



فصلنامه علمی-تخصصی

افزون روان

بهار ۱۳۹۶ - داخلی

دانایی کلید توانایی



از همین امروز در حفظ آب بکوشیم...



فصلنامه علمی - تخصصی

افزون روان

بهار ۱۳۹۶ - داخلی

بسم الله الرحمن الرحیم

ایران، تهران، خیابان پاسداران، خیابان شهید جهانبخش نژاد، پلاک ۱۰، واحد ۳۳
تلفن: ۰۲۱-۲۳۵۵۹۹۹۹ فکس: ۰۲۱-۲۲۸۰۴۴۵۸
www.afzoonravan.com
info@afzoonravan.com

آنچه در این شماره می خوانید:

سخن نخست	صفحه ۲
نگاهی عمیق تر به روغن پایه های تبدیلی	صفحه ۳
سیالات سیلیکونی	صفحه ۹
مواد افزودنی تکفایر و پدیده استیک-اسلیپ	صفحه ۱۵
روانکارهای جامد	صفحه ۲۱
اخبار	صفحه ۲۷
معرفی محصول	صفحه ۳۲
پرسش و پاسخ	صفحه ۳۴
مسابقه	صفحه ۳۶



فصلنامه علمی، تخصصی افزون روان
شرکت افزون روان
فصلنامه داخلی

شورای فنی:

سعید سامی، سید حمید طباطبایی
سید مجید طباطبایی، فرشته علیان نژاد
مریم فیاض، پریسا احمدی
محمد مهدی کریم

طراحی و چاپ:

شرکت راز آریانا کیش

همکاران این شماره:

نویسندگان مقاله: پریسا احمدی، سمیرا جوادیان فرد،
محمد مهدی کریم، مریم ابراهیمی
ویراستار: مریم محلاتی
تنظیم کننده: مریم فیاض

بهار ۱۳۹۶



تصویر روی جلد: ساختار لایه ای گرافیت

به نام خدا

بسیار مفتخرم که شماره جدید مجله علمی- تخصصی افزون را که حاصل تلاش همکارانم در مجموعه افزون روان است خدمتان تقدیم کنم.

هرچه از زمان اجرای برجام می‌گذرد، اثرات تحریم‌هایی که در گذشته تجربه کردیم کمتر شده و گشایش‌های بیشتری را در صنعت خود مشاهده می‌کنیم. از شماره قبلی مجله تاکنون، توانسته‌ایم در اخذ نمایندگی از شرکت‌های معتبر اروپایی به توافقات بسیار خوبی دست یابیم، که برخی اجرایی شده و برخی دیگر در ماه‌های آتی به عقد قرارداد نهایی منتج خواهد شد. در این مدت تلاش کرده‌ایم با شرکت در همایش‌ها و سمینارهای بین‌المللی (همچون ICIS دبی و لندن) ارتباط مؤثر و رودرروی خود را با تأمین‌کنندگان و صاحبان فناوری حفظ کنیم.

یکی از نکاتی که در این مراودات قابل توجه بوده است، اشتیاق و علاقه‌مندی آن‌ها به همکاری فنی و حتی انتقال تکنولوژی و استفاده از ظرفیت‌های تولید در ایران بوده است. مسلماً ثمره‌ی این تلاش ما، تقویت زنجیره‌های تأمین محصولات با کیفیت و مطمئن، و صرفه اقتصادی بیشتر برای مشتریان خواهد بود. همچنین یکی از اقدامات عملی ما در راستای تقویت زنجیره تأمین، اجرای پروژه «روانکار دریایی هرمز» بوده که در سال گذشته وارد مرحله ساخت شد. این پروژه در کاهش قیمت تمام شده روغن پایه و مواد افزودنی بسیار مؤثر خواهد بود. این واحد تا پایان امسال به بهره برداری خواهد رسید.

دو رویداد دیگر در این مدت، برگزاری دومین کنفرانس آرگوس و برگزاری بیست و دومین نمایشگاه نفت، گاز و پتروشیمی است. شرکت افزون روان با ارائه دو سخنرانی در کنفرانس آرگوس تهران، تلاش کرد دیدگاه خود نسبت به فرصت‌ها و چالش‌های پیش روی صنعت روانکاری را به فعالان و خصوصاً شرکت‌کنندگان خارجی ارائه دهد. بازخوردهایی که از شرکت‌کنندگان ایرانی و خارجی دریافت کردیم، نشان می‌داد که دیدگاه ما مورد توجه قرار گرفته، که امیدواریم در تصمیمات راهبردی صنعت روانکار مؤثر واقع شود.

همچنین شور و نشاطی که در نمایشگاه تهران شاهد بودیم، و تعداد و تنوع شرکت‌های اروپایی و آسیایی، نویدگر آینده روشن صنعت روانکار ایران است. استنباط من از این رویداد آن است که اراده‌ای جدی برای ایجاد تحول در این صنعت به وجود آمده است.

من و همکارانم در شرکت افزون روان در تلاشیم با اقدامات مؤثر خود نقشی ماندگار در این صنعت از خود به یادگار بگذاریم، و دست یاری تمام کسانی را که در این راه قدم بر میدارند را به گرمی می‌فشاریم.

نگاهی عمیق تر به روغن‌های پایه تبدیلی

Looking deeper into conversion base oil

پریسا احمدی | کارشناس تحقیق و توسعه

مقدمه:

جدا می‌شود. در گروه III تغییرات شیمیایی شدیدتری اعمال می‌شود، به این معنی که فرایند استخراج وکس با حلال نیز جای خود را به فرایند هیدروایزومریزاسیون می‌دهد: فرآیندی که طی آن مولکول‌های وکس را از حالت خطی خارج کرده و شاخه‌دار می‌کنند. حال اگر در فرآیند تولید روغن گروه III از خوراکی استفاده کنیم که درصد بالایی از وکس داشته باشد، روغن پایه گروه III به دست می‌آید. تولید گروه III به دلیل کمبود دسترسی به خوراک ورودی وکس دار، محدود است.

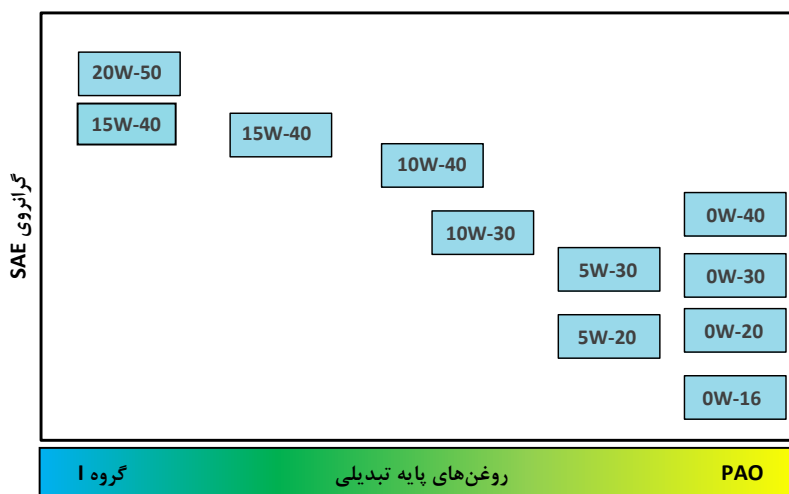
محدودیت‌های روغن پایه گروه I و II:

با استفاده از روغن‌های پایه گروه I، می‌توان تمامی روغن‌های تک درجه‌ای (مونو گرید) را ساخت. محدودیت این روغن پایه در تولید روغن‌های چند درجه‌ای است، به طوری که تنها امکان تولید روغن‌های چند درجه‌ای 20W-50 و 15W-40 وجود دارد. از طرف دیگر تأمین الزامات روانکارها با روغن پایه گروه I بسیار دشوار است. این الزامات عبارتند از: پایداری حرارتی، پایداری اکسیداسیون، جداپذیری از آب، سیالیت در سرما و آزادسازی هوا. روغن‌های پایه گروه II به خاطر بهره‌گیری از روش هیدروفرآوری می‌توانند این الزامات را به راحتی تأمین کنند. با وجود تمامی این بهبودها، روغن‌های سبک‌تر از SAE 15W را نمی‌توان با گروه II ساخت. اگر بخواهیم روغن‌های SAE 10W و درجات سبک‌تر را بسازیم، مجبور به استفاده از روغن‌های پایه گروه III خواهیم بود. نمودار ۱ درجات مختلف روغن موتور را بر طبق روغن پایه مصرفی نشان می‌دهد.

در فصلنامه‌های ۱ و ۲ به مبحث روغن‌های پایه معدنی و انواع آن پرداخته شد. در این مقاله قصد داریم به طور دقیق‌تر به بررسی ویژگی‌ها و کاربردهای روغن‌های پایه گروه III و III+ بپردازیم. روغن‌های پایه در اجزاء مولکولی و در نتیجه در خواص فیزیکی و شیمیایی، تفاوت‌های زیادی با یکدیگر دارند. هرچند تفاوت عمده روغن‌های پایه در روش تولید آن‌هاست، ولی به تنهایی بیانگر سطح کیفیت روغن نیست. چراکه روغن پایه فقط بر اساس خواص فیزیکی و شیمیایی دسته‌بندی می‌شود. برای بهبود کیفیت روغن پایه باید درصد ترکیبات اشباع نشده و همچنین گوگرد موجود در آن را کاهش، و شاخص گرانشی ذاتی^۱ را افزایش داد. برای دست یافتن به این هدف، از روش‌های مختلف پالایش استفاده می‌شود.

خلاصه‌ای از تفاوت‌های روش تولید:

روغن‌های پایه معدنی همگی از برش روغنی که یکی از محصولات جانبی پالایشگاه‌های نفت است به دست می‌آید. در پالایشگاه‌های روغن، ترکیبات آروماتیک و اشباع‌شده‌ی خطی (موم یا وکس) را به روش‌های مختلف از برش روغنی جدا می‌کنند تا روغن با ویژگی‌های مناسب به دست آید. در پالایشگاه‌های روغن پایه گروه I هر دو مرحله حذف ترکیبات آروماتیک و وکس‌ها از طریق فرایند استخراج با حلال انجام می‌شود. در روش پالایش روغن پایه گروه II، فرایند هیدروکریکنگ جایگزین فرایند استخراج آروماتیک‌ها با حلال شده است، ولی وکس همچنان نظیر روش تولید روغن گروه I و به کمک حلال



نمودار ۱- نیاز درجات گرانشی روغن موتور به انواع روغن پایه

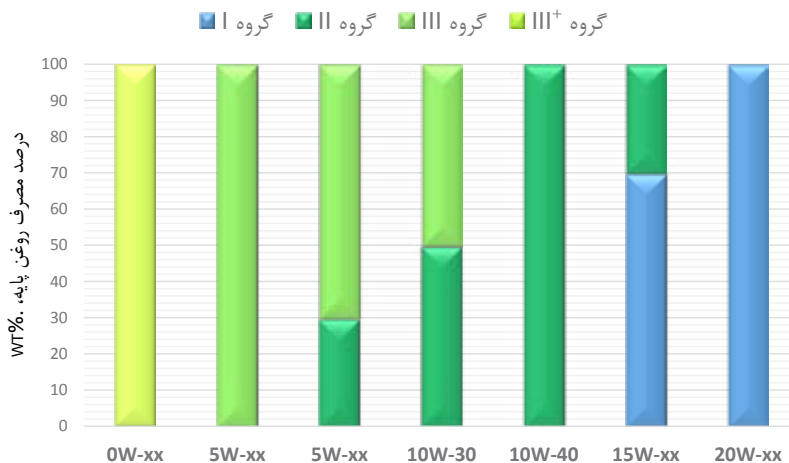
نگاهی عمیق تر به روغن‌های پایه تبدیلی

Looking deeper into conversion base oil

نیاز داشته باشند. به طور کلی در یک گراندرویی ثابت، شاخص گراندرویی بالاتر روغن پایه نشان دهنده فراریت کم تر و همچنین گراندرویی CCS پایین تری است. از طرف دیگر، گراندرویی روغن تأثیر مستقیمی بر کاهش مصرف سوخت دارد. خواص مربوط به گراندرویی توسط چهار فاکتور کلیدی شناسایی می شود: گراندرویی HTHS، گراندرویی سینماتیک، گراندرویی CCS و شاخص گراندرویی. یک روغن 0W-20 نسبت به یک روغن موتور 15W-40 سه تا چهار درصد مصرف سوخت را کاهش می دهد. تغییرات پیش آمده در طراحی موتور در ۲۰ سال اخیر باعث افزایش تقاضا برای روانکارهای بهتر شده است، به طوری که تولید روغن موتور از 10W-40 تا حد زیادی به سمت استفاده از درجات 5W-30 و 0W-30 متمایل شده است. به نظر می رسد که در آینده به دلیل الزامات کاهش مصرف سوخت و نیاز به روغن های پایه با گراندرویی پایین تر، مصرف روغن های پایه گروه III⁺ و III⁺ افزایش چشمگیری یابد. نمودار ۲ به روشنی نشان می دهد که برای تولید روغن های سبک تر، به گروه پایه های بالاتری نیاز داریم.

روغن های پایه گروه III⁺ و III⁺:

از آن جا که در تولید روغن پایه گروه III⁺ از فرآیند هیدروایزومریزاسیون استفاده می شود، ساختار شیمیایی روغن تغییرات عمده ای می کند که این تغییرات منجر به محدودتر شدن دامنه توزیع وزن مولکولی، بالا رفتن میزان ایزوپارافین ها (که منجر به افزایش شاخص گراندرویی می شود)، حذف تقریباً کامل ترکیبات آروماتیک و گوگرد دار، کاهش فراریت و سیالیت بالاتر در سرما می گردد. این موارد را می توان به عنوان مزایای روغن های پایه گروه III⁺ نسبت به گروه II برشمرد. روغن پایه گروه III⁺ یک دسته بندی غیر رسمی API برای متمایز کردن ویژگی های بهبود یافته آن نسبت به گروه III⁺، از جمله شاخص گراندرویی بالاتر است. امروزه OEM ها روغن موتورهای سبک تر با فراریت کمتر یا یکسان و گراندرویی CCS و HTHS پایین تر می خواهند. ولی مشکل اینجاست که الزامات فراریت نواک روغن های سبک تر و نیز الزامات گراندرویی درجه های جدید SAE J-300 با روغن های پایه با شاخص گراندرویی ۱۲۰ تا ۱۲۲ به دست نمی آیند. بنابراین به نظر می رسد که در آینده، روانکارهای با کیفیت به روغن های پایه با شاخص گراندرویی بالاتر



نمودار ۲- میزان مصرف انواع روغن پایه برای درجات مختلف گراندرویی

حد PAO دارند^۲. در ادامه تلاش می کنیم به طور دقیق تر چند مشخصه کلیدی آن ها را با یکدیگر مقایسه کنیم.

روغن های پایه گروه III⁺ در بسیاری از مشخصه ها همچون انحلال مواد افزودنی، روانکاری و خواص ضد سایش عملکردی در

نگاهی عمیق تر به روغن‌های پایه تبدیلی

Looking deeper into conversion base oil

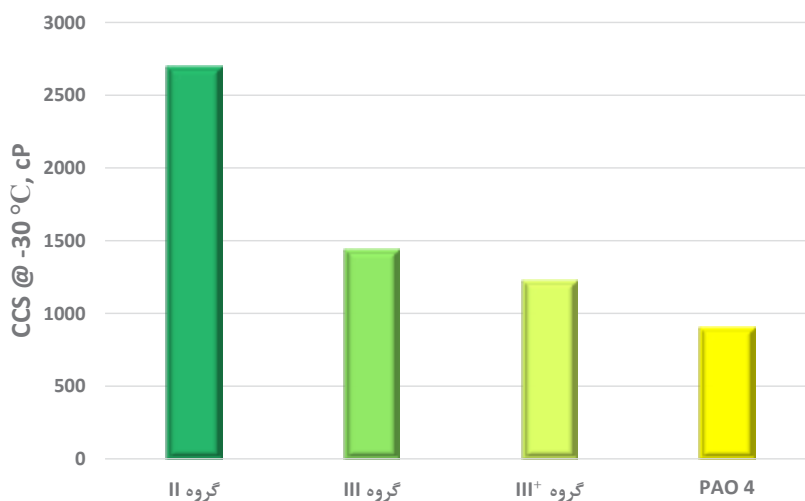
نقطه ریزش:

نقطه ریزش مشخصه‌ای است که در آن PAO و روغن‌های گروه III و III+ تفاوت زیادی با هم دارند. ولی نباید فراموش کرد که این نقطه ریزش روغن فرموله شده نهایی است که اهمیت دارد. به این معنی که مواد افزودنی پایین آورنده نقطه ریزش این ویژگی را تا حد قابل توجهی برای روغن‌های معدنی جبران می‌کند، و از سوی دیگر بسته مواد افزودنی، نقطه ریزش PAO را افزایش می‌دهد. لذا در بسیاری از کاربردها، نقطه ریزش روغن ساخته شده با PAO مشابه روغن ساخته شده با گروه III/III+ می‌شود. این بدان معناست که با روغن پایه‌های گروه III/III+ می‌توان روانکارهایی مناسب برای بسیاری کاربردها، غیر از کاربردهای بسیار سرد فرموله کرد.

