا



ویژگی‌های روغن پایه گروه IV نسبت به روغن پایه‌های معدنی به شرح ذیل می‌باشد:

۱- شاخص گرانروی بالا

به دلیل ساختار ویژه، این ترکیبات به طور ذاتی دارای شاخص گرانروی بالایی می‌باشند. این ویژگی باعث می‌شود روانکار در دمای بالا و نیز دمای پایین سیالیت مناسبی داشته باشد و روانکاری قطعات سیستم به خوبی

سیالات سنتزی، پلی آلفا اولفین

PAO Poly Alfa Olefin
Synthetic Base Oil

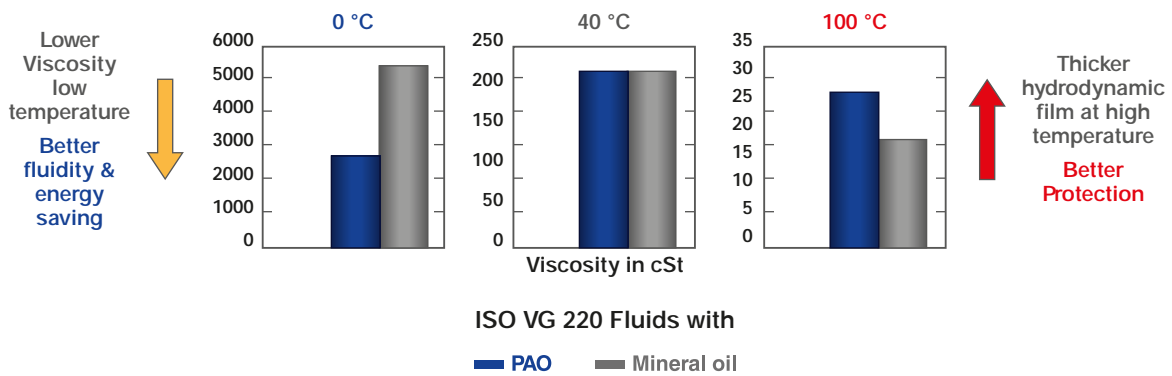
شاخص گرانروی بالای روغن PAO نسبت به روغن‌های پایه معدنی مزایای زیر را دارد:

- ایجاد لایه ضخیم‌تر در دمای بالا
- شروع به کار بهتر موتور در دمای پایین
- نقطه ریزش پایین‌تر از ۳۵- درجه سانتیگراد
- عدم نیاز به ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش
- عدم نیاز به ترکیبات بالابرنده شاخص گرانروی

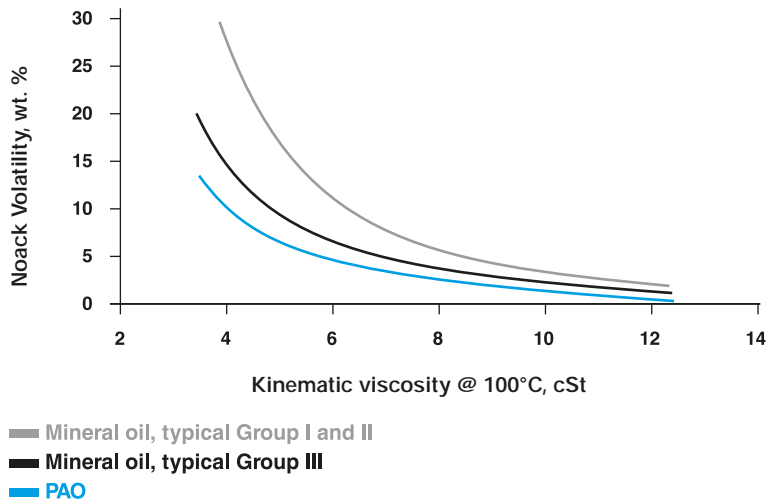
۲- فراریت کمتر

یکی از ویژگی‌های اصلی روغن پایه PAO فراریت اندک این ترکیبات است و این بدین معناست که در دمای بالا مقدار بسیار کمی از روغن تبخیر می‌شود. در نتیجه میزان مصرف روغن و نیز انتشار گازهای ناشی از آن کاهش می‌یابد. این روغن پایه مناسب استفاده در سیستم‌هایی است که حجم مخزن روغن کوچکی دارند و دمای کارکرد روغن بالاست.

نمودار ۳: تاثیر PAO بر سیالیت در سرما و محافظت قطعات در دمای بالا



نمودار ۴: مقایسه میزان تبخیر روغن پایه‌های معدنی و PAO



سیالات سنتزی، پلی آلفا اولفین

PAO Poly Alfa Olefin
Synthetic Base Oil

۳- پایداری دمایی عالی

در مقایسه با روغن پایه‌های معدنی، PAO نقطه اشتعال بالاتری دارد. در نتیجه از لحاظ ایمنی در برابر خطر آتش سوزی، استفاده از این ترکیبات بسیار مناسب‌تر است.

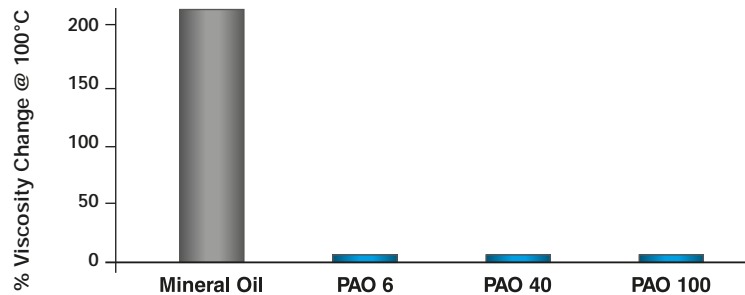
۴- پایداری برشی بالا

این ویژگی باعث می‌شود ساختار پلیمری این ترکیبات طی کارکرد طولانی مدت حفظ شده و کارایی روانکار در حد قابل قبولی باقی بماند.

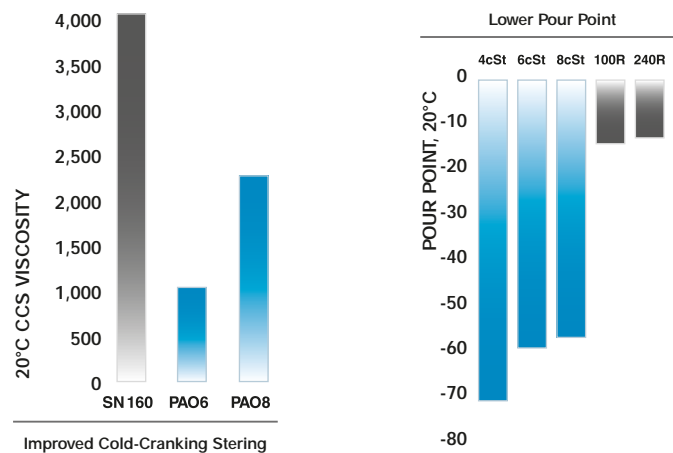
۵- نقطه ریزش پایین

سیالیت عالی این ترکیبات در دمای پایین مانع از انجماد روانکار می‌گردد و مرحله شروع به کار دستگاه در دمای پایین به راحتی انجام خواهد شد. این ویژگی باعث می‌شود نتایج تست‌های نقطه ریزش، MRV و CCS بسیار بهتری نسبت به روغن پایه‌های معدنی حاصل شود و نیازی به ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش (PPD) نباشد. نکته مهم دیگر آنست که در روغن پایه‌های معدنی، ترکیباتی با V.I. بالا وجود دارند؛ اما کارایی در سرمای هیچ‌یک از آنها، به اندازه روغن‌های پایه PAO نیست.

نمودار ۵: مقایسه پایداری حرارتی روغن پایه‌های معدنی و PAO



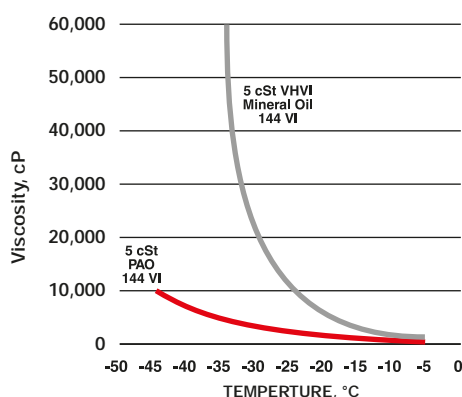
نمودار ۶: مقایسه کارایی در سرمای روغن پایه‌های معدنی و PAO



سیالات سنتزی، پلی آلفا اولفین

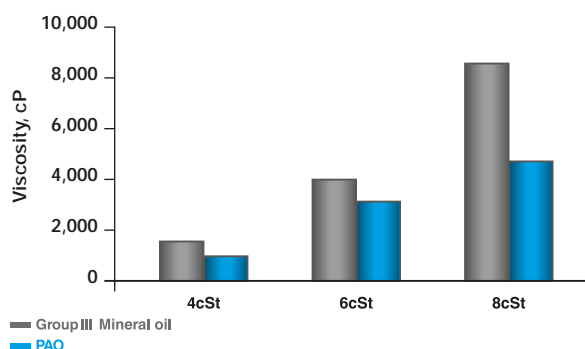
PAO Poly Alfa Olefin
Synthetic Base Oil

نمودار ۷: مقایسه نتایج تست های CCS و Brookfield



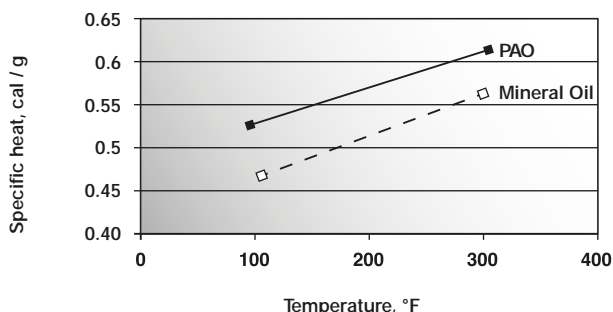
Scanning Brookfield Comparison

Cold-Cranking Simulator @ -35°C



PAOs improve low-temperature start-up.

نمودار ۸: مقایسه گرمای ویژه PAO و روغن پایه های معدنی



۱۰- محدوده گرانی و وسیع (از ۲ cSt تا ۱۰۰۰ cSt)

محدوده گرانی وسیع امکان فرمولاسیون روانکار با گرانی مورد نیاز را فراهم می نماید.

۱۱- پایداری در برابر اکسیداسیون

روغن پایه های PAO در فرمولاسیون روانکارهایی که پایداری در برابر اکسیداسیون اهمیت زیادی دارد، بسیار مناسب می باشد. این ویژگی به دلیل ساختار ویژه این گروه از روغن های پایه و نیز عدم وجود ناخالصی در آنها می باشد. همچنین باعث افزایش مدت زمان کارکرد روانکار و کاهش دفعات تعویض روغن آن می گردد.

تمامی دستگاه هایی که نیازمند روانکاری هستند، به سیالی با محدوده گرانی متناسب با طراحی همان دستگاه نیاز دارند.

۶- خوردگی بسیار کم

به دلیل نداشتن ناخالصی (از قبیل ترکیبات گوگرد، ترکیبات اسیدی و ...) این ترکیبات خوردگی ایجاد نمی کنند.

۷- سازگاری با روغن های پایه معدنی

این ویژگی سبب می شود در ساخت روانکارهای نیمه سنتزی از این روغن پایه استفاده شود و از ویژگی های عالی این نوع ترکیبات در فرمولاسیون روانکار بهره مند شد.

۸- سمیت کم

باعث می شود ایمنی پرسنل، در حین کار با این ترکیبات حفظ شود.

۹- بالاتر بودن ظرفیت گرمایی نسبت به روغن های معدنی

گرمای ویژه مقدار گرمایی است که باعث می شود دمای یک گرم سیال یک درجه سلسیوس افزایش یابد. نمودار شماره ۸ نشان می دهد این دسته از روغن های پایه سنتزی، ظرفیت گرمایی بالاتری دارند و مقدار گرمای بیشتری لازم دارند تا دمای آنها یک درجه سانتیگراد بالاتر رود.

به بیان دیگر PAO نسبت به روغن پایه های معدنی، حرارت را بهتر و بیشتر جذب می کند. هرچه دمای کارکرد سیستم پایین تر باشد سرعت واکنش ها نیز پایین تر می آید، در نتیجه اکسیداسیون و سایر واکنش های تخریبی کندتر پیش می روند و مدت زمان کارکرد روانکار و سیستم افزایش می یابد.

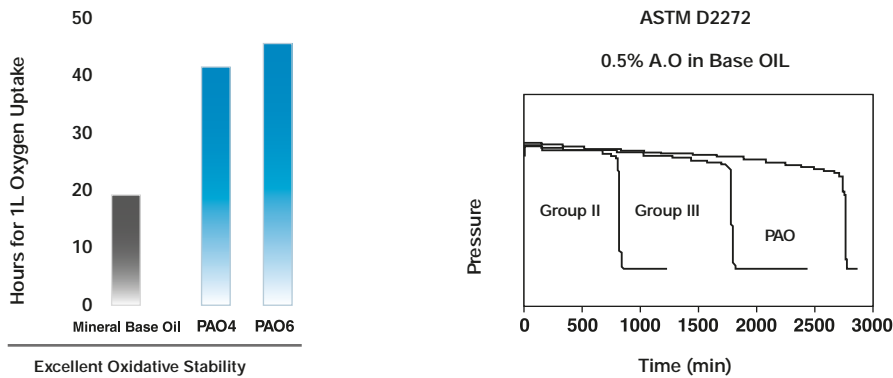
سیالات سنتزی، پلی آلفا اولفین

PAO Poly Alfa Olefin
Synthetic Base Oil

این روغن‌های پایه نسبت به روغن‌های پایه معدنی نوسان بسیار کمتری در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی دارند، ضمن آنکه یادآوری این نکته ضروریست که ویژگی‌های فوق در هیچ‌یک از روغن پایه‌های معدنی به طور همزمان وجود ندارد. آنچه که در مطالب بالا ذکر شد به خوبی در جدول ذیل مشخص می‌باشد.

تمامی دستگاه‌هایی که نیازمند روانکاری هستند، به سیالی با محدوده گرانی متناسب با طراحی همان دستگاه نیاز دارند. هرگونه تغییرات شدید در گرانی روانکار می‌تواند آسیب جدی به قطعات دستگاه وارد نماید. همانطور که در نمودار ۹ مشاهده می‌شود، تغییرات گرانی نسبت به اکسیداسیون روغن‌های PAO بسیار کمتر از روغن پایه‌های معدنی می‌باشد.

