

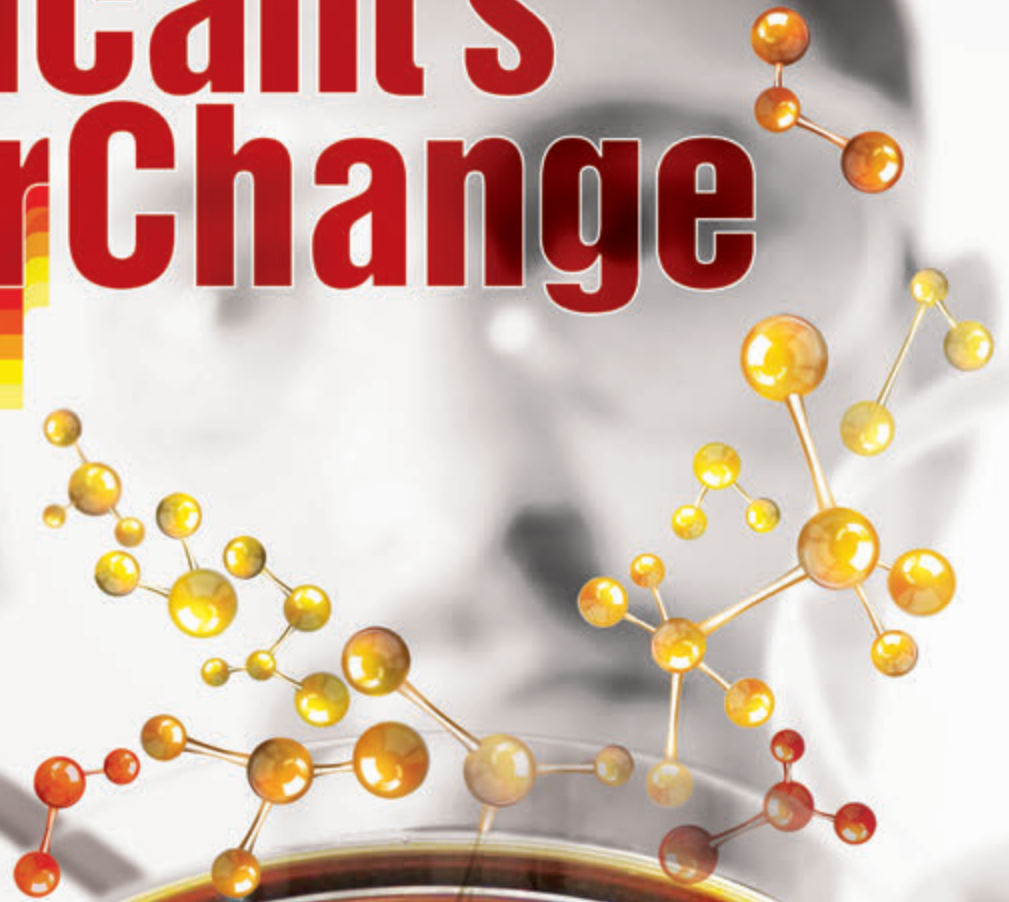


مجله علمی، تخصصی

افزون روان

شماره یازدهم | سال هشتم | پاییز ۱۳۹۹

Lubricant s Color Change



دانایی کلید توانایی



شرکت افزون روان و کارکنان آن به همراه سایر شرکت ها و کارکنان گروه صنعتی و بازرگانی افزون جهت برآورده کردن رویای کودکان مناطق محروم اقدام به ساخت مدرسه دو کلاسه شهید سید مرتضی طباطبائی رفیعی در روستای چیدن باغملک استان خوزستان نمودند.



مجله علمی، تخصصی

افزون روان

| شماره یازدهم | سال هشتم | پاییز ۱۳۹۹

مجله علمی، تخصصی افزون روان

دوفصلنامه‌ی سراسری

شماره یازدهم، سال هشتم، پاییز ۱۳۹۹

شماره ثبت: ۸۵۲۱۵

صاحب امتیاز و مدیر مسئول:

سید مجید طباطبائی رفیعی

سر دبیر:

محمد مهدی کریم

ویراستار:

بهاره نیکپور

نویسندگان:

علی سیف، مسعود کاوند، محمد مهدی کریم، مسعود حیدری، مریم ابراهیمی،
امیر حسین تقی، درسا وحیدی، امیر حسام خرازی، فرشته علیان‌نژاد، پرینا احمدی

صفحه چینی و گرافیک:

مهسا طباطبائی، منصوره آقایی

لیتوگرافی و چاپ:

چاپ سپید

آنچه در این شماره می‌خوانید:

صفحه ۰۲

سخن نخست

صفحه ۰۳

پایش چشمی روغن‌ها:
رنگ روغن چه خبر می‌دهد از سر درون؟

صفحه ۰۸

گراتروی روغن - بخش دوم

صفحه ۱۲

اصول و مفاهیم سیالات هیدرولیک: بخش دوم

صفحه ۲۷

بررسی کوپلیمرهای OCP

صفحه ۳۴

بررسی روغن موتور سیکلت در آسیا

صفحه ۳۷

زنگ خطر برای تولید کنندگان بخش خصوصی روغن موتور

صفحه ۳۹

اخبار



شرکت
افزون روان

ایران، 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



• مهندس علی منزوی

مشاور مدیریت گروه صنعتی و بازرگانی افزون

در میان انبوهی از مسائل روز از قبیل بیماری کرونا، کاهش مصرف بنزین و روغن موتور، تحریم، انتخابات ریاست جمهوری آمریکا و شکنندگی بازار صنعت نفت و قیمت آتی دلار، در این فرصت کوتاه حول دو محور صحبت خواهیم کرد. اول، تغییراتی که در چند شماره‌ی اخیر این مجله صورت گرفته که با استقبال متخصصین صنایع روانکاری برای درج مطالب تخصصی صورت مواجه شده است. دوم، ناهماهنگی‌هایی که در فرآیند زنجیره ارزش تولید از تصفیه نفت خام در پالایشگاه‌ها تا تولید روغن موتور در واحدهای پایین دستی در زمینه توزیع، قیمت گذاری و صادرات روغن پایه گروه یک و روغن موتور ایجاد شده است.

این موارد را با اشاره‌ای به چارچوب کلی برنامه ریزی بر پایه تکنولوژی، خصوصاً در حوزه چگونگی کیفیت فضای صنعتی و تکنولوژی کشور تشریح می‌کنیم. روش تطبیقی ارزیابی تکنولوژی در سطوح مختلف تصمیم‌گیری اقتصادی برای کشورهای در حال توسعه در مدت چهار سال بررسی و تحقیق، توسط مرکز انتقال تکنولوژی آسیا و اقیانوسیه - که از سازمان‌های وابسته به کمیسیون اقتصادی اجتماعی سازمان ملل (اسکاپ) است - در سال ۱۹۸۸ انتشار یافته است. از ویژگی‌های این روش، قابلیت استفاده از آن برای برنامه ریزی، تدوین استراتژی و سیاست گذاری صنعتی از سطح بنگاه تا کلان می‌باشد.

در این روش، برای تحقق برنامه ریزی بر محور تکنولوژی، پنج نوع ارزیابی باید انجام پذیرد: محتوی، فضا، موقعیت، توانایی‌ها و نیازهای تکنولوژی. تجربه‌های حاصل از ارزیابی‌ها و تجزیه و تحلیل فضای تکنولوژی در موارد مختلف نشان داده است که دو کارخانه مشابه در دو کشور مختلف الزاماً عملکرد مشابهی نخواهند داشت. از علل مهم آن، تفاوت در فضای تکنولوژی ملی در دو کشور است. در محاسبه «ضریب فضای تکنولوژی» به پارامترهای کلیدی برای الویت گذاری و تخصیص منابع، از جمله کیفیت فضای رقابتی و مناسب برای رشد و توسعه، وجود فضای حمایتی برای رشد و پایدار نمودن صنایع کوچک، سهولت دسترسی واحدهای تولیدی به مواد اولیه، تشویق برای افزایش ارزش افزوده محصولات خصوصاً برای صادرات توجه می‌گردد. در واقع «ضریب فضای تکنولوژی» نشان‌دهنده فرصت‌های از دست رفته برای کسب حداکثر بهره‌وری از تجهیزات و امکانات تولیدی کشور را نشان می‌دهد. در سال ۱۳۶۵ بر اساس اطلاعات تطبیقی علوم و تکنولوژی برای صنایع ذوب آهن و فولاد، این مطالعه در سه کشور ایران، ژاپن و هند انجام شد. نتایج نشان داد که ضریب فضای تکنولوژی در کشور ژاپن ۸۴٪، هند ۴۴٪ و ایران ۴۳٪ می‌باشد. به عبارت دیگر چنانچه صنعت ذوب آهن ایران در فضای مشابه فضای تکنولوژیکی ژاپن فعالیت می‌کرد، ارزش محتوای تکنولوژی ارزش افزوده آن، بیش از دو برابر می‌گردید.

تجربیات اسکاپ عوامل مهم کیفی و کمی را برای تجزیه و تحلیل فضای تکنولوژی مشخص کرده است که در این فرصت به دو مورد آن اشاره می‌شود.

الف: انواع و تعداد مقالات علوم و تکنولوژی انتشار یافته در مجلات و فصلنامه‌ها بر حسب رشته تخصصی.

ب: کیفیت تخصیص منابع ملی، سیاست‌های صادرات و واردات کالاهای ملی و صنایع تکنولوژی بر، میزان تناسب و کارایی سیاست‌های صنعتی، قیمت گذاری در فرآیند زنجیره کلی ارزش افزوده تولید از منابع طبیعی، کارایی قوانین و مقررات برای توسعه دراز مدت و هماهنگی سازمان‌های درگیر با زنجیره تولید.

در قسمت الف، شرکت افزون روان برای انتشار فصلنامه تخصصی و دعوت به همکاری از کلیه متخصصین صنایع روانکاری همت گماشته و با آغوش باز از انتشار مقالات تخصصی کارشناسان این صنعت استقبال می‌نماید. امید است بدین طریق در بهبود ضریب فضای تکنولوژی برای صنایع روانکاری کشور سهم خویش را ایفا نماید.

در قسمت ب، موضوع تنظیم مناسبات عرضه و تقاضا در بازار فرآورده‌های نفتی، اطمینان بخشی برای دسترسی مستمر واحدهای تولیدی به خوراک و روغن پایه گروه یک، اصلاح ساز و کار قیمت گذاری متناسب در طول فرآیند زنجیره ارزش افزوده تولید، توزیع مواد اولیه از طریق بورس، فراهم نمودن زمینه‌های صادرات برای واحدهای تولیدی، از مباحث داغ بخش‌های مختلف اقتصادی کشور محسوب می‌شود. لذا انتظار می‌رود «دولت جمهوری اسلامی ایران» با تعیین هماهنگ‌کننده اصلی برای سازمان‌های ذیربط صنایع تولید روغن موتور، بررسی طرح ساماندهی تامین مواد اولیه (خوراک) مورد نیاز واحدهای تولیدی صنایع پایین دستی را که توسط دبیرخانه اتحادیه صادرکنندگان فرآورده‌های نفت، گاز و پتروشیمی ایران تدوین گردیده، در اولویت قرار داده و موجبات افزایش ضریب فضای تکنولوژی صنایع روانکاری کشور را فراهم نماید.

* Asian and Pacific Center for Transfer of Technology

† ESCAP (Economic and Social Commission for Asia and The Pacific)

پایش چشمی روغن ها: رنگ روغن چه خبر می دهد از سر درون؟

Lubricant's Color and Condition Monitoring



شرکت دانش بنیان کیمیا فرایند نقش جهان

- علی سیف
کارشناس تحقیق و توسعه
- مسعود کاوند
کارشناس تحقیق و توسعه

مقدمه

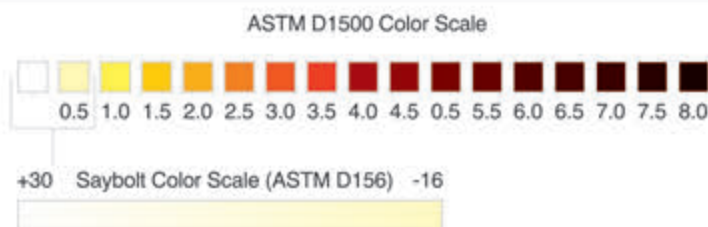
تغییر رنگ روان کننده، اغلب نشان می دهد ترکیب مواد یا شیمی آن تغییر یافته است؛ با این حال، هنگامی که رنگ روغن عوض می شود، الزاماً به معنای فرا رسیدن پایان عمر آن نیست. روغن می تواند کاملاً تیره باشد ولی هنوز هم کارایی خود را داشته باشد. در این مقاله به عوامل تأثیرگذار بر رنگ اولیه محصول، عوامل تغییردهنده رنگ حین کارکرد و آزمون های استاندارد رنگ روغن ها پرداخته شده است.

استانداردهای تعیین رنگ

استاندارد ASTM D1500 به عنوان یک مقیاس رنگی در بازه ۰/۵ تا ۸، برای تعیین رنگ مشتقات نفتی همچون روغن ها و واکس ها تعریف شده است. این استاندارد با در نظر گرفتن ۱۶ گام با فاصله ۰/۵ از یکدیگر (زرد روشن تا قهوه ای تیره)، مرسوم ترین آزمون برای گزارش رنگ روغن ها است.



شکل ۱- دستگاه اندازه گیری خودکار رنگ به روش های ASTM D1500 و ASTM D156



شکل ۲- مقایسه بازه هدف اندازه گیری رنگ در دو آزمون ASTM D1500 و ASTM D156

برای محصولات با رنگ روشن تر از مقیاس ASTM D1500، از مقیاس سیبولت^۱ (ASTM D156) استفاده می شود. ASTM D156 برای محصولات نفتی همچون سوخت ها و پارافین ها کاربرد بیشتری دارد. مقیاس این استاندارد از ۱۶- تا ۳۰+ با گام یک واحد است. شکل (۲) مقایسه ای از بازه رنگی هدف، در اندازه گیری رنگ فراورده های نفتی به روش آزمون های ASTM D1500 و ASTM D156 است.

نام آزمون	مواد هدف آزمون
ASTM D1500 IP 196 ISO 2049	روغن های روانکار، روغن های انتقال حرارت، گازوئیل و واکس های بدون رنگ افزودنی
ASTM D156	بنزین، حلال ها، سوخت هواپیما، نفت سفید، پارافین های بهداشتی و واکس های بدون رنگ افزودنی
ASTM D6045	روغن های روانکار، روغن های انتقال حرارت، گازوئیل، بنزین، حلال ها، سوخت هواپیما، نفت سفید، پارافین ها و واکس های بدون رنگ افزودنی
IP 17	محصولات جامد، نیمه جامد و مایع رنگ خورده و رنگ نخورده

جدول ۱- برخی آزمون های استاندارد شناسایی رنگ فراورده های نفتی

^۱ Saybolt

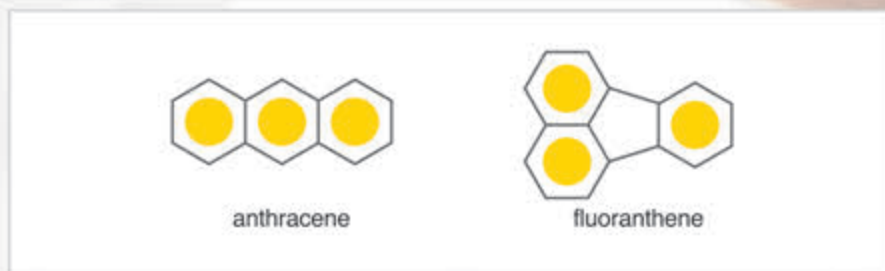
با استفاده از استانداردهای تعیین رنگ، پایش چشمی وضعیت روغن و حدس اولیه آسان تر می گردد؛ با این حال، رنگ یک راهنمای قابل اعتماد برای شناسایی کیفیت محصول نیست و نباید در قضاوت بار زیادی به آن داد.

رنگ اولیه روغن

رنگ اولیه روان کننده های نو، معمولاً وابسته به نوع روغن پایه، گرانی و افزودنی ها است. روغن های پایه، رنگ های متفاوتی از روشن تا تیره و حتی بدون رنگ را شامل می شوند. به صورت یک قاعده کلی ولی نه الزامی، با افزایش گرانی و، رنگ روغن پایه های گروه یک، تیره تر می گردد. مهمترین دلیل این امر را می توان حضور برخی آروماتیک های چند حلقه ای^۱ یا ترکیبات نیتروژن دار در ترکیب این نوع روغن پایه دانست.

آروماتیک های چند حلقه ای حتی در غلظت بسیار کم، با رنگ فلورسنت سبز یا آبی و ترکیبات نیتروژن دار با رنگ سبز مایل به قهوه ای در مشتقات نفتی نمود می کنند [۱].

در شکل (۳) ساختار چند گونه آروماتیک سه حلقه ای نمایش داده شده است که می توانند موجب تنزل رنگ مشتقات نفتی شوند. با افزایش گرانی و، حضور آروماتیک های چند حلقه ای در روغن پایه گروه یک افزایش می یابد [۲].



شکل ۳- گونه های فلورسانس و چند حلقه ای آنتراسن و فلورانتین [۱]

در روغن پایه های گروه دو و سه که از گاز هیدروژن برای تصفیه بهره می برند، به دلیل حذف ترکیبات عامل تیرگی، ثبات رنگ و روشنی آن بیشتر است. رنگ پایه های گروه دو و سه تابع فشار جزئی هیدروژن و دما در راکتور است [۱]. در جدول (۲) تغییرات رنگ چند نمونه روغن پایه معدنی با تأکید بر نوع آن ها مشهود است.

Hilec 5780	SV 150	SV 260	
2.5	1.5	*L 0.5	گروه یک
L 0.5	L 0.5	L 0.5	گروه دو
L 0.5	L 0.5	L 0.5	گروه سه

* L به معنای کمتر بودن رنگ محصول از درجه نامبرده در کنار آن است.

جدول ۲- رنگ روغن پایه های تولیدی شرکت آرامکو^۲ بر اساس ASTM D1500

مواد افزودنی و رنگ های خاص نیز می توانند روی رنگ روغن پایه تأثیر بگذارند. این افزودنی ها می توانند هم به روغن پایه های معدنی و هم به روغن پایه های سنتزی اضافه گردند. بنابراین در صورت اصلاح فرمول یا جایگزینی هر یک از مواد اولیه، ممکن است رنگ محصول جدید نیز تغییر کند. این نوع تغییر رنگ معمولاً در عملکرد یا مشخصات فنی روانکار تأثیر نمی گذارد.

^۱ Poly cyclic aromatics or Poly aromatic

^۲ <https://www.saudiaramco.com/>

عوامل تغییر دهنده رنگ روغن

روغن به طور طبیعی با هر بار طی کردن چرخه گرمایی در عملیات خنک کاری، اکسید شده و تیره تر می شود. اکسیداسیون، واکنش شیمیایی روغن و اکسیژن است که موجب از دست رفتن خواص مطلوب روغن و بالا رفتن عدد اسیدی کل می شود.

اکسیداسیون روان کننده ها به دلیل قرار گرفتن در معرض دمای بالا، فشار بالا، اسید، اکسیژن یا آب، سرعت می یابد. همچنین ذرات فلزی معلق در روغن به عنوان کاتالیزور عمل کرده و سرعت واکنش اکسیداسیون را افزایش می دهند. [۳]

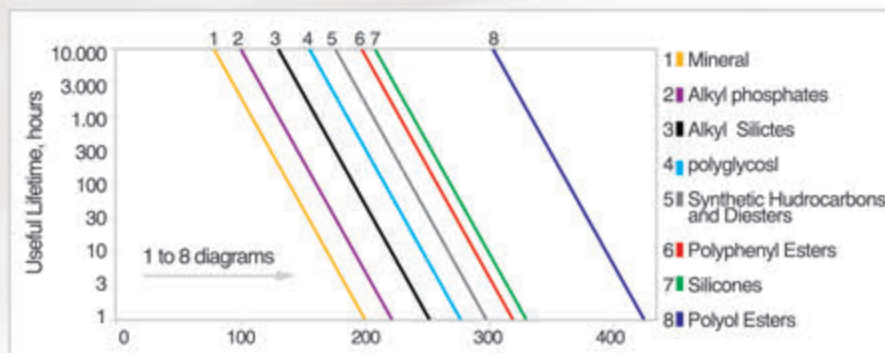
تیره شدن می تواند سیگنال اولیه اکسیداسیون روانکار باشد؛ افزایش گرانشی و تشکیل لجن یا رسوب، از دیگر مشخصات اکسید شدن است. اگر روغن مورد استفاده سریع تر از حد انتظار تیره شده است، دمای کارکرد آن باید بررسی شود؛ بنابراین یافتن منشأ آن بسیار مهم است. به صورت یک قاعده سرانگشتی برگرفته از رابطه آرنیوس^{*}، در دمای کارکرد بالای ۶۰ درجه سانتیگراد، به ازای هر ۱۰ درجه افزایش دمای روانکار، عمر آن نصف می شود [۴]. رابطه آرنیوس به صورت زیر است و در آن نرخ واکنش اکسیداسیون بر حسب دما اندازه گیری می شود؛ نرخ اکسیداسیون با عمر روغن رابطه عکس دارد [۴].