گرانروی CCS:

این مشخصه برای روغن‌های پایه (به دلیل رفتار تقریباً نیوتونی) با گرانروی و شاخص گرانروی قابل حدس زدن است. از آنجا که شاخص گرانروی روغن‌های پایه گروه III/III+ معمولاً با

PAO 4 قابل مقایسه است، لذا انتظار می‌رود گرانروی CCS مشابهی داشته باشند. همان‌طور که در نمودار ۳ مشخص است، روغن پایه گروه III با گرانروی ۴/۲ سانتی استوک و شاخص گرانروی ۱۲۹، گرانروی CCS مشابه PAO با گرانروی ۳/۹ و شاخص گرانروی ۱۲۳ دارد. گرانروی CCS برای روغن پایه گروه III+ که گرانروی سینماتیک آن با گروه III برابر است ولی شاخص گرانروی آن اندکی بیشتر است، مقدار کمتری را نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد که اگر گرانروی PAO نیز ۴/۲ سانتی استوک بود، گرانروی CCS آن با گروه III و III+ عملاً یکسان می‌شد. از طرف دیگر مشاهده می‌کنید که گرانروی CCS هر سه تقریباً نصف روغن پایه گروه II با گرانروی ۴ و شاخص گرانروی ۱۰۰ است. بنابراین روغن‌های پایه گروه III به منظور فرموله کردن روغن موتورهای چنددرجه‌ای، سنتزی و با مصرف سوخت کمتر در گستره‌ی 5W-20 تا 10W-40 اقتصادی‌ترین انتخاب هستند. همچنین روغن‌های پایه‌های III+ امکان تولید روغن موتورهای 0W-XX را نیز فراهم می‌کنند.



نمودار ۳- مقایسه گرانروی CCS گروه‌های مختلف روغن پایه با ۱۰۰ KV (مشابه (حدوداً ۴ سانتی استوک)

13% تعیین شده است.

معمولاً روغن‌سازان دو ویژگی گرانروی CCS و فراریت نواک را با اختلاط روغن‌های پایه تنظیم می‌کنند. به عنوان مثال وقتی روغن پایه با گرانروی ۴ با گرانروی ۶ مخلوط شود، در اصل گرانروی را با هدف کاهش فراریت

فراریت به روش نواک:

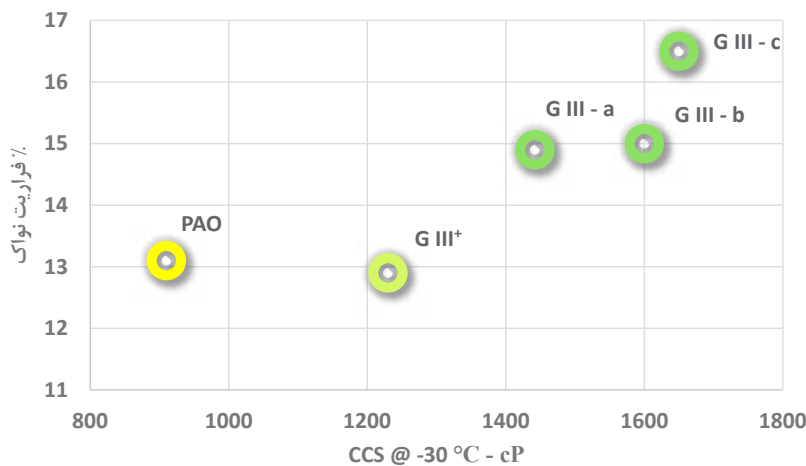
مشخصه فراریت نواک روغن‌های پایه در فرمولاسیون روغن موتورها از اهمیت زیادی برخوردار است. هرچند محدوده حداکثر 15% در استاندارد API ذکر شده است، محدودیت سطوح کیفی جدید (FA-4 و CK-4) در درجات گرانروی 0W, 5W, 10W-30

نگاهی عمیق تر به روغن‌های پایه تبدیلی

Looking deeper into conversion base oil

گروه III⁺ و PAO، به روغن‌سازان این امکان را می‌دهند که همراه با افزایش گرانشی مخلوط روغن پایه، فراریت را کاهش دهند و همچنان گرانشی CCS نیز در محدوده SAE باشد. بر همین اساس روغن‌های پایه گروه III⁺ می‌توانند در بسیاری کاربردها جایگزین PAO شوند.

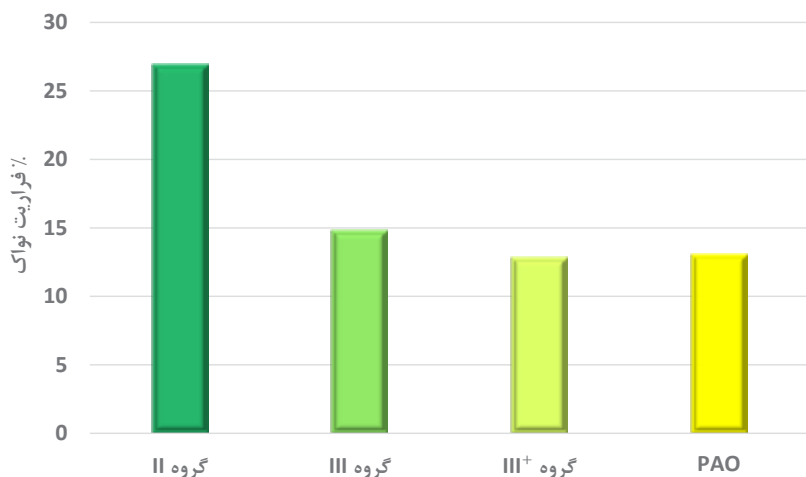
بالا برده‌ایم. البته این کار را تا جایی می‌توان انجام داد که گرانشی CCS در محدوده قابل قبول SAE باقی بماند. نمودار ۴ یک نقشه کلی از موقعیت روغن‌های پایه از این منظر را ارائه می‌دهد. بر اساس این نمودار روغن پایه‌های با شاخص گرانشی بالاتر و گرانشی CCS کمتر، مانند



نمودار ۴- ارتباط بین فراریت و گرانشی CCS در روغن‌های پایه مختلف با گرانشی مشابه (۴ سانتی استوک)

همین فراریت خواهند بود. همانطور که در نمودار ۵ مشخص است، روغن‌های پایه گروه III در به دست آوردن الزامات فراریت پایین در کاربردهای روغن موتور به اندازه ی PAO مؤثر هستند.

با توجه به روغن موتورهای جدید و سبک‌تر SAE 12,16، روغن‌های گروه III و III⁺ که قادر به تأمین سقف فراریت 15% در روغن‌های 0W-20 و 5W-20 هستند، قادر به فرموله کردن روغن‌های 5W-16,0W-16,5W-12,0W-12 با



نمودار ۵- مقایسه فراریت نوآک روغن‌های پایه با گرانشی ۴ سانتی استوک

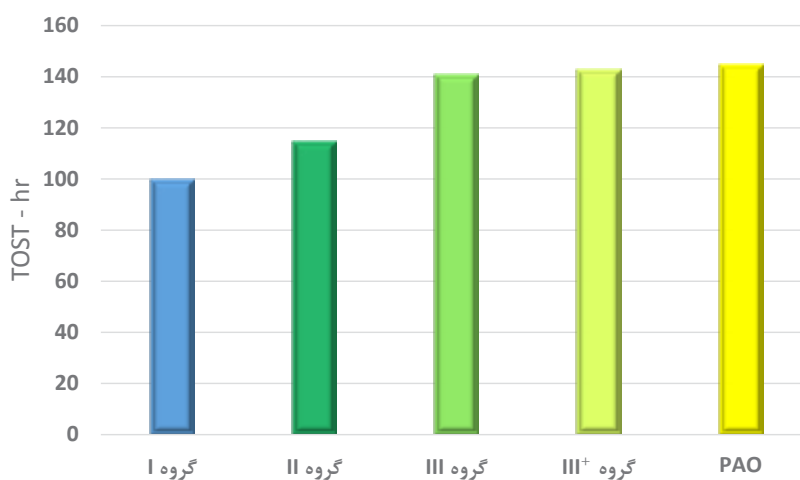
نگاهی عمیق تر به روغن‌های پایه تبدیلی

Looking deeper into conversion base oil

باید تأکید کرد که پایداری را در حضور آنتی‌اکسیدان اندازه‌گیری می‌کنند، چراکه روغن پایه گروه I به دلیل آنکه حاوی آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی است، به تنهایی پایداری بیشتری نسبت به روغن‌های تبدیلی و PAO دارد، ولیکن به دلیل اشباع بودن، پاسخ آن‌ها به آنتی‌اکسیدان بسیار بیشتر است. نمودار ۶ پایداری اکسیداسیون چهار روغن هیدرولیک که با افزودنی یکسان در چهار روغن پایه متفاوت درست شده است را با هم مقایسه می‌کند.

پایداری حرارتی و اکسیداسیون:

از جمله مهمترین مزیت‌های روغن‌های پایه سنتزی، پایداری اکسیداسیون و حرارتی است. پایداری بالای اکسیداسیون در تولید روانکارهای با کیفیت با بازه‌های زمانی طولانی تر تعویض نقش کلیدی دارد. در این ویژگی نیز روغن‌های پایه گروه III+/III+ در حد PAO عمل می‌کنند. دلیل آن غلظت بالای ترکیبات اشباع و ایزوپارافین‌ها مقدار کمتر از یک درصد ترکیبات آروماتیک در روغن است. البته



نمودار ۶- مقایسه پایداری اکسیداسیون روغن‌های هیدرولیک ساخته شده با روغن‌های پایه مختلف در تست ASTM D4۸۷۱ و در ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد

ساخته شده با روغن‌های پایه گروه III+ بسیار شبیه PAO است. از طرف دیگر، اداره تبلیغات ملی کسب و کار (NAD) National Advertising Department of the Better Business Bureau در سال ۱۹۹۹ درج عبارت «سنتزی» بر روی روغن موتورهای ساخته شده با گروه III را مجاز دانست. با در نظر گرفتن اینکه اداره استاندارد ایران هنوز الزامی مبنی بر استفاده از PAO در روانکارها برای سنتزی نامیدن آن اعلام نکرده است، محدودیت فنی و قانونی در درج عبارت «سنتزی» بر روی روغن‌های ساخته شده با روغن‌های پایه گروه III و III+ وجود ندارد.

ابهام زدایی - روانکارهای سنتزی:

هرچند تا آخرین دسته بندی استاندارد API هیچ اشاره و دسته بندی برای تفکیک روغن‌های معدنی و سنتزی ارائه نکرده است، بر اساس یک دسته بندی سنتی پذیرفته شده، به روغن‌هایی که از نفت خام استخراج شوند روغن معدنی، و به آن‌هایی که از ترکیب مونومرها به دست می‌آیند، سنتزی می‌گویند. از طرف دیگر، مصرف کنندگان نهایی روغن چنین می‌پندارند که درج عبارت «سنتزی» بر روی روغن به معنای کیفیت نهایی و دوره تعویض طولانی تر است. اما واقعیت آن است که بنا بر آنچه گفته شد، کیفیت روغن موتورهای

نگاهی عمیق تر به روغن‌های پایه تبدیلی

Looking deeper into conversion base oil

جمع بندی:

از آلفا اولفین استفاده می‌کنند، بالاست و در حال حاضر، امکانات مقرون به صرفه تولید روغن پایه‌هایی که الزامات سختگیرانه‌تر OEM را پاس کنند، محدود است. همچنین به دلیل غیرقطبی بودن PAO، به منظور انحلال مواد افزودنی در آن نیاز به استرها به عنوان کمک حلال می‌باشد که اقتصادی نخواهد بود. بنابراین در بازار امروز تأمین‌کننده‌های روغن پایه III⁺ در جایگاه پرطرفداری قرار دارند. عملکرد روانکاری که سابقاً با استفاده از PAO، قابل دستیابی بود، امروزه به طور گسترده با استفاده از نسل جدید روغن‌های پایه گروه II و III در دسترس است. درحالی‌که عملکرد یکسان با هزینه و قیمت کمتر با اختلاط بهینه روغن پایه گروه III به دست می‌آید.

جدول ۱. مثالی از فرمولاسیون یک روغن موتور دیزلی 5W-30 است که با مخلوط دو روغن پایه PAO/III، مخلوط سه روغن پایه PAO/III/III⁺ و روغن پایه III⁺ ساخته شده است. هنگامی که از مخلوط سه روغن پایه PAO/III/III⁺ استفاده می‌شود ۲۵٪ صرفه جویی در هزینه‌ها و هنگامی که فقط از روغن پایه III⁺ استفاده شود، ۳۷٪ کاهش هزینه‌ها در مقایسه با مخلوط دو روغن پایه گروه III و PAO رخ می‌دهد. تولیدکنندگان با استفاده از روغن‌های پایه گروه III⁺، قادر به صرفه جویی در هزینه‌ها با کاهش قیمت مواد اولیه خواهند بود. قیمت PAO به دلیل خوراک ورودی و صنایع در حال رقابتی که

فرمولاسیون	5W-30(A)	5W-30(B)	5W-30(C)
PAO 6	30%	10%	-
G III 4 cSt	39.3%	-	-
G III 4 cSt	-	44.3%	43.8%
G III 6 cSt	-	15%	-
G III 6 cSt	-	-	25.5%
صرفه اقتصادی %	فرمول مرجع	25%	37%

جدول ۱. مقایسه فرمولاسیون‌های متفاوت برای ساخت روغن موتور 5W-30 و قیمت تمام شده

1- بدون حضور مواد افزودنی -

2- Extraction

3- سعید سامی، نگاهی کلی به انواع روغن‌های پایه و مقایسه کیفی و کاربردی آن‌ها، فصلنامه زمستان 94 -

4- API 1509 – Engine Oil Licensing and Certification System, ANNEX E, March 2015

سیالات سیلیکونی

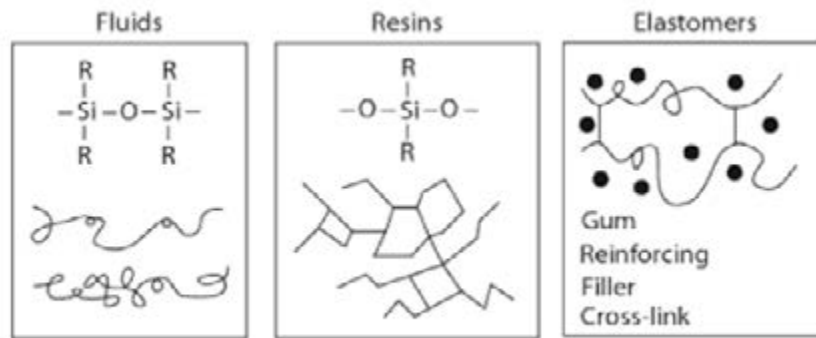
Silicone Fluids

■ سمیرا جوادیان فرد | کارشناس مهندسی فروش

مقدمه:

متصل می شوند که باعث ایجاد خصوصیات هم چون افزایش مقاومت شیمیایی، روانکاری بهتر، بهبود پایداری اکسیداسیون و حرارتی و واکنش پذیری بیشتر با مواد شیمیایی آلی می گردند. سیلیکون ها به سه دسته بزرگ: سیالات، رزین ها و الاستومرها تقسیم بندی می شوند. (شکل ۱)

سیلیکون ها دسته وسیعی از روغن های سنتزی هستند که دارای بخش آلی و بخش معدنی می باشند. ساختار شیمیایی آن ها به جای بدنه اصلی کربن-کربن شامل اتم های سیلیکون و اکسیژن است. به طور کلی یک یا چند گروه جانبی آلی به اتم های سیلیکون



شکل ۱. سه دسته بزرگ طبقه بندی سیلیکون

هر دو شروع به توسعه اقتصادی پلیمرهای سیلیکونی کردند. سیلیکون در ابتدا برای کاربردهای نظامی در جنگ جهانی دوم مورد استفاده قرار می گرفت، همچنین این کالا در صنایع هوافضا نیز کاربرد داشت. تأمین نیازهای این دو کاربرد به همراه پایداری دمایی و شیمیایی توسط سیلیکون، باعث افزایش حجم مصرف این ماده در ایالات متحده گردید. در سال های اخیر، سیلیکون در دامنه گسترده ای از کاربردها و صنایع مختلف مورد مصرف قرار می گیرد.

ساختار شیمیایی:

سیالات سیلیکونی از ترکیب بخش معدنی سیلیکون-اکسیژن (سیلوکسان) به عنوان شاخه اصلی با شاخه های جانبی آلی تشکیل می شود. همان طور که در شکل ۲ آمده است، هیبرید سیلیکون نشان می دهد که چرا رفتار این کالا تاحدی آلی است در حالی که برخی از خصوصیات مهم مواد معدنی از جمله مقاومت حرارتی را نیز دارا می باشد. خیلی از خصوصیات منحصر به فرد سیالات سیلیکونی به دلیل امکان چرخش آزاد مولکول حول محورهای Si-O و Si-C و انعطاف پذیری طبیعی شاخه اصلی سیلوکسان است. این آزادی در حرکت منجر به بیشتر شدن فاصله های بین مولکولی در نتیجه کاهش نیروهای بین مولکولی گشته است.

سیالات سیلیکونی که در صنعت استفاده می شوند دارای گروه های جانبی مانند متیل، تری فلوروپروپیل، فنیل، وینیل، آلکیل های بلند زنجیر و دیگر گروه های آلی می باشند. به علاوه این مواد می توانند با به کارگیری از حلال ها، آنتی اکسیدانت ها یا افزودنی های روانکاری در کاربردهای وسیع مورد استفاده قرار گیرند.