نمودار ۹: پایداری در برابر اکسیداسیون روغن پایه‌های معدنی و PAO



جدول ۳: مقایسه ویژگی‌های روغن پایه‌های معدنی و PAO

مشخصات	روغن پایه ۱	روغن پایه ۲	روغن پایه ۳	روغن پایه ۴
طبقه بندی API	گروه I	گروه II	گروه III	گروه IV
دانسیتته	۰/۸۶۹	۰/۸۶۵	۰/۸۴۴	۰/۸۲۷
گرانروی در دمای ۱۰۰°C، cSt	۵/۲	۵/۱	۶/۰	۵/۹
شاخص گرانروی	۹۷	۱۰۵	۱۲۳	۱۳۵
گرانروی در دمای ۲۰°C، cP	۲۱۰۰	۲۰۰۰	۱۵۵۰	۸۰۰
°C، (CCS) @ -۲۵°C	۳۸۰۰	۳۶۰۰	۲۶۰۰	۱۳۰۰
نقطه اشتعال، °C	۲۲۲	۲۱۸	۲۲۶	۲۳۴
نقطه ریزش، °C	-۱۲	-۱۵	-۱۲	-۵۷
فراریت، wt%	۱۷/۰	۱۶/۶	۷/۵	۷/۲
گوگرد، wt%	۰/۵۸	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰
ترکیبات آروماتیک، wt%	۲۷/۷	۳/۵	۰/۶	۰/۰۰
عدد اسیدی کل، mgKOH/g	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱
نقطه آنیلین، °C	۱۰۴	۱۱۱	۱۲۱	۱۲۹

معایب روغن پایه‌های PAO

به دلیل ساختار غیرقطبی، انحلال پذیری مواد افزودنی در این ترکیبات ضعیف است و می‌تواند باعث جمع‌شدگی آب‌بندها شوند. برای رفع این مشکل از ترکیبات قطبی (مانند استرها) به عنوان کمک حلال استفاده می‌شود.

کاربردها

با توجه به آنچه ذکر شد می‌توان گفت تقریباً در تمام مواردی که روغن پایه‌های معدنی کاربرد دارند می‌توان از روغن پایه‌های PAO استفاده کرد و از مزایای این گروه از روغن‌های پایه بهره جست. روغن پایه‌های گروه IV در تولید انواع روانکارهای موتور، دنده، هیدرولیک، انتقال حرارت، صنعتی، گریس و سیالات فلزکاری استفاده می‌شوند، ضمن آنکه PAO های سنگین به دلیل وزن مولکولی بالا دارای خواص ضدسایش و بالابردگی گرانشی خوبی هستند. در ذیل به برخی کاربردهای این مواد اشاره خواهد شد.

۱- روغن موتور

روغن موتورهای سنتزی به دلیل مزیت‌های فراوانی که نسبت به روغن‌های معدنی دارند روز به روز در حال گسترش هستند، مزایای این گروه از روغن‌های پایه باعث می‌شود این روغن‌ها کارایی بسیار بهتری داشته باشند و کیلومتر کارکرد آنها نیز بسیار بیشتر از روغن‌های معدنی باشد. با توجه به سیالیت مناسب این ترکیبات در دمای پایین علاوه بر محافظت بهتر قطعات، میزان مصرف سوخت نیز کاهش می‌یابد که این مساله در دراز مدت باعث کاهش هزینه مصرف‌کننده نهایی خواهد شد. طراحی آپروپینامیک خودروها، جریان هوا را در محیط اطراف موتور خودروها را کاهش داده و باعث می‌شود که دمای اطراف موتور خودرو بالاتر از خودروهای قدیمی باشد، در این شرایط پایداری حرارتی و ظرفیت گرمایی روغن موتور اهمیت بیشتری پیدا می‌کند و همانطور که پیشتر توضیح داده شد، روغن‌های سنتزی ساخته شده با PAO کارایی بسیار بهتری نسبت به روغن‌های معدنی دارند.

یکی از آزمون‌های مربوط به پایداری حرارتی و اکسیداسیون، آزمون Hoot^۲ می‌باشد، در این آزمون یک بسته افزودنی مشخص با درصد مصرف یکسان به روغن پایه مورد نظر اضافه می‌شود. ۲۵ گرم از این روغن‌ها در حضور کاتالیست‌های استیل استونات آهن و مس در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۵ شبانه روز نگهداری می‌شوند، در طی آزمون جریان هوای ۱۰ لیتر در ساعت به درون روغن دمیده می‌شود. نتایج انجام یافته نشانگر کارایی فوق‌العاده روغن‌های ساخته شده با PAO نسبت به روغن‌های معدنی است.

۱- مدت زمان کارکرد روغن موتورهای معدنی بسیار کمتر از

روغن‌های ساخته شده با PAO می‌باشد.

۲- PAO نیاز کمتری به ترکیبات پایدارکننده دارد.

جدول ۴: مقایسه تغییرات گرانشی در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد روغن پایه معدنی و PAO

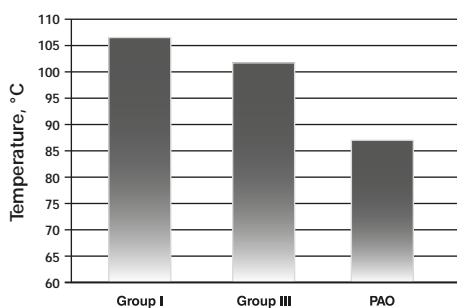
گرانشی در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد			
روغن پایه	شروع	پایان	تغییرات گرانشی
معدنی	۹۵	۱۴۶/۳	۵۴٪
PAO	۹۴	۹۶/۸	۳٪

علاوه بر آنچه گفته شد، بدون استفاده از PAO، ساخت روغن موتورهایی با گریدهای SAE 0Wxx و SAE 5Wxx به دلیل مسائلی نظیر عدم تامین نتایج آزمون Noack و CCS امکان پذیر نیست.

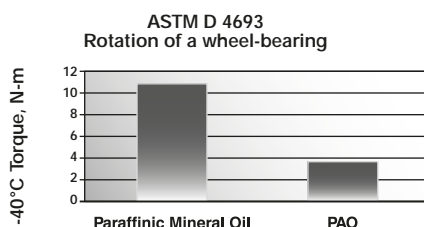
۲- روغن دنده خودرو

تغییراتی که با گذشت زمان در خودروها اتفاق افتاده همچون افزایش نیروی موتور خودروها، افزایش قدرت جعبه دنده و کاهش حجم مخزن روغن دنده باعث می‌شود دمای کارکرد در جعبه دنده افزایش یافته و فشار روی چرخ دنده‌ها بیشتر شود، در نتیجه شرایط روانکاری سخت‌تر شده و نیاز به نوعی از روانکار می‌باشد که انتقال حرارت را به خوبی انجام دهد. این ویژگی باعث پایداری بهتر در برابر اکسیداسیون و تخریب روغن و قطعات می‌گردد. همانطور که از نمودار ذیل مشخص می‌باشد در شرایط کاری سخت، دمای کارکرد روغن دنده ساخته شده با PAO حداقل ۲۰٪ کمتر از روغن دنده‌های ساخته شده با روغن پایه‌های معدنی می‌باشد. مشکلی که پیش از این در خصوص تولید روغن دنده‌های سنتزی از نوع PAO وجود داشت، ناسازگاری بسته‌های افزودنی دنده با این ترکیبات و لزوم استفاده از استرها به عنوان کمک حلال بود. در حال حاضر افزودنی‌هایی وارد بازار ایران گردیده است که کاملاً در PAO انحلال پذیر هستند و نیازی به کمک حلال ندارند.

نمودار ۱۰: تاثیر نوع روغن پایه بر دمای جعبه دنده



نمودار ۱۲: مقایسه میزان مصرف انرژی در دمای پایین



۶- روغن های فلز کاری

از آنجایی که در طول عملیات فلز کاری گرمای زیادی تولید می شود، روغن های فلز کاری تولید شده با PAO به دلیل ویژگی های مناسب کارکرد در دمای بالا، ایمنی بالاتری را نسبت به روغن های فلز کاری معمول فراهم می نماید. از طرفی به دلیل V.I. بالا، این گروه از روغن های پایه روانکاری بهتری را در دمای بالا انجام می دهند.

۷- روغن های کمپرسور

فراریت اندک روانکارهای سنتزی کمپرسور، باعث کاهش ۲۰ الی ۳۰ درصدی مصرف روانکار در کمپرسورهای کوچک می گردد. این میزان برای کمپرسورهای بزرگ به ۴۰ درصد می رسد. همچنین روغن پایه های معدنی پایداری حرارتی کمتری نسبت به روانکارهای سنتزی دارند و به دلیل دمای بالای کارکرد کمپرسورها، باعث ایجاد شکست مولکولی و ایجاد لجن می گردند. روغن های کمپرسور تهیه شده با PAO به دلیل غیرقطبی بودن رطوبت را جذب نمی نمایند و خواص جداپذیری از آب فوق العاده مناسبی دارند.

نتیجه گیری

با توجه به پیشرفت ها در خودروسازی و سایر صنایع، لزوم استفاده از روانکارهای باکیفیت کاملا محسوس است. روغن پایه های PAO دارای ویژگی های منحصر به فردی هستند که استفاده از آنها را در تولید این دسته از روانکارها کاملا توجیه پذیر نموده است. شباهت ساختاری به روغن پایه معدنی، محدوده گرانی و وسیع، کاربرد در تولید انواع روانکارها و از همه مهمتر کارایی فوق العاده خوب، باعث گردیده مصرف این نوع از روغن های پایه در روانکارهای باکیفیت رو به افزایش باشد. توصیه می شود به منظور استفاده مناسب و کسب بهترین نتیجه فنی و اقتصادی، پیش از استفاده از این نوع روغن پایه ها از مشاوره کارشناسان فنی استفاده گردد.

- 1- Narrow Molecular Weight
- 2- Extended Drain Interval
- 3- Hot Oil Oxidation Test
- 4- Turbine Oxidation Stability Test

۳- روغن دنده های صنعتی

با توجه به ویژگی های مورد نیاز این دسته از روانکارها، همچون پایداری دمایی، شاخص گرانی بالا، مقاومت عالی در برابر سایش و سیالیت مناسب در دمای پایین می توان از این دسته روغن های پایه استفاده نمود. محدوده وسیع دمایی عملکرد این دسته از روغن های پایه، منجر به استفاده از PAO سبک تر و در نتیجه صرفه جویی قابل ملاحظه در مصرف انرژی می گردد.

همچنین با توجه به قیمت بالای پلیمرهای بالابرنده شاخص گرانی مخصوص روانکارهای دنده، می توان از روغن های PAO سنگین به جای آن استفاده نمود.

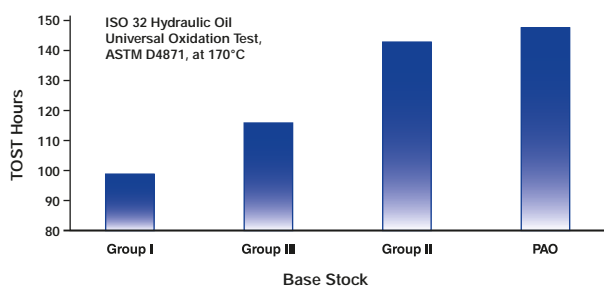
شرایط کارکرد این دسته از دنده ها نیز همچون دنده های خودرو مدام در حال سخت تر شدن است.

۴- روغن های هیدرولیک

این گروه از روغن های پایه به دلیل نقطه اشتعال بالا و فراریت اندک و روانکاری مناسب در شرایط سخت دمایی، به طور ویژه مناسب استفاده در صنایعی است که ایمنی و کارایی اهمیت زیادی دارد.

به دلیل سمی نبودن، این روغن های پایه در سیستم های هیدرولیک صنایع غذایی که امکان تماس جزئی با مواد غذایی وجود دارد نیز قابل استفاده است. در مواردی که روغن پایه های معدنی الزامات لازم را فراهم نمی آورند، استفاده از این نوع روغن پایه کارگشا خواهد بود. جدول ذیل کارایی این را در تست TOST^۴ نشان می دهد.

نمودار ۱۱: مقایسه پایداری در برابر اکسیداسیون روغن های هیدرولیک PAO و معدنی



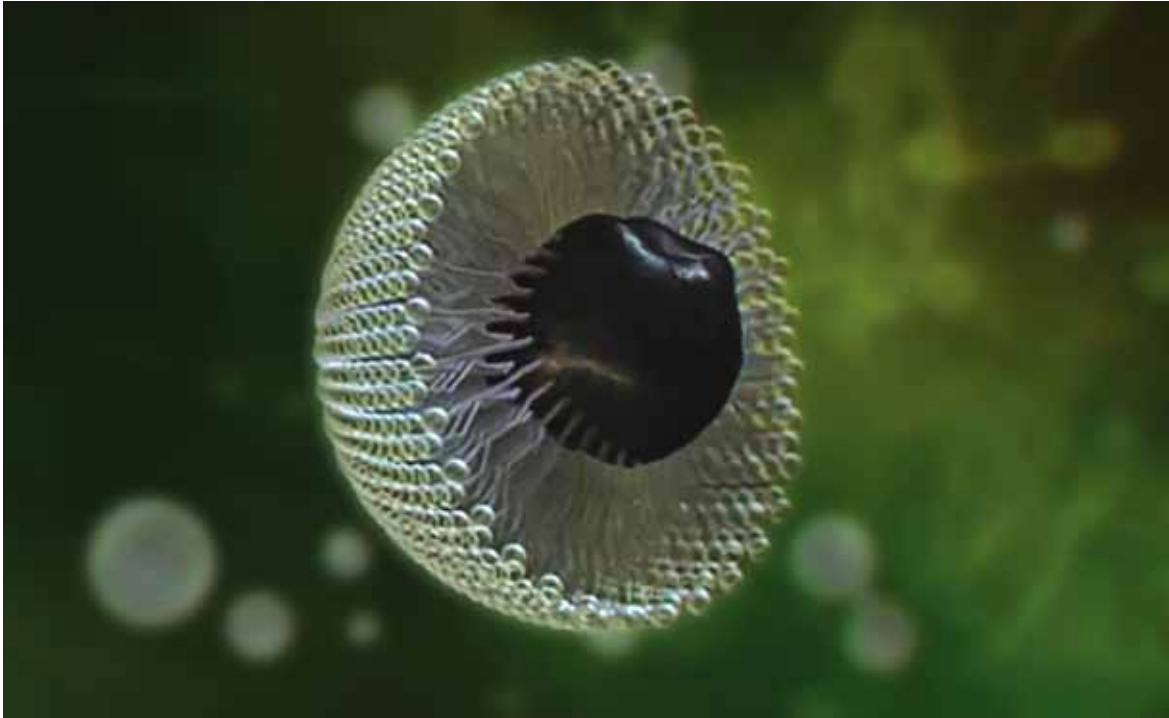
۵- گریس

علاوه بر ویژگی هایی همچون پایداری دمایی، پایداری در برابر اکسیداسیون و کارکرد در محدوده دمایی وسیع، جداپذیری از آب روغن های PAO باعث می شود ساختار گریس در محیط های مرطوب حفظ شود. علاوه بر موارد فوق، گریس های سنتزی ساخته شده با PAO، موجب به حرکت در آمدن بلبرینگ ها و سایر قطعات متحرک با انرژی کمتر می گردد.