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}} \quad \text{or} \quad \ln k = -\frac{E_a}{RT} + \ln A$$

Where:

- k = Chemical Reaction Rate
- A = Pre-exponential Factor
- E_a = Activation Energy
- R = Gas Constant
- T = Temperature in Kelvin

مطابق شکل (۴) اکسید شدن روانکار به نوع روغن پایه به کار رفته در فرمولاسیون بسیار وابسته است و عموماً پایداری اکسیداسیون روغن های سنتزی بیشتر از روغن معدنی است [۵] اما نرخ اکسید شدن پایه های مختلف بر حسب رابطه آرنیوس تقریباً یکسان است [۵ و ۶]. محصولات اولیه اکسیداسیون روغن های معدنی مانند کربوکسیلیک اسیدها و هیدروپراکسیدها، تمایل به واکنش های بعدی دارند و لجن و رسوب بیشتری ایجاد می کنند که نتیجتاً موجب تیرگی بیشتر نسبت به اکسیداسیون پایه های سنتزی می گردد [۳].



شکل ۴- نمودار عمر روغن پایه های مختلف بر اساس دمای کارکرد آن ها [۵]

* Arrhenius

نکته مهمی که باید به آن توجه کرد آن است که تیره شدن روغن ممکن است به خاطر وجود افزودنی های پاک کننده و پراکنده کننده با کیفیت در آن باشد. این مساله باعث می شود روغن بتواند خیلی زود لجن و آلودگی ها را از سطوح فلزی کنده، در خود معلق ساخته و در نتیجه به سرعت تیره شود؛ بنابراین تیره شدن یا حتی سیاه بودن رنگ روغن، الزاما به معنای کم شدن کیفیت و پایان عمر روغن نیست.

تغییرات قابل توجه در رنگ روغن، بدون تغییر عدد اسیدی کل یا عدد قلیایی کل، نشان دهنده حضور آلاینده های خارجی همچون گرد و غبار یا ذرات فلزی ریزی است که در نتیجه اصطکاک قطعات آزاد می شود و در فیلترها به دام نمی افتد؛

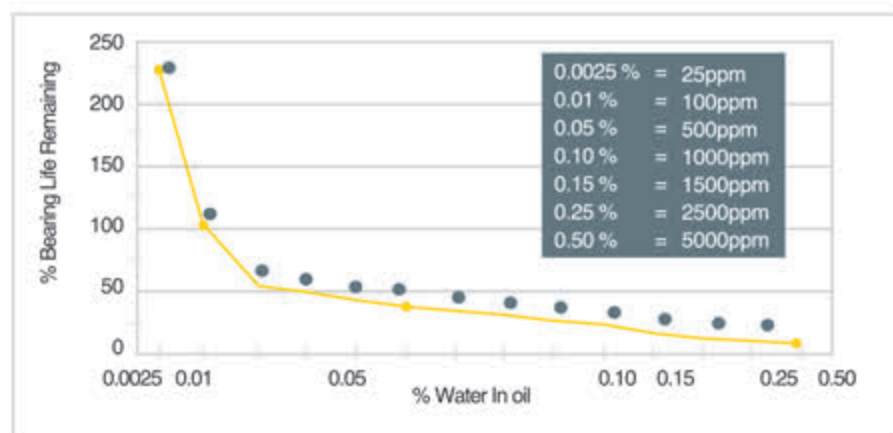
بنابراین باید حضور آلاینده ها و عملکرد فیلترها، با آزمون های آنالیز عنصری و ذرات فرسایشی مغناطیسی مورد بررسی قرار گیرد.



شکل ۵- اثر غلظت های مختلف آب بر ظاهر روغن

آلودگی آب مطابق شکل (۵) ابتدا باعث کدورت روغن شده و در صورت افزایش آلودگی، آب و روغن به صورت دو فاز مجزا، ظاهر می شوند. خامه ای شدن بافت روغن و کف کردن از دیگر اثرات حضور آب در روانکارهاست و می تواند ناشی از نشت در واشرها باشد.

تأثیر حضور آلودگی آب در شکل (۶) قابل مشاهده است. مطابق نمودار این شکل، با افزایش مقدار آب در روغن یا تاقان از ۰/۱٪ به ۰/۱٪، عمر یا تاقان به یک چهارم کاهش می یابد. بنابراین در صورت پدیدار شدن کدورت یا خامه بهتر است هر چه سریع تر تجهیز بررسی شده و روغن و فیلتر آن تعویض شود.



شکل ۶- نمودار عمر یا تاقان بر اساس درصد آب موجود در روغن

معمولاً رنگ روغن تحت اثر آلودگی با سوخت یا حلال تغییری نمی کند اما بوی آن به بوی عامل آلوده کننده نزدیک می شود.

بنابراین در صورت وجود احتراق ناقص در دستگاه یا اختلاط سوخت با روغن (به هر شکل) تفاوت بوی روغن کار کرده و نو بسیار کمک خواهد کرد. در این نوع آلودگی، آزمون های نقطه اشتعال و گرانروی می توانند حدس اختلاط روغن با سوخت یا حلال را تایید کنند.



روش پیشنهادی پایش چشمی وضعیت روغن

یک روش برای پایش چشمی وضعیت روغن، مشاهده چگونگی تغییر رنگ آن در طول عمرش است. در این روش کافی است نمونه یا تصویری از روانکار نو و در حال کار (بر اساس ساعت های کارکرد) را بایگانی نمود؛ با وجود نمونه های بایگانی شده، اگر اتفاقی غیر منتظره در ظاهر روغن دستگاه رخ دهد، راحت تر می توان آن را عیب یابی کرد و در صدد رفع آن برآمد.

کار پایش چشمی زمانی راحت تر می شود که یک مدل روانکار در چندین دستگاه مشابه استفاده شود و همه آنها تغییری تدریجی در رنگ روغن شان نشان دهند. اگر تنها یک دستگاه تغییر رنگ ناگهانی داشته باشد، لازم است با بقیه مقایسه شده تا منشأ تغییر رنگ پیدا شود. توجه به این نکته ضروری است که اگر برند روغن مورد استفاده تغییر کند، نمونه گیری و بایگانی باید مجدداً تکرار شود و استفاده از نتایج قدیمی چندان راه گشا نیست.

نتیجه گیری

رنگ اولیه روغن به مشخصات روغن پایه و افزودنی های آن وابسته است. چندین عامل می تواند رنگ اولیه را تغییر دهد؛ تشکیل لجن و رسوب حاصل از اکسیداسیون، رنگ را تیره می کند و حضور آب در روغن باعث کدر شدن آن و بافت کف دار یا خامه ای می شود. برخی از آلودگی ها نیز همچون آمیخته شدن روغن با سوخت یا حلال، ممکن است تأثیر چندانی بر رنگ اولیه نداشته باشد. با این حال، هنگامی که رنگ روغن عوض می شود یا حتی زمانی که تغییر چندانی نکرده، نمی توان در مورد ادامه کارایی آن قضاوت دقیق انجام داد.

با افزایش میزان کارکرد، روغن خاصیت محافظتی خود را از دست می دهد و زمان تعویض آن فرا می رسد. روش پایش چشمی، روشی علمی نبوده و صرفاً بر اساس تجربه های پیشین و حدس و گمان است. اگر مشکلی در وضعیت طبیعی روغن وجود داشته باشد، همواره بهتر است ارزیابی وضعیت روانکار و بررسی وجود آلودگی، به آزمایشگاه معتبر روغن سپرده شده تا مطابق استانداردهای تعریف شده، نظر نهایی را در مورد روغن کارکرده گزارش نمایند.

منابع

- [1] G. Rosinski et. Al, Factors influencing ULSD product color, Catalagram, 105, Spring, 34-38, 2009.
- [2] F. Haus et. Al, Viscosity properties of mineral paraffinic base oil as a key factor in their primary biodegradability, Biodegradation, 11, 365-369, 2000.
- [3] Alan C. Eachus, The trouble with water, Tribology & lubrication technology, 10-05, 32-39, 2005.
- [4] A. Rezasoltani et. Al, On monitoring physical and chemical degradation and life estimation models for lubricating greases, Lubricants, 4(3),34, 1-24, 2016.
- [5] A. Beerbower, Environmental capabilities of liquid lubricants, STLE sp of tribologists and lubrication engineers, 58-69, 1982.
- [6] S. Asadauskas et. Al, Kinetics of oxidative degradation: applicability of time and temperature superposition, Tribology transactions, 42, 860-866, 1999.

<https://www.machinerylubrication.com/Read/29877/understanding-oil-color>

<https://www.machinerylubrication.com/Read/29877/understanding-oil-color>

<https://www.machinerylubrication.com/Read/31108/oil-color-change>

<https://www.mobil.ca/en/industrial/lubricant-expertise/resources/explaining-oil-color-change>

<https://www.scfuels.com/what-does-the-color-of-your-oil-mean/>

<https://www.machinerylubrication.com/Read/28966/oil-oxidation-stability>

<https://www.machinerylubrication.com/Read/537/predict-oil-life>

<https://learnoilanalysis.com/lube-oil-test-analysis-lab-lubrication-reliability-maintenance/should-my-oil-be-this-colour-why-hydraulic-turbine-and-compressor-oils-turn-dark/>



گرانروی روغن - بخش دوم

Lubricant Viscosity - Part II



محمد مهدی کریما

پژوهش کاربردی گروه صنعتی - بازرگانی افزون

مقدمه

گرانروی مهم‌ترین ویژگی یک روغن روانکار است؛ و مقدار گرانروی است که تعیین می‌کند در شرایط کاری مختلف، چه ضخامتی از روغن در موضع روانکاری تشکیل می‌شود تا از سایش قطعات بر روی هم جلوگیری کند.

گرانروی روغن با افزایش دما افت می‌کند و این باعث نازک شدن لایه‌ی روغن می‌شود. در دماهای پایین نیز افزایش گرانروی روغن باعث دشواری حرکت قطعات بر روی هم می‌شود که مصرف انرژی را بالا می‌برد. به همین جهت، شناخت رفتار روغن روانکار با تغییرات دما از اهمیت بالایی برخوردار است.

در بخش قبلی که در شماره نهم مجله افزون روان به چاپ رسید، به طور خلاصه به بررسی تغییرات گرانروی با دما پرداختیم، پیرامون استاندارد ASTM D341 سخن گفتیم و چند نمودار کاربردی را در همین زمینه در اختیار خوانندگان گذاشتیم. در این بخش به مفهوم «شاخص گرانروی» می‌پردازیم و یک نمودار کاربردی دیگر را که در گروه صنعتی افزون طراحی و تولید شده است را به خوانندگان ارائه می‌کنیم.

شاخص گرانروی

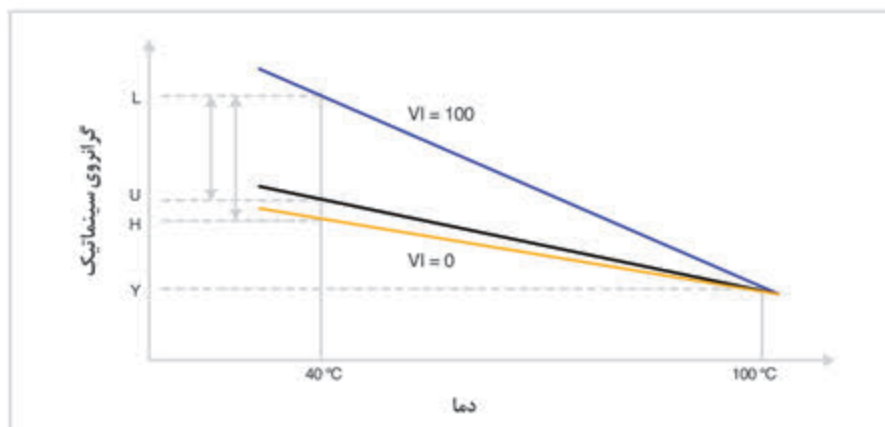
شاید بتوان ادعا کرد که در میان ویژگی‌های یک روغن، هیچ عددی به اندازه‌ی «شاخص گرانروی» کیفیت روغن را بیان نمی‌کند. این شاخص میزان وابستگی گرانروی روغن به تغییرات دما را بیان می‌کند. کارکرد اصلی این شاخص آن است که این اطمینان را به ما بدهد که روانکاری دستگاه در دماهای کاری مختلف، به درستی صورت می‌گیرد.

تاکنون روش‌های متنوعی برای تعریف چنین شاخصی ارائه شده است، ولیکن تلاشی که آقایان دین و دیویس در سال ۱۹۲۹ انجام دادند، به دلیل اتکا به نیاز صنعت و نمونه‌های واقعی، تاکنون معتبرترین تعریف بوده است. ایشان دو دسته روغن پایه را به‌عنوان شاخص پیشنهاد کردند: یک دسته روغن پایه نفتنیک (استخراج شده از نفت خام خلیج تگزاس) با نام «خانواده L» که گرانروی آن تغییر زیادی با افزایش یا کاهش دما از خود نشان می‌داد، و یک دسته روغن پایه پارافینیک (استخراج شده از نفت خام پتسیلوانیا) یا «خانواده H» که گرانروی آن تغییر کمتری با افزایش یا کاهش دما از خود نشان می‌داد. اولی به‌عنوان شاخص صفر، و دومی به‌عنوان شاخص ۱۰۰ انتخاب شدند. ایشان نمونه‌های مختلف روغن را از این دو منبع تهیه کردند تا بتوان دیگر روغن‌ها را با این مرجع مقایسه کرد.

در گذشته دو دمای ۱۰۰ و ۲۱۰ درجه‌ی فارنهایت (که معادل ۳۷/۸ و ۹۸/۹ درجه‌ی سانتی‌گراد است) مبنای اندازه‌گیری این شاخص بودند. ولیکن امروزه دمای ۴۰ و ۱۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد مرسوم‌تر است.

در استاندارد ASTM D2270 جدول لازم برای مقایسه و تعیین شاخص گرانروی ارائه شده است. در این جدول، از گرانروی ۱۰۰ درجه‌ی ۲ تا ۷۰ ارائه شده است. شاخص گرانروی برای روغن‌های سبک‌تر تعریف نشده است، ولیکن برای نمونه‌های سنگین‌تر رابطه‌ی ریاضی (که ناشی از برون‌یابی است) پیش‌بینی شده است. برای استفاده از این جدول، ابتدا گرانروی ۴۰ و ۱۰۰ درجه‌ی نمونه مورد نظر را اندازه‌گیری می‌کنیم. مقدار اول را با U و مقدار دوم را با Y نشان می‌دهیم. سپس مقدار Y را در جدول پیدا می‌کنیم. گرانروی ۱۰۰ درجه‌ی این نمونه با گرانروی ۱۰۰ درجه‌ی دو معیار L و H برابر است. اکنون L و H را از جدول استخراج کرده و در رابطه‌ی زیر قرار می‌دهیم:

$$VI = 100 \frac{L - U}{L - H}$$



شکل ۱ - شاخص گرانروی بین ۰ و ۱۰۰

دقت کنید که این رابطه تنها برای شاخص بین صفر و ۱۰۰ اعتبار دارد. اگر عدد به دست آمده بین صفر و ۱۰۰ بود آن را گزارش می‌کنیم؛ ولیکن اگر از ۱۰۰ بزرگتر به دست آمد، باید محاسبه را این بار با معادله‌ی زیر تکرار کنیم:

$$VI = 100 + \frac{10 \frac{\text{Log}(H/U)}{\text{Log}(Y)} - 1}{0.00715}$$

برای خلاصی از جدول مذکور و تسریع در محاسبه‌ی شاخص گرانیروی، ابزارهای متنوعی ایجاد شده است.

از جمله پایگاه **VC.Afzoonravan.com** در کنار ابزارهای متنوعی که برای محاسبات گرانیروی در اختیار عموم قرار داده‌است، با ادغام دو استاندارد **ASTM D2270** و **ASTM D341** شاخص گرانیروی را در محدوده‌ی وسیع‌تری از دما محاسبه می‌کند.

گرانیروی - دما	گرانیروی مخلوط بر مبنای یک دما	گرانیروی مخلوط بر مبنای دو دما
شاخص گرانیروی (VI)		
شاخص گرانیروی		120.7
داده های ورودی		
گرانیروی در دمای T1 (cst)	دمای T1 (°C)	100
4		
گرانیروی در دمای T2 (cst)	دمای T2 (°C)	40
18		
درون ابرون یابی		
شاخص گرانیروی	دما (°C)	0
122.646		

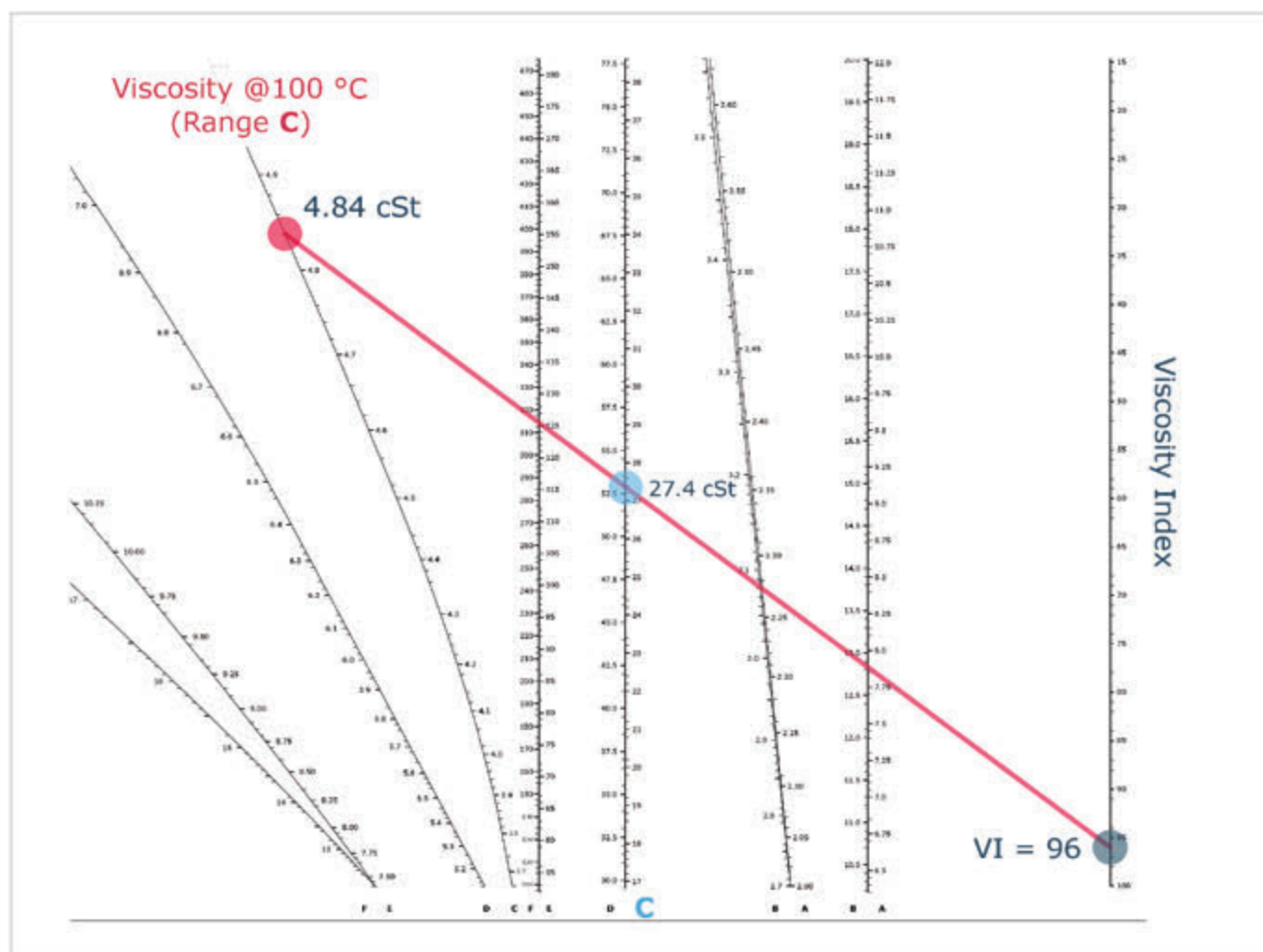
شکل ۲ - بخش گرانیروی-دما در پایگاه VC.Afzoonravan.com

علیرغم سرعت و دقت بالا، این ابزارهای کامپیوتری نمی‌توانند یک دیدگاه مفهومی و دامنه‌ی باز از شاخص گرانیروی نمایش دهند. برای رفع این نقیصه، پژوهش کاربردی گروه افزون برای اولین بار یک نمودار برای نمایش و مطالعه‌ی شاخص گرانیروی طراحی و رسم کرده است.