تاریخچه

شیمی اورگانوسیلیکون از حدود ۱۰۰ سال پیش شروع شده است. فردریک کیپینگ^۱ در انگلستان اولین شخصی بود که سیلیکون را نام گذاری کرد. او در اوایل سال ۱۹۰۴ ترکیب R-Si-X را با استفاده از واکنشگر گرینارد سنتز کرد. دانش متخصصین در مورد فرمولاسیون پلیمرها در اوایل دهه ۱۹۳۰ افزایش یافت و بدین ترتیب توسعه صنعتی سیلیکون ها آغاز شد. اولین کار تمرکز بر رزین های پلیمری جهت استفاده به عنوان مواد عایق بود تا در دمای بالاتر از ۱۰۵ درجه سانتی گراد (محدوده کلاس ۱ دسته بندی عایق ها) نیز پایداری داشته باشد. در سال ۱۹۴۰ پس از انجام تحقیقات مختلف در نیویورک، شرکت جنرال الکتریک موفق شد به عنوان اولین شرکت، محصولات سیلیکونی با صرفه اقتصادی را تولید کند. در طول دهه ۱۹۴۰ شرکت های داو کورنینگ^۲ و جنرال الکتریک

سیالات سیلیکونی

Silicone Fluids

خصوصیات و عملکرد

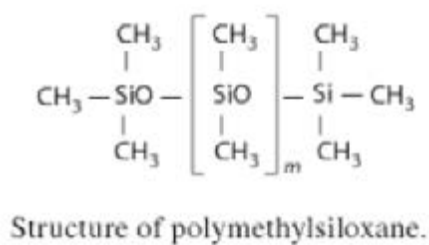
از لحاظ ساختاری

سیلیکون‌ها در کاربردهای بحرانی (فلز-فلز) و غیر بحرانی (پلاستیک-پلاستیک) کاربرد دارند. شرایط روانکاری بحرانی به سه دسته هیدرودینامیک، مرزی و فشارپذیر تقسیم می‌شوند. این ویژگی موجب جلوگیری از تخریب سطح فلز در مجاورت فلز دیگر می‌گردد.

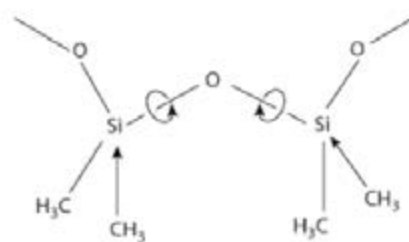
پس از انجام تست‌های اولیه مشخص شد که سیال پلی‌دی‌متیل‌سیلوکسان (شکل ۳) در مرحله‌ای که هیچ اصلاحی روی آن انجام نشده‌است، فاقد توانایی در محافظت از سطح فلز - فلز در هر سه شرایط روانکاری است.

سیالات دی‌متیل‌سیلوکسانی که با مولکول‌های فنیل مورد اصلاح مولکولی قرار گرفته‌اند دارای پایداری بسیار خوبی در برابر دما و اکسیداسیون هستند. اگرچه در مورد گرانی و پایداری برشی، این سیالات دارای نقص در تحمل بار لازم در رژیم‌های مختلف روانکاری هستند.

از اضافه کردن فنیل آلکیل، فلورونیتربیل، متیل آلکیل و کلروفنیل و یا از ترکیب سیالات سیلیکونی با پرکننده‌هایی مانند صابون، گرافیت، مولیبدن دی‌سولفید، پلی‌اتیلن، کربن سیاه و خاک جهت رسیدن به ویژگی‌های مختلف روانکاری که برای رژیم‌های مختلف روانکاری مورد نیاز است، استفاده می‌گردد.



شکل ۲



ویژگی‌های شیمیایی و مرتب

سیلیکون از لحاظ شیمیایی بی‌اثر، مقاوم در برابر اکسیداسیون و گرما، دارای پایداری هیدرولیتیکی،

غیرخورنده و دارای سمیت بسیار پایین است. ویژگی‌های فیزیولوژیکی روغن‌های دی‌متیل‌سیلیکون در جدول شماره ۱ قابل مشاهده است:

جدول شماره ۱: ویژگی‌های فیزیولوژیکی روغن‌های دی‌متیل‌سیلیکون

بدون واکنش	پوست
هیچ آسیبی تا الان شناخته نشده است (فشار بخار کم)	استنشاق
سوزش ناچیز	چشم
بدون حساسیت پوستی	پچ تست ^۲ (تست آلرژی)

شیشه و شن (وجود دارد قابل قیاس است. این در حالی است که در پیوندهای کربن-هیدروژن در سیالات هیدروکربنی این رابطه وجود ندارد.

پیوند Si-O دلیل ایجاد خصوصیات مانند پایداری بالای دمایی و بی‌اثری در سیالات سیلیکونی می‌باشد. پیوند Si-O با پیوندهایی که در مواد با پایداری حرارتی بالا (مانند کوارتز،

سیالات سیلیکونی

Silicone Fluids

بی اثری شیمیایی

سیالات سیلیکونی با اکثر مواد وارد واکنش نمی شوند. به طور کلی سیالات سیلیکونی بر اکثر مواد نظیر لاستیک و پلاستیک بی اثرند. با این حال موادی وجود دارند که بر سیلیکون ها تأثیر گذارند، جدول شماره ۲ این موضوع را نمایش می دهد.

به طور کلی آب و محلول های رایج آبی از اسیدهای معدنی و بازها با سیلوکسان ها وارد واکنش نمی شوند، این در حالی است که، اسیدها و بازهای قوی باعث نوآرایی مولکولی و سرعت در ژل شدن سیالات سیلیکونی تحت شرایط اکسیداسیون می گردند.

جدول شماره ۲: تأثیر مواد بر سیلیکون در دماهای بالا

فلز	دی متیل (۴۰۰°F)	متیل فنیل (۴۵۰°F)
مس	مهار ژل شدگی	بدون اثر
فسفر برنز	مهار ژل شدگی	بدون اثر
سرب	مهار ژل شدگی	باعث تبخیر
برنج زرد	باعث ژل شدگی	بدون اثر
سلنیوم	باعث ژل شدگی	باعث ژل شدگی
تلوریم	باعث ژل شدگی	باعث ژل شدگی

پایداری اکسیداسیون

در شکست بر اثر اکسیداسیون، اکسیژن با گروه های آلی مولکول ها وارد واکنش می شوند و باعث کاهش فراریت سیال و افزایش گرانیروی می گردد تا جایی که ژل شدگی اتفاق می افتد؛ انجام واکنش، بستگی به دما و حضور هوای کافی دارد. اگرچه روانکارهای سیلیکونی در مقایسه با سایر روانکارها دمای آستانه بالاتری در مقابل اکسیداسیون دارند و به عبارت دیگر در دماهای بسیار بالاتر با اکسیژن وارد واکنش می شوند اما

در صورت شروع واکنش، پایداری بسیار کمی دارند. به این معنی که پس از شروع واکنش در مدت زمان بسیار کوتاهی اکسید می شوند. به همین دلیل معمولاً به روانکارهای سیلیکونی آنتی اکسیدانت اضافه می شود تا در دماهای بالا پایدار بمانند. در جدول شماره ۳، دمای آستانه اکسیداسیون استرها و روانکارهای معدنی با انواع مختلف سیالات سیلیکونی مقایسه شده است.

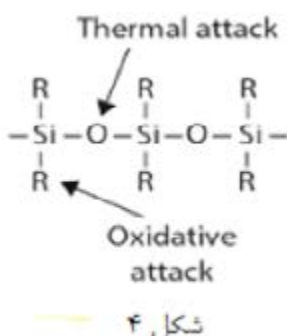
جدول شماره ۳ (آستانه اکسیداسیون)

سیال	دمای آستانه اکسیداسیون درجه سانتیگراد (فارنهایت)
متیل فنیل سیلوکسان (۴۵wt% MePh)	۲۷۱(۵۲۰)
کلروفنیل پلی سیلوکسان	۲۲۱(۴۳۰)
دی متیل پلی سیلوکسان	۲۰۴(۴۰۰)
دی بیسیک اسید استر	۶۶(۱۵۰)
روغن های نفتی	۶۶(۱۵۰)

پایداری حرارتی

بهترین پایداری حرارتی سیلیکون ها در نبود هوا اتفاق می افتد. تحت شرایط عملکرد در دمای بالا، امکان شکست پیوندهای

سیلیکون و اکسیژن وجود دارد که در نتیجه سیلیکون های با جرم مولکولی کمتر و فرارتر تشکیل می گردند. دمای فعال سازی این دسته از روغن ها در حدود ۳۱۶ درجه سانتیگراد می باشد.



پایداری هیدرولیتیکی

درحالی که اکثر مواد در مجاورت با آب، هیدرولیز می شوند، روانکارهای سیلیکونی در معرض آب بدون تأثیر باقی می مانند، در نتیجه با مشکلاتی همچون ژل شدگی و کاهش گرانبوی مواجه نخواهند شد.

دماست. پایین بودن این فاکتور نشان دهنده تغییرات کمتر گرانبوی در برابر تغییرات دماست. VTC به صورت زیر تعریف می شود:

$$1 - \frac{\text{Viscosity at } 99^{\circ}\text{C} (210^{\circ}\text{F})}{\text{Viscosity at } 38^{\circ}\text{C} (100^{\circ}\text{F})}$$

به طور کلی سیلیکون ها دارای VTC در حدود ۰/۶ می باشند، این درحالی است که این فاکتور برای سیالات آلی در حدود ۰/۸ یا بالاتر است.

خوردگی

سیلیکون های خالص باعث خوردگی نمی شوند این درحالی است که کلروفنیل پلی سیلوکسان ها به مقدار ناچیز باعث خوردگی می شوند، به همین دلیل استفاده از مس خالص در کنار کلرو فنیل پلی سیلوکسان پیشنهاد نمی گردد.

خصوصیات سیالیت در سرما

نقطه ریزش سیلیکون ها نسبت به روغن های معدنی بسیار بهتر است که مزیتی برای این دسته از روغن ها محسوب می شود. دی متیل پلی سیلوکسان های با گرانبوی بالای ۵۰ سانتی استوک، دارای نقطه ریزش بین ۵۰- تا ۵۴- سانتی گراد می باشند که با استفاده از PPD می توان نقطه ریزش را پایین تر نیز برد. به طور کلی، سیلوکسان های شاخه دار با استفاده از PPD مناسب می توانند به نقطه ریزش ۸۴- درجه سانتی گراد نیز برسند.

پایداری برشی

سیالات سیلیکونی با جرم مولکولی پایین و یا گرانبوی پایین معمولاً دارای رفتار نیوتنی هستند، این بدین معناست که گرانبوی این دسته از کالاها با سرعت های برشی مختلف،

ویژگی های فیزیکی و مرتبط

سیلیکون ها دارای خصوصیات فیزیکی مانند شاخص گرانبوی بالا، سیالیت در سرمای مناسب، پایداری برشی در حین تراکم پذیری بسیار زیاد و مقاومت خوب در برابر تابش اشعه هستند که این خصوصیات این کالا را به یک روانکار سودمند تبدیل می کند.

خصوصیات گرانبوی - دما

تغییرات گرانبوی سیلیکون ها با تغییرات دما اندک است، این درحالی است که سیالات دیگر نظیر روغن های نفتی و دی بیسیک اسید استرها، با تغییرات دما تغییرات گرانبوی بیشتری از خودشان نشان می دهند. ضریب گرانبوی - دما (VTC) نشان دهنده میزان تغییرات گرانبوی با تغییرات

کاربردها

کاربردهای سیالات سیلیکونی بسیار وسیع است. این مواد به عنوان روغن پایه در محصولات متنوعی مانند امولسیون ها، گریس ها، ترکیبات مختلف کاربرد دارد. اگرچه این مواد به طور قطعی می توانند به عنوان روغن های روانکار مورد استفاده قرار گیرند ولی در واقع بیشتر به صورت گریس مورد استفاده قرار می گیرند. سیالات سیلیکونی در شرایط دمایی بالا و شرایط متوسط بار، قابل استفاده است ولی به عنوان روانکار در شرایط عملیاتی با فشار بالا کاربردی ندارند. همچنین سیالات سیلیکونی - به طور خاص دی متیل سیلکون - در محافظت از سطح فلزات آهنی در شرایط مرزی ضعیف عمل می کنند.

پیشرفت در تکنولوژی باعث بهبود در ظرفیت تحمل بار و روانکاری سیلیکون ها گردیده است؛ به طور مثال، روانکارهای فلوروسیلیکون برای کاربردهایی مانند پمپ و شیر تانک های سوخت و حلال که سطح فلز و روانکار در معرض حلال های هیدروکربنی قرار دارند، مناسب می باشند. برخی از گریس ها نیز از ترکیبات سیلیکونی ساخته شده است به خصوص این مواد در کاربردهایی مصرف دارند که دامنه گسترده ای از دما مورد انتظار باشد.

دیگر اشکال سیالات سیلیکونی، تأثیر مضر آن ها بر پوشش های تزئینی چسبنده سطح مانند رنگ ها می باشد. مشتقات آلکیل پلی سیلوکسان با ویژگی های منحصر به فرد خود می توانند در مکان هایی که لحیم کاری و رنگ شدگی انجام شده است، به کار روند.

تعدادی از سیالات سیلیکونی می توانند با سیالات سنتزی و آلی، جهت بهتر شدن خصوصیات عملکردی ترکیب شوند. یکی از محصولاتی که به بازار عرضه شده است، ترکیب دی استر - پلی سیلوکسان می باشد که به عنوان پایه صابون لیتیومی مورد استفاده قرار می گیرد. این محصول خصوصیات روانکاری را بالا می برد به علاوه اینکه به نسبت معادل پلی سیلوکسان قیمت پایین تری دارد.

سیالات سیلیکونی به طور گسترده به عنوان عامل رهاکننده در روغن های قالب مود استفاده قرار می گیرند. این سیالات به دلیل مقاومت در برابر دمای بالا، دود، بخار و همچنین مقدار کم مورد نیاز که قیمت بالای این مواد را جبران می کند، مورد استفاده قرار می گیرد. کاربردهای بیشتر این سیالات در جدول شماره ۴ آمده است:

تغییر چندانی نمی کند. دی متیل پلی سیلوکسان با گرانی ۴۰ تا ۱۰۰۰ سانتی استوک در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد مثال های رایجی از این دسته هستند.

سیالات با گرانی بالای ۱۰۰۰ سانتی استوک در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد، جریان شبه پلاستیکی از خود نشان می دهند. این بدین معناست که در نمودار گرانی بر حسب سرعت برشی، انحراف از خطی بودن رخ می دهد. در حقیقت با افزایش گرانی، انحراف بیشتر می شود.

در کل می توان گفت در سیالات سیلیکونی افت گرانی خیلی کمتر از سیالات آلی است و این سیالات، به گرانی اصلی خود بر می گردند به شرطی که در دمای پایین تر از ۳۱۶ درجه سانتی گراد باقی بمانند.

دامنه شرایط عملیاتی

به طور کلی سیلیکون ها در دماهای ۷۳- تا ۲۳۲ درجه سانتی گراد مورد استفاده قرار می گیرند. به طور خاص سیلیکون های اصلاح شده مانند کلروفنیل متیل سیلیکون ها در دمای ۳۱۵ درجه سانتی گراد عملکرد قابل قبولی دارند. دیگر سیلیکون های اصلاح شده نظیر متیل آلکیل ها به دلیل محدودیت های ذاتی پایداری اکسیداسیون نمی توانند دمای بالای ۳۵۰ فارنهایت را تحمل کنند. برای سیلیکون های با عملکرد بالا، (روان کنندگی بلبرینگ)، از «فاکتور سرعت» یا «فاکتور DN» (قطر بلبرینگ بر حسب میلی متر، سرعت چرخش بر حسب rpm) جهت اندازه گیری ظرفیت عملکردی سیلیکون ها و دیگر روان کننده های یاتاقان استفاده می گردد. پیشنهاد می شود که سیالات سیلیکونی که به عنوان روان کننده یاتاقان استفاده می شوند بین DN ۲۰۰,۰۰۰ و ۳۵۰,۰۰۰ بار کم تا متوسط استفاده شود. این پیشنهاد برای بیشتر گریس های سیلیکونی که جهت استفاده به عنوان ضد اصطکاک یاتاقان طراحی شده اند نیز صدق می کند. گریس های سیلیکونی به عنوان کالایی شناخته می شوند که عمر یاتاقان ها را در دامنه گسترده دمایی عملکرد، بالا می برد.

کلروفنیل متیل سیلوکسان و متیل آلکیل سیلوکسان ها با روانکارهای معمول کاملاً قابل قیاس هستند، به طوری که در شرایطی که احتمال تماس دو لایه آلومینیوم-آلومینیوم یا تماس فلزات غیر مشابه باهم وجود دارد، عملکرد سیالات سیلیکونی نسبت به روانکارهای سنتی بهتر می باشد. فرمولاسیون های خاص دیگر همانند متیل تری فلوروپروپیل و یا حتی گلایکول سیلیکون ها در شرایط خاص، خواص روانکاری مطلوبی از خود نشان می دهند.