مواد افزودنی پاک‌کننده و متفرق‌کننده

Detergent & Dispersant

مینو اعتمادی | کارشناس مهندسی فروش



مقدمه

در خودروهای دیزلی به دلیل شرایط ویژه سوخت و دمای بالای احتراق، آلودگی‌ها بیشتر به صورت ذرات کربن و دوده هستند، جهت معلق نگهداشتن این مواد و جلوگیری از رسوب بر روی قطعات نیاز به استفاده از مواد افزودنی متفرق‌کننده مورد تاکید بیشتر است. اما در موتورهای بنزینی به دلیل دمای احتراق پایین‌تر و تشکیل آب و همچنین ایجاد صمغ و لعاب به دلیل آلودگی ناشی از ورود بنزین به روغن، عمده ترکیبات ایجاد شده ناشی از اکسیداسیون بصورت لجن‌های اسیدی هستند که استفاده از مواد افزودنی پاک‌کننده را ضروری می‌سازد. این افزودنی‌ها می‌توانند با در بر گرفتن ذرات جامد آلاینده، آنها را به صورت ذرات معلق در روغن در آورده، علاوه بر این با توجه به اینکه آلاینده‌ها چسبندگی بالایی داشته، برای جدا کردن آنها از سطوح، مواد پاک‌کننده وظیفه پاکسازی موتور را انجام می‌دهند. به عبارت ساده‌تر می‌توان گفت پاک‌کننده‌ها بیشتر نقش جداکنندگی مواد از سطوح را داشته و متفرق‌کننده‌ها بیشتر نقش تعلیق و عدم رسوب‌گذاری مجدد را ایفا می‌نمایند.

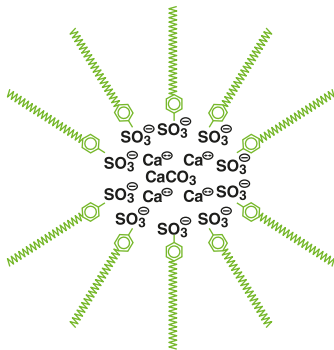
با توجه به اینکه روغن‌های پایه حاصل از پالایش نفت خام و یا انواع روغن‌های پایه سنتزی بدون استفاده از مواد افزودنی قابلیت استفاده به عنوان روانکار را ندارند، موادی به آن‌ها افزوده می‌شود که شرایط بهینه کارکرد را برای روانکار ایجاد نماید. از مهمترین مواد افزودنی روغن‌های موتور بنزینی و دیزلی افزودنی‌های پاک‌کننده^۱ و افزودنی‌های متفرق‌کننده^۲ می‌باشند. مواد تولید شده ناشی از احتراق، روغن موتور را آلوده می‌کنند. این مواد آلوده‌کننده روغن، شامل اسیدها و ذرات ریز کربنی به شکل دوده هستند. ترکیبات گوگرددار موجود در سوخت در اثر احتراق به اکسیدهای گوگرد تبدیل شده و سپس با آب به اسید سولفوریک تبدیل می‌شوند. روغن‌های پایه موجود در روانکار و اجزای سوخت در اثر اکسیداسیون، اسیدهای کربوکسیلیک را به وجود آورده، نیتروژن موجود در هوا در حین احتراق تبدیل به اکسیدهای نیتروژن شده و نهایتاً در ترکیب با آب منجر به تولید اسید نیتریک می‌شوند. تمامی موارد ذکر شده به نوبه خود واکنش‌های تخریبی بعدی نظیر سولفوناسیون و نیتراسیون را باعث می‌گردند که در نهایت منجر به ایجاد لجن‌های اسیدی می‌گردند.

مواد افزودنی پاک کننده و متفرق کننده

Detergent & Dispersant

اسیدهای موجود در روغن بیان می‌گردد. با توجه به اینکه مواد افزودنی پاک کننده به دو منظور استفاده می‌شوند معمولاً از دو نوع مختلف از این ماده استفاده می‌شود. مواد افزودنی پاک کننده خنثی که پس از فرآیند سولفوناسیون به میزان استوکیومتری با نمک‌های قلیایی خنثی گردیده اند به‌عنوان پاک کننده و مواد افزودنی پاک کننده فوق قلیایی به‌عنوان خنثی کننده ترکیبات اسیدی ناشی از احتراق و بالا برنده قلیائیت روغن. تفاوت این پاک کننده‌ها با پاک کننده‌های خنثی در نسبت استوکیومتری مقدار نمک بازی با اسید در فرآیند تولید می‌باشد که در نوع فوق قلیایی این مقدار بالاتر از مقدار استوکیومتری است. پاک کننده‌های فوق قلیایی به "Over Base TBN Booster" معروفند و دارای عددهای خنثی شدن ۴۰۰، ۳۰۰، ۲۰۰... هستند، به این معنی که هر گرم از آنها معادل ۴۰۰، ۳۰۰، ۲۰۰... میلی گرم هیدروکسید پتاسیم که توانایی خنثی نمودن اسیدهای ناشی از فرآیند اکسیداسیون را در روغن دارد. مقدار افزایش آنها به روغن با توجه به عدد بازی مورد نظر در محصول بستگی دارد. به عنوان مثال در صورت افزایش ۱٪ از پاک کننده با عدد بازی ۴۰۰، به روغن پایه مقدار عدد بازی محصول ۴ خواهد شد. مقدار عدد بازی در روغن‌های مختلف با توجه به شرایط عملیاتی آن روغن متفاوت می‌باشد. تعیین TBN روغن با آزمون پتانسیومتری مطابق با ASTM D2896 و یا روش رنگ سنجی، ASTM D974 قابل انجام می‌باشد. ساختار پاک کننده‌های فوق قلیایی به صورت ذیل می‌باشد.

شکل ۲: ساختار شیمیایی و عملکرد Overbased TBN Booster



مهمترین پاک کننده‌های مورد استفاده در روغن موتور

- ۱- سولفونات‌ها
- ۲- فنات‌ها
- ۳- سالیسیلات‌ها
- ۴- فسفونات‌ها

مهمترین وظایف افزودنی‌های پاک کننده و متفرق کننده

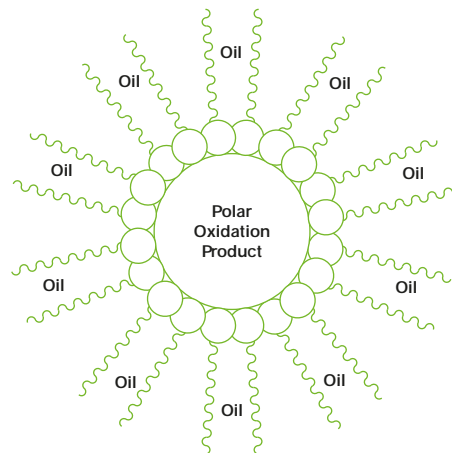
- خنثی کردن اسیدهای ناشی از احتراق (در ادامه در مورد آن توضیح داده خواهد شد)
- جلوگیری از تشکیل رسوبات لاک، کربنی و صمغی روی پیستون موتورها
- جلوگیری از تجمع و لخته شدن ذرات دوده ناشی از احتراق و به دنبال آن جلوگیری و به تاخیر انداختن تشکیل لجن

مواد افزودنی پاک کننده و معلق کننده هر دو دارای ساختار شیمیایی سر قطبی و دم غیر قطبی بوده که با توجه به عملکردشان دارای تفاوت‌هایی می‌باشند که در ادامه مطلب به آن پرداخته شده است.

ساختار شیمیایی و عملکرد مواد افزودنی پاک کننده

این افزودنی‌ها مولکول‌هایی هستند که یک دم هیدروکربنی روغن دوست^۳ (آب گریز) و یک سر قطبی آب دوست^۴ دارند. حل شدن این مواد در روغن‌های پایه به دلیل وجود دم‌های روغن دوست و جذب شدن آلودگی‌ها به دلیل وجود سرهای آب دوست صورت می‌گیرد. دم‌های غیرقطبی از چسبندگی ذرات به سطح فلز و انباشته شدن آنها جلوگیری می‌کنند.

شکل ۱: ساختار شیمیایی و عملکرد مواد افزودنی پاک کننده



برای خنثی سازی اسیدها، عدد بازی کل روغن^۵ یا TBN باید در حد مطلوبی باشد. این عدد بیانگر اندازه‌گیری توانایی روغن در خنثی سازی اسیدهای تشکیل شده در حین فرآیند احتراق و آلاینده‌ها می‌باشد. واحد آن بر حسب مقدار هیدروکسید پتاسیم لازم جهت خنثی سازی

مواد افزودنی پاک کننده و متفرق کننده

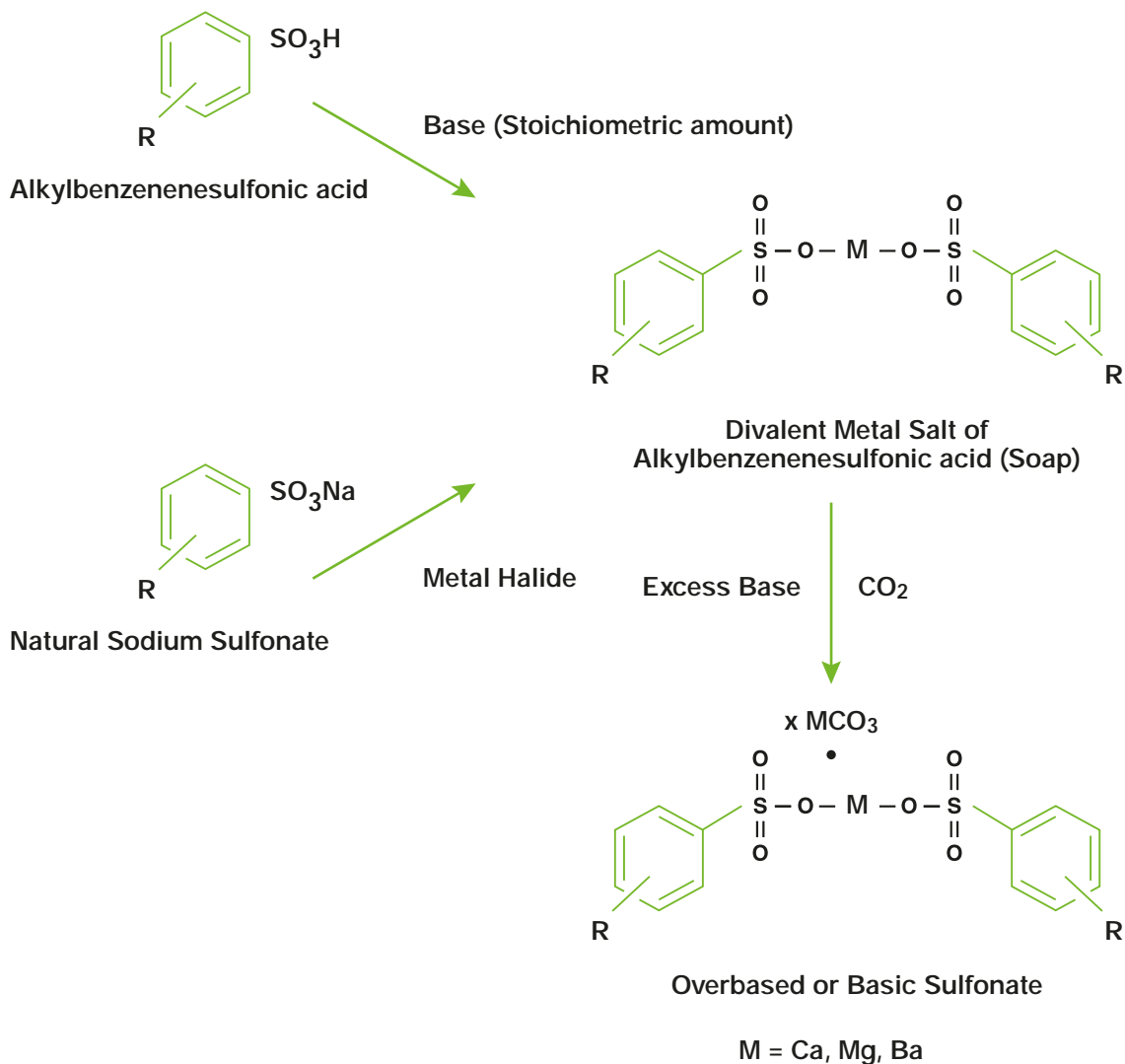
Detergent & Dispersant

سولفونات‌ها

افزودنی‌های پاک کننده سولفوناتی، نمک‌های فلزی اسیدی‌های آلی هستند. اسیدهای مورد استفاده در ساخت این افزودنی‌ها آریل سولفونیک‌هایی از قبیل آلکیل بنزن سولفونیک اسید، اسیدهای کربوکسیلیک و ... می‌باشند. در اثر واکنش بین این اسیدها و بازهای معدنی از قبیل اکسیدها، هیدروکسیدها و کربنات‌های فلزی نمک تشکیل می‌شود. همانگونه که قبلاً نیز ذکر شد این نوع از پاک کننده‌ها

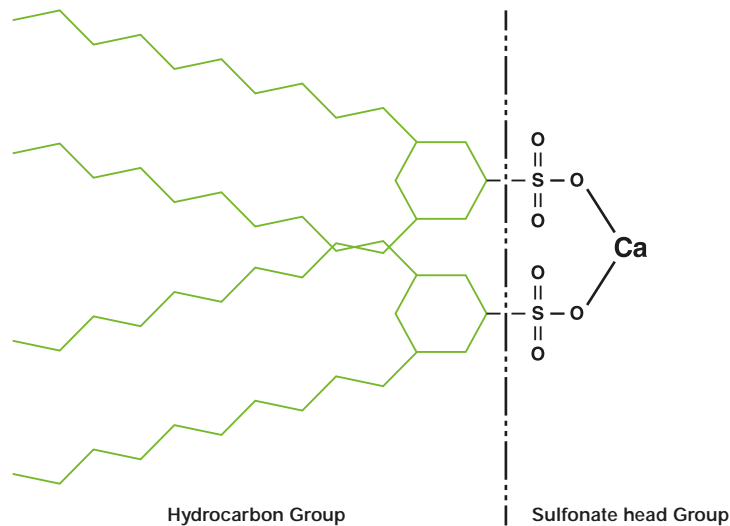
نیز شامل سولفونات‌های خنثی و یا فوق بازی می‌باشند که در ادامه بحث تفاوت خصوصیات آنها مشخص شده است. در بین سولفونات‌های فلزی، سولفونات‌های کلسیم، منیزیم و باریم متداول می‌باشند. عملکرد یک سولفونات به عوامل متعددی بستگی دارد که با توجه به کاربرد آن تغییر می‌کند. فرآیند تولید پاک کننده‌های سولفوناتی به شرح ذیل می‌باشد.