برای استفاده از نمودار، ابتدا گرانیروی ۱۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد را روی نمودار مشخص کنید. در این نمودار ۶ منحنی برای گرانیروی ۱۰۰ درجه و ۶ خط عمودی برای گرانیروی ۴۰ درجه رسم شده است که دوبه‌دو با حروف انگلیسی یا یکدیگر جفت شده‌اند. حرف زیر منحنی ۱۰۰ درجه را نگاه کنید و جفت آن را که خط ۴۰ درجه است پیدا کنید. سپس گرانیروی نمونه در ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد را روی این خط علامت بزنید. با کمک دو نقطه‌ی به دست آمده، یک خط راست ترسیم کنید و امتداد آن را به محور عمودی شاخص گرانیروی که در سمت راست نمودار است، برسانید. اگر گرانیروی ۱۰۰ درجه بین ۲ تا ۲۰ سانتی استوک و شاخص گرانیروی بین ۰ و ۱۰۰ باشد، این نمودار پاسخ دقیقی را به شما خواهد داد.

در شکل ۳، مراحل تعیین شاخص گرانیروی با استفاده از این ابزار را ملاحظه می‌کنید. در این مثال، یک روغن با گرانیروی ۱۰۰ و ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد برابر با ۲۷.۴ و ۴.۸۴ سانتی‌استوک را بر روی نمودار مشخص کرده و خط راست ناشی از این دو نقطه را امتداد می‌دهیم تا شاخص گرانیروی ۹۶ را نشان دهد.

مزیت این نمودگرام نسبت به ابزارهای کامپیوتری این است که می‌توانید با لغزاندن خط‌کش، دیدگاه بصری نسبت به شاخص گرانروی داشته باشید. یک نسخه از این نمودار در قطع A3 ضمیمه‌ی مجله است که به مخاطبان تقدیم می‌گردد.



شکل ۳- نمایش نحوه‌ی استفاده از نمودگرام گرانروی

منابع

- 1- ASTM D2270 - Standard Practice for Calculating Viscosity Index from Kinematic Viscosity at 40 °C and 100 °C
- 2- ASTM D341 - Standard Practice for Viscosity-Temperature Equations and Charts for Liquid Petroleum or Hydrocarbon Products



شیمیایی حاصل شود لازم است تا سازگاری مناسبی بین افزودنی شیمیایی و آلیاژهای مورد استفاده در ساخت پمپ ها وجود داشته باشد به نحوی که واکنش شیمیایی افزودنی با پمپ منجر به تخریب آن نشود. در محدوده عملکرد پمپ ها لازم است سیال تا حد ممکن منجر به ایجاد قوم و یا افزایش هوای محبوس (عامل بروز کاویتاسیون) نشود. زیرا در هر دو حالت به دلیل افزایش دما و عدم روانکاری مناسب، تجهیز به شدت دچار آسیب خواهد دید. جریان پذیری مناسب سیال پارامتر دیگری است که در یک پمپ هیدرولیک می تواند از آسیب دیدن سخت افزار در دماهای عملکردی مختلف جلوگیری کند. نهایتاً تفکیک پذیری مناسب از آب هم می تواند علاوه بر کاهش احتمال زنگ زدگی و خوردگی در این ناحیه، از فشارهای پیش بینی نشده ناشی از افزایش ویسکوزیته سیال بر اثر افزایش در صد رطوبت جلوگیری کند.

۲-۲) شیرهای فشار شکن:

شیرهای مورد استفاده در سیستم های هیدرولیک اجزاء دیگری هستند که معمولاً تحت شرایط عملکردی سخت قرار می گیرند. این ناحیه عمدتاً به دلیل شرایط حرارتی و فشاری سختی که تحمل می کند لازم است توسط افزودنی های ضد خوردگی محافظت شود (در فشار و دمای بالا حمله شیمیایی افزودنی های فعال به آلیاژهای فلزی محتمل است)، علاوه بر این اکسایش آلیاژها (متأثر از دمای بالای ناشی از اصطکاک سیال و سطوح شیرها) در این ناحیه عامل دیگری است که می تواند منجر به تخریب سخت افزار می شود.

۳-۲) الاستومرها:

اجزاء الاستومری، که در نقش آب بند مورد استفاده قرار می گیرند، سومین ناحیه سخت افزاری است که متأثر از سیال مورد استفاده در سیستم هیدرولیک خواهد بود. به طور معمول، تأثیر گذاری سیالات هیدرولیک بر الاستومرها باید به گونه ای باشد که نه با آنها وارد واکنش شیمیایی شود و نه دارای ناسازگاری هایی باشد که منجر به جلوگیری از عملکرد آب بندی باشند.

۴-۲) فیلترها:

یکی از مهم ترین اجزاء تشکیل دهنده سیستم های هیدرولیک فیلترها هستند. این قسمت از تجهیز با حذف ذرات معلق و بقایای تولید شده در حین عملکرد سیستم های هیدرولیک، در محافظت از سخت افزار در برابر سایش و گرفتگی مجاری در برابر جریان پیدا کردن سیال نقش اساسی را بازی می کنند. محافظت از این بخش از سخت افزار معمولاً تابعی از عملکرد مناسب سیال در محافظت از سایر بخش های تجهیز است.

اصول و مفاهیم سیالات هیدرولیک: بخش دوم

Principles of Hydraulic Fluids Part II



• مسعود حیدری
کارشناس مهندسی فروش شرکت افزون روان



• مریم ابراهیمی
کارشناس مهندسی فروش شرکت افزون روان

۱) مقدمه:

چنان چه در مقاله قبلی که در شماره نهم مجله افزون روان به چاپ رسید، شرح دادیم یک سیال هیدرولیک با توجه به عملکرد عمومی که برای آن تعریف شده است، بر اساس اصول فیزیکو-شیمیایی مشخصی عمل می کند. این اصول با استفاده از شاخص ها و پارامترهای مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته و نهایتاً در تبیین چارچوب های جدید حوزه هیدرولیک مورد استفاده قرار می گیرد. در همه سال های گذشته، از زمان معرفی اولین سیستم هیدرولیکی، همواره توسعه سیستم های سخت افزاری جدید با هدف بهبود عملکرد و افزایش راندمان در کنار کاهش ابعاد سخت افزاری دنبال شده است. هدفی که صرفاً با اعمال شرایط کاربری سخت تر و ایجاد نیازها و چهارچوب های عملکردی سختگیرانه تر میسر شده است. براین اساس، مهم ترین نیروی محرکه توسعه سیالات هیدرولیک و سوق آن ها به سمت حالت ایده آل نظری، توسعه ی سخت افزاری و ایجاد نیازهای جدید و سختگیرانه تر بوده است. از آنجا که توسعه سخت افزاری در حوزه هیدرولیک به صورت سه بعدی به وقوع پیوسته، به این معنی که با توجه به کاربردی بودن سیستم های هیدرولیک، سخت افزارهای آن در صنایع و حوزه های مختلف به صورت گسترده و با ابعاد بسیار متنوع مورد استفاده قرار گرفته اند، بر همین مبنا الزامات و استانداردهای بسیار متنوعی در این حوزه به وجود آمده است. تعدد در استانداردها و الزامات به معنای تعدد در پارامترهای تأثیر گذار در فرمولاسیون سیالات هیدرولیک است که سبب می شود مورد به مورد و سخت افزار به سخت افزار عملاً کمیت و کیفیت فرمولاسیون ها دستخوش تغییر شود. در چنین شرایطی، توسعه موازی صنعت روغن پایه اعم از توسعه روش های پالایشی روغن های پایه معدنی و همچنین توسعه تولید و استفاده از روغن های سنتزی، در کنار توسعه استفاده از ترکیبات شیمیایی در قالب اجزاء مستقل یا بسته های افزودنی، منجر به فراهم آمدن امکان تأمین الزامات مختلف این پهنه وسیع گشته است. در این مقاله برآنیم تا با در نظر گیری پارامترهای تأثیر گذار در عملکرد سیالات هیدرولیک (جدول شماره ۱) و همچنین نیازمندی های سیستم های هیدرولیک، این بار تأثیر ماهیت شیمیایی اجزاء تشکیل دهنده فرمولاسیون های سیالات هیدرولیک در عملکرد را با دقت بیشتری مورد بررسی قرار دهیم.

۱-۱) نیازمندی های سیستم های هیدرولیک بر مبنای اجزاء تشکیل دهنده:

هر سیستم هیدرولیک دارای اجزاء مختلفی است که هر بخش بر اساس عملکرد خود نیازهای متفاوتی دارد، اما وقتی از چنین نیازهایی حرف می زنیم دقیقاً در مورد چه موضوعی صحبت می کنیم؟

محافظت و عملکرد اجزای مختلف سیستم های هیدرولیک، نیازمند برآورده شدن یکسری از پارامترها مطابق با چهارچوب مشخص شده ای است که در جدول شماره ۱ آورده شده است.

۱-۲) پمپ / موتور:

مهم ترین بخش یک سیستم هیدرولیک پمپ / موتور است

این بخش توسط سیال در برابر سایش محافظت می شود، البته در صورتی که این محافظت به وسیله افزودنی ها

شماره	پدیده	منشاء ویژگی	مشکلات ناشی از عدم تامین این ویژگی	میزان تاثیر گذاری	
				روغن پایه	افزودنی شیمیایی
۱	جریان پذیری مناسب در سرما	وابسته به نوع و توزیع وزن مولکول های سیال است	منجر به عدم انتقال پیوسته سیال و نهایتاً عدم انتقال پیوسته نیرو می شود. عدم انتقال پیوسته سیال می تواند منجر به آسیب رسیدن به پمپ ها یا ایجاد شکستگی در محل اتصالات شود	++	+
۲	شاخص گرثروی بالا	تابعی از تنوع ساختارهای شیمیایی و توزیع وزن های مولکولی سیال است که نهایتاً بر مبنای نیروهای بین مولکولی و تعادل فواصل بین آن ها منجر به تغییرات ویسکوزیته به دما می شود	شاخص ویسکوزیته پائین یک سیال، استفاده از آن در گستره ی دمایی متنوع را محدود می کند	+	+
۳	پایداری برشی بالا	ناشی از توزیع وزن مولکولی و ساختار مولکول های سازنده سیال است	تغییرات ناگهانی در ویسکوزیته در شرایط عملکرد سیستم و ایجاد آسیب های فیزیکی در سخت افزار تجهیز خواهد شد	+	-
۴	حداقل افزایش در ویسکوزیته با افزایش فشار	تابعی از نوع مولکول های سازنده سیال و نوع نیروهای بین مولکولی آن ها است که برآیند آن تعیین کننده ی میزان تغییرات ویسکوزیته سیال در برابر تغییرات فشار است	با افزایش فشار سیال دچار افزایش ویسکوزیته می شود. در صورت افزایش شدید ویسکوزیته، این عامل می تواند منجر به اختلال در عملکردهای عمومی سیال، مانند انتقال نیرو و روانکاری و محافظت از سخت افزار شود	+	-
۵	تراکم پذیری مناسب	ناشی از توزیع وزن مولکولی، ابعاد هیدرودینامیک و گروه های عاملی مولکول های سیال است. بر این اساس این پارامتر نیز نهایتاً تابعی از نیروهای بین مولکولی است	در صورت تراکم پذیری بالا انتقال نیرو به خوبی انجام نمی شود یا نیاز به تجهیز فیزیکی بزرگتر ایجاد می شود. در صورتی که تراکم پذیری پائین منجر به عملکرد همراه با تنش فیزیکی می شود (لرزش و نویز)	+	بی اثر
۶	خواص روانکاری عالی	وابسته به توزیع وزن مولکولی سیال و نوع برهمکنش های بین سیال و سطوح است	عدم محافظت مناسب از سطوح سخت افزاری و عدم نرم کار کردن سیستم	-	++
۷	فشار بخار پائین	در این مورد نیز نیروهای بین مولکولی نقش اصلی را برعهده دارند. اما مهم ترین عامل گستره توزیع وزن مولکولی است	عدم امکان عملکرد در دماهای بالاتر، تغییرات شدیدتر ضریب تراکم پذیری نسبت به افزایش دما	+	بی اثر
۸	پایداری (شیمیایی-حرارتی)	عدم وجود ناخالصی (به صورت هتروآتم های فعال) و عدم وجود گروه های عاملی واکنش پذیر، قدرت پیوندهای شیمیایی مولکول های سیال	منجر به تخریب ساختار سیال و از بین رفتن ویژگی های عملکردی آن به همراه تولید ناخالصی هایی که جدا از مشکلات عملکردی منجر به تخریب سخت افزار نیز می شود	+	++
۹	خروج هوا	ناشی از نوع گروه های عاملی ساختار و کشش سطحی آن است	عدم خروج کامل هوا منجر به تغییر دانسیته و در نتیجه تغییر در ضریب تراکم پذیری می شود که نهایتاً منجر به خلل در عملکرد انتقال نیرو می شود. علاوه بر این در تغییرات ناگهانی فشار می تواند منجر به کلوپاتسیون، تخریب سیال و تجهیزات شود	-/+	-/+
۱۰	قوام اندک	به کشش سطحی سیال و نوع توزیع وزن های مولکولی سیال بستگی دارد	ایجاد قوام در جریان سیال و ایجاد خلل در آن که نهایتاً منجر به عدم انتقال پیوسته نیرو می شود	+	++
۱۱	تفکیک پذیری از آب (سیالات غیر آبی)	مرتبط است با قطبیت سیال، نوع گروه های عاملی آن و ناخالصی های قطبی موجود در ساختار مولکولی	منجر به تغییرات محسوس در ویسکوزیته سیال، ایجاد خوردگی از نوع زنگ زدگی در تجهیزات، اختلال در جریان پذیری سیال در دماهای پائین و تغییر در ضرایب تراکم پذیری در دماهای بالا می شود. علاوه بر این می تواند منجر به افزایش سرعت اکسیداسیون سیال شود	-/+	-/+
۱۲	پارامترهای حرارتی (انتقال حرارت- ظرفیت گرمایی)	به نوع پیوندها و فواصل بین مولکولی، پایداری حرارتی و تقارن مولکولی ساختارهای واحد سازنده سیال بستگی دارد	منجر به آسیب دیدگی حرارتی سخت افزار و تخریب سیال در دماهای بالا می شود	+	بی اثر
۱۳	محافظت در برابر سایش	به نوع برهمکنش های بین سیال و سطوح بستگی دارد	منجر به سایش سطوح فلزی در تماس با یکدیگر و تخریب سخت افزار می شود. در صورت عدم ایجاد تعادل بین عملکرد شیمیایی و محافظتی مواد افزودنی می تواند منجر به انواع خوردگی های احبابی-اکسیداسیونی در سطوح سخت افزار شود	+	++
۱۴	پایداری در برابر آتش سوزی	ناشی از نوع اتم های تشکیل دهنده ساختار مولکولی و همچنین توزیع وزن مولکولی سیال است. ساختارهای فشرده و هیدروکربن های هالید دار دارای انرژی فعال سازی بالایی در فرآیند احتراق هستند بنابراین جزو موارد ضد آتش سوزی به شمار می روند. ترکیبات با توزیع وزن مولکولی باریک مانند روغن های پایه سنتتزی به دلیل فشار بخار پائین مقاومت مناسبی در برابر آتش سوزی دارند	می تواند منجر به آتش سوزی در دماهای بالا شود	++	بی اثر
۱۵	عایق الکتریکی بودن	بسته به وجود اجزاء قطبی به صورت ناخالصی یا به صورت گروه های عاملی مقادیر عایق بودن متفاوتی را از خود نشان می دهد	انتقال الکتریسیته ساکن و ایجاد آتش سوزی	+	-
۱۶	سازگاری با محیط زیست	بر اساس زیست تخریب پذیری سیال میزان این سازگاری مشخص می شود	منجر به آلودگی خاک، آب و هوا می شود	+	-/+
۱۷	عاری بودن از ذرات معلق	عمدتاً ناشی از تخریب سخت افزار و مواد شیمیایی موجود در ترکیب سیال در پروسه عملیاتی است، بخش کوچکی ناشی از ورود ذرات و ناخالصی از محیط خارجی است	باعث افزایش سرعت تخریب در سخت افزار و سیال شده و به صورت هم زمان منجر به ایجاد خلل در عملکرد سیستم هیدرولیک از طریق مسدود کردن مسیر جریان پیدا کردن سیال و سایر ویژگی های فیزیکی آن می شود	+	+
۱۸	سازگاری با الاستومرها و آببندها	به ترکیب شیمیایی سیال و قطبیت نهایی آن بستگی دارد	در شرایط قطبیت بالا می تواند منجر به حمله شیمیایی سیال به الاستومر شود و در عدم قطبیت مناسب منجر به عدم عملکرد مناسب الاستومر و نشت سیال می شود	-/+	+

جدول ۱. ویژگی های یک سیال ایده آل

۳) طراحی های جدیدتر، نیازهای جدیدتر:

فلسفه طراحی های جدیدتر سیستم های هیدرولیک افزایش کارائی از طریق افزایش فشار، افزایش دما، افزایش کیفیت فیلتراسیون و افزایش زمان دوره های تعویض سیال است.

برای نائل شدن به این هدف لازم است تا سیال سطح بالاتری از محافظت و کارائی را از خود بروز دهد (جدول ۲).

شماره	ملاحظات رسیدن به پارامتر عملکردی جدید	راه حل تامین این نیاز جدید
۱	بهبود خواص ضدسایش و اکسیداسیونی سیال	استفاده از روغن پایه های با پایداری اکسیداسیونی بالا و رفتار ضدسایش مناسب در کنار استفاده از افزودنی های ضدسایش با عملکرد بالا و پایداری حرارتی-شیمیایی بالاتر می تواند منجر به تامین نیازهای این شرایط جدید شود
۲	بهبود خواص اکسیداسیونی سیال	بر اساس نوع کاربرد سیستم هیدرولیک پارامتر دما اهمیت ویژه ای پیدا می کند، علاوه بر این رسیدن به فشار های بالاتر عملکردی به معنای افزایش دمای متوسط سیستم نیز هست. بر این اساس لازم است در ابتدا سیال در برابر فرایند های اکسیداسیون (که منجر به تخریب آن می شود) محافظت شود تا خواص اساسی آن حفظ شود. در وهله دوم افزودنی های مورد استفاده در این سیالات هم باید در عین حفظ کارائی مناسب خود پایداری حرارتی بالاتری داشته باشند تا نهایتا در طول عمر موثر سیال صرفا در طی پروسه محافظت با تخریب روبرو شوند (و نه بر اثر حرارت محیطی) و با بر اثر حرارت و فشار بالای عملکرد سیستم منجر به حمله شیمیایی به آلیاژهای به کار رفته در سخت افزار سیستم-های هیدرولیک (به طور ویژه پمپ ها) نشود. به واسطه شرایط حرارتی مورد استفاده، لازم است این سیال در برابر آتش سوزی احتمالی پایداری و مقاومت مناسبی داشته باشد.
۳	بهبود فیلتراسیون	فترات معلق ناشی از سایش سخت افزار هیدرولیک، مواد حاصل از تخریب حرارتی-شیمیایی سیال و افزودنی های موجود در آن و ناخالصی های محیطی، جهت جلوگیری از تشدید سایش، خوردگی شیمیایی و انسداد مسیر جریان سیال (خلل در فرایند انتقال نیرو) بایستی پیوسته از سیال خارج شوند. فیلترهای با کارائی بالاتر در سیستم های با طراحی جدیدتر که به دلیل فشار و دمای عملکردی بالاتر حساسیت بالاتری به این اجزاء ناخواسته دارند، نقش تاثیر گذاری را ایفا می کنند
۴	افزایش طول عمر سیال	کارائی بالاتر با نائل شدن به شرایط دمایی و فشاری سخت تر به معنای افزایش پایداری سیال است، حصول به این هدف صرفا با مهندسی فرمولاسیون سیالات مورد استفاده در این حوزه عیسر است

جدول ۲. پارامترهای تاثیر گذار بر توسعه سیستم های هیدرولیک

۴) سیالات هیدرولیک، تاثیر ماهیت شیمیایی در تامین نیاز طراحی:

بر اساس آنچه در جدول شماره ۱ و ۲ آورده شده است،

پارامترهای مختلف و متنوعی در عملکرد ایده آل یک سیال هیدرولیک نقش دارند. از طرفی پارامترهای مختلفی نیز در فرمولاسیون یک سیال هیدرولیک تاثیر گذار است که به صورت کلی اساس و چهارچوب آن ناشی از الزامات سازنده سخت افزار و شرایط کاربردی است.