سیالات سیلیکونی

Silicone Fluids

جدول شماره ۴

کاربردها	ویژگی‌ها	انواع سیلیکون‌ها
یاتاقان‌های پلاستیکی تجهیزات برش نخ‌های خیاطی روغن پایه جهت تولید سیالات هیدرولیک	شاخص گرانروی بالا پایداری هیدرولیتیکی کاهش دهنده کشش سطحی عملکرد عالی در دماهای بالا بهبود مقاومت در برابر اکسیداسیون	دی‌متیل سیلیکون
روغن پایه برای گریس‌ها سیالات هیدرولیک یاتاقان کمپرسور پمپ‌های خلأ	روانکاری خوب مقاومت در برابر مواد شیمیایی و حلال‌ها افزایش طول عمر یاتاقان عملکرد عالی در دماهای بالا توانایی تحمل فشارهای بالا	فلوروسیلیکون
روغن پایه برای گریس‌ها انتقال لرزش به لاستیک و پلاستیک سیالات هیدرولیک تولید نخ و فیبر	افزایش پایداری حرارتی پایداری خوب در دماهای بالا و پایین مقاومت عالی در برابر اشعه بهبود مقاومت در برابر اکسیداسیون	متیل فنیل سیلیکون
روغن پایه برای گریس‌ها ترکیب با فلزات سخت ریخته‌گری فلزکاری روغن‌های برش	توسعه ضخامت فیلم روانکاری تحت شرایط دینامیکی بیشترین سازگاری با مواد آلی عدم ایجاد آلودگی برای سطوح رنگ شده	متیل آلکیل سیلیکون
یاتاقان‌های مینیاتوری روغن پایه برای گریس‌ها ساعت سیستم‌های هیدرولیک پمپ خلأ	بهبود بسیار عالی روانکاری در دمای بالا کلر مواد شیمیایی را جهت واکنش با فلزات جهت تأثیرگذار بودن در روانکاری مرزی مهیا می‌کند. بهبود نقطه ریزش	کلروفنیل متیل سیلیکون

این سیالات یکی از معایب بزرگ این دسته از سیالات می‌باشد. جهت استفاده از سیالات سیلیکونی در کاربردهای مختلف و تصمیم‌گیری در این خصوص، مشورت با کارشناسان باسابقه این صنعت توصیه می‌گردد.

جمع بندی:
سیالات سیلیکونی دارای محدوده گسترده گرانروی هستند. با اضافه شدن شاخه‌های جانبی و مشتقات مختلف می‌توان خصوصیات این دسته از سیالات را بهبود داد. بالا بودن قیمت

- 1- Frederick kipping
- 2- Dow Corning
- 3- Patch testing
- 4- Viscosity – Temperature coefficient

مواد افزودنی تکفایر و پدیده استیک - اسلیپ

Tackifier additives/ Stick-Slip Phenomenon

محمد مهدی کریم | جانشین مدیر فنی هلدینگ

مقدمه

در حدی است که در عین اینکه در برابر شکسته شدن ناشی از تنش برشی مقاومت کافی دارند، قابلیت کویل شدن را در دمای پایین و باز شدن در دمای بالاتر دارند. پلیمرهایی با وزن ملکولی بین ۴۰۰,۰۰۰ و ۴,۰۰۰,۰۰۰ به عنوان تکفایر به کار می روند. اولین تکفایرهای سنتزی، پلی ایزوبوتن با وزن ملکولی ۱,۰۰۰,۰۰۰ تا ۲,۰۰۰,۰۰۰ بودند. در حال حاضر پلی ایزوبوتن و OCP به ترتیب با وزن ملکولی ۴,۰۰۰,۰۰۰ و ۵۰۰,۰۰۰ به این منظور مصرف می شوند.

کاربردها

روانکارهای صنعتی و خودروبی (روغن و گریس) در بسیاری موارد به ویژگی «چسبندگی به سطح» نیاز پیدا می کنند. برخی موارد مصرف این ماده افزودنی عبارتند از:

- گریس شاسی
- روغن زنجیر آره موتوری
- روغن مته نیوماتیکی
- ضد زنگ های روغنی
- روغن سیلندر و کمپرسور هوا
- روغن دنده
- روغن دستگاه ماشین کاری
- روغن های نساجی

آزمون های کارایی

یکی از مشکلات تکفایرها، آزمون کارایی آنها است. دلیل اصلی آن، دشواری مطالعه رفتار سیالات در شرایط کششی^۷ است (که با نام رئولوژی کششی^۸ - در مقابل رئولوژی برشی^۹ - شناخته می شود). به همین جهت، اغلب آزمون هایی که برای تکفایر به کار می روند، سلیقه ای و کیفی هستند. هر چند تلاش های زیادی برای کمی کردن این آزمون ها شده است، هنوز جای خود را در صنعت باز نکرده اند.

«فینگر تست» یا آزمون انگشتی که قدیمی ترین روش است، هنوز آسان ترین روش سنجش کیفی چسبندگی تکفایر است. گاهی از این روش می توان میزان پایداری برشی را نیز مقایسه کرد. چرا که ممکن است یک تکفایر پس از یک بار عبور از هموژنایزر، و نوعی دیگر پس از ۴ بار عبور، چسبندگی خود را از دست بدهد، که تفاوت کیفی آنها را به راحتی می توان از طریق فینگر تست تشخیص داد.

در فصلنامه های قبلی در مورد مواد افزودنی و انواع آن به طور مفصل توضیح داده شد و سعی گردید مواد افزودنی که برای مصرف کنندگان شناخته شده تر هستند مورد بررسی قرار گیرد، لیکن در این مقاله به دو عنوان جزئی تر می پردازیم. نقش حیاتی تکفایرها در روغن های نساجی و اهمیت کنترل پدیده چسبش و رهایی، خصوصاً در سیستم های کشویی و دنده های اتوماتیک برکسی پوشیده نیست. بر همین اساس تلاش کرده ایم این دو موضوع را نیز تا جای ممکن مورد بحث قرار دهیم تا زنجیره ی مقالات مرتبط با مواد افزودنی کامل تر شود.

بخش اول: تکفایر

تاریخچه

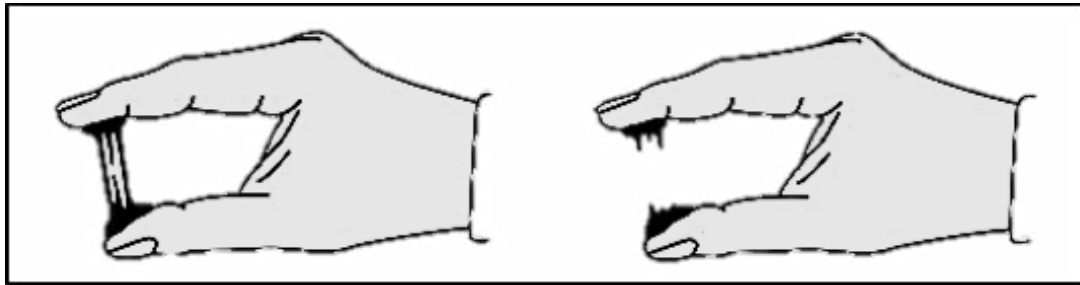
تکفایرها^۱ جزو اولین مواد افزودنی پلیمری هستند که در روانکارها مورد استفاده قرار گرفتند. در سال ۱۹۳۴ آقای ادوین کیمگارد^۲ از شرکت شل اختراعی را در زمینه گریس های چسبنده به کمک لاستیک طبیعی ثبت کرد. او نشان داد که اضافه کردن این ماده باعث به وجود آمدن یک رویه^۳ چسبنده بر روی سطوح روانکاری می شود. همچنین اضافه کردن آن به روانکار مانع چکه کردن ویا پرتاب شدن روغن می شود و بافت گریس را بهبود می دهد. در سال ۱۹۴۲ آقای جان زیمر^۴ و همکارش (از شرکت S.O.) نشان دادند که مخلوطی از پلیمرهای آکریلیک و پلی ایزوبوتن کارایی بهتری از لاستیک طبیعی دارد.

ماهیت تکفایر

تکفایرها از آن دسته مواد افزودنی هستند که از انحلال یک (یا چند) پلیمر در روغن پایه (معدنی یا استر) به دست می آیند. توضیح اینکه افزودنی هایی همچون پایین آورنده نقطه ریزش، متفرق کننده و ضد کف، شامل بخش فعال و بخش پلیمری با وزن ملکولی کمتر از ۱۰۰,۰۰۰ هستند که بخش پلیمری از یک طرف نقش فضا ساز^۵ یا پشتیبان را برای گروه های عاملی ایفا می کند، و از طرف دیگر ماده افزودنی را در روغن پایه انحلال پذیر می کند. پلیمرهای با وزن ملکولی بالاتر (بین ۱۰۰,۰۰۰ و ۲۵۰,۰۰۰) معمولاً به عنوان افزایش دهنده شاخص گرانیرو مصرف می شوند. اندازه زنجیر این پلیمرها

مواد افزودنی تکفایر و پدیده استیک-اسلیپ

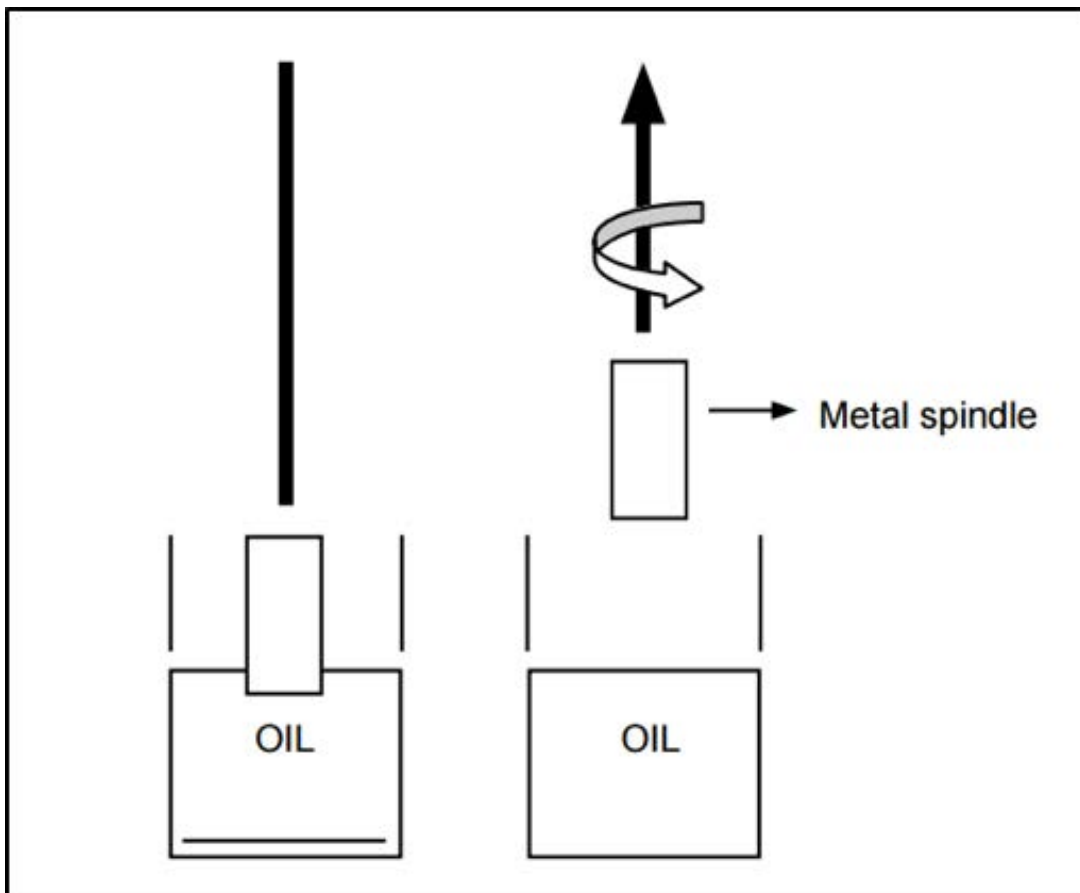
Tackifier additives/ Stick-Slip Phenomenon



شکل ۱- روش کیفی فینگر تست (آزمون انگشتی)

فرو کرده و آن را خارج می کنند. استوانه فلزی برای مدتی با سرعت نسبتاً بالایی می چرخد و در نهایت مقدار روغن باقیمانده بر روی استوانه را توزین می کنند. یکی از مزایای این روش این است که می توان آن را با ویسکومتر بروکفیلد نیز انجام داد.

شرکت ادابت^۱ روش نسبتاً خوبی را برای اندازه گیری کارایی تکفایر به کار می برد. در این روش، مقدار مشخصی از تکفایر را در روغن پایه حل کرده و آن را به دمای مشخصی (کمتر از ۶۰ درجه سانتی گراد) می رسانند. سپس یک استوانه فلزی را داخل مخلوط



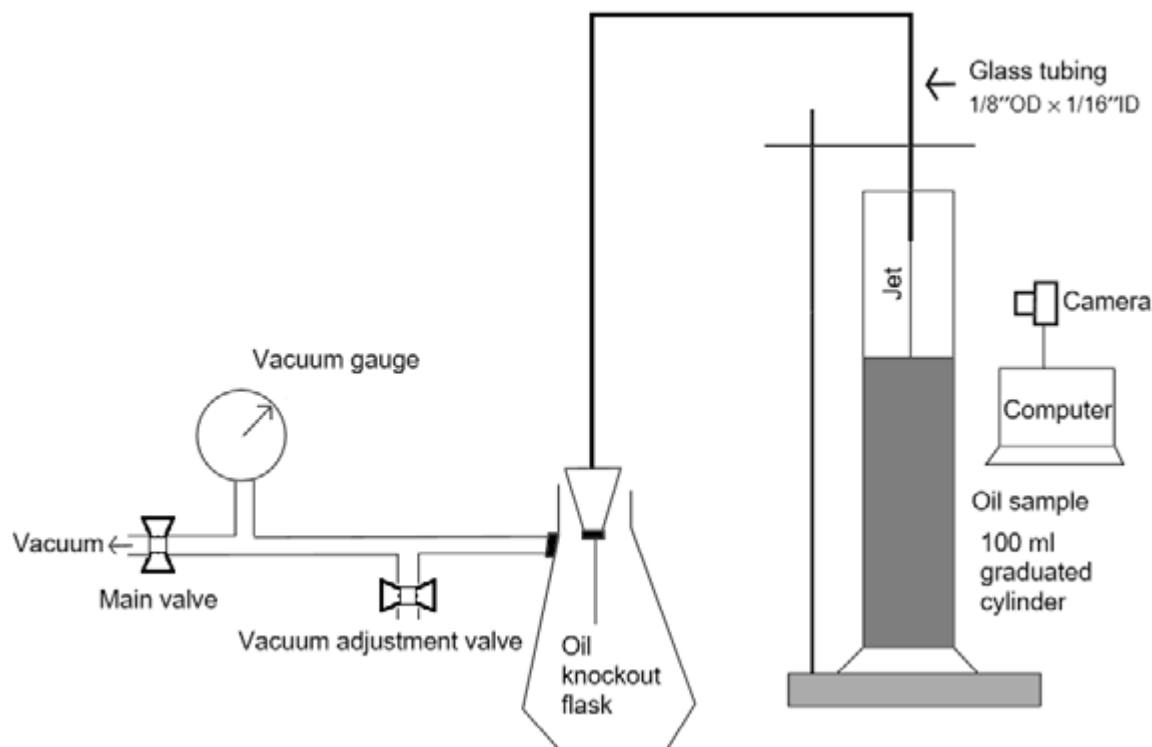
شکل ۲- روش آزمون شرکت ادابت

مواد افزودنی تکفایر و پدیده استیک-اسلیپ

Tackifier additives/ Stick-Slip Phenomenon

یک دوربین که به کامپیوتر متصل است، فاصله ای را که روغن می تواند خود را به لوله برساند و جریان را قطع نکند اندازه گیری می کند. اگر روغن هیچ خاصیت چسبندگی نداشته باشد، جریان بلافاصله قطع می شود، و اگر تکفایر مناسب در روغن وجود داشته باشد، لوله می تواند مسافت زیادی از سطح مایع فاصله گرفته و جریان همچنان برقرار باشد.

آقای جیانی آستاریتا و همکارش در سال ۱۹۶۹ روش سیفون بدون لوله^{۱۱} را برای اندازه گیری کمی کارایی تکفایر ارائه دادند و تئوری و مبانی ریاضی آن را در مقاله ای منتشر کردند. در این روش که دقت آن با بکارگیری کامپیوتر بالا رفته است، یک لوله با قطر کم را که به پمپ خلاء وصل است داخل روغن کرده و سپس لوله را با سرعت مشخص از مایع جدا می کنیم.



شکل ۳- روش آزمون سیفون بدون لوله

به مونومر (ایزوبوتن) تجزیه می شود. به همین دلیل از این نوع پلیمرها در دمای بالاتر از دمای حدی شان (مگر در مواردی که این ویژگی یک مزیت محسوب شود) نمی توان استفاده کرد. چرا که با تبخیر مونومرهای ایجاد شده، واکنش تجزیه شدن تا ناپدید شدن تمام پلیمر ادامه پیدا می کند. برای تکفایرهای از نوع پلی ایزوبوتن، دمای حدی معمولاً در محدوده ۹۰ درجه سانتی گراد قرار دارد. به این معنی که در دمای بالاتر، گرانیروی به تدریج افت کرده و چسبندگی نیز کاهش می یابد. در چنین شرایطی باید از تکفایرهای نوع OCP استفاده کرد.