شکل ۳: فرآیند تولید پاک کننده‌های سولفوناتی



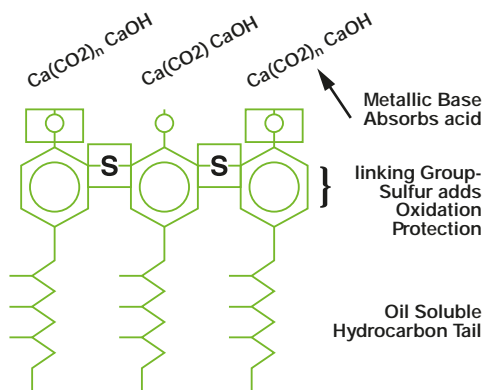
مواد افزودنی پاک کننده و متفرق کننده

Detergent & Dispersant



جلوگیری از اکسیداسیون شده و مانع از افزایش گرانی روغن ناشی از فرایند اکسیداسیون و پلیمریزاسیون می‌شود. با توجه به ویژگی‌های ذکر شده پاک کننده‌های فناتی علاوه بر خاصیت پاک کننده‌ی دارای خاصیت آنتی اکسیدانی نیز می‌باشند. از بین فنات‌ها، فنات کلسیم بیشترین کاربرد را به خصوص در فرمولاسیون روغن‌های دریایی دارد.

شکل ۴: ساختار شیمیایی مواد افزودنی پاک کننده از نوع فنات کلسیم



مقایسه ویژگی‌های پاک کننده‌های سولفوناتی و فناتی

مواد افزودنی پاک کننده با توجه به نوع ساختار شیمیایی خود، مشخصات متفاوتی را از خود بروز می‌دهند که در جدول ذیل بیان شده است.

فنات‌ها

از واکنش فنول‌های الکیله شده با ترکیبات سولفوردار و سپس خنثی سازی با اکسیدهای فلزی و یا هیدروکسیدهای کلسیم، منیزیم و یا باریم به دست می‌آیند.

ساختار شیمیایی فنات‌ها شامل چهار بخش می‌باشد:

- دم هیدروکربنی
- گروه‌های متصل شونده
- کربنات‌های فلزی
- گوگرد

اولین بخش از این افزودنی‌های پاک کننده که حل شدن فنات را در روغن‌های روان کننده امکان پذیر می‌سازد دم هیدروکربنی آن می‌باشد. این بخش، از پلیمریزاسیون هیدروکربن‌هایی با وزن مولکولی پایین مانند پروپیلن تشکیل شده که معمولاً حاوی ۱۲ تا ۱۵ کربن می‌باشد. دومین بخش، گروه‌های متصل کننده هستند که سبب اتصال دم‌های هیدروکربنی بلند به نمک‌های فلزی یا کربنات می‌شود، که در مورد این نوع افزودنی‌ها فنول می‌باشند. گروه‌های متصل شونده و دم‌های هیدروکربنی با هم واکنش داده و آلکیل فنول را ایجاد می‌نمایند که در واکنش با گوگرد، اکسیدهای فلزی و دی‌اکسید کربن و در حضور کاتالیست گلاپکول، فنات‌ها تولید می‌شوند. بخش سوم کربنات فلزی و چهارمین بخش گوگرد است که سبب اتصال فنات‌ها به یکدیگر و به مولکول‌های پلیمر بزرگتر می‌شوند. در دمای محیط فنات‌ها دارای گرانیروی بالا، نامحلول در آب و تقریباً مایع سیاه رنگ با بوی مخصوص هستند. گوگرد موجود در این افزودنی‌ها سبب ایجاد خاصیت

مواد افزودنی پاک کننده و متفرق کننده

Detergent & Dispersant

جدول ۱: مقایسه ویژگی پاک کننده های سولفوناتی و فناتی

Properties	Phenate	Overbase Phenate	Sulphonate	Overbase Sulphonate
Hydrolytic Stability	Good	Very Good	Moderate	----
Oxidation Stability	Very Good	Excellent	Poor	
Thermal Stability	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Detergency	Good	Very Good	Good	Excellent
Anti Rust	Low	Moderate	Good	----
Anti Oxidant	Very Good	Excellent	None	None
Friction	Moderate	Excellent	Moderate	Excellent
Anti Wear	Good	Good	Low	----

نتیجه گیری

با توجه به اینکه پاک کننده های سولفوناتی و فناتی بیشترین کاربرد را در صنعت روانکاری دارند می توان با استفاده از تاثیرات ذکر شده در ذیل اقدام به انتخاب نوع پاک کننده در فرمولاسیون محصول مورد نظر نمود.

خاصیت پاک کنندگی + TBN بالا + پایداری هیدرولیتیکی
+ سازگاری با سایر ترکیبات
+ ارزان و در دسترس بودن + جلوگیری از زنگ زدگی



پاک کننده های سولفوناتی

خاصیت پاک کنندگی + TBN نسبتا بالا + پایداری
هیدرولیتیکی + سازگاری با سایر ترکیبات
+ عدم ایجاد فوم در محصول + خاصیت آنتی اکسیدانی



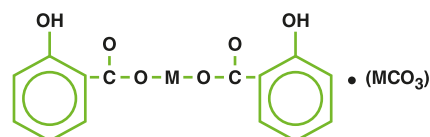
پاک کننده های فناتی

سالیسیلات ها و فسفونات ها

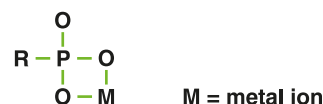
سالیسیلیک اسید در اثر واکنش با کربنات های فلزی به سالیسیلات تبدیل شده و با اضافه کردن مقدار بیشتری از کربنات کلسیم و منیزیم حالت بازی بیشتری به خود می گیرند و علاوه بر پاک کنندگی دارای خواص ضد اکسیداسیون و بهبود دهنده های اصطکاک نیز می باشند. این پاک کننده ها به دلیل پایین بودن مقدار گوگرد، فسفر و خاکستر سولفات^۶ در فرمولاسیون روغن های دیزلی که شرایط سخت تر عملکردی مانند دمای بالا را دارند، مورد استفاده قرار گرفته و عملکرد خوبی در پاکسازی سطح پیستون دارند اما به دلیل نوع تکنولوژی تولید، این نوع از پاک کننده ها گران می باشند.

تیوفسفونات ها نیز دسته ای دیگر از مواد پاک کننده بوده که از واکنش بین پلی بوتن و پنتا سولفید فسفر حاصل می شوند. در بین پاک کننده ها سولفونات ها و فنات ها متداول تر هستند.

شکل ۵: ساختار شیمیایی مواد افزودنی پاک کننده از نوع سالیسیلات



شکل ۶: ساختار شیمیایی مواد افزودنی پاک کننده از نوع فسفونات ها



مواد افزودنی پاک کننده و متفرق کننده

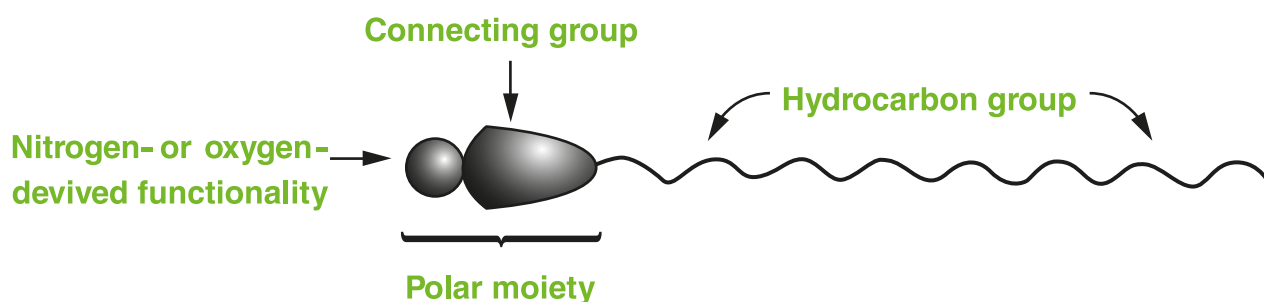
Detergent & Dispersant

متفرق کننده‌ها

همانگونه که در مقدمه ذکر شد، در طی فرایند احتراق مقدار زیادی دوده و ذرات ناشی از احتراق ناقص پدید می‌آید که در روغن نامحلول بوده و سبب ایجاد رسوب در پیستون و به دنبال آن ایجاد لجن و لعاب می‌گردد. از این رو علاوه بر افزودنی‌های پاک کننده از مواد متفرق

برای متفرق کننده‌هایی با گروه ارتباط دهنده و سر قطبی یکسان وزن مولکولی پایین سبب توانایی بیشتر جذب (درگیر شدن) با مواد قطبی و توانایی کمتر در معلق نگه داشتن آنها منجر می‌گردد. بنابراین افزایش طول زنجیر هیدروکربنی (دم غیر قطبی) بر عملکرد آن در جهت خاصیت متفرق کنندگی در روغن تاثیر مثبت می‌گذارد.

شکل ۵: ساختار شیمیایی مواد افزودنی متفرق کننده



انواع افزودنی‌های متفرق کننده

- Monosuccinimides
- Bis- Succinimides
- Polyisobutene Amines
- HMW-Succinimides

تفاوت افزودنی‌های متفرق کننده با پاک کننده

- پایین تر بودن فاکتور HLB^۶ یا درجه تعادل فاز آب دوست و آب گریز در افزودنی‌های متفرق کننده نسبت به افزودنی‌های پاک کننده. فاکتور HLB درجه آب دوست بودن و یا آب گریز بودن مولکول‌ها را تعیین می‌نماید که محاسبه آن از طریق فرمول ذیل انجام می‌پذیرد.

$$HLB = 20 \times Mh / M$$

Mh: جرم مولکولی قسمت آب دوست

M: جرم مولکولی کل مولکول

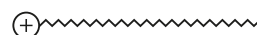
فاکتور HLB می‌تواند از صفر تا ۲۰ باشد. به این معنی که عدد صفر نشان دهنده آب گریز بودن مولکول (Lipophilic) و عدد ۲۰ به معنای آب دوست بودن (Hydrophilic) مولکول می‌باشد. با توجه به این توضیحات فاکتور HLB در افزودنی‌های متفرق کننده به دلیل بالا بودن وزن مولکولی بخش غیر قطبی نسبت به افزودنی‌های پاک کننده کمتر می‌باشد.

کننده نیز استفاده می‌شود. این افزودنی‌ها لجن‌های تشکیل شده در روغن را به صورت معلق نگه داشته و مانع از تجمع آنها کنار هم می‌شوند. این مواد از یک دم غیر قطبی (هیدروکربنی)، یک سر قطبی و یک گروه ارتباط دهنده^۷ تشکیل شده‌اند.

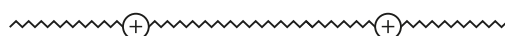
خاصیت متفرق کنندگی^۸

متفرق کنندگی به معنای توانایی افزودنی‌های متفرق کننده در معلق نگه داشتن محصولات جانبی ناشی از احتراق شامل دوده، پلیمرهای تخریب شده از قبیل رزین، لعاب و صمغ و ذرات کربن می‌باشد. بطور کلی کیفیت یک متفرق کننده بستگی به هر سه قسمت دم غیر قطبی (گروه هیدروکربنی)، گروه ارتباط دهنده و سر قطبی دارد. افزایش وزن مولکولی دم غیر قطبی (گروه هیدروکربنی) توانایی در بر گرفتن گونه های غیر قطبی و معلق نگه داشتن آن را در روانکار تعیین می‌نماید.

شکل ۸: مقایسه طول دم غیر قطبی مواد افزودنی متفرق کننده



DISPERSANT



HIGH MW DISPERSANT

مواد افزودنی پاک کننده و متفرق کننده

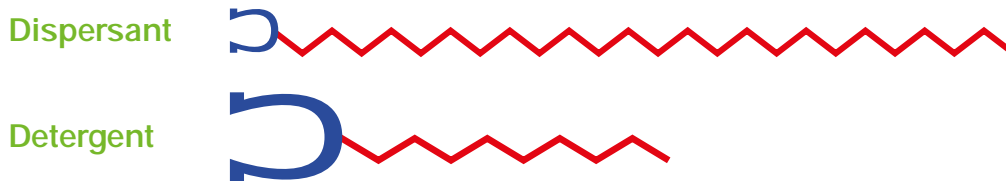
Detergent & Dispersant

نتیجه گیری

با توجه به توضیحات ذکر شده افزودنی‌های متفرق کننده و پاک کننده نقش اساسی در فرمولاسیون روغن موتور، در معلق کردن و پاک کردن آلودگی‌های روغن دارند. این افزودنی‌ها ۷۰-۵۵٪ پکیج‌های موتوری را شامل می‌شوند. در فرمولاسیون روغن‌های دیزلی حدود ۲۰-۵٪ از این افزودنی‌ها استفاده می‌شود که بعد از روغن پایه بیشترین درصد ترکیبات را دارد.

- در ساختار مولکولی متفرق کننده، فلز وجود ندارد در صورتی که در ساختار پاک کننده فلزاتی همچون کلسیم، منیزیم و باریوم وجود دارد. به این معنی که افزودنی‌های پاک کننده در اثر سوختن، باقیمانده خاکستر ایجاد نموده اما افزودنی‌های متفرق کننده خاکستر ایجاد نمی‌نمایند.
- افزودنی‌های متفرق کننده توانایی خنثی سازی اسیدها را ندارند (بسیار ضعیف می‌باشند) در صورتی که افزودنی‌های پاک کننده اسیدهای ناشی از فرایند احتراق را در روغن خنثی می‌نمایند.
- وزن مولکولی متفرق کننده‌ها ۴ تا ۱۵ برابر بیشتر از پاک کننده‌ها می‌باشد به همین دلیل توانایی معلق نگه‌داشتن آلودگی‌ها بیشتر از افزودنی‌های پاک کننده می‌باشد.
- دم هیدروکربنی (غیرقطبی) متفرق کننده‌ها بلندتر از دم غیر قطبی پاک کننده‌ها می‌باشد.