بر این اساس، همواره در هر حوزه مشخص از سیالات هیدرولیک، صرفا تعدادی از این شاخص ها دارای اولویت بالاتری بوده و مسیر فرمولاسیون نیز بر این مبنا تعیین می شود.

در طراحی هر فرمولاسیون بسیار معمول است که الزامات اصلی با تمرکز بر نوع سیال پایه و نیازهای جانبی عمدتا با استفاده از بسته های افزودنی ایجاد و تقویت شوند، بر این اساس می توان حوزه هیدرولیک را حوزه ای سیال محور (پایه محور) در نظر گرفت،

فرضی که کاملا با میزان مصرف افزودنی های شیمیایی در این حوزه نیز هم خوانی دارد. به منظور بررسی بیشتر نقش ماهیت شیمیایی ترکیبات مورد استفاده در فرمولاسیون سیالات هیدرولیک در عملکرد، ابتدا نقش محتویات سیالات هیدرولیک در تقسیم بندی استانداردهای شناخته شده این حوزه مرور خواهد شد، سپس نوع سیال پایه، مواد شیمیایی مورد استفاده در بسته های مواد افزودنی و نوع آلیاژهای سازنده سخت افزار سیستم های هیدرولیک در تامین نیاز سیستم های با کارائی بالا مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۴-۱) ارتباط تقسیم بندی استانداردهای سیالات هیدرولیک با ماهیت شیمیایی اجزاء تشکیل دهنده آن:

چنانچه پیش از این شرح داده شد با ایجاد نیازهای جدید الزامات جدید بر مبنای اضافه شدن آزمون های جدید به استانداردهای تدوین شده قبلی، شکل گرفته اند که نهایتا منجر به توسعه تقسیم بندی های استاندارد در حوزه هیدرولیک شده اند. در حال حاضر موسسه International Organization for Standardization (ISO) و Deutsches Institute für Normung (DIN) شناخته شده ترین موسسات در تدوین، تصویب و اجرای استانداردهای جدید در این حوزه هستند. بررسی تأییدیه های 51524 DIN و همچنین 11185 ISO به عنوان دو استاندارد عمومی و شناخته شده در حوزه هیدرولیک، به خوبی می-تواند نمایانگر نقش نوع

سیال پایه و اجزاء شیمیایی مورد استفاده در فرمولاسیون یک سیال هیدرولیک در تامین الزامات مختلف تعبیه شده در این استانداردها باشند. در چنین استانداردهای سخت گیرانه ای، سیال مورد بررسی بر اساس پارامترهایی نظیر پایداری حرارتی سیال، پایداری شیمیایی و پایداری در برابر آب، طوأت و فیلتراسیون مورد بررسی قرار می گیرند.

۱۱ بررسی های سخت گیرانه حرارتی، شیمیایی و محافظتی نه تنها به بررسی توانمندی سیال در ایجاد محافظت های لازم در شرایط سخت کاربری می پردازد، بلکه یک قدم به جلو گذاشته و به بررسی تاثیرات نامناسبی که ممکن است خود سیال مستقیماً بر روی سخت افزار داشته باشد متمرکز می شود.

تاثیر ماهیت شیمیایی سیال پایه و افزودنی های شیمیایی در تامین الزامات مختلف مورد نیاز هر استاندارد تا بدان حد است که در نگاه اول به جدول شماره ۳ (تقسیم بندی سیالات هیدرولیک بر مبنای استانداردهای مورد بحث) به نظر می رسد که مبنای تفکیک انجام شده در استانداردهای 51524 DIN و 11185 ISO صرفاً نوع سیال پایه و افزودنی های شیمیایی مورد استفاده در سیالات هیدرولیک است. با بررسی بیشتر این جدول کاملاً مشخص است که در طی پروسه تکامل 51524 DIN و 11185 ISO، ایجاد نیازهایی از قبیل افزایش طول عمر سیال، مقاومت در برابر آتش سوزی، افزایش گستره دمایی کاربری سیال، عملکرد در شرایط سخت حرارتی و رطوبتی که می تواند منجر به ایجاد مشکلاتی از قبیل خوردگی، سایش، تخریب فیزیکی در سخت افزار و همچنین تخریب خود سیال نیز گردد، منجر به استفاده از استراتژی هایی از قبیل تغییر در نوع روغن پایه و استفاده از افزودنی های شیمیایی شده است (با در نظر گیری محدودیت های سخت افزاری و الزامات تولیدکنندگان این سخت افزارها). در چنین چهارچوبی پروسه فرمولاسیون با انتخاب روغن پایه مناسب بر مبنای شاخص های فیزیکو-شیمیایی اولویت دار آغاز، با انتخاب افزودنی های شیمیایی مناسب (جهت تقویت برخی از این ویژگی ها) ادامه و نهایتاً با محک زدن محصول بر مبنای شاخص های مورد نیاز به اتمام می رسد.





DIN 51524	ISO 11158	ردیف
H	HH	۱ روغن پایه معدنی (بدون افزودنی شیمیایی)
H-L	HL	۲ روغن پایه + آنتی اکسیدان/ ضد خوردگی
H-LP	HM	۳ روغن پایه + آنتی اکسیدان/ ضد خوردگی + ضد سایش
HLP-D	--	۴ روغن پایه + آنتی اکسیدان/ ضد خوردگی + ضد سایش + دترجنت
HVLP	HV, HR	۵ روغن پایه + آنتی اکسیدان/ ضد خوردگی + ضد سایش + بهبود دهنده شاخص گرانیروی
--	HG	۶ روغن پایه + آنتی اکسیدان/ ضد خوردگی + ضد سایش + ضد چسبندگی/ لغزندگی
--	HS	۷ سیالات سنتزی (غیر مقاوم در برابر آتش سوزی)
HS-A	HFAE	۸ امولسیون روغن در آب
--	HFAS	۹ سیال آبی حاوی ترکیبات شیمیایی
HS-B	HFB	۱۰ امولسیون آب در روغن
HS-C	HFC	۱۱ محلول آبی حاوی پلیمر
HS-D	HFDR	۱۲ فسفات استر
HS-D	HFDS	۱۳ هیدروکربن های کلردار شده
HS-D	HFDT	۱۴ مخلوط فسفات استر و هیدروکربن های کلردار شده
HS-D	HFDU	۱۵ سایر سیالات سنتزی غیر آبی

جدول ۳. تفکیک سیالات هیدرولیک بر مبنای استانداردهای ISO و DIN

براساس جدول شماره ۳ مشهود است که سیالات هیدرولیک بر مبنای نوع سیال پایه و در سه محور سیالات پایه آب، پایه معدنی و پایه های سنتزی در حال توسعه هستند و در این مسیر افزودنی های شیمیایی نیز در هر یک از این سه محور نقش کمک کننده دارند. در سیالات مبتنی بر آب، دستیابی به اصطکاک کم تر و روانکاری بالاتر با استفاده از روش هایی نظیر تشکیل امولسیون های پایدار آب و روغن (جدول ۲، بند های ۸-۱۰) و یا استفاده از پلیمرهای محلول در آب (جدول ۲، بند ۱۱) میسر شده است و برای کاهش اثرات جانبی حضور آب نظیر ایجاد زنگ زدگی و خوردگی از انواع افزودنی های شیمیایی ضد خوردگی استفاده شده است. سیالات پایه معدنی عمدتاً بیش از سایر سیالات حوزه هیدرولیک وابسته به نوع و میزان افزودنی های شیمیایی اند، گرچه در اینجا نیز استفاده از پایه های با پالایش بهتر و کیفیت بالاتر می توانند در عملکرد تاثیر گذار باشند اما عمده ویژگی های سیالات پایه معدنی وابسته به نوع و میزان افزودنی های شیمیایی مورد استفاده در فرمولاسیون آن ها است (جدول ۲، بندهای ۶-۱). ورود پایه های سنتزی به حوزه هیدرولیک در ابتدا با هدف ایجاد و تقویت ویژگی هایی که با استفاده از پایه های آبی و معدنی میسر نبود، از قبیل افزایش قابل توجه طول عمر سیال (پایداری بالاتر)، کارکرد آن در شرایط بحرانی از قبیل دمای بالا (نقطه اشتعال بالاتر- روانکاری قوی تر)، دمای پایین (نقطه ریزش منفی تر)، فشار کاری بالا (قدرت روانکاری بیشتر- پایداری بالاتر) و مواردی از این دست، انجام شد اما در ادامه تاکید بیشتر بر برخی از این ویژگی ها نظیر مقاومت در برابر آتش سوزی، از جمله ویژگی هایی بود که سرعت استفاده از آن ها را به شدت افزایش داد. تنوع در نوع و گریدهای ویسکوزیته قابل استفاده از جمله پارامترهای تسریع کننده استفاده از پایه های سنتزی در حوزه هیدرولیک است، هرچند که پارامترهای اقتصادی همواره مانعی در برابر توسعه هر چه بیشتر آن ها بوده است (جدول ۲، بندهای ۱۲-۱۵ و ۷).



۴-۲-۱) بررسی سیالات پایه:

روغن های پایه معدنی برای سال های طولانی به عنوان بخش اصلی سازنده سیالات هیدرولیک مورد استفاده قرار گرفته اند به نحوی که در مقطعی ۹۰ درصد سیالات مورد استفاده در سیستم های هیدرولیک برپایه روغن های معدنی بوده اند و این فراوانی با بهبود روش های پالایش روغن پایه و همگام با نیازهای جدید حفظ شد، اما با ظهور نیازهای روانکاری فراتر از پتانسیل روغن های معدنی، بررسی و استفاده از روغن های پایه سنتزی در این حوزه به مرور رو به افزایش گذاشت. به طور کلی

روغن پایه های سنتزی (با ذات هیدروکربنی) به دلیل قطبیت پائین و پایداری شیمیایی بالا ذاتا روانکارهای ضعیف تری در رژیم های روانکاری مرزی به شمار می روند اما به دلیل مزایایی (بسته به نوع پایه بخشی از این مزایا) از قبیل پایداری حرارتی بالا، پایداری اکسیداسیونی، شاخص گر انروی بالا، جریان پذیری بالا در دمای پائین، محدودیت های عملکرد دمایی پائین، مقاومت در برابر تشعشعات هسته ای، مقاومت در برابر آتش سوزی و ویژگی هایی از این دست نسبت به یک روغن پایه معدنی برتری دارند.

هرچند که هنوز هم در حوزه هایی مانند پایداری هیدرولیک، محافظت در برابر خوردگی، سمیت، سازگاری با انواع الاستومرها و آب بندها، انحلال مناسب ادتیوها و پکیج ها و نهایتا هزینه و در دسترس بودن، از روغن های پایه معدنی ضعیف تر هستند. انواع روغن های سنتزی مورد استفاده در حوزه سیالات هیدرولیک به این شرح است.

۴-۲-۱-۱) پلی آلفا اولفین ها (PAO):

در سیالات هیدرولیک به خصوص در موارد استفاده خاص، مانند سیستم های هیدرولیک مورد استفاده در صنایع دریایی و صنایع زیر سطحی استفاده گسترده ای پیدا کرده اند. هر چند که عمدتا از حلالیت اندک افزودنی ها و ناسازگاری با الاستومرهای مورد استفاده رنج می برند.

۴-۲-۱-۲) پلی ایزوبوتن ها (PIB):

هرچند که استفاده از PIB ها عمدتا در حوزه روانکار در نقش پلیمرهای بهبود دهنده ویسکوزیته (غلظت دهنده) بوده است اما در صنایع مرتبط با تولید ورق های آلومینیوم و با توجه به حساسیت ظاهر ورق های تولیدی به بقایای حاصل از تخریب روغن سیال، از PIB ها با وزن های مولکولی پائین در نقش روغن پایه استفاده می شود. قطعاً مهم ترین نکته حائز اهمیت در مورد این خانواده از روغن های پایه، دپلمریزه شدن حرارتی این سیالات است که به صورت توانمان مهم ترین مزیت و عیب این سیالات به شمار می رود.

۴-۲-۱-۳) پلی آلکیلن گلیکول (PAG):

به عنوان یکی از سیالاتی که به صورت گسترده در حوزه هیدرولیک به کار گرفته شده اند به شمار می روند. اساس این استفاده رنج گسترده ویسکوزیته های قابل

حصول، قابلیت محلول بودن در آب و داشتن بالاترین شاخص ویسکوزیته (بیشتر از ۲۲۰) است هر چند که ممکن است ناسازگاری هایی با برخی الاستومرها و تقریباً تمام رنگ ها داشته باشند. امروزه اساس استفاده از PAG ها در سیالات هیدرولیک ضدآتش خانواده HFC است.

۴-۲-۴ (۴-۱) پلی فنیل اترها:

به دلیل پایداری حرارتی، اکسیداسیونی و شیمیایی، در سیستم های هیدرولیک با شرایط عملکردی ویژه به شدت مورد توجه قرار گرفته اند. این روغن پایه به دلیل ممان دوقطبی بالای حاصل از حلقه های فنیل و اتم اکسیژن دارای قدرت روانکاری بالایی است و به دلیل همین نیروهای بین مولکولی است که مقدار فراریت بسیار اندکی دارد. این روغن پایه به دلیل توالی حلقه های فنیلی پایداری بالایی در برابر تشعشعات هسته ای و تخریب های ناشی از فرایندهای رادیکالی دارد. هر چند که به دلیل رفتار در سرمای نامناسب مانند جریان پذیری نامناسب در دماهای پایین و تغییرات شدید ویسکوزیته نسبت به دما (شاخص گرانروی به شدت پائین) صرفاً در شرایط خاص مورد استفاده قرار گرفته اند.

۴-۲-۴ (۵-۱) استرهای آلی:

برخی از اعضای این خانواده بزرگ صرفاً بعد از اضافه کردن آنتی اکسیدان مناسب پایداری حرارتی و اکسیداسیونی مناسبی را تجربه می کنند. با وجود تنوع ساختاری استرها، معروف ترین زیر مجموعه این خانواده که در حوزه هیدرولیک مورد استفاده قرار می گیرد نئوپنتیل پلی ال استرها (Neopentyl polyol esters) هستند که عمده محبوبیت آن ها ناشی از پایداری حرارتی ساختار آن ها است. این روغن پایه به صورت عمده در سیستم های هیدرولیک توربین های گازی صنایع هوا فضا مورد استفاده قرار می گیرد.

۴-۲-۴ (۶-۱) فسفات استرها:

برای سال های طولانی به عنوان روغن پایه سنتزی مقاوم در برابر آتش سوزی در سیالات هیدرولیک ضدآتش در صنایع هوا فضا و اصولاً هر جایی که ریسک آتش سوزی بالا باشد مورد استفاده قرار گرفته اند. به دلیل انرژی فعال سازی بالای این سیال در فرآیند احتراق، مهم ترین مزیت این سیال مقاومت آن در برابر آتش سوزی و اشتعال است، هرچند که به دلیل خواص ضدسایشی و پایداری اکسیداسیونی هم مورد توجه قرار دارند. اما معایبی نظیر حساسیت بالا نسبت به رطوبت، شاخص گرانروی پائین و ناسازگاری با الاستومرها در کنار دانسته متفاوت آن ها نسبت به سیالات هیدروکربنی همواره جزو موانع توسعه استفاده از سیالات مبتنی بر این خانواده از روغن های پایه بوده است.

۴-۲-۴ (۷-۱) سیلیکون:

ساختارهای متنوعی از سیلوکسان ها و سیلیکات استرها به عنوان روغن پایه سیالات هیدرولیک مورد استفاده قرار گرفته اند. در این میان دی متیل پلی سیلوکسان ها با داشتن کم ترین تغییرات ویسکوزیته نسبت به دما (بالاترین شاخص گرانروی در میان تمامی روانکارهای سنتزی و معدنی) و فراریت بسیار اندک در کنار پایداری حرارتی و اکسیداسیونی مناسب به طور گسترده در سیستم های هیدرولیک با گستره کاربری دمایی بسیار وسیع مانند تجهیزات هیدرولیک به کار رفته در فضاپیماها مورد استفاده قرار گرفته اند. براساس مهم ترین معضل این خانواده از روغن های پایه یعنی قدرت روانکاری پائین، در کنار معایبی نظیر عدم امتزاج پذیری با سیالات دیگر، پائین بودن کشش سطحی، ضریب تراکم پذیری بالا و نوع برهمکنش آن ها با آب که منجر به حالت ژل شدگی می شود، این سیال صرفاً در موارد خاص مورد استفاده قرار گرفته است. تراکم پذیری بالای روغن های پایه مبتنی بر سیلیکون ناشی از امکان تغییرات شدیدی زاویه پیوندی در طول پیوندهای سیلیسیم اکسیژن است که منجر به مقادیر بالای تراکم پذیری می شود. این نوع از سیالات به صورت سنتی در سیستم هیدرولیک ترمز خودروها به کار گرفته شده اند و با وجود تراکم-پذیری بالا به دلیل نحوه عملکرد بدون نویز (اصطلاحاً عملکرد نرم) هنوز هم در این حوزه دارای کاربرد هستند.

۴-۲-۴ (۸-۱) فلوئورو اترها:

روغن های پایه این خانواده در دو فرمت مولکولی فلوئورو الکیل اترها و پرفلوئورو اترها وجود دارند. مهم ترین مزیت این خانواده مقاومت در برابر آتش سوزی است اما از مزایای متمایزکننده دیگری نظیر پایداری اکسیداسیونی، پایداری شیمیایی، پایداری حرارتی و پایداری در برابر تشعشعات هسته ای (به عنوان یک جذب کننده رادیکالی) نیز برخوردار هستند. این سیال با توجه به ویژگی های منحصر به فرد خود، در صنایع هوافضا به عنوان سیال سیستم های هیدرولیک کاربری بالایی دارند هر چند که قیمت بسیار بالای آن عملاً از همه گیر شدن استفاده از آن جلوگیری کرده است.

۴-۲-۲) سیالات هیدرولیک ضد آتش:

با توجه به وابستگی بالای سیالات ضد آتش به نوع سیال پایه مورد استفاده، در این بخش به بررسی بیشتر این سیالات می پردازیم. در دهه هفتاد و هشتاد میلادی تحقیقات گسترده در امریکا مشخص کرد که برخلاف انتظارات قبلی نه تنها احتمال آتش سوزی در سیستم های هیدرولیک (به خصوص در سیستم های صنعتی که سخت افزارهای هیدرولیکی به عنوان جزء جدایی ناپذیر انواع تجهیزات دما بالا مشغول به کار هستند) بسیار بالا است بلکه تعداد زیادی از این حوادث نیز به وقوع پیوسته و توسط شرکت های بیمه جهت ارائه خسارت های کم تر تمعدا مخفی شده اند. پس از این بازه زمانی توسعه سیستم های هیدرولیکی که سیالات آن مقاومت بالایی در برابر آتش سوزی داشته باشند، سرعت پیدا کرد. در حال حاضر تمامی اقدامات انجام شده در این حوزه را می توان در سه دسته تقسیم بندی کرد. ۱) سیالات پایه آب: در حالی که امولسیون روغن در آب به عنوان شناخته شده ترین سیال پایه آبی همواره از مشکلاتی نظیر روانکاری ضعیف، خوردگی و زنگ زدگی بالا و حساسیت شدید به درصد آب رنج می برد، با ظهور پلیمرهای پلی-آلکیلن گلیکول (PAG) با قابلیت انحلال در آب، امکان بهبود چشم گیر در پارامترهای عملکردی سیالات پایه آب در طول عمر طولانی تر فراهم شده است. هر چند که محدودیت نهایی چنین حلال هایی به گرمای محیطی، جایی که افزایش دما منجر به تبخیر آب و تغییرات شدید در ویسکوزیته، تراکم پذیری، سیالیت و پارامترهای این چگینی می شود، سبب شد که چنین سیالاتی عملا برای استفاده تحت شرایط بحرانی دما و فشار بالا مناسب نباشند و صرفا بتوانند احتمال وقوع آتش سوزی ناشی از نشت سیال را کاهش دهند. بر این اساس، حداکثر دمای عملیاتی چنین سیالاتی بین ۶۵-۵۰ درجه سانتی گراد است. ۲) سیالات ضد آتش، پایه سنتزی: شناخته شده ترین سیالات سنتزی با قابلیت مقاومت در برابر آتش، فسفات استرها و هیدروکربن های هالید دار هستند. این ترکیبات شیمیایی به دلیل انرژی فعال سازی بالاتری که نسبت به هیدروکربن های معمولی در پروسه احتراق دارند در مواجه با حرارت، دیرتر دچار احتراق شده و پس از دور شدن منبع گرما به سرعت دچار خودفرونشانی آتش می شوند.