پایداری حرارتی

همانطور که قبلاً در مقاله پلی ایزوبوتن گفته بودیم، یکی از ویژگی های این پلیمر، پایداری حرارتی کم و تجزیه آن به مونومرهای سازنده است. پلیمرهایی که زنجیره های جانبی کوتاهتری داشته باشند، از نظر حرارتی پایداری کمتری دارند. لذا استخلاف ۱،۱- که با دو پیوند جانبی به کربن زنجیره اصلی متصل است، ترکیب نسبتاً ناپایداری محسوب می شود. از همین رو پلی ایزوبوتن یک دمای حدی^{۱۲} دارد که پلیمر تا آن دما پایدار است. لذا اگر دما بالاتر رود، زنجیره پلیمر به راحتی می شکند و

مواد افزودنی تکفایر و پدیده استیک-اسلیپ

Tackifier additives/ Stick-Slip Phenomenon

دامنه گسترده‌ای از پدیده هاست: از ایجاد صدای دلخراش کشیده شدن ناخن بر روی تخته سیاه، صدای ناهنجار ریل قطار هنگام پیچیدن، تا زمین لرزه‌های کوچک و بزرگ. این پدیده تنها محدود به حرکت اجسام جامد و خشک مثل لنت ترمز نیست و در سطوح روانکاری شده نیز خود را نشان می‌دهد: دیفرانسیل وسایل نقلیه، جعبه دنده اتوماتیک، سیستم‌های رفت و برگشتی (کشویی)، ریل قطار، روغن تراکتور، و ... کنترل این پدیده در این سیستم‌ها به منظور کارکرد نرم، کاهش صدا و گشتاور مورد نیاز برای شروع به کار الزامیست.

شرح پدیده

دو سطح صاف را در نظر بگیرید که با هم تماس داشته، صفحه بالایی روی صفحه زیرین می‌لغزد و نسبت به هم حرکت رفت و برگشتی^{۱۵} دارند. صفحه بالایی وقتی به انتهای دو سر مسیر می‌رسد، برای آنکه تغییر مسیر داده و بازگردد، برای لحظه‌ای به‌طور کامل متوقف می‌شود. بنابراین چنین سیستمی شامل توقف و شروع به حرکت متناوب است. از آنجا که ضریب اصطکاک ایستایی از ضریب اصطکاک جنبشی بزرگتر است، شروع حرکت در دو سر مسیر به نیروی بیشتری نیاز خواهد داشت، و چون با اعمال نیروی کافی بر اصطکاک ایستایی غلبه کرده و اصطکاک جنبشی ظاهر می‌شود، نیروی لازم برای حرکت صفحه به‌طور ناگهانی کاهش می‌یابد. این افت ناگهانی نیروی اصطکاک، شبیه چسبیدن و رها شدن ناگهانی است. نمودار ۱ این پدیده را به خوبی توصیف می‌کند. در این نمودار μ_s و μ_d به ترتیب ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی هستند.

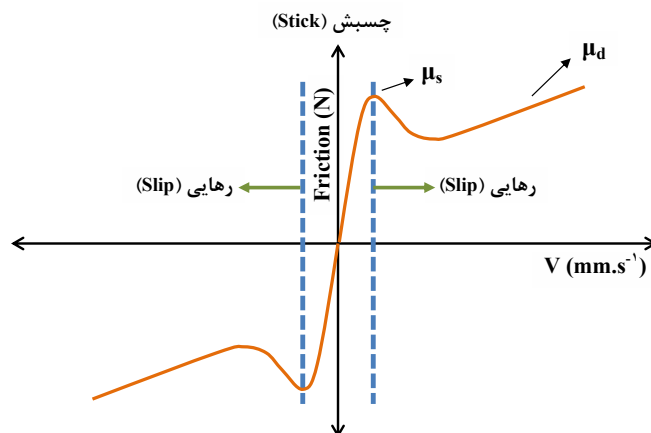
پایداری برشی

یک ملکول پلی‌ایزوبوتن را که وزن ملکولی‌اش ۲,۰۰۰,۰۰۰ است، در نظر بگیرید. این ملکول از حدود ۴۰ هزار مونومر تشکیل شده است. اگر طول هر مونومر را ۲/۵ آنگستروم در نظر بگیرید، طول هر پلیمر حدود ۱۰ میکرون (یک صدم میلیمتر) خواهد بود. این طول زنجیر برای یک روغن بسیار بلند است. کافی است در نظر بگیرید که تلورانس قطعات شیر کنترل و اندازه برخی صافی‌ها کمتر از این مقدار است. لذا چنین ملکولی که در معرض شکسته شدن ناشی از تنش‌های برشی ماکرو قرار دارد، در تنش‌های برشی میکرو (همچون سایش قطعات بر روی هم) به راحتی شکسته می‌شود. لذا در فرآیندهای تولید تکفایر، اختلاط با روغن نهایی و نهایتاً موارد مصرف، می‌بایست این نکته مهم را در نظر گرفت.

بخش دوم: پدیده چسبش و رهایی (استیک-اسلیپ)^{۱۳}

مقدمه

صدای آزار دهنده‌ای را که گاهی اوقات هنگام ترمز گرفتن از لنت بلند می‌شود به خاطر بیاورید. دلیل بلند شدن این صدای گوش‌خراش پدیده‌ای است به نام چسبش و رهایی. این پدیده را اولین بار آقایان بودن و لین در سال ۱۹۳۹ در آزمایشگاه شیمی فیزیک دانشگاه کمبریج مطالعه کردند و این نام (استیک-اسلیپ) را روی آن نهادند^{۱۴}. این پدیده که به دلیل اختلاف مقدار ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی رخ می‌دهد، علت به‌وجود آمدن



نمودار ۱ - تغییرات اصطکاک در پدیده چسبش و رهایی بر اساس مدل استریک

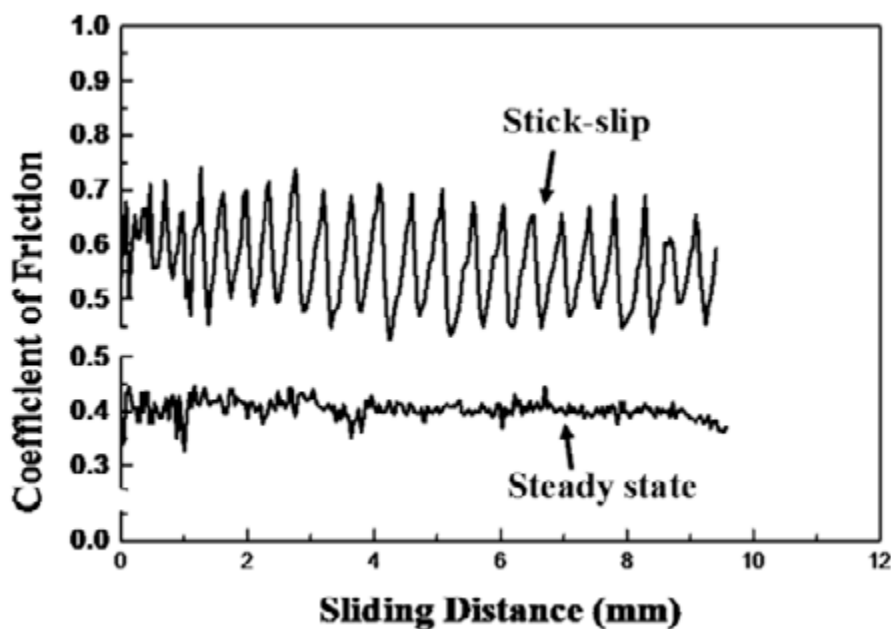
مواد افزودنی تکفایر و پدیده استیک-اسلیپ

Tackifier additives/ Stick-Slip Phenomenon

می شود که شاید بارزترین آن را بتوان در فرآیندهای ماشین کاری مشاهده کرد که مملو از حرکات کشویی است، و عدم حرکت نرم و دقیق بازوها منجر به از دست رفتن کیفیت قطعه می شود. همچنین این پدیده می تواند در جعبه دنده های اتوماتیک به شکل دیگری خود را نشان دهد. بروز چسبش و رهایی در انتقال قدرت از موتور به جعبه دنده، سبب ایجاد ضربه در زمان شروع به حرکت و یا تعویض دنده می شود که علاوه بر ایجاد آسیب به خودرو، موجب نارضایتی سرنشینان نیز می شود.

چسبش و رهایی در روانکار

هرچند هدف اصلی روانکارها در بسیاری از کاربردها کاهش اصطکاک است، ولیکن این مسأله برای برخی از سیستم ها اندکی پیچیده تر است. گاهی تفاوت ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی در سطوح روانکاری شده می تواند کارایی سیستم را با اشکال مواجه کند. برای مثال، برای آنکه سیستم های رفت و برگشتی عملکردی دقیق و نرم داشته باشند، باید تلاش کنیم تا جای ممکن پدیده چسبش و رهایی رخ ندهد. در غیر این صورت دقت فرآیند کم



نمودار ۲- تأثیر مواد افزودنی بهبود دهنده اصطکاک^{۱۶}

آزمون های کارایی

روش ها و تجهیزات متنوعی برای اندازه گیری ثابت اصطکاک ایستایی و جنبشی ارائه شده است. دو آزمون که بیشتر برای سطوح روانکاری شده به کار می رود، آزمون^{۱۹} MTM و^{۲۰} LVFA است. آزمون MTM می تواند اصطکاک را علاوه بر شرایط هیدرودینامیک در شرایط مخلوط نیز اندازه گیری کند. محدوده سرعت حرکت در این روش می تواند بین یک میلیمتر تا ۵ متر بر ثانیه باشد. آزمون LVFA که با استاندارد

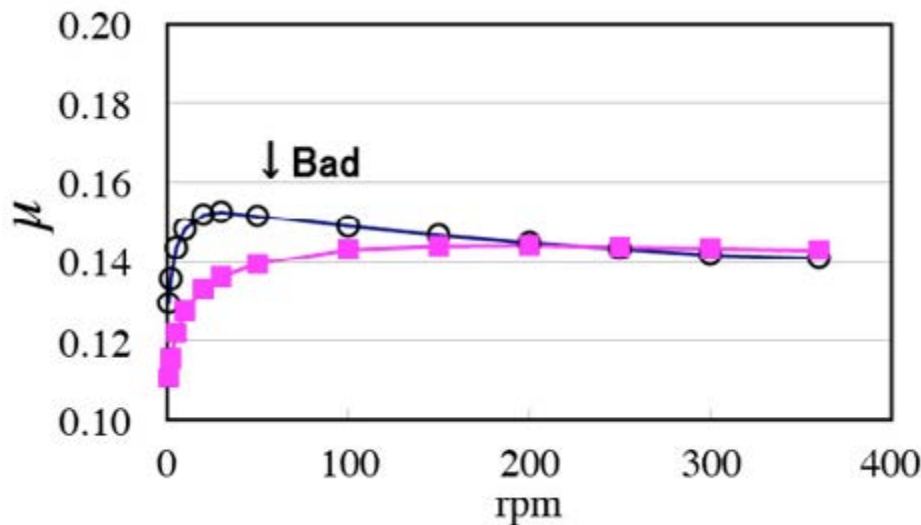
می توان گفت انگیزه اولیه تولید مواد افزودنی بهبود دهنده اصطکاک^{۱۷}، غلبه بر همین پدیده بوده است. همانطور که در شماره های قبل^{۱۸} توضیح داده شد، این افزودنی ها شرایطی را به وجود می آورند که طی آن کیفیت سطح فلز تغییر می کند. این کار از سه طریق صورت می گیرد: ۱- انجام واکنش با سطح فلز ۲- جذب بخش قطبی ماده افزودنی بر روی سطح فلز ۳- تشکیل موقت پلیمر تحت تأثیر بار و دمای ناشی از اصطکاک به صورت محلی.

مواد افزودنی تکفایر و پدیده استیک-اسلیپ

Tackifier additives/ Stick-Slip Phenomenon

نتایج آزمون دو ATF مختلف، یکی با بهبود دهنده اصطکاک مناسب و دیگری نامناسب را که به این روش به دست آمده نشان می‌دهد. در این نمودار مشاهده می‌کنیم که پدیده چسبش و رهایی باعث می‌شود انتقال قدرت در جعبه دنده‌های اتوماتیک به نرمی انجام نشود.

JASO M349 مطابقت دارد، به طور خاص ویژگی‌های اصطکاک روغن‌های کلاچ خیس^{۲۱} و ATF را ارزیابی می‌کند. سرعت دورانی در این آزمون می‌تواند از ۰/۵ تا ۵۰۰ دور بر دقیقه، و گشتاور آن از ۲۰ تا ۱۵۰ نیوتون متر و در بازه دمایی ۱۰- تا ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد تغییر کند. نمودار ۳ نمونه‌ای از



نمودار ۳- نتایج آزمون LVFA^{۲۲} برای دو ATF متفاوت

موادی همچون پاک‌کننده‌ها، متفرق‌کننده‌ها، آنتی‌اکسیدان‌ها و ... است، ولی نباید نقش چنین مواد افزودنی را در روانکاری نادیده گرفت و از اهمیت آن‌ها غافل شد. تا این مرحله از انتشار فصلنامه سعی کردیم که عمدتاً به معرفی مواد افزودنی و انواع روغن پایه بپردازیم. از این پس تلاش ما معطوف به ارائه اطلاعات تخصصی‌تر و جزئیات بیشتری در این زمینه خواهد بود.

جمع‌بندی

در این مقاله دو موضوع را بررسی کردیم. در بخش اول مواد افزودنی تکفایر را معرفی کرده و ویژگی‌های آن را تحلیل کردیم. در بخش دوم پدیده چسبش و رهایی و اثرات آن را توضیح داده، آزمون‌های مرتبط و راه مقابله با اثرات منفی آن را تا جای امکان تشریح کردیم. هر چند مصرف مواد افزودنی در این دو حوزه بسیار محدودتر از

- 1- Tackifier
- 2- Edwin N. Kiemgard
- 3- Tack
- 4- John Zimmer
- 5- Standard Oil
- 6- Spacer
- 7- Extensional Flow Behaviour
- 8- Extensional Rheology
- 9- Shear Rheology
- 10- ADDAPT Chemicals BV
- 11- Ductless Siphon
- 12- Ceiling Temperature
- 13- Stick-Slip

- 14- Bowden, F. P., L. Leben, "The nature of sliding and the analysis of friction.", Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences (1939): 371-391
- 15- Slideway motion
- 16- Menezes P., Tribology for Scientists and Engineers: From Basics to Advanced Concepts, pp. 47, 2013
- 17- Friction Modifiers
- 18- مینو اعتمادی، مواد افزودنی فشارپذیر، ضد سایش و بهبود دهنده اصطکاک، تابستان ۹۳-۹۳
- 19- Mini Traction Machine
- 20- Low-Velocity Friction Apparatus
- 21- Wet Clutch
- 22- <http://beckfluids.com/tool-box/atf-test-data/>

پیشگفتار

ماده جامدی که اصطکاک و سایش را بین سطوح متحرک کم کند و مانع از تماس سطوح با یکدیگر شود، روانکار جامد^۱ نامیده می‌شود. روانکارهای جامد اغلب در مناطقی که نیاز به روانکاری مرزی یا روانکاری ترکیبی وجود دارد به کمک سیستم می‌آیند. استفاده از روانکارهای جامد معمولاً در شرایط خاصی است که روانکارهای معمولی قادر به پاسخگویی نیستند. نظیر سیستم‌های با بار^۲ بالا، در سرعت‌های بسیار کم هیدرودینامیکی، در کاربردهای بحرانی که روانکار باید در یک محدوده دمایی وسیع یا تحت شرایط دمایی بسیار سخت قرار گیرد، برای مثال در صنایع هوایی و فضایی. از موارد دیگر استفاده از روانکار جامد می‌توان از راکتورهای هسته‌ای، کاربردهای خلاء، شرایط محیطی سخت و یا مواردی که استفاده از روانکار مایع و یا گریس موجب آلودگی گردد، نام برد.

تاریخچه

معمولاً تصور می‌شود استفاده از روانکارهای جامد، پدیده‌ای نسبتاً جدید است اما استفاده از آن‌ها در طول انقلاب صنعتی، در ماشین‌آلات سنگین و دارای حرکت آهسته ثبت شده است. در اولین اختراعات^۳ ثبت شده در سال ۱۸۱۲، استفاده از گرافیت، گوشت خوک، پیه گاو، پیه گوسفند و پیه نهنگ به‌عنوان روانکار مطرح شده است. نخستین پژوهش فنی در سال ۱۸۲۹ توسط رنی^۴ صورت گرفت که ضریب اصطکاک برخی مواد جامد را به‌عنوان روانکار اندازه گرفت. در قرن نوزدهم میلادی محدوده وسیعی از روانکارهای جامد در کاربردهای فلزکاری مورد استفاده قرار گرفت.