شکل ۶: تفاوت ظاهری مواد افزودنی متفرق کننده و پاک کننده



- 1- Detergent
- 2- Dispersant
- 3- Oleophilic or Hydrophobic
- 4- Hydrophilic
- 5- Total Base Number
- 6- Low SAPS
- 7- Connecting Group
- 8- Dispersancy
- 9- Hydrophilic Lipophilic Balance



مقدمه

به طور کلی یک سوم گرمایی که در اثر احتراق در موتور خودرو ایجاد می‌شود موجب حرکت آن می‌گردد، یک سوم دیگر از آگزرور خارج می‌شود و یک سوم باقیمانده توسط مایع خنک‌کننده یا ضد یخ از سیستم خارج می‌شود. بنابراین ضد یخ نقش موثری در برقراری تعادل حرارتی خودرو خواهد داشت. مهمترین عملکرد این سیال جلوگیری از یخ بستن و جوش آوردن خودرو می‌باشد و ضمناً مانع خوردگی آلیاژهای سیستم انتقال حرارت خودرو می‌گردد. مواد تشکیل دهنده ضد یخ جهت نیل به این سه هدف، به شرح ذیل می‌باشد:

مواد تشکیل دهنده ضد یخ

۱- آب (قدرت انتقال حرارت بالا)

یکی از مهمترین مواد تشکیل دهنده ضد یخ، آب است که به دلیل قدرت انتقال حرارت بالای آن، به عنوان نخستین مایع خنک‌کننده در سیستم انتقال حرارت خودرو مورد مصرف قرار می‌گرفت. اما با گذشت زمان و پیشرفت تکنولوژی، کاربرد این سیال به تنهایی، با توجه به معایب آن از جمله نقطه جوش پایین و نقطه انجماد بالا امکان‌پذیر نبود. تغییر حجم آب در اثر انجماد (بر خلاف سایر ترکیبات شیمیایی) نیز موجب تخریب رادیاتور و حتی بخشی از موتور می‌شد. از طرفی خوردگی بالای فلزات در مجاورت آب نیز از جمله ایرادات وارده به آب بود.

۲- پایین آورنده نقطه انجماد (مانند گلیکول‌ها)

کاربرد گلیکول‌ها در مجاورت آب موجب پایین رفتن نقطه انجماد و افزایش نقطه جوش آب می‌گردد.

۳- بازدارنده‌های خوردگی

جهت رفع مشکل خوردگی آب، از مواد بازدارنده خوردگی استفاده می‌شود. در حقیقت نوع ضد یخ بر اساس نوع ماده افزودنی ضد خوردگی آن مشخص می‌گردد. به عبارتی در ضد یخ آب و گلیکول ثابت هستند و نوع ضد یخ از طریق نوع ماده ضد خوردگی مشخص می‌گردد.

۴- ضد کف

۵- بافرهای pH

بافرهای pH در حقیقت pH ضد یخ را ثابت نگه می‌دارند و اجازه اسیدی شدن آن را نمی‌دهند. این امر موجب می‌گردد مواد بازدارنده خوردگی که در حقیقت نمک هستند عملکرد خود را به خوبی انجام دهند.

۶- پایدارکننده‌ها

- مواد ضد رسوب

- پایدارکننده‌های سیلیکات^۱

پایدارکننده‌ها اجازه لخته شدن و پلیمره شدن مواد ضد خوردگی را در ضد یخ نمی‌دهند. وجود پایدارکننده‌های سیلیکات در ضد یخ‌های معدنی به دلیل تمایل شدید سیلیکات‌ها به تشکیل ژل، از اهمیت بالایی برخوردار است.

مشخصات گلیکول‌های مورد مصرف در ضد یخ

- مشخصات MEG

- MEG یک ترکیب سمی و بی رنگ است.
- این ترکیب طعم شیرینی دارد و بنابراین احتمال آشامیدن آن وجود دارد.
- ۳۰ میلی‌لیتر از آن باعث مرگ یک انسان می‌شود در حالی که ۴ میلی‌لیتر یک گربه را می‌کشد.
- به رنگ صدمه می‌زند.
- ۰/۵ تا ۱ درصد از این ماده در روغن موتور، موجب خرابی بلبرینگ ها و از کار افتادن آنها می‌شود.

- مشخصات MPG در مقایسه با MEG

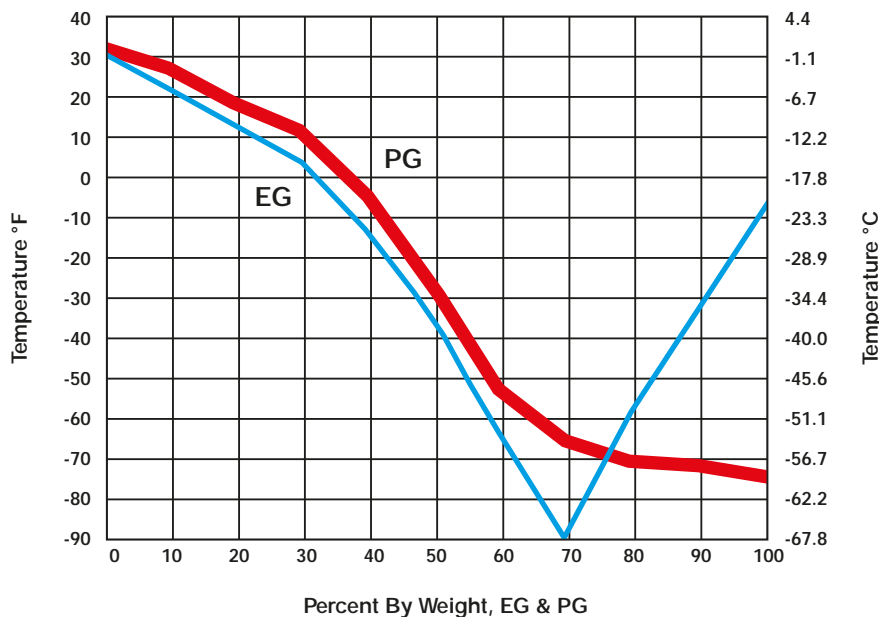
- رنگ این ماده زرد کدر است.
- سمیت کمتری در آشامیدن دارد.

- مزه آن تلخ است و بنابراین جذابیت کمتری برای آشامیدن دارد.
- این ماده مقاومت بیشتری در برابر عناصر خوردنده دارد و از فلزات خصوصا آلومینیم برای مدت بالایی محافظت می‌کند.
- خوردگی آلومینیم و خوردگی چدن در ضد یخ ساخته شده با MPG کمتر از MEG است.
- میزان انتقال حرارت، مصرف سوخت و دیگر مشخصه‌های عملکردی در MPG و MEG به یک اندازه است.

- انتخاب گلیکول، MEG یا MPG

علی‌رغم خصوصیات ذکر شده در فوق، تولیدکنندگان برای تهیه ضد یخ معمولا ترجیح می‌دهند از MEG استفاده کنند. علت آن قیمت کمتر این ماده نسبت به MPG است و از طرفی با نسبت ثابت از هر یک در آب، ضد یخ ساخته شده با MEG نسبت به MPG دمای انجماد پایین‌تری ایجاد می‌کند.

نمودار ۱: مقایسه نقطه انجماد در ضد یخ‌های ساخته شده با MEG و MPG



جدول ۱: مقایسه نقطه انجماد در ضد یخ‌های ساخته شده با MEG و MPG

MEG	MPG
۶۰٪	۵۰٪
-۵۲ °C	-۳۷ °C
-۴۸ °C	-۳۱/۵ °C

مواد افزودنی بازدارنده خوردگی

عملکرد اصلی مواد بازدارنده خوردگی در ضد یخ، کاهش سرعت خوردگی آلیاژها می باشد. در حقیقت این مواد با ایجاد یک لایه از اکسید فلز روی سطوح فلزی، آن را اثرناپذیر کرده و از پیشرفت خوردگی جلوگیری می کنند.

با پیشرفت تکنولوژی و ظهور اتومبیل های مدرن با حجم موتور کوچکتر و تنش های حرارتی بالاتر، ساختار مواد افزودنی نیز دچار تغییر و تحولاتی زیادی شد. بر اساس نوع ماده افزودنی بازدارنده خوردگی، ضد یخ ها به انواع مختلفی طبقه بندی می شوند که از مهمترین آنها، موارد ذیل می باشد:

۱- NAP Technology

۲- IAT (NAP Free)

۳- OAT

۳-۱- Straight OAT

۳-۲- Hybrid OAT (HOAT or GO-5)

۳-۳- NOAT

۱- ضد یخ NAP Technology :

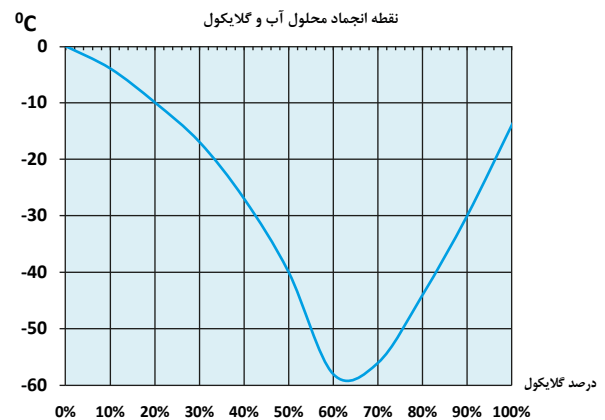
این نوع ضد یخ حاوی فسفات، آمین و نیتريت است که مصرف آن تا اواسط دهه هفتاد میلادی رایج بود. در این فرمولاسیون فسفات نقش کاهنده خوردگی قطعات آلومینیومی ناشی از کاویتاسیون در سرعت های رانندگی بالا را دارد و همچنین از خوردگی فلزات آهنی جلوگیری می کند. همچنین این ماده عملکرد بافری در نگه داشتن ضد یخ به صورت قلیائی و در نتیجه جلوگیری از تشکیل اسید را دارد. نیتريت، ویژگی بازدارنده خوردگی مناسبی در آلیاژهای آهنی (فولاد و چدن) دارد و آمین نیز، مانع خوردگی فولاد و آلومینیوم می گردد. اما به دلیل معایب برخی مواد تشکیل دهنده این نوع ضد یخ، استفاده از آن ممنوع گردید. فسفات برای محیط زیست خطرناک است و از طرفی ضد یخ های حاوی این ترکیب برای جلوگیری از تشکیل رسوب، الزام به استفاده از آب دیونیزه دارند، همچنین نیتريت و آمین در حضور حرارت تشکیل ماده سرطان زایی به نام نیتروز آمین را می دهند. این معایب موجب گردید که در اواسط دهه هشتاد میلادی ضد یخ های جدیدی ظهور کنند که عاری از مواد افزودنی فوق بودند.

۲- ضد یخ IAT (NAP Free) :

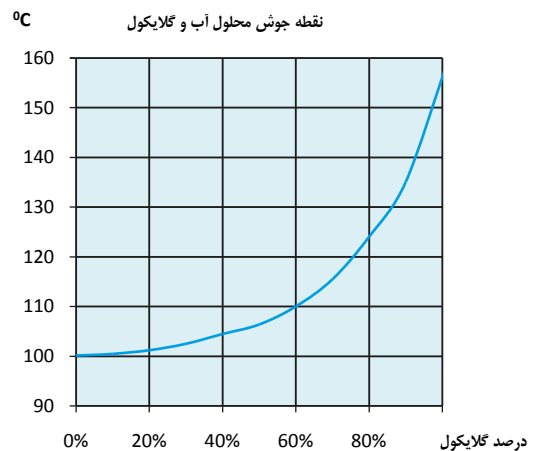
این نوع ضد یخ در اواسط دهه هشتاد میلادی زمانی که شرکت های سازنده خودرو در اروپا استفاده از ضد یخ NAP را ممنوع کردند، تدوین

– تاثیر درصد اختلاط MEG با آب روی نقطه جوش و انجماد همان طور که گفته شد افزودن MEG به آب موجب پایین آوردن نقطه انجماد می گردد که در نقطه ای به پایین ترین میزان خود خواهد رسید و مجدداً افزایش می یابد. این نقطه به عنوان نقطه بهینه درصد اختلاط آب و گلیکول شناخته می شود، در حالی که هر اندازه میزان گلیکول افزایش یابد نقطه جوش افزایش خواهد یافت. این نحوه رفتار در نمودارهای ذیل مشخص شده است.

نمودار ۲: نقطه انجماد ضد یخ در درصدهای متفاوت اختلاط با آب



نمودار ۳: نقطه جوش ضد یخ در درصدهای متفاوت اختلاط با آب



۳-۱- Straight OAT

در اواسط دهه ۹۰ میلادی، با تغییر طرح‌های مختلف اتومبیل؛ واشرها و آب‌بندهای مختلفی به بازار عرضه شدند. به منظور مطابقت با تغییرات ایجاد شده، در فرمولاسیون ضد یخ به جای ترکیبات معدنی از ترکیبات آلی استفاده شد و ضد یخ OAT نامیده شد که به نام ضد یخ با عمر طولانی^۶ نیز مشهور می‌باشد. عمر مفید این نوع ضد یخ ۵ سال یا به میزان ۲۵۰ تا ۵۰۰ هزار کیلومتر است.

مواد تشکیل دهنده این نوع ضد یخ با تغییرات ایجاد شده در جنس مواد تشکیل دهنده موتور (کاهش آهن و استیل و افزایش آلیاژهای سبک‌تر مانند آلومینیم) و تغییراتی که منجر به افزایش دمای موتور و در نتیجه تنش حرارتی بالاتر شده است مطابقت دارد. از طرفی این نوع ضد یخ قابلیت تجزیه در محیط زیست را داشته و برای مصارفی که در مدت زمان عمر سیستم نیاز به تعویض نمی‌باشد^۷ مناسب است.

یکی از مهمترین معایب این نوع ضد یخ، عدم سازگاری آن با ضد یخ‌های معدنی می‌باشد به همین دلیل پیشنهاد شده به هیچ وجه این دو نوع ضد یخ (OAT و IAT) با یکدیگر ترکیب نگردند زیرا به دلیل عدم سازگاری ترکیبات تشکیل دهنده، امکان ایجاد نشی و تخریب سیستم خنک کننده وجود دارد.



شکل ۱: مقایسه عملکرد ضد یخ OAT و IAT برای یک مدت زمان طولانی



گردید که منجر به استفاده از ضد یخ‌های NAP Free شد. این نوع ضد یخ عاری از نیتريت، آمین و فسفات می‌باشد و به جای آن، از ترکیبات غیر آلی بورات‌ها و سیلیکات‌ها استفاده شده است.