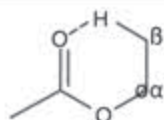
گرچه هیدروکربن های هالید دار، سیالات موثرتری در مواجه با آتش به شمار می روند اما استفاده از آن ها به دلایل زیست محیطی به شدت ممنوع شده و فسفات استرها جایگزین آن ها شده اند.

گرچه فسفات استرها عملکرد بسیار خوبی در مواجه با آتش سوزی دارند اما توسعه آن ها به دلیل مسائل اقتصادی به شدت کم تر از پتانسیل آن ها بوده است، به خصوص که با توجه به اختلاف دانسیته شدیدی که با سیالات هیدروکربنی دارند امکان جایگزین کردن آن ها در سیستم های هیدرولیک معمولی بدون ایجاد تغییر در پمپ ها (به عنوان تامین کننده جریان سیال) عملا ممکن نمی باشد. ۳) سیالات مقاوم در برابر آتش، پایه سنتزی: استرهای آلی تنها عضو تشکیل دهنده این دسته هستند. این ساختارها به دلیل تنوع فراوان ناشی از نوع پیش ماده های مورد استفاده در سنتز آن ها اعم از نوع الکل و بخش هیدروکربنی، نوع اسید و بخش هیدروکربنی، نسبت الکل مورد استفاده به اسید و همچنین تعداد ایزومرهای ساختاری، طیف بسیار وسیعی از سیالات با پارامترهای فیزیکو-شیمیایی متنوع را تشکیل می دهند.

به صورت عمومی ساختارهای پلی ال استری که فاقد هیدروژن هستند مقاومت بالایی در برابر حرارت داشته و سرعت احتراق پایین تری را تجربه می کنند.

ردیف	روغن های معدنی	فسفات استرها	آب / PAG	استرهای آلی
۱	۰/۸۸	۱/۱۵	۱/۱۰	۰/۹۳
۲	خوب	خوب	متوسط	خوب
۳	۱۳۰	۱۵۰	۶۵	۱۵۰
۴	ضعیف	عالی	خوب	خوب

جدول ۴. مقایسه سیالات ضد آتش



شکل ۱. تاثیر هیدروژن ناحیه بتا بر پایداری حرارتی استرها

۳-۴) ماهیت شیمیایی بسته های افزودنی و نقش آن ها در عملکرد سیالات هیدرولیک:

بسته های افزودنی شیمیایی عمدتاً در حوزه سیالات هیدرولیک پایه معدنی استفاده گسترده ای دارند. تنوع وسیع سخت افزارهایی که از سیالات هیدرولیک پایه معدنی استفاده می کنند و وجود استانداردهای سخت گیرانه در این حوزه سبب شده است که طراحی بسته های افزودنی مناسب به صورت یک هنر در آید. در حالی که با توسعه روش های پالایشی همواره روغن پایه های مورد استفاده با کیفیت تر شده اند اما استفاده از انواع ترکیبات شیمیایی عمدتاً با هدف تقویت ویژگی هایی از قبیل پایداری فیزیکی-شیمیایی، افزایش سیالیت، تقویت انواع رژیم های روانکاری، افزایش گستره دمایی کاربری سیال و مواردی از این دست انجام می شود. براساس الزامات مربوط به استانداردهای مختلف، بسته های افزودنی می توانند شامل اجزای متنوعی از قبیل انواع ترکیبات ضدکف، آنتی اکسیدان، افزودنی های ضدخوردگی، افزودنی های ضدسایش، پلیمرهای بهبود دهنده شاخص گرانروی، PPD، اصلاح کننده های اصطکاک، دترجنت، افزودنی های EP، ترکیبات ضدچسبندگی-لغزندگی و تقویت کننده های الاستومرهای آب بندی و اجزائی از این دست باشند.

۱-۳-۴) اجزاء شیمیایی تشکیل دهنده بسته های شیمیایی:

۱-۱-۳-۴) ترکیبات ضدکف:

اعمال فشارهای متناوب بر سیالات هیدرولیک از یک سو و نیاز به جریان پذیری مناسب سیال از مجاری و منافذ بسیار ریز، سبب شده است تا نیاز بالایی به کنترل کف در مرحله اعمال فشار از طریق پمپ و هم چنین جلوگیری از ورود این هوا به مسیر سیال جهت پیشگیری از هرگونه خللی در عملکرد سخت افزار، لازم و ضروری باشد. با وجودی که نوع و میزان کف وابسته به نوع سیال پایه ی مورد استفاده است، عملکرد ترکیبات ضدکف تقریباً ثابت بوده و مبنای رفتاری آنها کاهش میزان کف از طریق کاهش کشش-سطحی سیال است. چنانچه در مقاله قبلی نیز به آن اشاره شد

ترکیبات ضدکف با کاهش کشش سطحی نه تنها از وقوع کف کردگی جلوگیری می کنند، بلکه در زمان استراحت سیال می توانند منجر به تسریع خروج هوا و کاهش هوای محبوس در سیال (که می تواند منتهی به تاثیرات نامطلوبی در میزان تراکم پذیری و پایداری شیمیایی سیال شود) شوند.

از آنجایی که ضدکف های سیلیکونی به دلیل ضریب بزرگ تغییر زوایای پیوندی تمایل بالایی به تجمع مولکولی دارند، می توانند تاثیر مخربی بر پارامتر هوای محبوس در سیال گذاشته و بر همین اساس استفاده از این ترکیبات در فرمولاسیون سیالات هیدرولیک و به صورت کلی روانکارهای صنعتی مرسوم نیست. شناخته شده ترین ساختارهای شیمیایی که در فرمولاسیون-های صنعتی به عنوان ترکیبات ضدکف مورد استفاده قرار می گیرند، مشتقات خانواده شیمیایی آکریلات هستند.

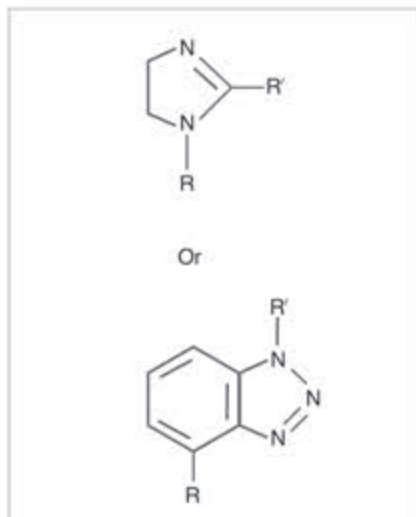
۲-۱-۳-۴) آنتی اکسیدان:

ترکیباتی هستند که با جلوگیری از واکنش اجزاء تشکیل دهنده با اکسیژن هوا یا سایر منابع اکسیژن محیطی، از وقوع انواع واکنش های تبادلی الکترونی جلوگیری کرده و به این طریق نه تنها از تخریب سیال و کاهش طول عمر آن جلوگیری می کنند بلکه منجر به ثابت باقی ماندن پارامترهای فیزیکی-شیمیایی سیال از قبیل ویسکوزیته، عدد اسیدی، پایداری برشی و پارامترهایی از این دست خواهد شد. عمده آنتی-اکسیدان های مورد استفاده در بسته های افزودنی سیالات هیدرولیک از خانواده آنتی اکسیدان های نوع اول (اولیه) هستند که بسته به محدوده دمایی کاربری خود می توانند از خانواده فنلی، آمینی یا مخلوطی از این دو انتخاب و استفاده گردند.

آنتی اکسیدان های آمینی به دلیل پایداری حرارتی بالاتری که نسبت به آنتی اکسیدان های فنلی دارند عمدتاً در موارد دمایی بالا کاربرد دارند هر چند که به دلیل رنگ تیره ای که دارند عمدتاً مقبولیت کمتری نسبت به آنتی اکسیدان های فنلی دارند.

۳-۱-۳-۴) ترکیبات ضدخوردگی:

در فشار بالای اعمالی توسط پمپ و حرارت ناشی از آن، ترکیبات شیمیایی و ناخالصی های محیطی این امکان را خواهند داشت تا وارد واکنش های شیمیایی اکسایشی-کاهشی با سطوح فلزی شده و منجر به انواع خوردگی ها شوند. در چنین شرایطی دو استراتژی کلی جهت محافظت از سطوح فلزی وجود دارد. (۱) استفاده از ترکیبات دارای بخش های قطبی و غیرقطبی در یک ساختار واحد (ترکیبات سورفکتانت مانند) با قابلیت رقابت با ناخالصی های محیطی، از جمله آب و گوگرد آزاد، در پروسه جذب بر سطح فلز. این ترکیبات به واسطه اتصال به سطوح فلزی از تماس ترکیبات خورنده ناشی از ناخالصی های محیطی با فلز جلوگیری کرده و به این واسطه از خوردگی شیمیایی پیشگیری می نمایند. گرچه تمامی ساختارهای اسید و باز آلی با واحد های هیدروکربنی بزرگ قابلیت چنین عملکردی را دارند اما در فرمولاسیون های عمومی حوزه هیدرولیک اغلب از نمک های کلسیم سولفونات (پایه دترجنت های کلسیمی) به عنوان ترکیبات ضدخوردگی استفاده می شود. (۲) استفاده از ترکیبات افزایش دهنده چگالی الکترون در سطوح فلزی (افزایش پتانسیل احیا در سطوح فلزی)، این ترکیبات که عمدتاً از مشتقات آمین های حلقوی هستند به واسطه چگالی الکترون بالای خود که با نسبت بالایی در خارج از حلقه مستقر شده است، امکان پیشگیری از واکنش های اکسیداسیونی فلزات را، از طریق افزایش چگالی الکترونی بر سطح فلزی، خواهند داشت.



شکل ۲. ساختارهای غیر فعال کننده فلزی

۴-۳-۴) ترکیبات ضدسایش:

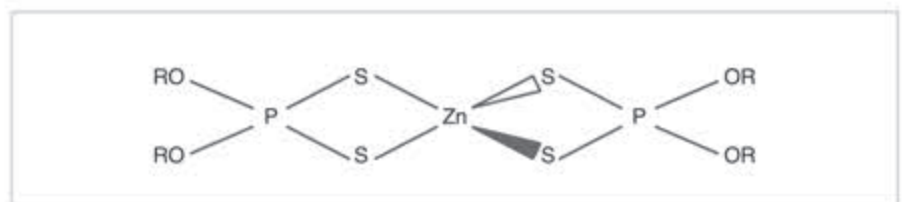
شناخته شده ترین و پر مصرف ترین ترکیبات ضدسایش مورد استفاده در صنعت روانکار کمپلکس های فلز روی با لیگاندهای خانواده تیوفسفات است. این کمپلکس های فلزی که با نام مخفف شده ZDDP شناخته می شوند با عملکرد فدا شونده خود و ایجاد لایه های فیزیکی بر روی سطوح فلزی (در طی واکنش شیمیایی بین مولکولی که از طریق یکسری نوآرانی های شیمیایی درون مولکولی آغاز می شود، شروع به پلیمریزاسیون می کنند و منجر به ایجاد سطوح فیزیکی با ضخامت چند نانومتر تا چند میکرومتر بر روی سطوح فلزی می شوند) از سایش این سطوح جلوگیری می کنند. هدف استفاده از ترکیبات ZDDP محافظت از پمپ های مورد استفاده در سخت افزارهای هیدرولیکی در برابر پدیده سایش است.

از آن جایی که پمپ ها وظیفه ایجاد و تنظیم فشار و جریان در کل مجموعه را برعهده دارند، محافظت از آن ها نه تنها منجر به افزایش طول عمر مفید سخت افزار می شود، بلکه منجر به کاهش هزینه های نگهداری نیز خواهد شد.

توانایی محافظتی ترکیبات ZDDP مرهون واکنش پذیری شیمیایی بالای آن ها است، به عبارت بهتر این ترکیبات در شرایط دما و فشار عملیاتی می توانند وارد واکنش های شیمیایی شده و با ایجاد لایه های محافظ از سطوح فلزی محافظت کنند. در هر فرمولاسیونی، واکنش پذیری ZDDP مورد استفاده از دو بعد، مورد بررسی قرار می گیرد.

(۱) آیا واکنش پذیری ZDDP مورد استفاده در حدی هست که صرفا در دما و شرایط کاربری شروع به واکنش کند؟ قطعاً با افزایش واکنش پذیری شیمیایی ZDDP که از ویژگی هایی نظیر کاهش پایداری در برابر گرما و رطوبت مشخص می گردد، سطح ایجاد محافظت در برابر سایش افزایش پیدا می کند، هرچند که این ویژگی می تواند منجر به تخریب ساختار ZDDP پیش از آغاز استفاده موثر از آن و کاهش طول عمر مفید سیال هیدرولیک نهایی گردد.

(۲) چنانچه گفته شد ZDDP ها، ترکیباتی با واکنش پذیری شیمیایی بالاتر نسبت به سایر ترکیبات شیمیایی مورد استفاده در روانکارهای صنعتی از جمله سیالات هیدرولیک هستند و براین مبنا، پتانسیل کافی را دارند تا در بخش های سخت افزاری متشکل از فلزات زرد از قبیل مس و برنج منجر به خوردگی شیمیایی شوند (به جای ایجاد محافظت). عمدتاً دو نوع پمپ پروانه ای و پمپ پیستونی در سیستم های هیدرولیک مورد استفاده قرار می گیرند که پمپ های پیستونی از فلزات زرد و آلیاژهای آن تشکیل شده اند. بنابراین لازم است جهت جلوگیری از ایجاد خوردگی در این پمپ ها، سطح واکنش پذیری ZDDP مورد استفاده و مقادیر آن به نحوی تنظیم گردد که منجر به واکنش های شیمیایی تخریبی نشود.



شکل ۳. ساختار شیمیایی ترکیبات ZDDP

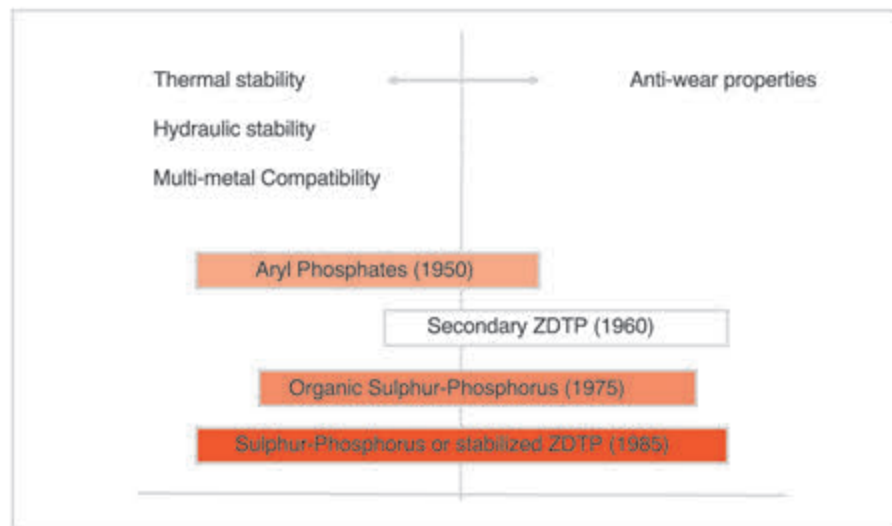
واکنش پذیری شیمیایی ساختارهای ZDDP و حساسیت آن ها به پارامترهای محیطی از جمله حرارت و رطوبت، تابعی از نوع گروه های آلکیل این ساختارها است. به طور کلی با افزایش حجم هیدروکربنیک بخش های آلکیلی، پایداری حرارتی و رطوبتی کل مجموعه افزایش پیدا می کند و عملکرد این مولکول از محافظت سایشی به سمت رفتار ضدفشاری (EP) تغییر می یابد. نوع آلکیل ساختار نیز در افزایش پایداری آن به شدت موثر است. با تغییر نوع ساختار آلکیل از نوع اول به نوع سوم، پایداری حرارتی آن به دلیل افزایش احتمال و سهولت مهاجرت گروه آلکیلی، کاهش پیدا می کند. در طی همین روند، با شاخه دار شدن بخش های آلکیلی، پایداری کل مجموعه در برابر رطوبت نیز افزایش پیدا می کند.

به صورت کلی مرسوم است که ZDDP های دارای آلکیل های نوع اول با ابعاد آلکیلی بزرگ و عمدتاً به صورت استخلاف دار در حوزه فرمولاسیون سیالات هیدرولیک مورد استفاده قرار می گیرند.

ارتباط بین ساختار و عملکرد شیمیایی خانواده ZDDP در جدول شماره ۵ مشخص شده است. در شرایطی که ساختار ZDDP فاقد پایداری کافی در برابر شرایط محیطی باشد سیال نه تنها در زمانی کوتاه تر از طول عمر مفید خود (مورد نیاز) از عوامل ضد سایش تهی می شود، بلکه به دلیل سرعت بالای تجزیه شدن ساختار شیمیایی، حجم اجزاء جامد و شبه جامد در طی عملکرد یا حتی پیش از آن به حدی بالا می رود که می تواند باعث ایجاد سایش یا آسیب فیزیکی به تجهیز (اعم از انسداد مسیر سیال یا انسداد فیلتر) شود.

ردیف	نوع گروه آلکیل متصل به اکسیژن	آریل	آلکیل نوع اول	آلکیل نوع دوم	مخلوط آلکیل نوع اول و نوع دوم
۱	سایش	بد	متوسط	عالی	خوب
۲	پایداری در برابر آب	بد	متوسط	عالی	خوب
۳	پایداری در برابر حرارت	عالی	متوسط	بد	خوب

جدول ۵. ارتباط ساختاری و رفتاری خانواده ZDDP



شکل ۴. روند ایجاد تعادل بین خاصیت ضدسایشی ZDDP ها و پایداری مولکولی

مرسوم است که در صنعت روانکار جهت بهره مندی از ویژگی های مناسب حرارتی، رطوبتی و ضدسایش از مخلوطی از ZDDP های حاوی آلکیل های نوع اول و نوع دوم استفاده شود. با توجه به اینکه ساختارهای ZDDP به دلیل داشتن گوگرد می توانند عملکرد آنتی اکسیدانی ثانویه داشته باشند، میزان پایداری ساختار تعیین کننده سهم عملکرد ضدسایشی و عملکرد آنتی اکسیدانی مشتق مورد استفاده است، به نحوی که ساختارهای پایدارتر قدرت آنتی اکسیدانی بالاتر و محافظت سایشی پائین تر دارند و در مورد ساختارهای ناپایدار برعکس این موضوع صادق است (پایداری و ناپایداری که در محدوده تعادل ذکر شده قرار داشته باشد).

در سیستم های قدیمی تر که عمدتاً شامل آلیاژهای فلزی زرد هستند محافظت عمدتاً با استفاده از سیالات فاقد افزودنی های ضد سایش خانواده ZDDP و صرفاً با استفاده از گرید ویسکوزیته انجام می شود.