موارد استفاده از روانکار جامد

* وجود بار بیش از حد

* شرایط دمایی سخت (دماهای پایین که روانکار مایع عملکرد خود را از دست می‌دهد و دماهای بالای ۴۰۰ درجه سانتیگراد که روغن‌ها و گریس‌ها از بین می‌روند) و شرایطی که روانکار باید در گستره وسیعی از دما عمل روانکاری را انجام دهد

* سرعت‌های پایین حرکت سطوح در تماس با یکدیگر

- * مواردی که علاوه بر روانکاری نیاز به هدایت الکتریکی نیز وجود دارد (مانند دینام‌ها)
- * سیتی که در آن نیاز به روانکاری چوب یا شیشه وجود دارد
- * صنایعی که استفاده از روغن و گریس موجب آلودگی محیط می‌شود (مانند صنایع غذایی)
- * سیستم‌هایی که روغن و گریس شسته می‌شود و از بین می‌رود (مانند پروانه کشتی)
- * روانکاری در شرایط خلاء
- * محل‌هایی که تابش رادیواکتیو وجود دارد
- * جایی که طراحی ساده سیستم روانکاری مدنظر است (سیستم روغن کاری به دلیل نیاز به مخزن، پمپ و تجهیزات وابسته، نیاز به حجم نسبتاً بالایی دارد)
- * مواقعی که لازم است سیستم روانکاری در برابر اسید و بازهای قوی مقاومت نشان دهد (مانند کارخانه‌های تولید اسید یا باز)

انواع روانکار جامد

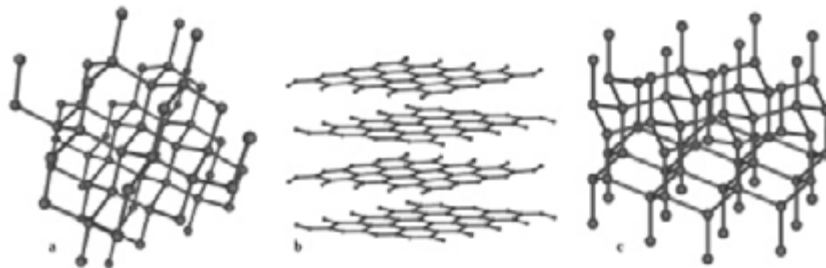
هر ماده جامدی که اصطکاک و یا سایش سطوح در تماس با یکدیگر را در حرکت نسبی، کاهش دهد به‌عنوان روانکار جامد دسته‌بندی می‌شود. براساس این تعریف، گستره وسیعی از مواد و پوشش‌ها به‌عنوان روانکار جامد در نظر گرفته می‌شود. روش‌های متفاوتی برای دسته‌بندی این مواد وجود دارد که بر مبنای یک دسته‌بندی قراردادی اما مفید، می‌توان این مواد را به‌صورت زیر دسته‌بندی نمود:

- * روانکارهای معدنی با ساختار لایه‌ای
- * فلزات نرم
- * روانکارهای آلی با ساختار زنجیری از مولکول‌های پلیمری
- * صابون‌ها

تمام این مواد با هدف ایجاد یک فیلم چسبنده ماندگار نرم یا سفت، روی سطوح، مورد استفاده قرار می‌گیرند. این فیلم با یک فرآیند فیزیکی، شیمیایی، الکتروشیمیایی و یا مکانیکی به‌کار گرفته می‌شود. برای مثال فروردن^۵، غوطه‌وری^۶، الکترولیز، الکتروفورز، اسپری کردن، آبکاری، جوشکاری، پخت^۷ و آبکاری یونی در خلا

هستند. این نیروی ضعیف به صفحات اجازه می‌دهد که به آسانی روی یکدیگر سر بخورند و همین موضوع باعث به وجود آمدن خاصیت روانکاری در این مواد می‌شود. بیشترین روانکار مورد استفاده در این دسته، گرافیت و مولیبدن دی سولفید است. سولفید و هالیدهای برخی عناصر نیز در این دسته قرار می‌گیرند.

*** دسته اول: روانکارهای جامد با ساختار لایه‌ای^۸**
شبکه کریستالی این مواد ساختار لایه‌ای دارند. در هر صفحه حلقه‌هایی وجود دارد که صفحات موازی را شکل داده‌اند. در هر صفحه، هر اتم، پیوندی قوی با سایر اتم‌ها دارد اما صفحات با نیروی ضعیف واندروالسی به هم متصل



شکل ۱: روانکار جامد با ساختار لایه‌ای

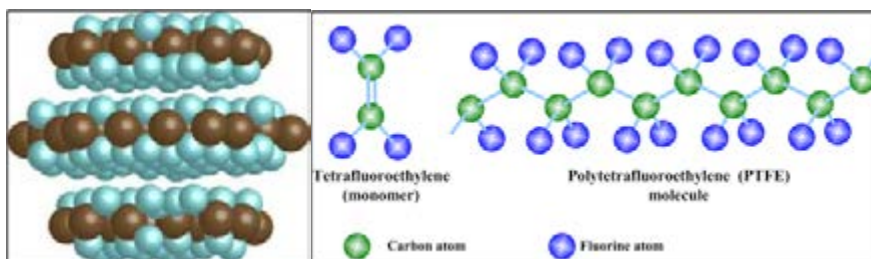
*** دسته سوم: روانکارهای آلی با ساختار زنجیری از**

مولکول‌های پلیمری

ساختار مولکولی این مواد متشکل از مولکول‌های بلند-زنجیر موازی با یکدیگر است. قدرت پیوند بین مولکول‌ها در این ساختار ضعیف است و بنابراین مولکول‌ها حتی در تنش‌های برشی پایین هم می‌توانند روی یکدیگر سر بخورند. پلی‌تترافلورواتیلن^{۱۳} (PTFE) با نام تجاری تفلون و پلی‌کلروفلورواتیلن^{۱۴} مثال‌های شناخته شده‌ای از این مواد هستند. این مواد خصوصیات لغزشی خوبی را فراهم می‌کنند. تفلون رطوبت را جذب نمی‌کند و تا دماهای کمتر از ۲۶۰ درجه سانتیگراد در برابر اسید، باز و حلال‌های رایج در صنعت، پایدار است.

*** دسته دوم: فلزات نرم**

مقاومت برشی پایین و شکل‌پذیری برخی فلزات به آن‌ها خاصیت روانکاری می‌بخشد. سرب، قلع، بیسموت، ایندیم، کادمیم و نقره این خاصیت را دارا هستند. این فلزات به صورت خالص و یا آلیاژ به عنوان روانکار مورد استفاده قرار می‌گیرند. پوشش‌های روانکار فلز نرم با استفاده از روش‌هایی مانند آبکاری^۹ و یا پاشش حرارتی^{۱۰} روی سطح مورد نظر قرار می‌گیرند. کامپوزیت‌هایی که دارای روانکار فلز نرم هستند، با روش‌هایی مانند ریخته‌گری^{۱۱} و یا پخت^{۱۲}، آماده‌سازی می‌شوند. فلزات نرم به‌طور گسترده به عنوان روانکار جامد در یاتاقان‌های موتور استفاده می‌شود.



شکل ۲: روانکار با ساختار زنجیری - پلی‌تترافلورواتیلن (تفلون)

جدا شدن مقاومت می‌کنند. این مواد ضرایب اصطکاک پایینی را بدست می‌دهند، اما به‌صورت کلی در دماهای بالاتر از نقطه ذوب خود و یا فشارهای بالا، نمی‌توانند استفاده شوند.

در جدول شماره ۱ برخی ویژگیهای اصلی سه روانکار جامد که بیشترین استفاده را دارد، مقایسه شده است.

* دسته چهارم: صابون‌ها

صابون‌ها متشکل از نمک‌های فلزی فوق اشباع و غیر اشباع اسیدهای چرب و رزین اسیدها هستند. موثرترین نوع آن‌ها، ترکیبات قطبی با گروه‌های فعال در یک زنجیره بلند مولکولی هستند. گروه‌های فعال به سطحی که نیاز به روانکاری دارد متصل می‌شوند و در مقابل

Conditions	Graphite	MoS ₂	PTFE
Maximum Service Temperature, °C	426	343	260
Load-carrying Capacity, psi ²	80,000 Good	400,000 Best	5,000 Bad
Moisture Effect	Desirable	Harmful	None
Lubrication Mechanism	Slippage between particles	Shearing of molecular bonds	Polymer alters orientation
Acid Resistance	some	Some, cannot tolerate hydrochloric acid, nitric acid, fluorine, chlorine, pure oxygen	Inert
Vacuum	No	Best	Yes

جدول شماره ۱-مقایسه ویژگی‌های روانکارهای جامد رایج

لایه داشته و از قرار گرفتن ۶ اتم کربن به صورت ۶ ضلعی منتظم پدید آمده است. در این ساختار، هر اتم کربن با ۳ اتم کربن دیگر پیوند دارد. این اتم‌ها با پیوند کوالانسی به هم متصل‌اند و نمی‌توانند با کربنی خارج از این لایه پیوند کوالانسی تشکیل دهند، بنابراین یک لایه گرافیت از طریق پیوند واندروالسی -که پیوند ضعیفی است- به لایه‌های زیرین متصل است. این خاصیت سبب می‌شود لایه‌های گرافیت به راحتی به روی هم بلغزند. به همین دلیل از این ترکیب برای روانکاری استفاده می‌شود.

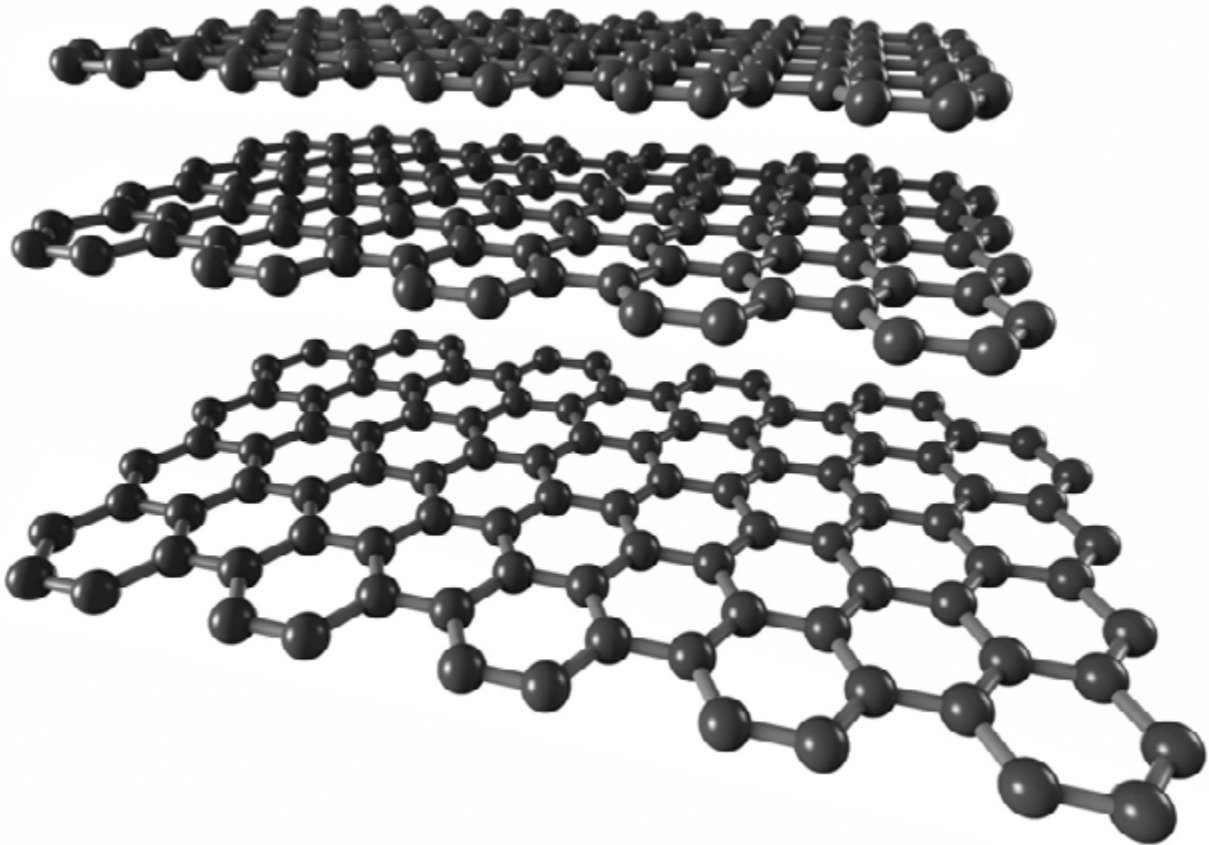
ویژگی‌های روانکار جامد

ساختار کریستالی لایه‌ای

ساختار کریستالی لایه‌ای باعث می‌شود تا لایه‌های ماده موردنظر روی هم لغزیده و شرایط را برای روانکاری مناسب فراهم کنند. دو ماده بسیار مهم در روانکاری جامد، گرافیت و مولیبدن دی‌سولفید هستند.

گرافیت

گرافیت یکی از دگرشکلی‌های ^{۱۵} کربن است که ساختار لایه-

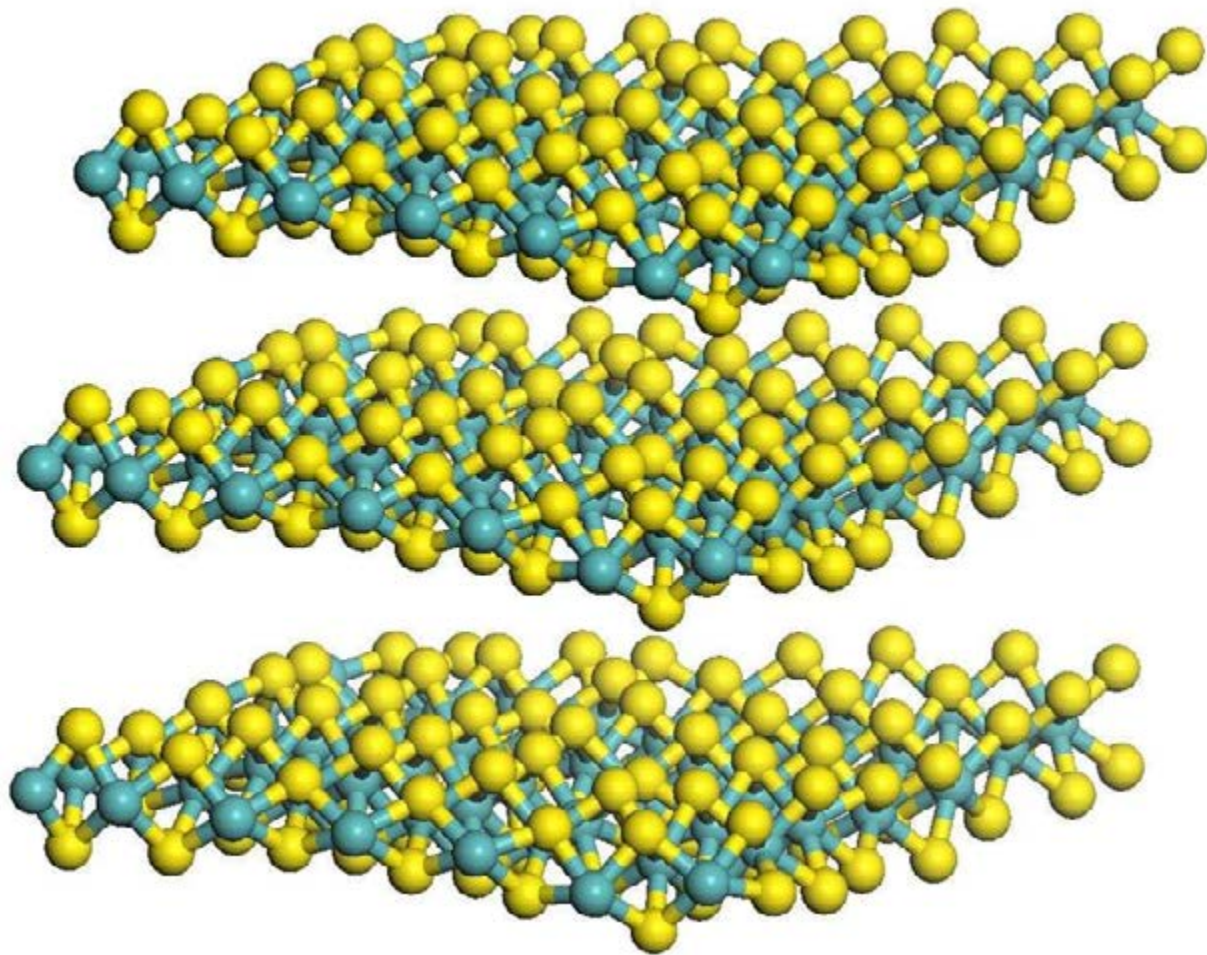


شکل ۳: ساختار لایه‌ای گرافیت

خلا این ماده در ۱۱۰۰ درجه به مولیبدن و سولفور تجزیه می‌شود. این ماده به صورت خالص، نیمه‌هادی و دیامغناطیس است. خواص روانکاری مولیبدن دی سولفید بر مبنای ساختار کریستالی آن است. نیروی ضعیف وان در والسی بین لایه‌های سولفور، حرکت آسان صفحات بر روی یکدیگر را ممکن می‌سازد که سبب کاهش اصطکاک بین صفحات در حال حرکت می‌گردد. از طرفی، پیوند قوی بین مولیبدن و سولفور در یک صفحه، سبب قدرت بالای لایه‌ها برای تحمل و عدم تورفتگی سطوح در یکدیگر می‌شود.

مولیبدن دی سولفید

شبکه مولیبدن دی سولفید ساختار شش وجهی با تقارن تری‌گونال^{۱۶} دارد. هر اتم مولیبدن توسط یک منشور سه‌وجهی از اتم‌های سولفور احاطه شده است. مولیبدن دی سولفید از لحاظ شیمیایی بسیار پایدار است. این ماده که در حضور اغلب اسیدها، مقاومت نشان می‌دهد و در مقابل پرتوهای رادیواکتیو حساسیت نشان نمی‌دهد، در دمای بالای ۴۰۰ درجه سانتیگراد با سرعت بالایی شروع به اکسید شدن می‌کند. در حضور رطوبت این دما به ۳۵۰ درجه کاهش می‌یابد. در شرایط



شکل ۴: ساختار مولیبدن دی سولفید

دی سولفید و تبدیل آن به مولیبدن تری سولفید در دمای بالای ۴۰۰ درجه سانتیگراد اتفاق می‌افتد و روی خصوصیات روانکاری و چسبندگی مولیبدن دی سولفید روی سطح فلز، تأثیر می‌گذارد. در صورتی که از اکسیداسیون جلوگیری شود، مولیبدن دی سولفید می‌تواند خصوصیات روانکاری خود را تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد حفظ کند. مونواکسید سرب تا ۷۰۰ درجه سانتیگراد به‌عنوان یک روانکار عالی عمل می‌کند. فتالوسیانین^{۱۷} بدون فلز تا دمای ۹۰۰-۸۰۰ درجه سانتیگراد به‌عنوان یک روانکار بسیار موثر به‌شمار می‌آید.