یکی از مهمترین خصوصیات سیلیکات، محافظت آبی آن از قطعات فلزی است، از طرفی مواد تشکیل دهنده این نوع ضد یخ در مقایسه با ضد یخ‌های NAP، از لحاظ سلامت و زیست محیطی مناسب‌تر هستند. عمر این نوع ضد یخ دو سال و یا به میزان ۱۰۰,۰۰۰ کیلومتر می‌باشد. اما سیلیکات‌ها چون به صورت آبی از فلزات محافظت می‌کند سریعاً مصرف می‌شود و بنابراین بیش از دو سال عمر نمی‌کند و پس از آن منجر به تشکیل رسوباتی روی قطعات می‌گردد این رسوبات تشکیل شده، موجب کاهش انتقال حرارت می‌شود.

همچنین سیلیکات‌ها به شدت مستعد پلیمریزه شدن است که این امر موجب تشکیل ژل سیلیکات می‌گردد. برای مثال سیلیکات در ضد یخ‌های دیزلی که مواد افزودنی مکمل^۴ به صورت دوره‌ای اضافه می‌شود، واکنش نشان داده و منجر به تشکیل ژل سیلیکات می‌گردد. زمانی که سیلیکات مدت زمان بیشتری در سیستم خنک کننده باقی بماند، توانایی انتقال حرارت کاهش یافته، ضد یخ جوش می‌آورد و سیلیکات از مواد بازدارنده خارج می‌شود.

یکی از مهمترین عواملی که تا حد زیادی مانع تشکیل ژل سیلیکات می‌گردد، کاربرد مواد بازدارنده خوردگی IAT با فرمولاسیون حاوی پایدارکننده‌های سیلیکات می‌باشد. بنابراین در انتخاب این نوع از مواد بازدارنده خوردگی به این نکته باید توجه داشت.

۳-۲- ضد یخ OAT^۵:

این نوع ضد یخ به سه گروه ذیل طبقه‌بندی می‌شود:

۳-۱- Straight OAT

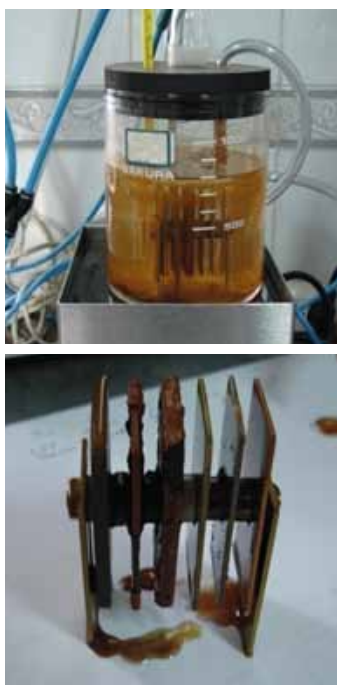
۳-۲- Hybrid OAT (HOAT or GO-5)

۳-۳- NOAT

استاندارد ASTM D 3306 (ISIRI 338)

ASTM D 3306 که معادل آن در استاندارد ایران ISIRI 338 می باشد اولین استاندارد در سطح جهانی برای ضد یخ است که با تاکید بر شبیه سازی شرایط سیستم خنک کننده اتومبیل می باشد. این استاندارد شامل ویژگی ها، نمونه برداری، علامت گذاری و بسته بندی ضد یخ است. در قسمت ویژگی های ضد یخ، مشخصات فیزیکی و شیمیایی ضد یخ رقیق شده و رقیق نشده و ویژگی های کارایی آن با آزمون خوردگی در ظروف شیشه ای و آزمون خوردگی شبیه سازی عملکرد، ارزیابی می گردد.

شکل ۲: آزمون خوردگی ضد یخ در ظروف شیشه ای



استاندارد ASTM D 4985 (ISIRI 3787)

تاریخچه

تا سال ۱۹۸۹ هیچ تفاوتی بین ضد یخ موتورهای سبک^{۱۱} و موتورهای سنگین نبود بدین منظور که در موتورهای سنگین^{۱۲}، ضد یخ مطابق با استاندارد ASTM D 3306 مصرف می شد و به آن به صورت دوره ای مواد افزودنی مکمل افزوده می گردید. این افزایش به منظور به تاخیر انداختن دوره های تخلیه کامل ضد یخ بود که به دلایل مختلف مشکل آفرین است.

Hybrid OAT (HOAT or GO-5) - ۲-۳

به نوعی از ضد یخ می گویند که در آن هم از مواد آلی و هم غیر آلی استفاده شده است.

فرمولاسیون آن اساساً غیر آلی است که به آن یک ترکیب آلی (معمولاً بنزوات یا کربوکسیلات به عنوان ماده اصلی بازدارنده خوردگی) اضافه شده است. ضمناً در ترکیب غیر آلی آن معمولاً سیلیکات وجود دارد اما به نحوی است که در آب سخت به خوبی عمل می کند. یکی از مهمترین مواد تشکیل دهنده آن، نیتريت است که جزء الزامات استاندارد جدید ASTM D 6210 در موتورهای دیزلی می باشد.

شایان ذکر است علت پیدایش ضد یخ HOAT عدم کارایی و نامناسب بودن OAT نیست بلکه دلیل آن پیدایش الزامات جدید در موتورهای مدرن است که برای تامین آن نیاز به ایجاد تکنولوژی های به روزتری می باشد.

این نوع ضد یخ دارای ویژگی های مثبت هر دو نوع ضد یخ IAT و OAT (عملکرد سریع و عمر بالای مواد بازدارنده خوردگی) می باشد و با هر دو نوع ضد یخ آلی و غیر آلی سازگاری دارد.

از طرفی با دمای عملکرد موتورهای TDI^{۱۳} که دارای اندازه سیستم خنک کننده کوچکتر و آلیاژ منیزیم بیشتری می باشند، مطابقت دارد و عمر مفید آن ۵ سال یا ۲۵۰,۰۰۰ کیلومتر می باشد.

HOAT حاوی مواد افزودنی بازدارنده خوردگی بیشتری است بنابراین مشخصه قلیائیت بازی آن در مقایسه با OAT از ۵ به بیشتر از ۱۰ افزایش یافته است. استفاده از اسیدهای آلی مخصوص نیز در آن، موجب پایداری حرارتی بالاتر و پوشش دهی خوردگی انواع بیشتری از آلیاژها می گردد. در حال حاضر این نوع ضد یخ در ایران تولید نمی شود اما امکان تولید آن وجود دارد.

۳-۳- NOAT^{۱۴}

این نوع ضد یخ یک ضد یخ OAT است که نیتره شده و از نظر عملکرد با HOAT یکسان است. عمر آن، ۵ سال یا ۲۵۰,۰۰۰ کیلومتر است که بیشتر در ماشین آلات راه سازی و صنعتی^{۱۵} توصیه می شود. در حال حاضر هیچ یک از شرکت های سازنده خودرو در اروپا این نوع ضد یخ را تولید نمی کنند.

استانداردهای ضد یخ

- ASTM D 3306 (ISIRI 338)
- ASTM D 4985 (ISIRI 3787)
- ASTM D 6210

ضد یخ‌های موتورهای سنگین نیست و با ظهور ضد یخ‌های OAT به دلیل اینکه حاوی سیلیکات نیستند رفع گردید. ژل سیلیکات در حقیقت نتیجه پلیمریزه شدن سیلیکات موجود در ضد یخ IAT و کمبود حلالیت مولکول‌های سیلیکات در MEG بوده است. از جمله موارد تاثیر گذار در ایجاد ژل سیلیکات در ضد یخ‌های موتورهای سنگین می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- غلظت سیلیکات بیشتر
- غلظت گلایکول بیشتر در ضد یخ رقیق شده
- نمک‌های حل نشده (مانند مواد افزودنی مکمل)
- در مجاورت هوا قرار گرفتن
- PH (بین ۸/۵ تا ۱۰/۵)
- سختی آب
- تاثیراتی که در نتیجه خنک کردن ناگهانی ایجاد می‌شود.

مواد افزودنی مکمل در حقیقت حاوی نیتريت یا نیتريت / مولیبدات است که برای بهبود دادن خواص ضد خوردگی اضافه می‌گردد. با افزایش آلیاژ آلومینیم در موتورهای سبک و نیاز این آلیاژ به حفاظت بالا و همچنین روی کار آمدن قانون منع استفاده از فسفات‌ها به دلایل زیست محیطی، فرمولاتورها در اواسط دهه ۸۰ شروع به افزودن میزان سیلیکات به جای فسفات در ضد یخ‌های ASTM D 3306 کردند.

اما میزان سیلیکات بالا در این نوع ضد یخ و همچنین افزودن دوره‌ای مواد افزودنی مکمل در موتورهای سبک، موجب تشکیل ژل سیلیکات شد، بنابراین استاندارد دی با عنوان ASTM D 4985 اما با محدودیت میزان سیلیکات کمتر از ۲۵۰ ppm تدوین گردید.

ژل سیلیکات

ژل سیلیکات در حقیقت یک مشکل شیمیایی است که فقط مختص

شکل ۳: مقایسه استانداردهای ضد یخ موتورهای سبک و سنگین تا قبل از سال ۱۹۸۹



شکل ۴: مقایسه استانداردهای ضد یخ موتورهای سبک و سنگین از سال ۱۹۸۹ به بعد



نتیجه گیری

با توجه به موارد ذکر شده در بالا و با نگاهی به بازار داخلی و استانداردهای ایران، در حال حاضر ISIRI 338 و ISIRI 3787 به عنوان استانداردهای اجباری پوشش دهنده کلیه ضدیخ‌های مورد مصرف برای موتورهای سبک و سنگین می‌باشند. اما هیچ محدودیتی در زمینه استفاده از مواد تشکیل دهنده مختلف وجود ندارد. بنابراین مشخصاً در بازار ایران هر سه نوع ضدیخ IAT، NAP، و OAT وجود دارد که باید هنگام خرید و عرضه به بازار توجه لازم لحاظ گردد. توجه به این نکته چه از نظر مسائل زیست محیطی و چه از نظر عدم اختلاط انواع مختلف با یکدیگر ضروری است.

شکل ۵: تشکیل ژل سیلیکات



استاندارد ASTM D 6210

به دلیل محدودیت سیلیکات موجود در ASTM D 4985 (عدم حضور یک ترکیب مناسب ضد خوردگی) و نیاز این استاندارد به افزودن دوره ای مواد افزودنی مکمل، استاندارد ASTM D 6210 به عنوان یک استاندارد تکمیلی برای ASTM D 4985 عرضه گردید. از آنجایی که در این استاندارد از تکنولوژی پایدارکننده‌های سیلیکات استفاده شده است، در نتیجه هیچ محدودیتی برای سیلیکات در آن وجود ندارد.

شکل ۶: جدیدترین استانداردهای ضدیخ خودروهای دیزلی و سواری



- 1- Silicate Stabilizer
- 2- Nitrite Amine Phosphate
- 3- Inorganic Additive Technology
- 4- Supplemental Coolant Additive (SCA)
- 5- Organic Additive Technology
- 6- Long Life
- 7- fill for life
- 8- Turbocharged Direct Injection
- 9- Nitrated Organic Acid Technology
- 10- Construction and Industrial (C&I)
- 11- LD (Light Duty)
- 12- HD (Heavy Duty)

چون در این استاندارد مواد افزودنی مکمل به صورت دوره‌ای افزوده نمی‌شود بنابراین از نیتريت به عنوان جایگزین مواد افزودنی مکمل استفاده می‌کنند که این میزان باید بیشتر از ۱۲۰۰ ppm باشد (به همین دلیل ضدیخ‌های HOAT معمولاً این استاندارد را پوشش می‌دهند). این استاندارد مطابق با ASTM D 3306 اما با محدودیت میزان نیتريت بیشتر از ۱۲۰۰ ppm می‌باشد. در حال حاضر بازار کوچکی برای ASTM D 4985 در خودروهای با موتور سنگین وجود دارد و ASTM D 6210 جایگزین ASTM D 4985 شده است.

آشنایی با نقش سازمان ملی استاندارد و پژوهشگاه استاندارد در کشور

The Role of ISIRI and SRI in the country

حسن بیگلری | کارشناس فرآورده‌های نفتی - پژوهشگاه استاندارد



سازمان ملی استاندارد می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری اعلام نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، سازمان استاندارد این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا کرده و بر عملکرد آنها نظارت می‌کند.

ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است. سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC) و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML) است و به عنوان تنها رابط کمیسیون کدکس غذایی (CAC) در کشور فعالیت می‌کند. آزمایشگاه‌های سازمان استاندارد (پژوهشگاه استاندارد) به جز در مورد مواد دارویی و انرژی هسته‌ای، در زمینه تعیین ویژگی کالاها و مقایسه آن با استانداردهای مربوطه و کالیبره کردن وسایل سنجش، به عنوان آزمایشگاه‌های مرجع در کشور شناخته می‌شوند.

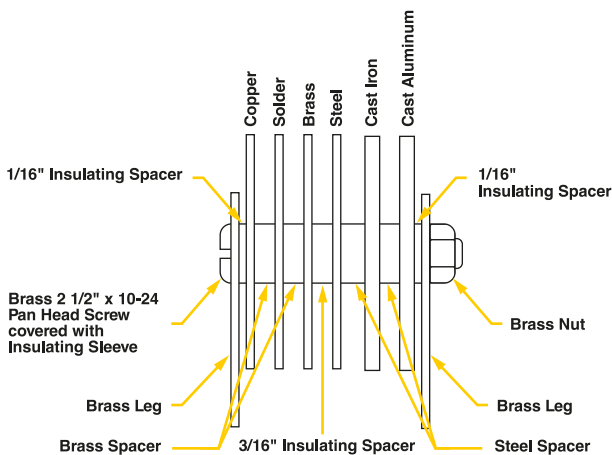
مرجع:

وب سایت رسمی سازمان ملی استاندارد ایران <http://www.isiri.org>

زمانی که «آرم استاندارد» و تاییدیه سازمان ملی استاندارد روی کالاهای مختلف تولیدی، صنعتی، کشاورزی و ... نقش می‌بندد، به نوعی بیانگر این مسئله است که مصرف‌کنندگان می‌توانند به واسطه تأیید این کالا توسط یک ارگان و نهاد مسئول، با اطمینان و آسودگی خیال اقدام به خریداری و مصرف آن کنند. نظارت بر کیفیت و استاندارد کالاهای تولید شده در یک کشور توسط دستگاه‌های متولی امر و افراد متخصص، به نوعی رکن حمایت از حقوق مصرف‌کننده را در دل خود جای می‌دهد. از سوی دیگر برخورداری کالاهای تولید شده در یک اقتصاد از استانداردهای مختلف داخلی و بین‌المللی، به نوعی نشان‌دهنده میزان توسعه یافتگی یک کشور است. هر چه اقتصاد یک کشور بیشتر در مسیر توسعه یافتگی گام برداشته باشد، بحث استانداردسازی تولیدات، از جایگاه برتری برخوردار خواهد بود. در ایران وظیفه تعیین، تدوین، نظارت و اعمال استاندارد به عهده سازمان ملی استاندارد و پژوهشگاه استاندارد سپرده شده است. این سازمان بنا به وظیفه قانونی خود موظف به تدوین، ابلاغ و اجرای استانداردهای ملی در کشور و برخورد با تخلفات احتمالی در این زمینه است. این نهاد نظارتی، نقش مهمی در وضعیت بازارهای داخلی و همچنین تجارت خارجی کشور داشته و می‌تواند در توسعه و بهبود شاخص‌های تولید و مصرف اثرگذار باشد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی، با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری در کشور است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود.