با توسعه طراحی های جدید و افزایش تنوع اجزاء سخت افزاری مورد استفاده (و قاعدتاً تنوع آلیاژهای فلزی)، در کنار افزایش فشار، دما و پایداری رطوبتی سیال این الزام ایجاد شده است تا همواره تعادلی بین راندمان محافظتی اجزاء شیمیایی سیال (برای تمامی بخش های یک سیستم هیدرولیک) و عدم واکنش پذیری این اجزاء با سخت افزار تجهیز وجود داشته باشد. به عبارت بهتر با توجه به اینکه می دانیم کاهش واکنش پذیری مشتقات خانواده ZDDP ها (افزایش پایداری حرارتی، شیمیایی و پایداری در برابر رطوبت) منجر به کاهش عملکرد محافظتی آن ها می شود، طراحی افزودنی های شیمیایی و مهندسی فرمولاسیون یکپارچه های مورد استفاده باید به نحوی انجام شود که افزایش پایداری حرارتی، شیمیایی و رطوبتی سیال نهایی در عملکرد ضد سایشی آن تاثیر منفی نگذارد حتی منجر به بهبود راندمان آن شود (شکل ۴). از طرف دیگر به تاخیر انداختن کاهش واکنش پذیری این خانواده از افزودنی ها براساس شرایط عملیاتی سیستم های جدید (فشار و دمای بالا) و احتمال ایجاد واکنش شیمیایی مواد افزودنی با سخت افزار، عملاً امکان پذیر نیست، اما رسیدن به این هدف چگونه میسر خواهد بود؟ (توضیح در بخش ۲-۳-۴)

۴-۳-۱-۵) بهبود دهنده های شاخص گرانروی:

با استفاده از سیالاتی با شاخص روانکاری بالاتر، سخت افزار این امکان را پیدا می کند تا با کمترین تلورانس در توان اعمالی و فشار متحمل شده، در شرایط مختلف دمایی شروع به کار کرده و به این ترتیب کمترین شوک فیزیکی و حرارتی را در طی گستره عملکرد خود تجربه کند. با افزایش شاخص گرانروی، سرعت کاهش ویسکوزیته در دماهای بالاتر و افزایش آن در دماهای پایین تر، کاهش پیدا می کند و این به معنای عملکرد یکنواخت تر سخت افزار است. به صورت سنتی در مواردی که نیاز به گستره وسیع دمایی در کاربری یک سخت افزار باشد از سیالات با پایه های سنتزی که دارای شاخص گرانروی بالایی هستند، استفاده می شود. در سیالات پایه معدنی، عمدتاً پلیمرهای خانواده پلی متاکریلات در نقش بهبود دهنده شاخص گرانروی مورد استفاده قرار می گیرند.

این خانواده از پلیمرها به دلیل مورفولوژی ساختاری خود دارای نسبت (توان) غلظت دهی به وزن واحد بالاتری بوده و به همین دلیل امکان استفاده از آن ها در وزن های مولکولی کوچکتر با پایداری برشی مناسب نیز امکان پذیر است.

با استفاده از پلیمرها در نقش بهبود دهنده شاخص ویسکوزیته باید به این نکته توجه شود که به دلیل تنش های برشی بزرگ ناشی از اعمال فشار در محل پمپ ها و همچنین جریان پیدا کردن این سیالات از مجاری و منافذ بسیار ریز، پایداری برشی پلیمر دارای بیشترین اهمیت است. براین اساس،

برخلاف سایر حوزه های روانکار استفاده از پلیمرهای بزرگ زنجیر و در مقادیر وسیع در این حوزه امکان پذیر نیست.

۴-۳-۱-۶) ترکیبات بهبود دهنده اصطکاک:

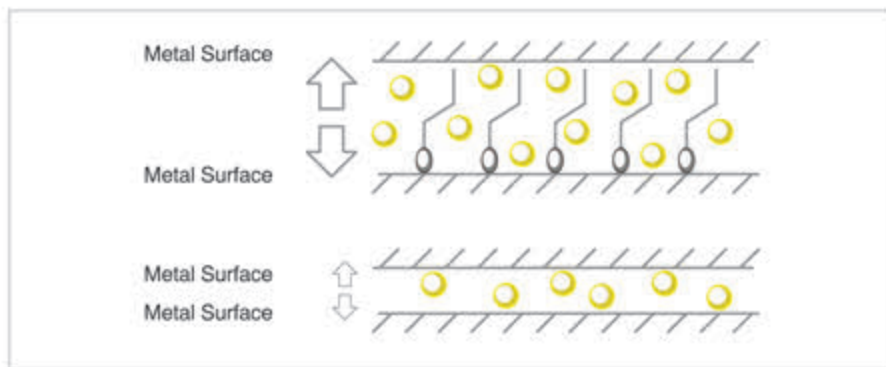
با توجه به فشارهای اعمالی بزرگ بر سیالات هیدرولیک، وابستگی ویسکوزیته این سیالات به فشار اعمالی و هم چنین ارتباط مستقیم ویسکوزیته به اصطکاک درون مولکولی سیال و اصطکاک بین سیال و سطوح مختلف، عملکرد مناسب سخت افزارهای هیدرولیک مستلزم کاهش اصطکاک سیال است. این ویژگی علاوه بر دقت در انتخاب سیال پایه مناسب (نوع و گرید مناسب)، با استفاده از ترکیبات بهبود دهنده اصطکاک نیز تقویت می شود. ترکیبات بهبود دهنده اصطکاک اغلب ترکیباتی سورفکتانت مانند با بخش های هیدروکربنی بلند زنجیره اند که با نوآرایی در سطح فلز و جهت گیری منظم بخش های هیدروکربنی خود سبب می شوند عملاً سطح سخت فلزی به بافت نرم هیدروکربنی تغییر ماهیت داده و این عاملی در کاهش ضریب اصطکاک و کاهش اصطکاک کلی مجموعه است. مرسوم ترین ساختارهای بهبود دهنده اصطکاک که در فرمولاسیون های سیالات هیدرولیک به کار گرفته شده اند، ترکیبات دی استر مشتق شده از سوکسینیک اسیدها هستند.

۴-۳-۲) عبور از پکیج های دارای خاکستر:

ساختار شیمیایی دی تیوفسفات با داشتن قابلیت پلیمریزاسیون تخریبی (ساختار اولیه طی پروسه پلیمریزاسیون دچار تخریب شده و تمام اجزاء مونومر اولیه وارد ساختار پلیمر نهایی نمی شود) و تشکیل لایه های محافظ فیزیکی، شناخته شده ترین ساختار واحد در تنظیم پارامتر سایش به شمار می رود. به دلیل خوردگی شیمیایی بالای این ساختار واحد (به ویژه در مواجهه با فلزات زرد) استفاده از این افزودنی هیچ گاه به صورت مستقیم میسر نبوده است.

مهم ترین استر اثری که استفاده از این ساختار واحد را در قالب یک ترکیب کنترل کننده سایش میسر کرده است، کاهش واکنش پذیری شیمیایی آن از طریق تشکیل کمپلکس با فلزات واسطه بوده است.

شناخته شده ترین کمپلکس های دی تیوفسفات، متشکل از روی و مولیبدن بوده است که نقش غیر قابل انکاری در توسعه انواع حوزه های روانکاری بر عهده داشته اند. این استراتژی در حالی که به صورت موفقیت آمیزی در تمامی حوزه های روانکار از جمله حوزه هیدرولیک مورد استفاده قرار می گیرد، اما نیازها و الزامات جدید که منجر به کاهش هر چه بیشتر خاکستر در این حوزه می شود (در کنار نیاز به کاهش تخریب شیمیایی فلزات زرد توسط افزودنی های شیمیایی) سبب شده است که استراتژی کاهش فعالیت شیمیایی دی تیوفسفات ها از طریق روش های دیگری نیز دنبال شود. در حال حاضر ماحصل تمامی روش های به کار گرفته شده در این فلسفه، به صورت مکمل با یکدیگر منجر به معرفی بسته های افزودنی فاقد خاکستر (فاقد فلز روی) شده اند. کاهش فعالیت ترکیبات ضد سایش از طرق مختلف منجر به تولید ساختارهایی با قابلیت مقاومت در برابر سایش شده اند که در کنار یکدیگر و با تنظیم نسبت آن ها به یکدیگر، منجر به تولید پکیج هایی معادل با پکیج های حاوی ZDDP با ویژگی فاقد خاکستر، شده اند. از آنجایی که روش های مورد استفاده با هدف کاهش فعالیت ساختارهای ضدسایش در قیاس با روش های تشکیل کمپلکس فلزی یا منجر به ساختارهایی با فعالیت شیمیایی بیشتر می شوند



شکل ۵. نحوه عملکرد ترکیبات بهبود دهنده ضریب اصطکاک

۴-۳-۱) ترکیبات دترجنت:

در سیستم های هیدرولیک برخلاف روانکارهای موتورهای درون سوز، استفاده از دترجنت ها به ویژه خانواده TBN Booster ها، به دلیل شرایط کاربری سیالات هیدرولیک که منجر به کاهش احتمال ورود یا تولید اجزاء اسیدی می شود، بسیار محدود است و صرفاً در شرایط خاصی که این سیالات در معرض محیط های اسیدی قرار دارند یا در مواردی که لازم است حساسیت شیمیایی ترکیبات ZDDP (که خود دارای ذات اسیدی است) با استفاده از پارامترهای محیطی تنظیم گردد، از دترجنت ها در فرمولاسیون بسته های افزودنی استفاده می گردد.

۴-۳-۲) بسته های افزودنی فاقد خاکستر:

با توسعه سیستم های جدیدتر و ظهور الزامات سختگیرانه تر که هدف آن ها ارتقاء پارامترهایی نظیر کاهش ذرات جامد و معلق در سیالات هیدرولیک بود، استفاده از سیستم های فیلتراسیون با کارایی بالا در سخت افزارهای هیدرولیک نیز توسعه پیدا کرده اند. در چنین شرایطی جهت جلوگیری از خلل در عملکرد سیستم های فیلتراسیون، روند توسعه شناسایی منشأ ذرات جامد و شبه جامد در سیالات هیدرولیک آغاز و تا حد ممکن این منابع حذف گردیده اند. بر این اساس علاوه بر بازنگری در طراحی سیستم های هیدرولیک جهت کاهش تماس با محیط بیرونی، فرمولاسیون افزودنی های شیمیایی نیز مورد بازنگری قرار گرفتند. ماحصل این توسعه، معرفی خانواده جدیدی از افزودنی های شیمیایی تحت عنوان افزودنی های فاقد خاکستر بود.

۴-۳-۱) منظور از خاکستر چیست؟ منشأ این خاکستر از کجاست؟

در سیستم های هیدرولیک برخلاف موتورهای درون سوز تنها منشأ خاکستر، ترکیبات شیمیایی حاوی نمک های فلزی مورد استفاده در فرمولاسیون سیال است.

این نمک های فلزی در شرایط کاربری و در مواجهه با اسیدهای تولید شده در محیط، طی واکنش های اکسیداسیونی به اکسیدهای فلزی که عمدتاً فاقد قابلیت انحلال در محیط سیال هستند، تبدیل می شوند. از آنجایی که اندازه گیری این خاکستر فلزی در آزمایشگاه با استفاده از سولفوریک اسید انجام می شود، این خاکستر تحت عنوان خاکستر سولفاته شناخته می شود. اولین قدم در توسعه سیالات هیدرولیک فاقد خاکستر، کاهش و حذف افزودنی های حاوی نمک های فلزی بوده است. با توسعه سخت افزاری سیستم های هیدرولیک به سمت ابعاد کوچکتر در عین افزایش توان و کارایی، افزایش محافظت از پمپ های سیستم از طریق کنترل میزان سایش همواره یک چالش اساسی در فرموله کردن سیالات هیدرولیک بوده است. بر این اساس خانواده ZDDP ها را می توان یکی از مهم ترین اجزاء فرمولاسیون های نوین به شمار آورد که نقش اساسی در تامین نیازهای ضدسایشی سیال نهایی بر عهده دارند. ZDDP ها در دسته کمپلکس های فلزی قرار می گیرند و در واقع نوعی از نمک های فلزی به شمار می روند، بر این اساس این خانواده عملاً یکی از منابع اصلی خاکستر در فرمولاسیون های هیدرولیک است. در حرکت به سمت سیستم های فاقد خاکستر اولین و مهم ترین چالش، جایگزینی ZDDP ها با ترکیبات موثری است که بتوانند از سخت افزار به خوبی در برابر سایش محافظت کنند. چالشی که به موازات و در راستای کاهش واکنش پذیری شیمیایی اجزاء موجود در فرمولاسیون سیالات هیدرولیک جهت جلوگیری از تخریب شیمیایی اجزاء سخت افزاری است.

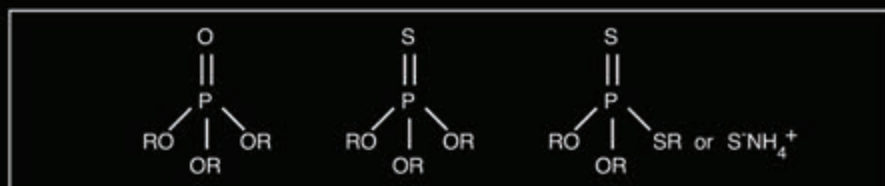


یا باعث افزایش ویژگی EP یک ساختار می شوند (بسته به روش مورد استفاده)، امکان استفاده مجزا از هریک از ترکیبات حاصل (از روش های مختلف) به صورت مجزا و منفرد به عنوان جایگزین ZDDP عملاً میسر نیست و لازم است مجموعه ای از این ترکیبات (از طریق اثرات سینرژیک با یکدیگر) به عنوان جایگزین ساختار ZDDP به کار گرفته شوند. در این فلسفه فرمولاسیونی با توجه به نوع ترکیبات ضدسایش مورد استفاده (فاقد خاکستر)، استفاده از گیراندازهای رادیکالی (که شناخته شده ترین آن ها آنتی اکسیدان ها هستند) با هدف منقطع کردن زنجیره واکنش های رادیکالی کاملاً مرسوم است.

■ ۳-۲-۳-۴) توسعه بسته های دارای خاکستر اندک یا فاقد خاکستر، افزایش پایداری حرارتی ساختارهای ضدسایش:

د فلسفه اصلی در ایجاد پایداری حرارتی، اعمال تغییراتی در ساختار جهت جلوگیری یا به تاخیر انداختن مهاجرت درون مولکولی گروه های آلکیل از اکسیژن به گوگرد و آغاز فرآیند تخریب و سپس پلیمریزاسیون است.

چنانچه پیش از این اشاره شد به این منظور از استراتژی های مختلفی استفاده می شود که می توان آن را در سه دسته کلی جای داد. ۱) استفاده از بخش های هیدروکربنی که تمایل کمتری به مهاجرت درون مولکولی دارند، مانند استفاده از آلکیل های نوع اول به جای نوع دوم یا گروه های فنیل به جای نوع اول، ۲) مشتق سازی گوگرد های لیگاند ZDDP با هدف کاهش تمایل به انجام واکنش شیمیایی (استخلاف دار کردن گوگرد نوع اول موجود در ساختار دی تیو فسفات) و ۳) کاهش درصد گوگرد در ساختار واحد، به عبارت بهتر تبدیل دی تیو فسفات به مونو تیو فسفات و نهایتاً فسفات فاقد گوگرد.



شکل ۶. شماتیک استراتژی های کاهش فعالیت ساختارهای واحد ضد سایش



گرچه با استراتژی های مورد استفاده در ایجاد پایداری حرارتی، ناخودآگاه ساختار تا حدی از لحاظ شیمیایی غیرفعال می شود. اما تاکتیک اصلی در کاهش مقدار واکنش پذیری شیمیایی یک ساختار کاهش درصد گوگردهای استخلافی آن و عملاً تغییر در ساختار شیمیایی مولکول محافظ است. واکنش پذیری شیمیایی یک مشتق از خانواده ZDDP را می توان در دو مرحله از عمر این ساختار بررسی کرد. مرحله اول پیش از تخریب شیمیایی ساختار و ایجاد محافظت است، در این مرحله بسیار محتمل است ساختار با بنیان دی تیوفسفاتی با سایر اکتیو های قطبی موجود در محیط (مثلاً اجزا دارای ذات قلیایی) یا با سطوح فلزی وارد یک برهمکنش شیمیایی از نوع تغییر کمپلکس فلزی یا اکسایش-کاهش شود که نهایتاً منجر به آسیب به فرمولاسیون سیال و سخت افزار می شود (پیش از انجام واکنش های شیمیایی محافظتی). مرحله دوم پس از تخریب درون مولکولی ساختار ZDDP و ایجاد محافظت است، جایی که محصول جانبی فرآیند تولید گوگرد فعال است. گوگرد فعال عاملی است که به دلیل نوع چینش الکترونی خود بخوبی قابلیت برهمکنش شیمیایی با فلزات نرم و نهایتاً تخریب آن ها را دارد.

۱۱ بر این اساس مهمترین استراتژی در غیرفعال کردن شیمیایی یک خانواده، کاهش درصد گوگرد کل ساختار است عاملی که منجر به کاهش واکنش پذیری در مرحله اول و دوم و البته واکنش های شیمیایی محافظتی می شود.

۱۲

(در نتیجه بهای آن کاهش عملکرد محافظتی ساختار است).

۱۱ استفاده از بخش های هیدروکربنی بزرگ تر و مشتق سازی گوگرد موجود در ساختار گرچه منجر به کاهش واکنش پذیری ساختار در مرحله اول می شود و از این بعد حائز اهمیت است (کاهش واکنش های شیمیایی ناخواسته در کنار کاهش واکنش های محافظتی) اما در مرحله دوم صرفاً با کاهش سرعت تولید گوگرد فعال، منجر به جلوگیری از تخریب های ناگهانی سخت افزار می شود اما نهایتاً به دلیل عدم تغییر در مقدار گوگرد آزاد تولیدی، در مقدار کل تاثیرات ناشی از برهمکنش های شیمیایی تاثیر نخواهد داشت.

۱۲

۴-۴) آلیاژهای سازنده سخت افزارهای سیستم های هیدرولیک:

در یک سیستم هیدرولیک بخش های مختلف براساس نوع عملکرد، از آلیاژهای مختلفی ساخته می شوند. در شرایط عادی محافظت از این سخت افزار با استفاده از خاصیت روانکاری سیال و افزودنی های شیمیایی موجود در آن انجام می شود اما در شرایط فشار و دمای بالا این امکان وجود دارد که اجزاء شیمیایی سیال با آلیاژهای سازنده وارد برهمکنش های شیمیایی شده و منجر به تخریب ساختار شود.

۱) فلزات زرد شامل مس خالص، برنز (ترکیب قلع و مس) و برنج (مس و روی) در شرایط ملایم به وسیله ترکیبات ضدسایش به خوبی محافظت می شوند اما در شرایط سخت عملیاتی و با حضور ترکیبات فعال شیمیایی مورد حمله قرار گرفته و تخریب می شوند.

محافظت از این خانواده از آلیاژها عمدتاً از طریق تمرکز بر فراهم آوردن ویسکوزیته مناسب امکان پذیر است.

۲) فلز دیگری که ممکن است مورد حمله شیمیایی ساختارهای ZDDP قرار بگیرد فلز نقره است، استفاده از این فلز به عنوان روکش محافظ سطح چرخ دنده ها در برهه ای بسیار مرسوم بود (ولی امروزه کم تر مرسوم هستند)، در چنین سیستم هایی سیال باید فاقد ترکیبات ضدسایش بوده و صرفاً با حضور آنتی اکسیدان و ترکیبات ضدخوردگی محافظت لازم از آن ها ایجاد می شود.

۳) آخرین خانواده فلزی حساس، آلومینیوم و آلیاژهای آن است. گرچه اعضای این خانواده تقریباً با همه افزودنی های ضدسایش مرسوم سازگاری دارند اما اولین گزینه در انجام یک واکنش شیمیایی ناخواسته با مشتقات جدید ZDDP به شمار می روند و به همین دلیل در فرمولاسیون های جدید به عنوان یکی از آلیاژهای حساس همواره مورد ارزیابی قرار می گیرند. ۴) جدا از افزودنی های شیمیایی در مواردی روغن های پایه مورد استفاده هم می تواند با آلیاژهای فلزی موجود در سخت افزار وارد واکنش های شیمیایی شوند.

معروف ترین مثال این حوزه ناسازگاری شیمیایی PAG ها با آلیاژهای روی، منیزیم، کادمیم، آلومینیوم، برونز و استیل است، البته گزارش هایی مبنی بر عملکرد نامناسب فسفات استرها در محافظت از آلومینیوم و آلیاژهای آن در شرایط تماس و فشار بالا وجود دارد.