پایداری حرارتی

در مواردی که لازم است از تجزیه شیمیایی روانکار جامد جلوگیری شود، پایداری حرارتی روانکار جامد اهمیت بالایی دارد. این موضوع خصوصاً در حضور اکسیژن، دی‌اکسید کربن و یا محیط‌هایی که آب در آن‌ها موجود است، اهمیت بیشتری می‌یابد. گرافیت در دمای بالای ۴۵۰ درجه سانتیگراد، بدون هیچ باقیمانده‌ای به کربن دی‌اکسید تغییر فرم می‌دهد. مولیبدن دی سولفید در ۲۰ درجه سانتیگراد در حضور اکسیژن خالص مورد حمله اکسیژن واقع می‌شود اما در هوا، اکسیداسیون مولیبدن

نقطه ذوب

نقطه ذوب یک روانکار جامد باید در حدی باشد که دماهای موجود در سیستم روانکاری باعث ذوب شدن روانکار جامد نشود. نقطه ذوب را می‌توان به عنوان جنبه فیزیکی پایداری دمایی در نظر گرفت. اگر در نتیجه افزایش دما، ارتعاشات الاستیک در یک کریستال به قدری شدید شود که اجزای دو کامپوننت با فاصله‌ای بیشتر از فاصله بحرانی از یکدیگر جدا شوند، شبکه فرو می‌ریزد. چرا که تنش‌هایی که اعمال می‌شود قادر به از هم گسستن شبکه است. تحت این شرایط ناپایدار، کریستال ذوب شده و انرژی کریستال که عامل قدرت مکانیکی آن است، نابود می‌شود.

هدایت گرمایی

اصطکاک گرمایی که از مالش سطح مواد بر روی یکدیگر ایجاد می‌شود، به روانکار جامد انتقال می‌یابد. بنابراین روانکار باید به سرعت گرما را پراکنده سازد و در غیر اینصورت به‌رغم

حضور جامد، جوش خوردن منطقه‌ای اتفاق می‌افتد.

پایداری در برابر اکسید شدن

روانکار جامد باید در گستره دمایی که مورد استفاده قرار می‌گیرد در برابر اکسید شدن از خود مقاومت نشان دهد.

جمع‌بندی

روانکاری جامد نسبت به روانکاری مایع از جنبه‌های مختلف، کاملاً متفاوت است. تولید این دسته از روانکارها، نیازمند اطلاعات دقیق در خصوص سیستمی است که نیاز به روانکاری دارد. اطلاعاتی نظیر سیستم تریبولوژیک مورد نیاز شامل میزان سایش و اصطکاک و واکنش‌های متقابل بین عناصر موجود در سیستم، به‌همین منظور علاوه بر شناخت کافی از سیستم، لازم است تا قبل از هرگونه اقدام اطلاعات کافی توسط سازنده سیستم، ارائه شده باشد.

- 1- Solid Lubricants
- 2- Load
- 3- Patent
- 4- Rennie
- 5- Dipping
- 6- Immersion
- 7- Baking
- 8- Lamellar Structure
- 9- Electroplating
- 10- Thermal Spraying
- 11- Casting
- 12- sintering
- 13- Polytetrafluoroethylene
- 14- Polychlorofluoroethylene
- 15- Allotrope
- 16- Trigonal
- 17- Phthalocyanine

امسال برای نخستین بار روز اول سمینار به ایران اختصاص داشت و گردهمایی مربوط به ایران برگزار شد که در آن ۵ سخنران ایرانی مقالات خود را ارائه نمودند و موضوعات مربوط به شرایط ایران پس از برجام مورد توجه شرکت کنندگان از سراسر دنیا قرار گرفت.

شرکت افزون روان در این سمینار با بیش از ۴۰ شرکت در این سمینار ملاقات و گفتگو نمود و در این بین با بسیاری از شرکت‌های مطرح، به نتایج مناسبی در راستای برقراری همکاری‌های تجاری دست یافت.

روز پایانی این سمینار، اعضای تیم شرکت افزون روان در همایشی جداگانه و ضیافت شامی که به دعوت شرکت Infineum ترتیب داده شده بود حاضر شدند و به مشارکت مناسبی در این گردهمایی دست یافتند.

۱- شرکت افزون روان در سیزدهمین کنفرانس ICIS
شرکت افزون روان در سیزدهمین کنفرانس ICIS که در تاریخ ۱۰ الی ۱۲ اکتبر ۲۰۱۶ در هتل Intercontinental شهر دبی، کشور امارات برگزار شد، به عنوان یکی از اسپانسرهای برگزار کننده این همایش شرکت نمود و در کنار آن به منظور برقراری ارتباط بهتر و تأثیرگذارتر با تأمین کنندگان و تولیدکنندگان روغن پایه و بسته‌های افزودنی، مدیران و کارشناسان این شرکت، در غرفه برپا شده، پاسخگوی مراجعه کنندگان و علاقه مندان بودند.
حضور همکاری از بخش‌های مختلف بازرگانی، بازاریابی و فروش و تحقیق و توسعه مانند سال گذشته قابل ملاحظه بوده و افزون روان را از سایر شرکت‌های دارای غرفه، برتر و متمایز نموده بود.
تعداد شرکت کنندگان در این سمینار بالغ بر ۳۲۵ نفر بود که از سازمان‌ها، شرکت‌ها و مؤسسات مختلف از سراسر دنیا حضور بهم رسانده بودند.



دسته از موتورسیکلت‌هایی که از یک روغن یکسان، هم برای روانکاری موتور و هم سیستم انتقال و کلاچ مرطوب استفاده می‌شود، به هیچ عنوان مناسب نمی‌باشد، زیرا حضور این مواد منجر به بروز مشکلاتی از قبیل سرخوردگی کلاچ و پیتینگ دنده می‌شود.

۲- محدودیت‌های استفاده از افزودنی بهبود دهنده اصطکاک در موتورسیکلت‌ها با تأییدیه JASO
به منظور بهینه‌سازی مصرف سوخت، در فرمولاسیون روغن‌موتور خودروهای مدرن، مواد افزودنی بهبوددهنده اصطکاک به کار می‌رود. در حالی که این افزودنی برای آن

توسط جامعه مهندسين خودرو در ژاپن (JSAE) پایه گذاري شده است. اين استاندارد جهت محافظت كافي از قطعات موتورسيكلت و بهينه سازي مصرف سوخت و همچنين با در نظر گرفتن نگراني هاي مطرح شده در راستاي رفع آن، در سيستم هاي كلاچ مرطوب طراحي شده است. در اين گواهي كه به تازگي در ماه اكتوبر ۲۰۱۶ تجديد نظر شد، درصد استفاده از بهبوددهنده اصطكاك به گونه اي بهينه شده است كه منجر به افزايش مصرف سوخت و بروز مشكلات ذكر شده در سيستم هاي كلاچ مرطوب نمي شود. گفتني است، آزمون پيiting دنده يك آزمون الزامي براي دريافت اين استاندارد مي باشد.

منبع: www.infineuminsight.com

سازمان استاندارد خودروي ژاپني (JASO)، سطوح كارايي MA/MA1/MA2 و MB را به منظور تمايز بين روغن هاي موتور با بهبوددهنده اصطكاك و بدون بهبوددهنده معرفي مي كند. JASO MA/MA1/MA2 استاندارد ي ژاپني است كه مي تواند در موتور موتورسيكلت هاي چهارزمانه با يك روغن يكسان براي موتور، جعبه دنده و سيستم كلاچ مرطوب، مورد استفاده قرار گيرد. در نتيجه روانكار مشترك ي كه اين سطح كارايي را تأمين مي نمايد، بدون بهبوددهنده اصطكاك است. درحالي كه روغن هاي با سطح كارايي MB، به دليل تمايز روانكار مصرفي در موتور با دنده و كلاچ، حاوي مواد افزودني بهبوددهنده اصطكاك هستند و در نتيجه در بين روغن هاي موتورسيكلت چهارزمانه، كمترين ميزان اصطكاك را سبب خواهند شد.

براي رفع مشكل سرخوردگي كلاچ و پيiting هاي دنده در JASO T903 استاندارد JASO MA/MA1/MA2 تأييد شده است.



- زمینه تولید روغن پایه های ایران: چشم اندازهای حال و آینده شامل بهبود امکانات تولید در ایران (پروژه های اخیر و فرصت های سرمایه گذاری)، سرمایه گذاری روی روغن پایه های گروه II و III به دلیل افزایش تقاضا برای روانکارهای با کیفیت
- تجارت در ایران شامل موقعیت اخیر با رفع تحریم های تجاری و مالی، فرصت هایی برای شرکت های بین المللی در ایران
- چشم انداز روانکارهای نهایی و جهشی در تقاضای آن شامل کانال های توزیع روانکار، نیازها و چالش های بازار اخیر
- معامله روغن پایه و روانکار با ایران: حمل و نقل و چالش های بانکداری شامل کانال های توزیع منطقه ای و زنجیره ی تأمین، چالش های کشتیرانی در ایران

همچنین دو دوره آموزشی نیز با عناوین: اصول تجارت و کیفیت روغن پایه ها و کیفیت روغن پایه ها و سودآوری جهانی در این همایش برگزار شد.

۳- بیست و یکمین کنفرانس جهانی روغن پایه و روانکارها در تاریخ ۱۷ - ۱۵ فوریه سال جاری در لندن برگزار گردید.

امسال دو سمینار در خصوص دو بازار کلیدی جهان ارائه شد. ۱. سمینار روغن پایه و روانکارهای ایران ۲. بازارهای اروپای شرقی و مرکزی، روسیه و کشورهای مستقل مشترک المنافع مانند آذربایجان، ارمنستان، ترکمنستان و ... آقایان مجید صفدری از ویستا انرژی و سروش تاج بخش از نفت سپاهان، از سخنرانان سمینار روغن پایه و روانکارهای ایران بودند.

محورهای اصلی سخنرانی نیز به این ترتیب بود:

- چشم انداز اقتصادی: بازگشت دوباره ایران به بازار روغن پایه و محصولات پتروشیمی در یک محیط پرنوسان، نامطمئن، پیچیده و مبهم شامل مروری بر چشم انداز اقتصادی و شرایط سرمایه گذاری در ایران



دیگر LSPI نامیده می شود پدیده جدیدی نیست اما همان طور که توضیح داده شد، شرایط ویژه طراحی موتورهای جدید به ویژه در موتورهای کوچک توربو شارژ بنزینی با تزریق مستقیم؛ آن را به صورت یک پدیده حاد و قابل اعتنا تبدیل نموده است.

- نوع روانکار و سوخت مصرفی به پیچیدگی تأثیر این پدیده می افزاید؛ بنابراین جهت پیش بینی این تأثیرات و کنترل و ارزیابی آنها آزمونی بنام LSPI Test در سطح کارائی جدید ILSAC GF-6 تعریف شده است.

۴- طراحی آزمون جدید برای موتورهای جدید

- تلاش در راستای کاهش حجم موتورها توسط OEM ها به منظور کاهش مصرف سوخت و انتشار گازهای گلخانه ای و هم زمان حفظ قدرت خروجی موتورها که منجر به ایجاد پدیده ای بنام پیش احتراق در سرعت کم می شود در نهایت منجر به وارد آوردن ضربات نابهنگام به قطعات مختلف موتور بویژه پیستون ها و رینگ های پیستون و تسمه ها می گردد.
- این پدیده که به نام Low Speed-Pre Ignition و به عبارت

• یک موتور فورد توسعه یافته است.
 • طراحی نهایی این آزمون تقریباً به اتمام رسیده است و همزمان با اعلام رسمی سطح کارایی ILSAC GF-6؛ انتظار می رود در آوریل ۲۰۱۸ عملیاتی گردد.

• طراحی این آزمون از طریق اندازه گیری میزان فشار و ضربه های ناشی از احتراق پیش هنگام بر روی یک موتور جنرال موتورز با دور ۲۵۰۰ و ارزیابی اطلاعات آماری از نتایج حاصله، صورت پذیرفت و در ادامه، این ارزیابی با استفاده از



تخریب شدید پیستون در اثر LSPI

پیش بینی های در نظر گرفته شده در ۱۰ سال آینده هزینه شارژ مجدد این باتری ها بیش از استخراج آن از معادن می باشد. این مورد منجر به افزایش قیمت روز افزون لیتیم در بازار شده است تا جایی که در طول دوره ۵ ماهه قیمت لیتیم ۵ برابر افزایش یافته است. به گفته Dicken، ریاست سازمان تولیدکنندگان گریس های اروپا، گریس های کلسیمی و پلی اوره جایگزین های مناسبی برای گریس های لیتیمی می باشند. گفتنی است تقاضا جهت دستیابی به این ماده ارزشمند در ۳-۵ سال آینده همچنان ادامه دارد.

منبع: Lubes'n'Greases Magazine – August 2016
<http://viewer.zmags.com/publication/075aab28#/075aab28/34>

۵- افزایش قیمت لیتیم، تولیدکنندگان گریس را تحت فشار قرار می دهد

سیر تکاملی در تولید ماشین های برقی منجر به حرکت صنعت خودرو از تولید اتومبیل هایی با سوخت های حاصل از نفت به سمت اتومبیل هایی با منبع قدرت باتری یون-لیتیمی شده است. به منظور بهبود کیفیت هوا و کاهش آلودگی آن، تقاضای تولیدکنندگان اتومبیل های برقی مانند Tesla و دیگر تولیدکنندگان چین و آمریکا و اروپا در کلان شهرها در ۶ ماه اخیر برای باتری های لیتیمی به شدت زیاد شده است. تقاضای بالای لیتیم برای تولیدکنندگان باتری باعث شده است که تأمین کنندگان در صد تغییر نوع گریس های مرسوم برآیند. این در حالی است که منابع لیتیمی محدود می باشند و همچنین به طور صنعتی امکان تجدید پذیری باتری های لیتیمی وجود ندارد. با توجه به



۶- ایجاد امکانات جدید جهت تأمین مداوم روغن پایه گروه III در ایران

مشتریان، با انتخاب یک مکان استراتژیک اقدام به تأسیس پایانه ذخیره‌سازی روغن پایه گروه III، در بندر شهید رجایی نموده است. در حال حاضر نیز امکان تأمین روغن پایه بصورت بالک را برای مشتریان فراهم نموده است. امید است این اقدام که با هدف تأمین مداوم، سریع و اقتصادی روغن های پایه گروه III در سطح کشور صورت گرفته است گام مؤثری در جهت افزایش کیفیت محصولات تولید داخل کشور مطابق با آخرین سطوح کیفیت جهانی باشد.

با سختگیرانه تر شدن مشخصات روانکارها، نیاز به روغن های پایه با کیفیت افزایش یافته است بنابراین تولیدکنندگان روانکار به دنبال راه حل هایی برای کاهش پیچیدگی های زنجیره تأمین مواد هستند. شرکت افزون روان نماینده انحصاری شرکت پتروناس، با آگاهی از این نیاز و در راستای خط مشی افزایش رضایت



معرفی محصولات

PRODUCT INTRODUCTION

Hybase C-402

عدد بازی کل روانکارها و همچنین محافظت بهتر قطعات در برابر زنگ زدگی قابل استفاده در انواع روغن های موتور دریایی، لوکوموتیو و نیروگاهی.

مزایا: سازگاری عالی با انواع مختلف روغن پایه و بسته های افزودنی، بسته بندی مناسب

نوع محصول: پاک کننده فوق قلیایی و افزایش دهنده عدد بازی کل

کاربرد: مناسب جهت ایجاد خاصیت پاک کنندگی و افزایش

Synton® PAO 40 & 100

همچنین تنظیم کننده گرانشی در روغن های Food grade.

مزایا: گرانشی های مناسب جهت تولید روغن های صنعتی ویژه، قابلیت تأمین مستمر، امکان استفاده در تولید روغن موتور. به دلیل شاخص گرانشی بسیار بالا در مواقع استفاده در روغن های چند درجه ای؛ در کاهش مصرف میزان پلیمرهای بالابرنده شاخص گرانشی مؤثر می باشد.

نوع محصول: روغن پایه سنتزی از نوع PAO

کاربرد: بالا برنده گرانشی؛ مناسب جهت تولید انواع روانکارها شامل روغن های موتور، دنده، کمپرسور، توربین و گریس و

NAUGALUBE® 750

روانکارها شامل انواع روغن موتور بنزینی و دیزلی، روغن های دنده دستی و اتوماتیک، روغن های صنعتی و گریس.

مزایا: دارای تأییدیه NSF HX-1 برای صنایع غذایی، انحلال پذیری عالی در انواع روغن های پایه.

نوع محصول: آنتی اکسیدان با ساختار Butylated, Octylated Diphenylamine

کاربرد: مناسب جهت افزایش پایداری در برابر اکسیداسیون انواع

معرفی محصولات

PRODUCT INTRODUCTION

API SL و در صورت استفاده از بوسترهای مناسب امکان تولید سطوح کارایی API SN, API SM و روغن‌های موتور CNG میسر می‌باشد.