شایان ذکر است شرکت Metal Sample Co. یکی از بزرگترین و معتبرترین شرکت‌های آمریکایی تولید ابزارهای آزمایشگاهی می‌باشد که در استانداردهای ASTM D 1384 به آن ارجاع داده می‌شود. در حال حاضر تیغه‌های فلزی در اختیار آزمایشگاه‌های مرجع ضدیخ در ایران قرار گرفته است. امید است با این اقدام در آینده دیگر شاهد اختلاف در نتایج آزمون خوردگی مابین آزمایشگاه‌های مرجع نباشیم.



۱- همایش بین‌المللی موتورهای درونسوز در پژوهشگاه صنعت نفت

باخبر شدیم هشتمین همایش بین‌المللی موتورهای درونسوز در پژوهشگاه صنعت نفت پس از گذشت دو سال از آخرین همایش (آبان ماه ۱۳۹۰) از تاریخ ۲۸ بهمن ماه لغایت ۳۰ بهمن ماه ۱۳۹۲ برگزار گردید. این نوع همایش‌ها می‌تواند پیرامون شناخت بیشتر تولیدکنندگان روغن‌های موتور و ارتباط گسترده‌تر میان صنایع تولید روانکار و خودرویی موثر واقع شود. امیدواریم سازمان‌های ذیربط با عنایت به نیاز برقراری ارتباط میان این صنایع طی سال‌های اخیر، در برگزاری چنین همایش‌هایی بیش از پیش همت گمارند.



منبع:

http://www.iranengine.com/index.php?slc_lang=fa

۳- تدوین استاندارد ملی معادل API SN

اولین جلسه کمیسیون روغن اداره استاندارد و تحقیقات صنعتی، به منظور تدوین استاندارد معادل API SN در مهرماه سال جاری برگزار گردید. استاندارد API SN مربوط به خودروهای سواری ۲۰۱۲ به بالا می‌باشد. همگام بودن استانداردهای ملی با استانداردهای بین‌المللی امری لازم و ضروریست. امید است بومی سازی این استانداردها نیز مورد توجه مسئولین ذیربط قرار گیرد.

۲- تیغه‌های آزمون ضدخوردگی شرکت Metal Sample Co. در ایران

شرکت افزون روان به منظور یکسان سازی نتایج آزمون خوردگی ضدیخ در آزمون ASTM D 1384 در آبان ماه سال جاری اقدام به تامین تیغه‌های فلزی آزمون ضدخوردگی از شرکت آمریکایی Metal Sample Co. نموده است. این تامین با هدف ایجاد درآمد صورت نگرفته و تنها به جهت رفع مغایرت مابین نتایج آزمایشگاه‌های مرجع، و از طریق شرکت ایتالیایی Tecnofluid انجام گرفته است زیرا برقراری ارتباط مستقیم و تامین تجهیزات آزمایشگاهی از این شرکت مقدور نیست.



منبع:

شرکت افزون روان



نام ماده افزودنی	نوع ماده افزودنی
۱. Inhibitor SNA ۲. Inhibitor SB ۳. AP 8412K	بسته افزودنی ضدیخ
۴. PAG S (Soluble in water) ۵. PAG NS (Insoluble in water)	روغن پایه سنتزی PAG
۶. HiTEC 3339	بسته افزودنی روغن دنده (مخصوص PAO و PAG)

دیزلی) می‌باشد. در این ماده به منظور جلوگیری از پلیمریزاسیون سیلیکات و ایجاد رسوب بر روی قطعات از پایدارکننده‌های سیلیکات استفاده شده است و فاقد نیتريت، آمین و فسفات می‌باشد. طول عمر ضدیخ ساخته شده با این ماده ۲ سال و یا ۱۰۰ هزار کیلومتر و دارای مشخصات ذیل می‌باشد.

همچنین این ضدیخ محدوده وسیعی از استانداردهای OEM، از جمله MB, Volvo, BMW و .. را پوشش می‌دهد. جهت کسب اطلاعات بیشتر از جمله لیست این OEMها و همچنین سایر تست‌های عملکردی ضدیخ، به دیتاشیت کالای SNA رجوع فرمایید.

Physical Properties	4% SNA + 96% MEG
Appearance	Clear
Water, wt %	3.2
Reserve Alkalinity,ml	15.4
pH (50%)	9
Specific Gravity 15/15 OC	1.125
Hard Water Resistance	Clear

و مطابق با استانداردهای ASTM D 3306 (استاندارد ضدیخ خودروری بنزینی) و ASTM D 4985 (استاندارد ضدیخ خودروری دیزلی) می‌باشد. این ماده با مواد آلی فرموله شده است و فاقد سیلیکات، نیترات، بورات نیتريت، آمین و فسفات می‌باشد. طول عمر ضدیخ ساخته شده با این ماده ۵ سال و یا ۳۰۰ هزار کیلومتر و دارای مشخصات ذیل می‌باشد.

همچنین این ضدیخ محدوده وسیعی از استانداردهای OEM، از جمله MB, Volvo, Renault و ... را پوشش می‌دهد. جهت کسب

Inhibitor SNA -۱

- نوع محصول: بسته افزودنی ضدخوردگی ضدیخ
- کاربرد: ضدیخ غیر آلی (IAT^۱)
- مزایا: NAP^۲ Free، شکل ظاهری مایع، تولید آسان ضدیخ تنها با افزودن ۴٪ به MEG، بدون نیاز به حرارت و پیش انحلال مواد

توضیحات:

بسته افزودنی ضدیخ SNA، محصول شرکت ایتالیایی Tecnofluid و مطابق با استانداردهای ASTM D 3306 (استاندارد ضدیخ خودروری بنزینی) و ASTM D 4985 (استاندارد ضدیخ خودروری

Corrosion Test (ASTM D 1384)	4% SNA + 96% MEG Weight loss (mg)	ASTM D 1384 Limits
Copper	0.8	10 max
Solder	2.2	30 max
Brass	0.8	10 max
Steel	0.1	10 max
Cast Iron	0.2	10 max
Aluminum	0.6	30 max

Inhibitor SB -۲

- نوع محصول: بسته افزودنی ضدخوردگی ضدیخ
- کاربرد: ضدیخ آلی (OAT^۳) با طول عمر بالا (Long Life)
- مزایا: NAP Free، شکل ظاهری مایع، تولید آسان ضدیخ تنها با افزودن ۸٪ به MEG، بدون نیاز به حرارت و پیش انحلال مواد

توضیحات:

بسته افزودنی ضدیخ SB، محصول شرکت ایتالیایی Tecnofluid

تست‌های عملکردی ضدیخ، به دیتاشیت کالای SB رجوع فرمایید.

اطلاعات بیشتر از جمله لیست این OEMها و همچنین سایر

Physical Properties	8% SB + 92% MEG
Appearance	Clear
Water, wt %	3.8
Reserve Alkalinity,ml	5.6
pH (50%)	8.2
Specific Gravity 15/15 OC	1.122
Hard Water Resistance	Clear

Corrosion Test (ASTM D 1384)	8% SB + 92% MEG Weight loss (mg)	ASTM D 1384 Limits
Copper	0.8	10 max
Solder	1.4	30 max
Brass	1.6	10 max
Steel	1.1	10 max
Cast Iron	1.9	10 max
Aluminum	1.3	30 max

Tecnofluid و مطابق با استانداردهای ASTM D 3306 (استاندارد ضدیخ خودروی بنزینی) و ASTM D 4985 (استاندارد ضدیخ خودروی دیزلی) می‌باشد. این ماده با مواد آلی فرموله شده است و فاقد سیلیکات، نیترات، بورات نیتريت، آمین و فسفات می‌باشد. طول عمر ضدیخ ساخته شده با این ماده ۲ سال و یا ۱۰۰ هزار کیلومتر و دارای مشخصات ذیل می‌باشد.

۳- AP 8412K

- نوع محصول: بسته افزودنی ضد خوردگی ضدیخ
- کاربرد: ضدیخ آلی (OAT)
- مزایا: NAP Free، شکل ظاهری مایع، تولید آسان ضدیخ تنها با افزودن ۴/۵٪ به MEG، بدون نیاز به حرارت و پیش انحلال مواد

توضیحات:

بسته افزودنی ضدیخ AP 8412K، محصول شرکت ایتالیایی

Physical Properties	4.5% AP 8412K + 2% water + 93.5% MEG
Appearance	Clear
Water, wt %	3.8
Reserve Alkalinity,ml	3-4
pH (50%)	8.2
Specific Gravity 15/15 OC	1.122
Hard Water Resistance	Clear

Corrosion Test (ASTM D 1384)	4.5% AP 8412K + 2% water + 93.5% MEG Weight loss (mg)	ASTM D 1384 Limits
Copper	1	10 max
Solder	1.5	30 max
Brass	1.8	10 max
Steel	1.4	10 max
Cast Iron	2	10 max
Aluminum	1.4	30 max



Mineral Oil Compressor Lubricant PAG Synthetic Compressor Lubricant

۴- PAG S (Soluble in water)

- نوع محصول: روغن پایه سنتزی از نوع پلی‌آلکیلن‌گلیکول قابل انحلال در آب
- کاربرد: روانکارهای صنعتی از جمله روغن‌های فلزکاری، نساجی، انتقال حرارت، کمپرسور تبریدی و ...
- مزایا: پایداری حرارتی و اکسیداسیون بالا، ضریب اصطکاک پایین (ایجاد خاصیت EP)، قابلیت تجزیه‌پذیری در محیط زیست، دامنه وسیع گرانروی

توضیحات :

این نوع روغن پایه سنتزی، محصول شرکت ایتالیایی Tecnofluid می‌باشد و محدوده وسیعی از گرانروی را پوشش می‌دهد.

جهت کسب اطلاعات بیشتر در این زمینه به دیتاشیت کالا رجوع فرمایید.



۵- PAG NS (Non-Soluble in water)

- نوع محصول: روغن پایه سنتزی از نوع پلی‌آلکیلن گلایکول نامحلول در آب
- کاربرد: روانکارهای صنعتی از جمله روغن‌های دنده، کمپرسور هوا، هیدرولیک و ...
- مزایا: پایداری حرارتی و اکسیداسیون بالا، ضریب اصطکاک پایین (ایجاد خاصیت EP)، تجزیه‌پذیر در محیط زیست، دامنه وسیع گرانروی

توضیحات :

این نوع روغن پایه سنتزی، محصول شرکت ایتالیایی Tecnofluid می‌باشد و محدوده وسیعی از گرانروی را پوشش می‌دهد. جهت کسب اطلاعات بیشتر در این زمینه به دیتاشیت کالا رجوع فرمایید.

۶- HiTEC 3339

- نوع محصول: بسته افزودنی روغن دنده
- کاربرد: روغن دنده صنعتی با سطح کارایی AIST 224 و روغن دنده اتومبیل با سطوح کارایی GL-4 و GL-5، بر پایه سنتزی و یا معدنی
- مزایا: سازگار با انواع روغن‌های پایه معدنی، پلی‌آلفاآلوفین و پلی‌آلکیلن گلایکول

توضیحات :

بسته افزودنی روغن دنده HiTEC 3339، حاوی مواد افزودنی EP با ساختار شیمیایی فسفره-سولفور و مناسب برای تولید روغن‌های دنده تمام سنتزی می‌باشد. جهت کسب اطلاعات بیشتر در این زمینه به دیتاشیت کالا رجوع فرمایید.



- 1- Inorganic Additive Technology
- 2- Nitrite Amine Phosphate
- 3- Organic Acid Technology



چرا روغن‌های روانکار دچار افت کیفیت می‌شوند؟

به طور کلی تمامی روانکارها در موارد یکسان دچار افت کیفیت و عملکرد می‌گردند. سه عامل عمده که منجر به ایجاد این پدیده می‌شود: تخریب روغن پایه، مصرف شدن مواد افزودنی و ایجاد رسوب و آلودگی در روانکار می‌باشد.

۱- تخریب روغن پایه

تخریب روغن پایه یکی از عمده‌ترین دلایل افت عملکردی روانکار است که مهم‌ترین علت آن اکسیداسیون می‌باشد. زمانی که روغن اکسید می‌شود محصولات جانبی تشکیل شده شامل اسید و مواد نامحلول، منجر به ایجاد رسوب، سایش و خوردگی در سطوح می‌شوند. به منظور جلوگیری از بروز چنین مشکلاتی در فرمولاسیون اکثر روانکارها از ترکیبات ضد اکسیداسیون استفاده می‌شود. اما این ترکیبات برای همیشه نمی‌توانند مانع از اکسیداسیون روغن شوند. همانند بسیاری از افزودنی‌ها، بازدارنده‌های اکسیداسیون نیز عملکرد خودشان را تا زمانی که استفاده نشده‌اند، ادامه می‌دهند و با اتمام دوره عملکردشان، روغن پایه شروع به اکسید شدن می‌نماید.

دما، نقش مهمی در سرعت اکسیداسیون روغن دارد، به گونه‌ای که در ازای ۱۰ درجه سلسیوس افزایش دما، سرعت این فرآیند دو برابر می‌شود. وجود ذرات آلودگی نیز سبب افزایش سرعت اکسیداسیون می‌شوند. این ذرات نامحلول به عنوان کاتالیزور عمل نموده و سبب افزایش سرعت این فرآیند شده و یا اینکه در حضور هوا به عنوان یک واکنش‌گر عمل می‌نماید. ذرات فلزی ناشی از سایش قطعات، به طور چشمگیری منجر به افزایش واکنش، به خصوص در حضور آب می‌گردد. علاوه بر اکسیداسیون، روغن پایه توسط تخریب حرارتی، هیدرولیز و انواع واکنش‌های شیمیایی با آلودگی‌ها نیز، دچار افت وضعیت می‌شود. روغن‌های پایه معدنی و پلی‌آلفا اولفین‌ها پایداری هیدرولیتیکی خوبی دارند، اما تعدادی از انواع روغن‌های پایه سنتزی مستعد واکنش با آب و تشکیل اسیدهای خورنده می‌باشند.