۵) نتیجه گیری:

براساس آنچه شرح داده شد ماهیت شیمیایی سیال پایه، بسته های افزودنی و همچنین ماهیت سخت افزار در تامین الزامات و نیازهای استانداردهای جدید، که مهم ترین مبنای طراحی آنها چهارچوب های معین شده توسط تولیدکنندگان سخت افزار است، نقش اساسی و تعیین کننده ای بر عهده دارند. بر خلاف حوزه هایی نظیر روانکارهای موتوری در حوزه هیدرولیک و به طور کلی روانکارهای صنعتی، به دلیل تنوع سخت افزاری و به طبع آن نیازهای عملیاتی، امکان ارائه بسته های افزودنی عمومی وجود نداشته و انتخاب سیال پایه نیز به شدت وابسته به محل مورد استفاده محصول نهایی است. بر این مبنای اصل اساسی در طراحی، ساخت و استفاده از سیالات هیدرولیک، الزامات و چهارچوب های مورد نیاز مصرف کننده است. چنین شرایطی گرچه انتخاب سیال مناسب توسط مصرف کنندگان را با پیچیدگی بیشتر همراه کرده است، اما مشخص بودن چهارچوب های مربوط به حوزه های مختلف و نظارت دقیق تولیدکنندگان بر عملکرد سیالات هیدرولیک سبب شده است تولید محصولات، کاملاً اقتصادی و منطبق با نیازها انجام شود.

۶) مراجع و منابع:

- 1) Fuller, M. et al. Chemical characterization of tribochemical and thermal films generated from neutral and basic ZDDPs using x-ray absorption spectroscopy. Trib Int 30:305-315, 1997.
- 2) Tripaldi, G., A. Vettor, H.A. Spikes. Friction behavior of ZDDP films in the mixed boundary/EHD regime. SAE Technical Paper 962036, 1996.
- 3) Leslie R. Rudnick-Lubricant Additives_ Chemistry and Applications, Third Edition-CRC Press, 2017.
- 4) Leslie R. Rudnick (editor)-Synthetics, Mineral Oils, and Bio-Based Lubricants_ Chemistry and Technology-CRC Press (2013).
- 5) Daschner, Ekkehard_ Pirro, Don M._ Webster, Martin-Lubrication Fundamentals, Third Edition, Revised and Expanded-CRC Press (2016).
- 6) R. J. Prince (auth.), Dr R. M. Mortier, Dr S. T. Orszulik (eds.) - Chemistry and Technology of Lubricants-Springer Netherlands (1997).
- 7) S. P. Srivastava-Developments in Lubricant Technology-Wiley (2014).

بررسی کوپلیمرهای OCP

Investigation of Olefin Copolymers

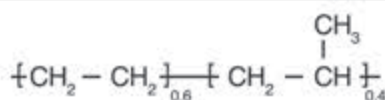


امیرحسین تaffی

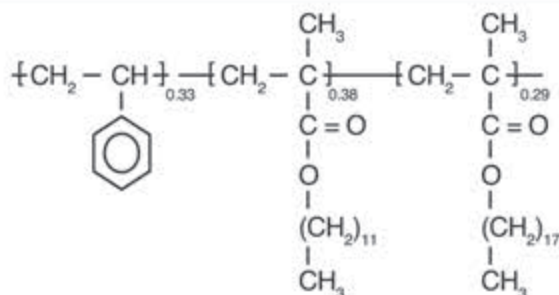
کارشناس فرایند شرکت الفزون روان فرایند

۱. کوپلیمرهای تصادفی^۲: کوپلیمری که مونومرهای سازنده آن به شکل کاملاً تصادفی و بدون هیچ ترتیب و نظم خاصی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند.

A-B-B-B-A-A-B-A-B-A-A-A-B-B-A-B



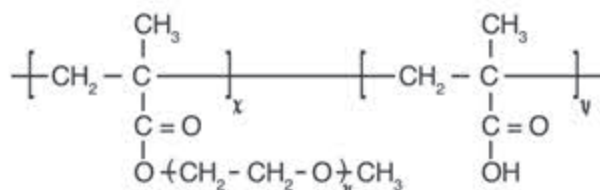
شکل ۲ - پلیمر تصادفی - پلیمر OCP بالابرنده گرانروی



شکل ۳ - کوپلیمر تصادفی - پایین آورنده نقطه ریزش^۱

۲. کوپلیمرهای بلوکی^۳: این نوع از کوپلیمرها شامل دو یا چند هموپلیمر هستند که توسط پیوندهای کووالانسی به هم متصل می‌شوند.

A-A-A-A-A-A-A-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B



شکل ۴ - یک کوپلیمر دو بلوکی^۴ - متفرق کنند^۵

- ^۱ Homopolymer
- ^۲ Copolymer
- ^۳ Random Copolymer
- ^۴ Pour Point Depressant

- ^۵ Block Copolymer
- ^۶ Diblock Copolymer
- ^۷ Dispersant

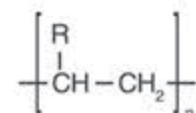
۱-مقدمه

۱.۱- شاخص گرانروی

شاخص گرانروی یک شاخصی بسیار مهم برای روغن‌های چند درجه‌ای است که نشان‌دهنده‌ی مقدار تغییرات گرانروی روغن بر اثر تغییر دما است. هرچه مقدار شاخص گرانروی بیشتر باشد، بدین معناست که تغییرات گرانروی روغن نسبت به تغییرات دما کمتر است. شاخص گرانروی را به کمک افزودنی‌های پلیمری می‌توان افزایش داد.

۱.۲- انواع کوپلیمرها

به طور کلی پلیمرها به دو دسته‌ی هموپلیمر^۱ و کوپلیمر^۲ تقسیم می‌شوند. به پلیمرهایی که تنها از یک واحد تکرار شونده تشکیل شده‌اند، هموپلیمر (شکل ۱) و به پلیمرهایی که بیش از یک واحد تکرار شونده در ساختار خود دارند، کوپلیمر می‌گویند.



شکل ۱ - پلی آلفا اولفین

دو مونومر A و B را تصور کنید که می‌توانند به روش‌های زیر به شکل یک کوپلیمر درآیند:

۳. کوپلیمرهای یک در میان^۸: این نوع از کوپلیمرها دارای واحد تکرار شونده A-B هستند.

A-B-A-B-A-B-A-B-A-B-A-B-A-B-A-B (واحد تکرار شونده: A-B)

۴. کوپلیمرهای دورهای^۹: در این نوع از کوپلیمرها، چندمونومر با ترتیب ثابتی در زنجیر پلیمر تکرار می‌شوند.

A-A-B-A-B-B-B-A-A-A-B-A-B-B-B-A (واحد تکرار شونده: A-A-B-A-B-B-B-A)

۵. کوپلیمرهای ستاره‌ای^{۱۰}: این نوع از کوپلیمرها یک هسته مرکزی دارند و زنجیرهای پلیمری به آن هسته متصل می‌شوند.



شکل ۵ - کوپلیمر ستاره‌ای

۱،۳- تقسیم بندی پلیمرها بر اساس آرایش یافتگی زنجیرها

پلیمرها از نظر آرایش یافتگی زنجیر به دو دسته نیمه‌بلورین و آمورف (بی شکل) تقسیم می‌شوند.

پلیمر نیمه بلوری^{۱۱}: هرگاه زنجیرهای پلیمر از حالت مذاب، سرد شوند و قسمتی از زنجیر آن به آرایش منظمی برسد به آن پلیمر، نیمه بلوری می‌گویند.

پلیمرها به علت طولانی بودن زنجیرهایشان توانایی نوبلور شدن صد درصدی را ندارند.

پلیمر آمورف^{۱۲}: هرگاه زنجیرهای پلیمری از حالت مذاب، سرد شوند و شبکه بلور در زنجیر پلیمر شکل نگیرد، به اصطلاح مانند کلاف کاموا شوند، به آن پلیمر آمورف می‌گویند.

۲- کوپلیمرهای OCP بالابرنده شاخص گرانی

پرکاربردترین و مقرون به صرفه‌ترین پلیمر بالابرنده شاخص گرانی، پلیمرهای OCP هستند. این پلیمرها به دو گونه آمورف و نیمه‌بلورین در صنعت روانکار مورد استفاده قرار می‌گیرند.

البته که بخش اعظم مورد استفاده از این پلیمر، نوع آمورف آن است. این افزودنی پلیمری برای اولین بار در اواخر دهه ۱۹۶۰ میلادی توسط شرکت اکسون^{۱۳} به منظور تغییر خواص رئولوژیکی روغن و افزایش گرانی آن معرفی شد.

۳- تقسیم بندی پلیمرهای OCP

۳،۱- تقسیم بندی بر اساس حالت فیزیکی

پلیمرهای OCP به سه شکل جامد، مایع گرانی^{۱۴} و محلول غلیظ^{۱۵} به بازار عرضه می‌شوند.

تعیین کننده حالت فیزیکی پلیمرهای OCP جامد در مرحله اول نسبت اتیلن به پروپیلن^{۱۶} موجود در ساختار آن‌ها و سپس متوسط جرم مولکولی است.

زمانی که در صد اتیلن موجود ساختار OCP بین ۴۵ تا ۵۵ درصد باشد، پلیمر مذکور آمورف است و در دمای اتاق جاری می‌شود. این گونه از OCP ها معمولاً به صورت بیل^{۱۷} های مستطیلی بسته‌بندی می‌شوند.

^۸ Alternating Copolymer

^۹ Periodic copolymer

^{۱۰} Star Copolymer

^{۱۱} Semicrystalline

^{۱۲} Amorphous

^{۱۳} Exxon

^{۱۴} Viscous Liquid

^{۱۵} Liquid Concentrate

^{۱۶} Ethylene/Propylene

^{۱۷} Bale

برای محافظت از چسبیدن ترکیبات دیگر به سطح پلیمر و برای جلوگیری از چسبیدن بیل‌ها به یکدیگر در زمان انبارش، هر یک از آن‌ها را با یک فیلم پلیمری که معمولاً از جنس اتیلن وینیل استات^{۱۸} یا پلی اتیلن با چگالی کم^{۱۹} است، بسته‌بندی می‌کنند. زمانی که درصد اتیلن موجود در ساختار از ۶۰ درصد بیشتر می‌شود، شبکه‌های بلور در قسمتی از زنجیرهای پلیمر شکل می‌گیرد و مانع جاری شدن پلیمر مذکور در دمای اتاق می‌شود.

تولید محلول غلیظ از پلیمر یا به اصطلاح شربت سازی به گونه‌ای انجام می‌شود که در ابتدا بیل‌های پلیمر به کمک یک دستگاه خردکن مکانیکی به تکه‌های کوچک‌تر تبدیل می‌شود. پس از خرد کردن پلیمر، به روغن که داخل همزن^{۲۰} در دمای بین ۱۰۰ تا ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد در حال مخلوط شدن است، اضافه می‌شود و پلیمر به آرامی شروع به حل شدن در روغن پایه می‌کند و گرانیروی محلول را بالا می‌برد.

باید توجه داشت که برخی از انواع هم‌زن‌ها به علت ایجاد سرعت برشی بالا، حرارت زیادی را به محلول منتقل می‌کنند. در چنین شرایطی می‌بایست انحلال را با دمای کم‌تری آغاز کرد تا دمای نهایی از ۱۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد تجاوز نکند.

علت خرد کردن پلیمر از حالت بیل به تکه‌های کوچک‌تر، افزایش سطح تماس پلیمر و روغن پایه است که در نتیجه آن سرعت انحلال افزایش پیدا می‌کند. محلول غلیظ پلیمرهای OCP معمولاً با گرانیروی در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد بین ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ سانتی‌استوک به بازار عرضه می‌شوند.

پلیمرهای OCP با متوسط جرم مولکولی پایین در دمای اتاق به شکل مایع گرانیرو با گرانیروی در ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد بین ۱۰۰ تا ۲۰۰۰ سانتی‌استوک در می‌آیند. این پلیمرها توسط شرکت لوبریزول^{۲۱} تولید شده و با نام تجاری لوکنت^{۲۲} به بازار عرضه می‌شود.

۳.۲- دسته‌بندی بر اساس میزان بلورینگی

برای دسته‌بندی پلیمرهای OCP بر اساس میزان بلورینگی، به کمک بلورشناسی پرتو ایکس^{۲۳} و یا گرماسنجی روشی تفاضلی^{۲۴}، مقدار بلورینگی پلیمر اندازه‌گیری می‌شود. تاثیر بلورینگی پلیمر بر روی عملکرد رئولوژیکی پلیمر در ادامه مورد بررسی قرار گرفته است.

۴- تاثیر نسبت E/P پلیمر OCP روی خواص فیزیکی آن

نسبت E/P که به معنای نسبت مونومر اتیلن به پروپیلن در ساختار پلیمر است، تاثیر زیادی روی خصوصیات فیزیکی پلیمر دارد. برای پی‌بردن به ترتیب و توالی مونومرهای اتیلن و پروپیلن، از طیف‌سنجی تشدید مغناطیسی هسته‌ای کربن^{۲۵} استفاده می‌شود. هر چه درصد اتیلن موجود در ساختار بیشتر شود، تعداد مونومرهای اتیلنی که در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند افزایش می‌یابد و زمانی که درصد اتیلن موجود در ساختار از ۶۰٪ فراتر می‌رود، مونومرهای اتیلن به قدری پشت یکدیگر تکرار شده‌اند که برای تشکیل شبکه بلور کافی است و با افزایش درصد این مونومر، اندازه شبکه بلور با روندی توانی افزایش می‌یابد.

زمانی که بلورینگی پلیمر از ۲۵٪ (۷۵٪ اتیلن) فراتر می‌رود، به دلیل حالیت بسیار اندک در اکثر روغن پایه‌های معدنی، دیگر به عنوان بالابرنده شاخص گرانیروی روغن مناسب نخواهد بود.

با حرکت به سوی عدم وجود مونومر پروپیلن در ساختار، خواص فیزیکی پلیمر OCP به سوی پلی اتیلن با چگالی بالا^{۲۶} حرکت می‌کند. پلی اتیلن در دمای اتاق یک جامد سخت با مدول بالا است. پلیمر OCP آمورف، پلیمری نرم است که در دمای محیط جاری می‌شود. خواص فیزیکی پلیمرهای OCP نیمه‌بلورین بین نمونه تماماً آمورف OCP و پلی اتیلن با چگالی بالا قرار می‌گیرد.

^{۱۸} EVA

^{۱۹} LDPE

^{۲۰} Blender

^{۲۱} Lubrizol

^{۲۲} Lucant

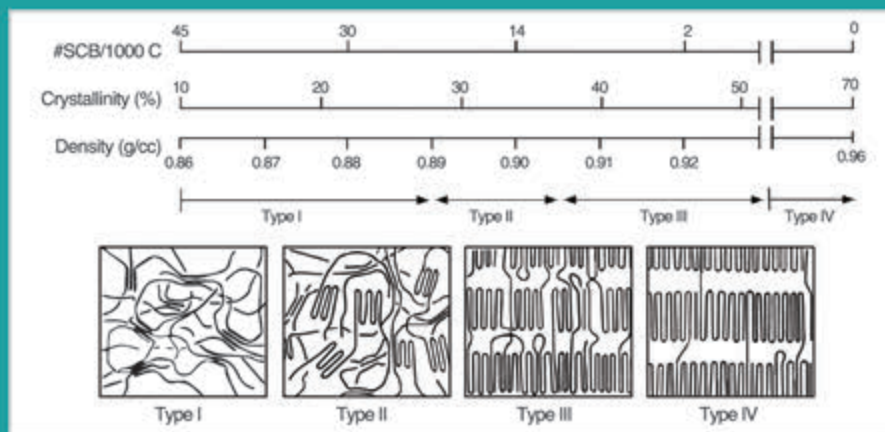
^{۲۳} X-ray crystallography

^{۲۴} Differential Scanning Calorimetry

^{۲۵} C NMR

^{۲۶} HDPE

با اضافه کردن مقدار کمی از یک پلیمر شاخه ای و دارای زنجیرهای طولی به این پلیمر آمورف تا حدی می توان جاری شدن آن در دمای اتاق را کاهش داد. پلیمرهای OCP آمورف در زمان انبارش فشرده تر (چگال تر) از زمان بسته بندی می شوند. پلیمرهای OCP نیمه بلورین که به صورت گرانول به بازار عرضه می شوند، در زمان انبارش شکل خود را حفظ می کنند، ولیکن بسته به شرایطی نظیر دما و زمان انبارش، امکان جسیدن گرانول ها به یکدیگر وجود دارد. البته که توده های شکل گرفته توسط گرانول ها به راحتی از بین می روند و تبدیل به گرانول های جدا از هم می شوند.



شکل ۶- تصویر شماتیک از مورفولوژی چهار نوع پلیمر OCP در حالت جامد (SCB/1000C به معنای تعداد شاخه های جانبی موجود برحسب ۱۰۰۰ کریل زنجیر اصلی است)

۵- تاثیر ساختار پلیمرهای OCP بر روی خواص رئولوژیکی روغن حاوی پلیمر

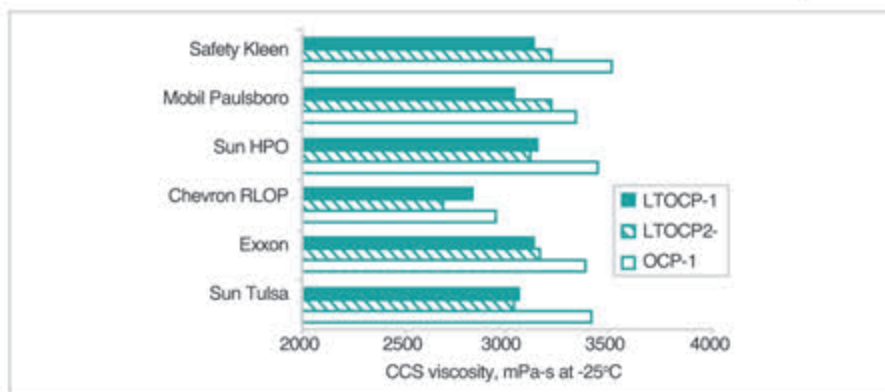
۵.۱- خواص رئولوژیکی روغن در دمای پایین

گرانروی در دمای پایین یک فاکتور بسیار مهم برای روغن موتور است. برای آن که موتور در هوای سرد شروع به کار کند، گرانروی روغن باید از یک مقدار بحرانی کمتر باشد که این مقدار بحرانی، بسته به درجه گرانروی مناسب موتور که توسط سازنده موتور مشخص می شود، توسط استاندارد SAE J300 تعیین می گردد. گرانروی CCS^{۲۷} که توسط آزمون ASTM D5293 اندازه گیری می شود معیاری برای بررسی عملکرد روغن در لحظه روشن شدن موتور است.

پس از این که موتور روشن شد، روغن باید قابلیت پمپ شدن در مسیر مورد نظر برای روانکاری را داشته باشد. گرانروی $MRV^{۲۸}$ که توسط آزمون ASTM D4684 اندازه گیری می شود به منظور بررسی این قابلیت روغن طراحی شده است. در این آزمون، اندازه گیری تنش تسلیم^{۲۹} اهمیت بسیار دارد. چراکه وجود تنش تسلیم در روغن، به معنی امکان ژله ای شدن روغن در هوای سرد خواهد بود، که پمپ شدن آن را عملاً غیر ممکن می سازد.

پلیمرهای OCP با درصد مونومر اتیلن بالای ۶۰٪ به دلیل قابلیت تشکیل بلور (کاهش حجم هیدروکربن آمیک) و در نتیجه تاثیر کمتر روی گرانروی روغن در دمای پایین، به پلیمرهای LTOCP^{۳۰} نیز شناخته می شوند. نمودارهای زیر به مقایسه دو گرانروی CCS و MRV پلیمرهای OCP معمولی و LTOCP پرداخته است.

همانطور که در نمودارهای زیر مشاهده می شود، محلول های حاوی پلیمرهای LTOCP در دمای پایین، خواص رئولوژیکی بهتری از خود نشان داده اند. دو نمونه در آزمون MRV دارای تنش تسلیم هستند که علت به وجود آمدن آن می تواند ناشی از عدم سازگاری پایین آورنده ی نقطه ریزش، واکس های موجود در روغن پایه و بالابرنده شاخص گرانروی مورد استفاده باشد.