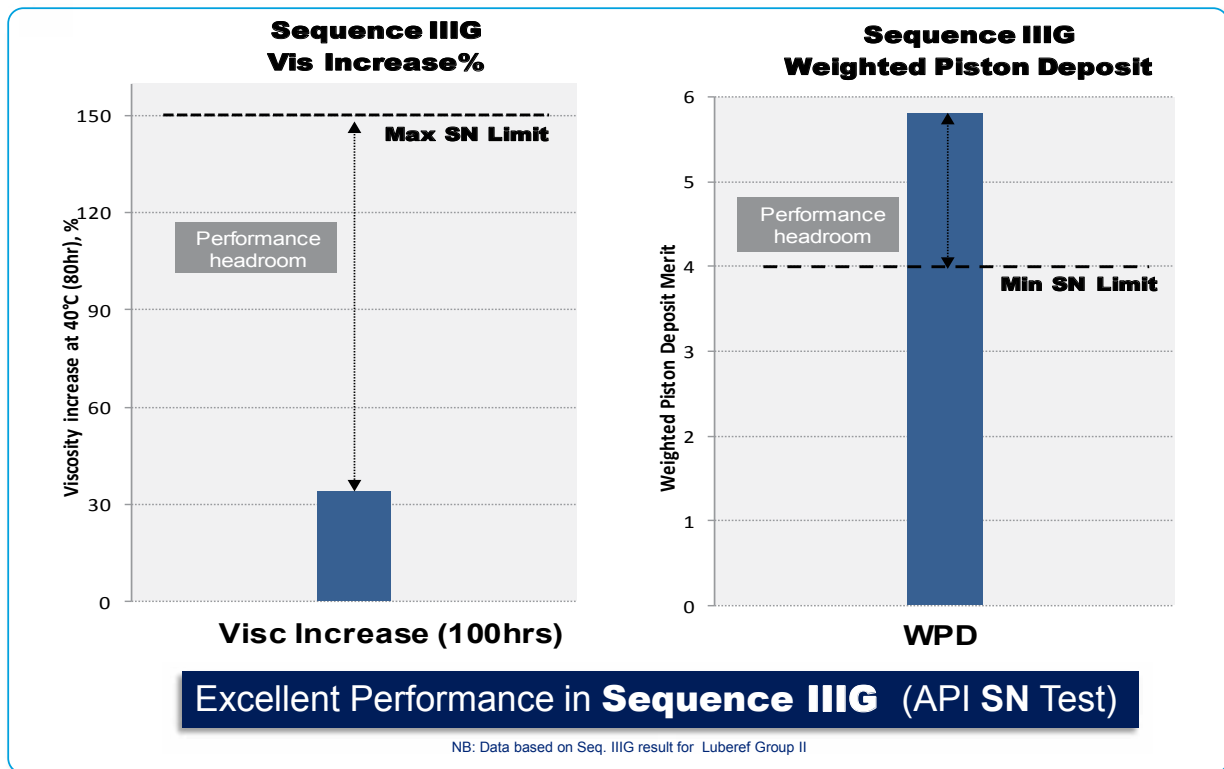
مزایا: بسته افزودنی مقرون به صرفه، قابلیت تأمین مستمر، امکان ارائه در انواع بسته‌بندی‌های بشکه و فلکسی، امکان اخذ تأییدیه از بزرگترین خودروسازان دنیا تحت شرایط خاص.

Infineum P5096 + Infineum P5084

نوع محصول: بسته افزودنی روغن موتور جهت تولید انواع سطوح کارایی.

کاربرد: مناسب جهت تولید روغن با سطوح کارایی API SB الی

Infineum P5096: Oxidation Performance



بر مبنای کاربرد روغن، آزمون‌های اضافی مانند دمولسیبیلیتی، آزادسازی هوا، کف و آنالیز عنصری نیز انجام می‌گیرد.

حجمی از آنتی اکسیدانت که به مخزن اضافه می‌شود، مختص آن مخزن فرموله و اضافه می‌شود. دستورالعمل‌های متفاوتی برای حجم اولیه افزایشی در دسترس است که بسته به فرمولاسیون‌های متفاوت روغن توربین و کمپرسور طراحی شده‌اند. مقادیر آنتی اکسیدانی که به روغن کار کرده اضافه می‌شوند در یک سیال حامل که روغن سنتزی است، حل می‌شود که این موضوع پمپ شدن مخلوط آنتی اکسیدانت به مخزن را تسهیل می‌کند. این روغن سنتزی اضافه شده خصوصیات انحلال پذیری روغن کار کرده را بهبود می‌بخشد و کنترل رسوبات را بهتر می‌کند. همچنین افزودن مخلوط آنتی اکسیدانت به روغن، دمولسیبیلیتی و کنترل فوم را بهبود می‌بخشد. از بسیاری جنبه‌ها متغیرهای مختلفی باید کنترل شوند که در مقایسه با ساخت یک روغن جدید نیازمند صرف انرژی و زمان زیادی است.

همان‌طور که شرح داده شد، فرآیند احیا مجدد روغن توربین در حین کارکرد، فرایند نسبتاً پیچیده‌ای است که مستلزم انجام ارزیابی‌های فنی گسترده‌ای است در صورتی که آزمون‌های مذکور در نهایت نتیجه مطلوبی داشته باشند می‌توان فرآیند تعویض آنتی اکسیدانت را با کمترین ریسک ممکن انجام داد و در نتیجه موجب کاهش هزینه تعویض روانکار شد.

۱- آیا این امکان وجود دارد که حین کارکرد روغن توربین و استهلاک آن، مشخصات آن را احیا کرد؟ این اقدام چگونه صورت گیرد و چه نکاتی لازم است در نظر گرفته شود؟

در روغن توربین اولین نشانه فیزیکی تخریب، تشکیل رسوب است. رسوبات با وزن مولکولی بالا باعث چسبندگی درپچه‌ها، افزایش دما در یاتاقان‌ها، کاهش جریان روغن و کاهش سرعت انتقال دما می‌شود. در روغن توربینی که به درستی فرموله شده است، اولین تأثیر اکسیداسیون، تمام شدن آنتی اکسیدانت است. افزودن مجدد آنتی اکسیدانت به این روانکار، امکان پذیر است اما باید توجه داشت که هزینه روانکار در مقایسه با قیمت تجهیزاتی از جمله توربین بسیار ناچیز است از این رو لازم است انتخاب آنتی اکسیدانت و پتانسیل روانکار برای این عملیات به خوبی بررسی شود تا از هرگونه خسارت احتمالی به تجهیزات اجتناب گردد. یکی از مهمترین ارزیابی‌ها، سرعت مصرف آنتی اکسیدانت در روغن کار کرده پس از افزودن آنتی اکسیدانت در مقایسه با روغن کارنکرده است. آزمون TOPP¹ به منظور مطالعه رفتار روغن‌های توربین در محیطی که شرایط اکسیداسیون با سرعت بالا شبیه سازی گردیده، طراحی شده است که توضیح شرایط آن از حوصله این بحث خارج است. نمونه‌گیری از روغن‌های مذکور به صورت هفتگی انجام می‌شود و افزایش گراندرومی و عملکرد در آزمون‌های RPVOT و Membrane Patch Colorimetry varnish potential و Ruler ارزیابی می‌شود. بررسی‌های ظاهری نیز گزارش داده می‌شود و

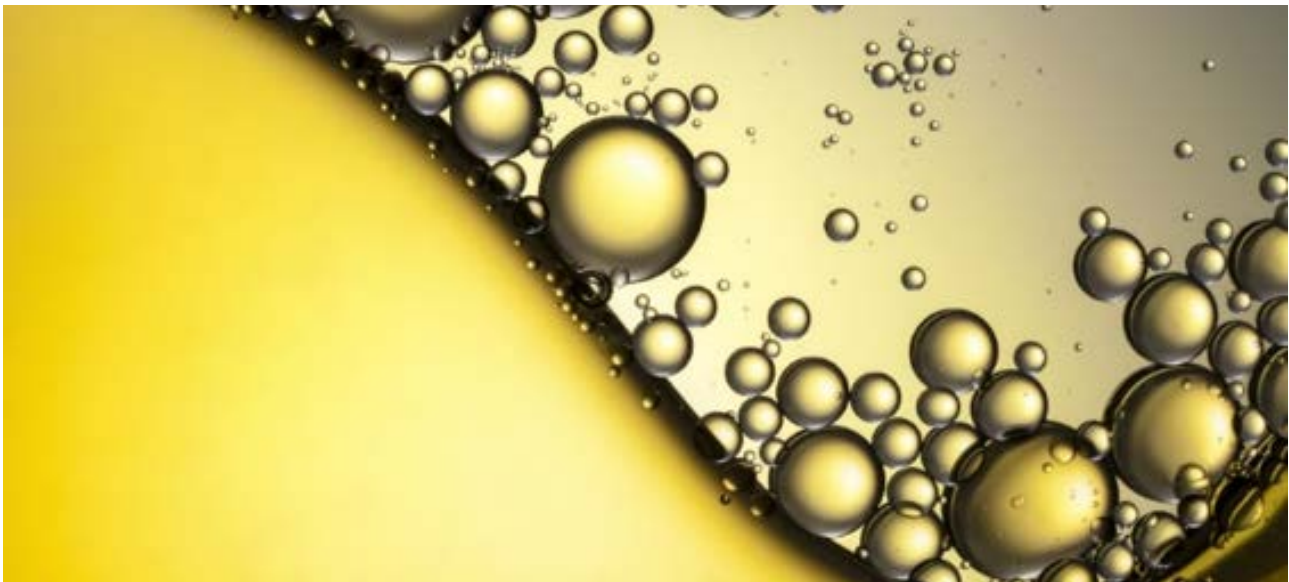


منجر به سایش‌های خورنده‌ای در اجزای موتور مانند یاتاقان‌های گرد که در آن از فلزات نرم (آلیاژ باییت، برنز، برنج و ...) استفاده شده است، می‌شود. همچنین افزودنی‌های دیگر مانند دیسپرسنت، دترجنت، دمولسیفایر و بازدارنده زنگ‌زدگی توسط رطوبت اضافی از سیستم روانکار خارج می‌شوند که نتیجه آن تشکیل لجن و ذرات رسوب در روی قطعات است و پیامدهایی از جمله گرفتگی فیلتر و تضعیف مشخصه دمولسیبیلیتی را دربردارد. در بیشتر موارد روغن‌های سنتزی بر روغن‌های معدنی اولویت دارند و انتخاب مناسبی جهت استفاده در شرایط سخت‌گیرانه (دمای بالا و رطوبت) می‌باشند. با این حال روغن‌های سنتزی تمامی مشکلات را حل نخواهند کرد. بدین منظور بهترین راهکار این است که از ورود آب به ماشین آلات جلوگیری شود. به خاطر داشته باشیم که پیشگیری بهترین راهکار است.

۲- با توجه به اینکه یکی از فواید روانکارهای سنتزی خصوصیت آبگریزی آن‌ها است، آیا ورود آب منجر به تخریب آن‌ها می‌شود؟

حضور آب در ماشین آلات تأثیرات مخربی چه در ترکیبات آن‌ها و چه در سرعت استهلاک روغن‌های روانکار دارد. وجود آب در بیشتر روانکارها، چه معدنی و چه سنتزی منجر به تسریع اکسیداسیون تا ده برابر و در نتیجه استهلاک زود هنگام روغن به خصوص در حضور کاتالیزورهای فلزی مانند مس، سرب و قلع می‌شود.

علاوه بر تأثیرپذیری روغن‌های پایه توسط آب، برخی ترکیبات افزودنی مشخص از جمله مواد افزودنی فشارپذیر، ضدسایش‌های سولفوردار و آنتی‌اکسیدانت‌های فنوله نیز توسط آب هیدرولیز و در نتیجه از بین رفته و تشکیل محصولات جانبی اسیدی می‌دهند. این محصولات اسیدی



faslnameh@afzoonravan.com

ضمن تشکر و قدردانی از دوستانی که در مسابقه شماره قبل با ما همکاری نموده و پاسخ‌های کاملی ارائه نمودند، در ذیل پاسخ صحیح سؤالات مسابقه فصلنامه ۶ تقدیم می‌گردد.

۱- کف: حباب‌های بالا آمده به منظور جلوگیری از تشکیل کف پایدار باید به سرعت از بین بروند. حباب‌های کوچک قبل از ترکیدن، حباب‌های بزرگ تولید می‌کنند. روغن‌های ویسکوزتر، پایداری فوم بالاتری را نشان می‌دهند. مشکل کف با افزودنی ضد کف بهبود می‌یابد.

هواده‌ی: زمان اقامت در مخزن باید بیشتر از زمان آزادسازی هوا باشد تا از دوباره وارد شدن حباب‌های هوا جلوگیری شود. حباب‌های بزرگ سریعتر از حباب‌های کوچک به سطح می‌رسند. (بالا می‌آیند) در روغن‌های با گرانیوی بیشتر، حباب‌های هوا کندتر به سمت بالا حرکت می‌کنند. (به سطح می‌رسند) هواده‌ی با افزودنی‌ها بهبود نمی‌یابد. ورود هوا در روغن، کواوتاسیون را تشدید می‌کند.

۲- عوامل متعددی شامل خلوص آب، آلودگی سیال، گرانیوی و مواد افزودنی پکیج بر نتایج آزمون‌ها تأثیر می‌گذارند. به عنوان مثال، افزودنی ضد سایش (ZDDP) مستعد هیدرولیز شدن و تولید اسید است.

۳- گوگرد فعال دارای مزایایی از جمله واکنش پذیری بالاتر و در نتیجه حفاظت بالاتر در برابر سایش به خصوص در دماهای پایین است، اما این ماده، خوردگی بالایی به خصوص برای فلزات زرد (چدن، برنز، ...) ایجاد می‌نماید و در نتیجه در استفاده از ترکیبات گوگرد فعال باید دقت کافی انجام پذیرد.

۴- تقسیم بندی: تقسیم بندی آلکیل نفتالن‌ها بر اساس تعداد الکیل‌های متصل به نفتالن انجام می‌گیرد؛ بر این اساس این ترکیبات به سه گروه اصلی زیر تقسیم می‌شوند؛

- مونو آلکیل نفتالن‌ها

- دی آلکیل نفتالن‌ها

- پلی آلکیل نفتالن‌ها

۵- علاوه بر حضور آب و ترکیبات اسیدی در روغن کارکرده، حرارت اعمال شده در فرآیند تقطیر سبب تبدیل سولفونات‌های کلسیمی و منیزی می‌به اسید سولفوریک می‌شود که وارد محصولات تقطیر می‌شوند. چنین شرایطی علاوه بر بالا بردن عدد اسیدی، منجر به کدر شدن محصول می‌گردد.

مسابقه شماره ۷

۱- دلیل ترکیب برخی از سیالات سیلیکونی با سیالات سنتزی دیگر را بنویسید. در این باره مثال بزنید.

۲- انحلال یک پلیمر از نوع PIB با زنجیر بسیار بلند در روغن پایه با چه چالش‌هایی همراه است؟

۳- امکان تولید چه گریدهایی از روغن موتور با استفاده از هر کدام از روغن‌های پایه گروه III، II، I، و III وجود دارد؟

۴- کدام روانکار جامد برای استفاده در شرایط زیر مناسب‌تر است؟ چرا؟

سیستمی که در دمای بالا و حضور بخار آب کار می‌کند

سیستمی که در حضور اسید یا باز قوی کار می‌کند

سیستمی که در شرایط خلا کار می‌کند

لطفا پاسخ پرسش‌ها را به آدرس ایمیل ما ارسال فرمایید.





Infineum P5096

- بسته افزودنی روغن موتور مناسب جهت تولید روغن با دامنه وسیعی از سطوح کیفیت SL و SB/CB ...

- پایین ترین درصد مصرف برای تأمین سطح کیفیت API SL در میان بسته‌های افزودنی اروپایی (۶,۴ درصد)

- استفاده از تکنولوژی انحصاری اینفینوم با نام Moly-trimer در ساخت این محصول که منجر به کاهش میزان سایش، صرفه جویی در مصرف سوخت و پایداری بیشتر در برابر اکسیداسیون می‌گردد.

- قابلیت استفاده در انواع روغن پایه‌ها

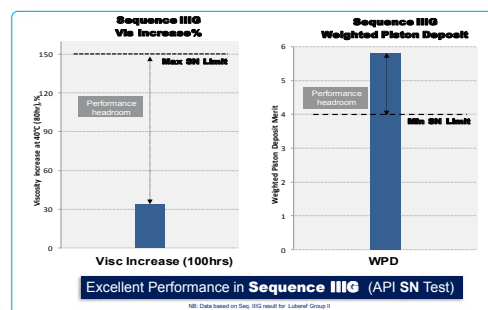
Infineum P5096 + Infineum P5084

- بسته افزودنی روغن موتور مناسب جهت تولید روغن با بالاترین سطوح کیفیت API SN , API SM

- پایین ترین درصد مصرف برای تأمین سطح کیفیت API SN در میان بسته‌های افزودنی اروپایی (5%+2%)

- کارایی فوق العاده در آزمون اکسیداسیون Sequence IIIG مربوط به سطح کیفیت API SN

Infineum P5096: Oxidation Performance



Scan with RedLaser

www.afzoonravan.com
info@afzoonravan.com



حمایت از محیط زیست، حمایت از زندگی