کاهش دمای روغن در حین کار، روغن پایه با کیفیت، افزایش میزان بازدارنده اکسیداسیون، جلوگیری از ورود آلودگی‌ها و همچنین فیلتراسیون به موقع، سبب افزایش کارکرد روانکار می‌شود.

۲- مصرف شدن مواد افزودنی

برخلاف بعضی از مواد افزودنی مانند بازدارنده‌های اکسیداسیون که زمان مصرف شدن آنها تاثیر مستقیم بر کیفیت روغن پایه مصرفی دارد، تعدادی از مواد افزودنی مانند ترکیبات ضدسایش، EP، پاک‌کننده‌ها و معلق‌کننده‌ها، عملکردشان ارتباطی به کیفیت روغن پایه ندارد. به این

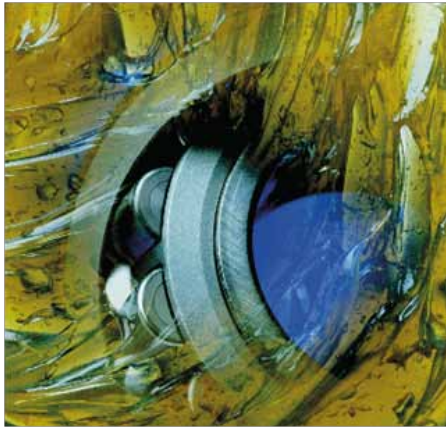
معنی که افزایش کیفیت روغن پایه نمی‌تواند بر روی عملکرد این مواد افزودنی تاثیر داشته باشد. مصرف مواد افزودنی توسط مکانیسم‌های مشخصی ایجاد می‌گردد. حضور آب می‌تواند منجر به واکنش با مواد افزودنی شده و یا به عبارتی منجر به هیدرولیز ماده افزودنی گردد و یا اینکه سبب حذف ماده افزودنی و یا به عبارتی شسته شدن ماده افزودنی از روغن شود. تعدادی از مواد افزودنی نیز توسط آلودگی‌های موجود از روانکار خارج می‌شوند.

۳- آلودگی‌ها

انواع مختلفی از آلودگی‌ها سبب تخریب روانکارها می‌شوند. آلودگی‌های ناشی از ذرات، سبب سایش مکانیکی در بسیاری از قطعات ماشین می‌شوند. به همین دلیل معمولاً روغن در فواصل زمانی معین می‌بایست فیلتر شود. برای سیستم‌هایی که امکان فیلتراسیون وجود ندارد، به منظور کنترل آلودگی‌ها، می‌بایست اطمینان از شرایط مناسب روانکاری حاصل گردد. اگر چه تعویض روانکار به منظور حذف آلودگی‌ها بهترین راه است، اما در اغلب ماشین‌آلات آلودگی‌هایی از روانکار قدیمی معمولاً باقی می‌ماند. به خاطر داشته باشید که روانکار باید همیشه تمیز، خنک و خشک نگه داشته شود.

آیا فیلترهای روغن می‌توانند افزودنی‌های روغن را جدا کنند؟

آیا فیلتراسیون روغن با فیلترهای یک میکرون یا کوچکتر باعث تغییر خواص روغن می‌گردد؟ آیا استفاده از این نوع فیلترها باعث کاهش مقدار افزودنی‌های ضدفشار (EP) در روانکارها می‌گردد؟ عوامل مختلفی می‌تواند باعث جدا شدن افزودنی‌ها از روانکار گردد. برای نمونه جداکننده‌های قطبی نظیر آلومینای فعال شده، روش‌های جداسازی آب با استفاده از حرارت و خلاء، سانتریفیوژ و سیستم‌های فیلتراسیون جذب قوی، همگی امکان جدا نمودن بخشی از افزودنی‌ها را دارند. با برنامه‌ریزی دقیق می‌توان در عین کنترل و کاهش میزان آلودگی‌ها، خطر جدا شدن مواد افزودنی را به حداقل رساند.



در صورتی که غلظت مشخص افزودنی‌ها از تعادل خارج شود، کیفیت کلی روانکار تحت تاثیر قرار می‌گیرد.

برخی از افزودنی‌ها، برای قرار گرفتن بر روی سطوح، با هم رقابت می‌کنند. در شرایطی که غلظت برخی از افزودنی‌های ضدسایش به طور ناگهانی بالا رود، امکان بی‌اثر شدن بازدارنده‌های خوردگی به وجود می‌آید. در نتیجه ممکن است سرعت خوردگی افزایش یابد. در صورتی که بیش از حد از افزودنی‌های پاک‌کننده/ متفرق‌کننده در روانکاری استفاده شود، این متفرق‌کننده می‌تواند افزودنی‌های ضدسایش یا EP را معلق نگه داشته، از تشکیل لایه محافظ سطوح، توسط آنها جلوگیری کند و در نهایت احتمال سایش سطح را افزایش دهد.

مواد چرب‌کننده نظیر روغن‌های گیاهی و یا حیوانی در مواردی که با درصد مصرف مناسب با مواد افزودنی ضدسایش / EP مورد استفاده قرار گیرند، تاثیر این مواد را بهبود می‌بخشند. اما در مقادیر بیش از حد مجاز می‌توانند با تداخل در عملکرد مواد افزودنی ضدسایش یا EP به صورت جایگزین شدن در سطوح فلزی، تاثیر آنها را در جلوگیری از سایش سطوح در فشارهای بالا با اختلال جدی مواجه سازند. در حین فرآیند اختلاط در تولید یک روانکار، کشش سطحی آن به شدت تحت تاثیر افزودنی‌هایی مانند پاک‌کننده‌ها و EP قرار می‌گیرد. در نتیجه این امر، نیاز به کف‌زدا به منظور از بین بردن حباب‌های هوای محبوس درون روانکار می‌باشد، چراکه این حباب‌ها منجر به کاهش قابل توجه خاصیت روانکاری می‌شوند.

از سوی دیگر برخی از مواد افزودنی EP می‌توانند سبب کاهش اثر افزودنی‌های ضدکف شوند و در نتیجه با افزایش میزان کف، کاهش خاصیت روانکاری را به همراه آورند.

بسیاری از روانکارها حاوی افزودنی‌های ضدکف هستند. این مواد افزودنی، ذرات معلق نیمه جامدی با ابعاد ۵ تا ۱۰ میکرون می‌باشند و استفاده از فیلترهای قوی باعث حذف این دسته افزودنی‌ها می‌گردند، بنابراین فیلترهایی با ابعاد کمتر از ۵ میکرون این دسته از مواد افزودنی را حذف خواهند نمود.

همچنین فیلترهای با ابعاد یک میکرون قادر هستند، مواد افزودنی فشارپذیر و سایر افزودنی‌های معلق بسیار ریز را از روغن جدا نمایند.

آیا امکان بهبود کارایی روانکار با استفاده از مواد افزودنی، در حین کارکرد، وجود دارد؟

بارها شنیده‌ایم که با افزایش درصد یک افزودنی خاص، می‌توان یکی از ویژگی‌های روانکار را در حالی که از سایر جنبه‌ها، در حال افول است، بهبود بخشید. اما این گفته، چه اندازه درست است؟ بنابر یک باور قدیمی "اگر مقدار اندک چیزی خوب باشد، حتما مقدار بیشتر از آن بهتر است". اما این گفته لزوماً برای مواد افزودنی صحیح نیست.

افزودنی‌های ضدسایش و EP² ها، گروه بزرگی از مواد شیمیایی را شامل می‌شوند که اثربخشی آنها در محافظت از سایش سطوح در شرایط روانکاری مرزی، با تشکیل لایه محافظ یا مانعی بر روی سطوح ساییده، صورت می‌پذیرد. مادامی که لایه هیدرودینامیکی روانکار، سطوح میان سطحی را بپوشاند، روانکاری مرزی رخ نداده و نیاز به ایفای نقش این مواد افزودنی نیست. اما در صورتی که این لایه روانکار از میان رود و تماس سطوح در فشار یا دمای بالا ممکن گردد، با وجود ماده افزودنی مذکور به جای سایش سطوح درگیر و بروز صدمات جبران ناپذیر، تنها تنش‌های اصطکاکی به وجود می‌آید.

در صورتی که همراه با عناصر پتاسیم، سدیم و بر باشد، نشان دهنده نشستی ماده خنک کننده در روغن است.

- به طور کلی تشخیص قطعی منبع حضور سیلیکون در روغن مشکل است، اما در صورت ورود گرد و غبار در سیستم (که در کشورهای خاورمیانه بسیار محتمل است) به دلیل وجود اکسیدهای آلومینیوم و سیلیسیم، نسبت آلومینیوم به سیلیسیم به میزان ۱ به ۰/۷۵ خواهد بود.

آیا انحلال پلیمرهای گرانولی شرایط ویژه‌ای را طلب می‌نماید؟

پلیمرهای گرانولی به دلیل شکل ظاهری خود، شرایط حمل و نگهداری ساده‌تری نسبت به سایر پلیمرها داشته و ظاهراً شرایط انحلال مناسب‌تری را دارا می‌باشند. اما در خصوص انحلال آنها باید به این نکته توجه داشت که افزودن این نوع پلیمر به روغن پایه می‌بایست در دمای پایین انجام گرفته و دما به تدریج و به موازات شروع فرآیند همزدن (Mixing) افزایش یابد. زیرا افزودن پلیمرهای گرانولی به روغن داغ، باعث چسبیدن دانه‌های گرانولی به یکدیگر شده و زمان انحلال آنها را بالا می‌برد. عدم توجه به این نکته ضمن افزایش زمان انرژی مورد نیاز، مانع از یکنواختی محلول به دست آمده می‌گردد.



منابع احتمالی سیلیسیم در روغن چیست؟

سیلیسیم در آزمایشگاه آنالیز روغن به منظور تعیین ورود آلودگی به روغن اندازه‌گیری می‌شود. معمولاً میزان بالای این ماده نشان دهنده آلودگی است هر چند که منابع احتمالی دیگری برای وجود سیلیسیم در روغن وجود دارد.



۴ مورد از متداولترین آنها عبارتند از:

۱- افزودنی‌های ضدکف

بسیاری از روغن‌ها حاوی مواد افزودنی ضدکف بر پایه ترکیبات متیل سیلیکون‌های پلیمری هستند. از آنجایی که ترکیبات سیلیکون حاوی عنصر سیلیسیم هستند، آزمون‌های طیف‌سنجی این نوع از ادتیو، حضور عنصر سیلیسیم را نشان می‌دهد. در این شرایط میزان عنصر سیلیسیم عدد بین ۱۰-۱ ppm خواهد بود.

۲- آب‌بند‌های بر پایه ترکیبات سیلیکون

بسیاری از آب‌بند‌هایی که برای کاربردهای صنعتی و متحرک استفاده می‌شوند، بر پایه ترکیبات سیلیکونی هستند. میزان عنصر سیلیسیم مشاهده شده در آن با مقداری از آب‌بند که با روانکار در تماس مستقیم می‌باشد، ارتباط مستقیم دارد.

۳- شن و ماسه ریخته‌گری

برخی ترکیبات در ریخته‌گری با شن و ماسه ایجاد می‌شود (اکسید سیلیسیم). اگر چه قطعات ریخته‌گری شده قبل از نصب به طور کامل شسته می‌شوند، اما رویت ۱۰-۵۰ ppm سیلیسیم در تجهیزات نو غیرعادی نیست. این میزان پس از گذشت مدت زمانی از فعالیت سیستم و یا تعویض روغن، به تدریج کاهش می‌یابد.

۴- خنک‌کننده‌ها

بسیاری از ترکیبات بازدارنده خوردگی موجود در خنک‌کننده‌ها، حاوی سیلیکون هستند. در کاربردهای مربوط به موتور، میزان بالای سیلیسیم

- 1- Additive Depletion
- 2- Extreme-Pressure

مسابقه شماره ۲

اسامی برندگان مسابقه فصلنامه پیشین به شرح ذیل اعلام می‌گردد:

- جناب آقای جمال آهنگر کانی، شرکت پالایش شمال
- سرکار خانم پرنیان ذکری، موسسه استاندارد تهران
- سرکار خانم تلما قییم، شرکت پترو کیمیا سپاهان
- جناب آقای مصطفی یاورزاده، شرکت سامان شیمی
- جناب آقای یدالله زمانی

امیدواریم در این شماره قردان تعداد بیشتری از شرکت کنندگان در بخش مسابقه باشیم.

به امید دیدار مجدد

- ۱- چرا در تدوین جدیدترین استاندارد ضدیخ موتورهای دیزلی سنگین (ASTM D6210)، محدودیت میزان نیتريت بیش از ۱۲۰۰ ppm وجود دارد؟
- ۲- چرا روغن پایه سنتزی PAO دارای شاخص گرانروی بالایی است؟
- ۳- چرا پس از فرآیند عمل‌آوری با هیدروژن^۱ در تولید روغن پایه‌های معدنی، پایداری محصول در برابر اکسیداسیون کاهش می‌یابد؟
- ۴- چرا میزان تبخیر سیال سنتزی PAO در مقایسه با روغن پایه‌های معدنی اندک است؟
- ۵- چه تفاوتی بین آزمون‌های دو استاندارد ASTM D 4985 و ASTM D 3306 وجود دارد؟ علت این تفاوت چیست؟
- ۶- به چه علت حبس حباب‌های هوا درون روانکار، مانع از عملکرد مطلوب آن در روانکاری سیستم می‌گردد؟
- ۷- با توجه به اینکه مکانیزم عملکرد افزودنی‌های پاک‌کننده و متفرق‌کننده تقریباً مشابه است، چرا نمی‌توان این مواد را به تنهایی، در هر دو نقش، مورد استفاده قرار داد؟

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



SNA

ماده افزودنی ضد خوردگی غیر آلی
بافر مولاسیون Super-Stabilized Silicate

درصد مصرف: ۴ درصد وزنی

SB

ماده افزودنی ضد خوردگی آلی
Long Life

درصد مصرف: ۸ درصد وزنی

محصول شرکت Tecnofluid ایتالیا



پوشش دهنده بسیاری از استانداردهای OEM

آزمون عملی ← اطمینان از کیفیت





افزودنی های برتر
حفظ محیط زیست