نمودار ۱- مقایسه تاثیر پلیمر LTOCP و OCP بر روی CCS در ۶ روغن پایه مختلف

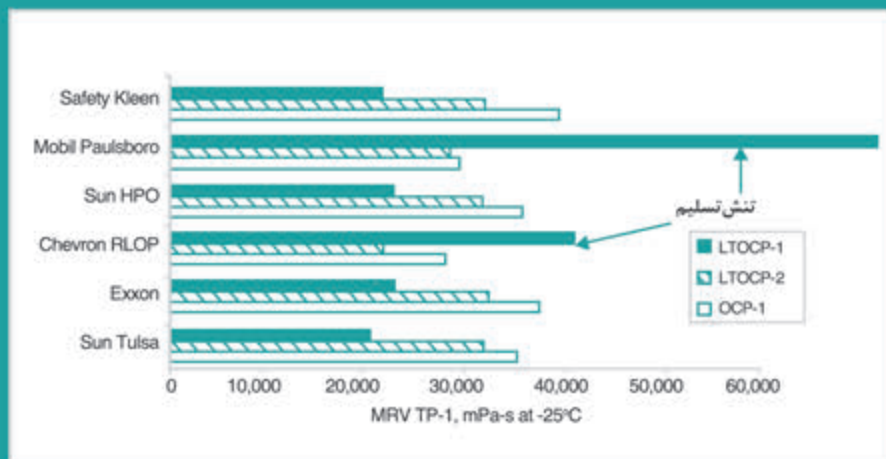
^{۲۷}Cold Cranking Simulator

^{۲۸}Mini-Rotary Viscometer

^{۲۹}Yield Stress

^{۳۰}Low-Temperature OCP

پلیمرهای OCP نیمه‌بلورین به این تعامل میان اجزای مختلف روغن به شدت حساس هستند و یک طراح روغن باید به خوبی این مسئله را در طراحی روغن در نظر بگیرد. در بخش ۹ از این مقاله به تعامل بین پایین آورنده نقطه ریزش، واکس موجود در روغن پایه و بالا برنده شاخص گرانروی پرداخته شده است.



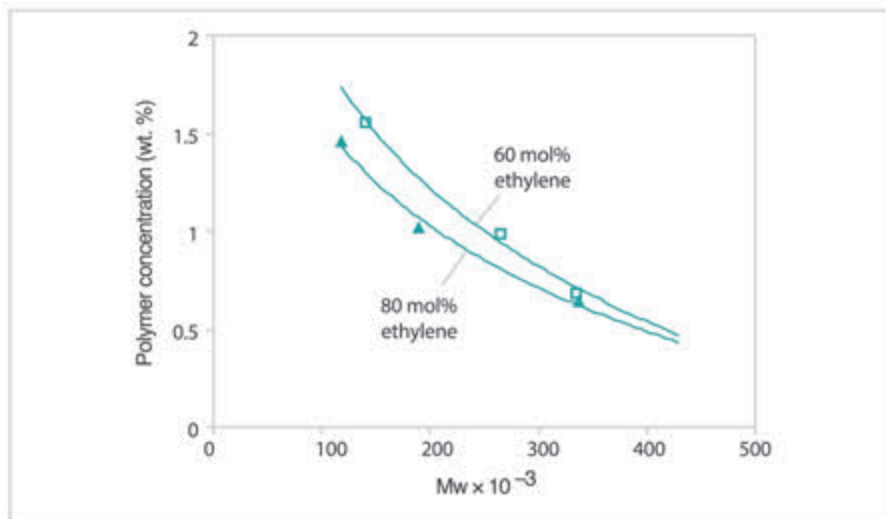
نمودار ۱ - مقایسه تاثیر پلیمر LTOCP و OCP بر روی CCS در ۶ روغن پایه مختلف

۵.۲- خواص رئولوژیکی روغن در دمای بالا

پلیمرهای بالا برنده شاخص گرانروی، به دلیل آن که معمولاً زیر ۱۰۰ درجه سانتی گراد ذوب می‌شوند، در دمای بالا تاثیر کمتری بر خواص رئولوژیکی روغن می‌گذارند. از آنجایی که برای دسته‌بندی روغن‌های چند درجه‌ای، علاوه بر گرانروی در دما و سرعت برشی بالا^{۳۱} به کنترل گرانروی در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد هم نیاز داریم، تاثیر پلیمر بر خواص رئولوژیکی پلیمر در دمای بالا بر روی روغن حاوی پلیمر اهمیت پیدا می‌کند.

۵.۲.۱- بررسی تاثیر پلیمر بر گرانروی روغن

به دلیل بهبود کارایی و کاهش قیمت تمام شده روغن نهایی، طراحان روغن به طور پیوسته سعی به کاهش درصد مصرف پلیمر برای رسیدن به خواص رئولوژیکی دلخواه دارند. متوسط وزن مولکولی، توزیع وزن مولکولی و میزان شاخه دار بودن زنجیر پلیمر روی افزایش گرانروی ناشی از انحلال آن تاثیر دارد. در پلیمرهای OCP با متوسط وزن مولکولی ثابت، با افزایش درصد مونومر اتیلن افزایش گرانروی ناشی از انحلال پلیمر افزایش می‌یابد. میزان شاخه‌ای بودن زنجیر پلیمر با افزایش گرانروی ناشی از آن رابطه عکس دارد. علت آن این است که طول زنجیر اصلی پلیمر تعیین کننده فاصله انتها تا انتهای کلاف پلیمر است. هرچه پلیمر شاخه‌ای تر باشد، طول زنجیر اصلی و فاصله انتها تا انتها کوتاه‌تر شده و در نتیجه حجم هیدرودینامیکی آن کاهش می‌یابد.



نمودار ۳- درصد مصرف و متوسط جرم مولکولی پلیمر OCP برای رساندن یک روغن پایه SN 130 به 11.5 cSt

جدول زیر نتیجه مقایسه دو نوع پلیمر OCP آمورف است که یکی از آن‌ها خطی و دیگری شاخه دار است. این نمونه‌ها حاوی ۱ درصد پلیمر بالا برنده گرانروی و ۹۹ درصد روغن پایه معدنی با گرانروی 6.05 cSt است.

گرانروی نوع شاخه ای	گرانروی نوع خطی	متوسط جرم مولکولی
۱۲.۰۳	۱۳.۵	۲۳۰,۰۰۰
۱۰.۸۷	۱۱.۱۷	۱۸۰,۰۰۰

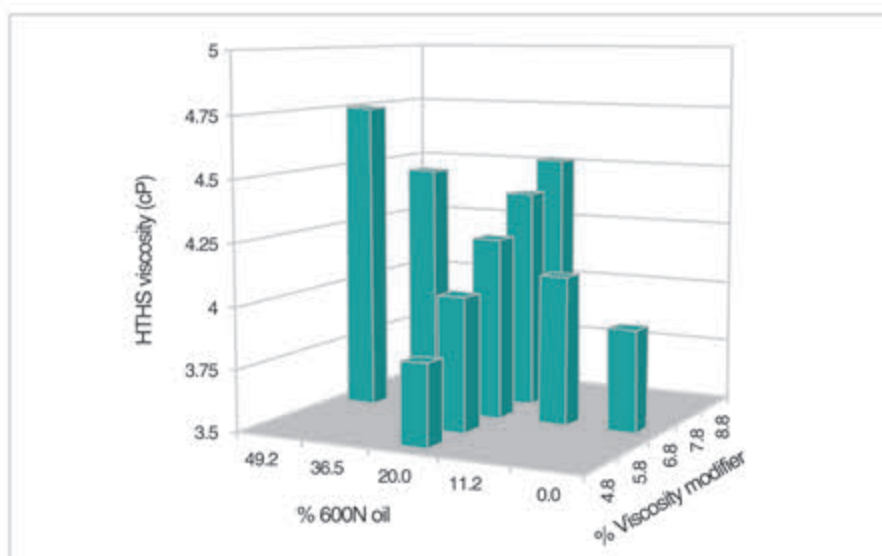
جدول ۱- بررسی تاثیر شاخه‌ای بودن پلیمر OCP در افزایش گرانروی ناشی از انحلال آن

۵.۲.۲- بررسی تاثیر پلیمر بر گرانیروی در دمای بالا و سرعت برشی بالا

برای روانکاری مناسب، ضخامت لایه روانکار باید از یک مقدار بحرانی بیشتر باشد. ضخامت لایه روغن متناسب با گرانیروی آن است. به همین دلیل در جدول SAE J300 حداقل گرانیروی HT/HS مجاز برای هر درجه از روغن مشخص شده است تا از وارد شدن آسیب به قطعات موتور به دلیل کاهش گرانیروی بیش از حد مجاز جلوگیری شود. در این آزمون اکثر زنجیرهای پلیمر بالا برنده گرانیروی کارایی خود را از دست می‌دهند و که باعث کاهش موقتی گرانیروی می‌شود. گرانیروی HT/HS تابع روغن پایه و بالا برنده گرانیروی است. با افزایش درصد پلیمر و یا استفاده از روغن پایه سنگین‌تر، می‌توان HT/HS را افزایش داد.

از آن جایی که در یک روغن، علاوه بر گرانیروی CCS، HT/HS و گرانیروی در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد نیز باید در محدوده‌ی مجاز خود قرار بگیرد و با توجه به قیمت بالای پلیمر بالا برنده گرانیروی نسبت به روغن پایه سنگین، گرانیروی HT/HS به کمک ترکیب دو روغن پایه سبک و سنگین در محدوده مورد نیاز طراحی می‌شود.

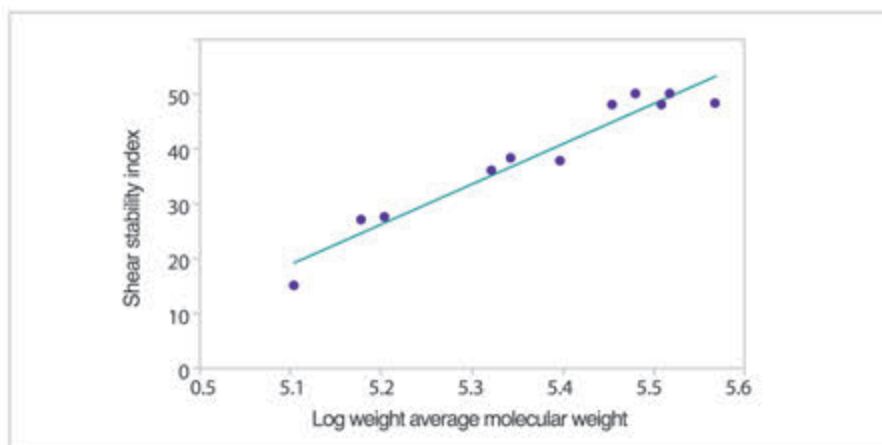
در نمودار زیر تاثیر افزایش گرانیروی HT/HS و افزایش درصد مصرف روغن پایه 600N نسبت به روغن پایه 150N قابل مشاهده است.



نمودار ۴- بررسی تاثیر درصد مصرف پلیمر بالا برنده گرانیروی و درصد مصرف روغن پایه سنگین‌تر بر روی گرانیروی HT/HS در روی روغن موتور SAE15W40

۶- شاخص پایداری برشی پلیمرهای OCP

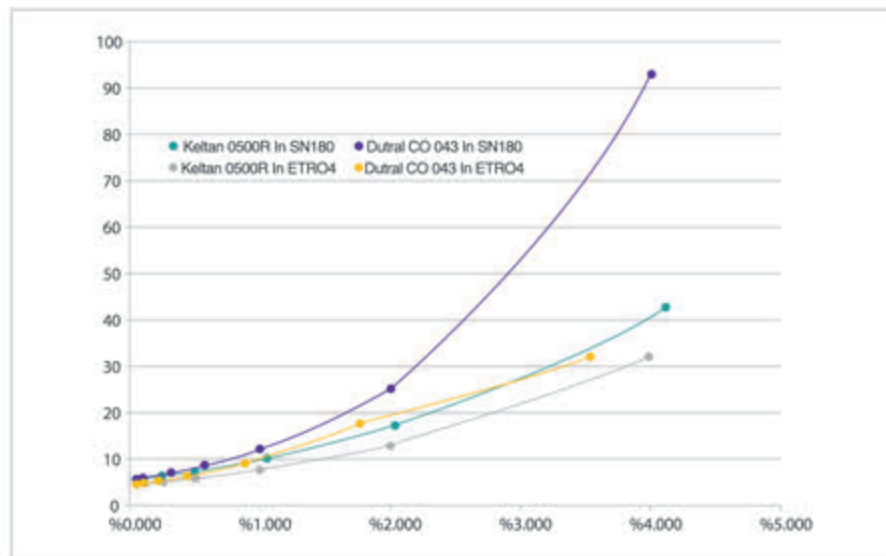
با وارد شدن تنش‌های مکانیکی به زنجیر پلیمر در حین کار کردن موتور، زنجیر تا حدی کشیده می‌شود و در صورتی که کشش ایجاد شده از تحمل زنجیر پلیمر بیشتر باشد، منجر به شکست زنجیر و تقسیم آن به قطعه‌های کوچک‌تر می‌شود و این شکست منجر به افت دائمی بخشی از گرانیروی ایجاد شده ناشی از حضور پلیمر می‌شود. شاخص پایداری برشی با لگاریتم متوسط وزن مولکولی پلیمر روندی خطی دارد که در نمودار زیر قابل مشاهده است. پلیمرهای OCP مورد استفاده در روغن موتور معمولاً شاخص پایداری برشی در محدوده ۲۰ تا ۵۵ دارند.



نمودار ۵- نمودار شاخص پایداری برشی پلیمر بر حسب لگاریتم متوسط جرم مولکولی پلیمر

۷- افزایش گرانیروی ناشی از انحلال پلیمرهای OCP

افزایش گرانیروی ناشی از انحلال پلیمر OCP به گروه روغن پایه و متوسط جرم مولکولی پلیمر وابسته است. برای مقایسه تاثیر این دو شاخص ذکر شده، پلیمرهای Keltan0500R با شاخص پایداری برشی ۲۲ و Dutral CO 043 با شاخص پایداری برشی ۳۹ در دو روغن پایه SN180 گروه II و ETRO4 گروه III حل شده‌اند و نمودار گرانیروی محلول روغن پایه و پلیمر با افزایش درصد مصرف پلیمر در زیر آورده شده است.



نمودار ۶- بررسی تاثیر وزن مولکولی پلیمر و گروه روغن پایه روی افزایش گرانیروی ناشی از انحلال پلیمر

همانطور که مشاهده می‌شود پلیمر با متوسط وزن مولکولی پایین‌تر (شاخص پایداری برشی کمتر)، افزایش گرانیروی کمتری نسبت به پلیمر با متوسط وزن مولکولی بالاتر در هر دو روغن پایه مورد آزمایش ایجاد می‌کند. از طرفی افزایش گرانیروی ناشی از انحلال پلیمر در روغن پایه با گروه پایین‌تر، بیشتر است. البته که مقدار کمی از این پدیده مشاهده شده مرتبط به این است که گرانیروی روغن پایه SN180 کمی بیشتر از ETRO4 است. اما این موضوع برای دو روغن پایه با گرانیروی مشابه در گروه‌های II و III نیز صدق می‌کند.

۸- پایداری حرارتی و پایداری اکسیداسیون

یکی از پارامترهای تاثیرگذار روی پایداری حرارتی و اکسیداسیون پلیمر OCP، درصد اتیلن موجود در ساختار آن است. به گونه‌ای که هر چه درصد اتیلن موجود در زنجیر پلیمر بیشتر باشد، پایداری حرارتی و اکسیداسیونی آن بهتر می‌شود.

پارامتر دیگری که روی این شاخصه تاثیر می‌گذارد، پیوندهای دوگانه ناشی از استفاده مونورهای دی‌ان موجود در شاخه جانبی زنجیر است. هرچه تعداد این پیوندهای دوگانه بیشتر باشد، پایداری حرارتی و اکسیداسیون پلیمر کاهش می‌یابد. به همین دلیل است که استفاده از پلیمرهای شامل جزء سازنده دی‌ان در روغن‌موتور توصیه نمی‌شود.

۹- سازگاری پلیمرهای OCP با پایین آورنده نقطه ریزش

با وجود این که روغن پایه و بالابرنده شاخص گرانیروی روی خواص روغن در دمای پایین تاثیر می‌گذارند، پایین آورنده نقطه ریزش تاثیر مهم‌تری نسبت به دو پارامتر ذکر شده دارد. یک شاخصه بسیار مهم که در طبقه بندی روغن پایه سازمان API در نظر گرفته نشده، فرایند جداسازی واکس موجود در روغن پایه است. بزرگ شدن کریستال‌های واکس باعث کاهش سیالیت روغن در دمای پایین می‌شود. نوع واکس و مقدار آن در روغن پایه مشخص می‌کند که از چه پایین آورنده نقطه ریزش، برای کوچک نگه داشتن کریستال‌های واکس، و به چه مقدار باید استفاده کرد. اگر از پایین آورنده نقطه ریزش مناسب در فرمولاسیون روغن استفاده نشود، در دمای پایین گرانیروی روغن افزایش می‌یابد و یا ممکن است برای جاری شدن نیاز به تنش تسلیم داشته باشد.

پلیمرهای LTOCP به دلیل داشتن مقدار اتیلن زیاد، می‌تواند به همراه پایین آورنده نقطه ریزش اندازه کریستال‌های واکس روغن پایه را بزرگ‌تر کند و خواص سیالیت در دمای پایین را ضعیف‌تر کند.

پلیمرهای OCP نیمه بلوری به دلیل استعداد تبلور، به نوع پایین آورنده نقطه ریزش حساس‌اند. اما نوع آمورف این پلیمر حساسیت کمی به نوع پایین آورنده نقطه ریزش دارد.

۱۰- جمع‌بندی

تولید کنندگان روغن موتور به دلیل قیمت مناسب و خواص قابل قبول پلیمرهای OCP تمایل به استفاده از این بالابرنده گرانیروی در فرمولاسیون خود دارند. این پلیمر با تنوع در پایداری برشی از چندین تولید کننده مختلف به بازار عرضه می‌شود. بخش عمده مورد مصرف نوع آمورف آن است و دلیل محبوبیت پلیمر OCP آمورف حساسیت کم آن به پایین آورنده نقطه ریزش و واکس‌های روغن پایه است.

بررسی روغن موتورسیکلت در آسیا

Motorcycle oil use in Asia – INSIGHT Report



دکتر ساعدی
کارشناس مهندسی فروش شرکت افزون‌روان

داشته‌است، روندی که به نظر می‌رسد در سال ۲۰۱۹ نیز حفظ خواهد شد. ویتنام، چهارمین بازار بزرگ موتورسیکلت در جهان است که در سال ۲۰۱۸ شاهد فروش بیش از ۳.۳۸ میلیون بوده‌است، اگرچه این میزان در سال ۲۰۱۹ تکرار نشد و فروش نیمه‌ی اول ۵.۳٪ کاهش داشت.

تایلند، کوچکترین بازاری است که مورد بررسی قرار گرفت، تقاضا در سال ۲۰۱۸ تقریباً متعادل بود و فروش نهایی به حدود ۱.۷۸ میلیون واحد رسیده است و پیش‌بینی برای سال ۲۰۱۹ با توجه به کاهش ۴ درصدی در نیمه اول خیلی امیدوارکننده به نظر نمی‌رسد.

بیشتر موتورهای که در این چهار بازار مورد بررسی قرار گرفته‌اند مربوط به واردی هستند که به صورت روزمره استفاده می‌شوند و پربازده هستند.

هدف از پژوهش انجام شده توسط اینفینیوم شناخت مصرف‌کننده‌ی نهایی است تا به درک درستی از رفتارها، نوع انتخاب موتورسیکلت‌سواران و ترجیح آنها در هنگام انتخاب روغن برسد.

پژوهش

پژوهش آنلاین انجام شده، ۲۰۰۰ موتورسیکلت در چهار کشور را مورد بررسی قرار داد. پاسخ‌دهندگان حداقل یک موتورسیکلت چهار زمانه دارند که در سال گذشته از آن استفاده نموده‌اند و روغن آن را تعویض کرده‌اند.

در این مقاله به این پرسش پاسخ می‌دهیم که اولویت موتورسیکلت‌سواران آسیایی برای انتخاب روغن موتور بر چه پارامترهایی استوار است. عمر طولانی روغن، هزینه، یا محافظت از موتور؟



آسیا بزرگترین بازار موتورسیکلت جهان و جزو بازارهای مهم و در حال رشد روغن موتور است.

پایگاه اینسایت اینفینیوم^۱ اخیراً گزارشی در ارتباط با نتایج نظرسنجی از صاحبین موتورسیکلت‌های چهار زمانه در کشورهای هندوستان، اندونزی، ویتنام و تایلند ارائه کرده است. این گزارش، فاکتورهایی را که بر خرید روغن تأثیر می‌گذارد، و همچنین ویژگی‌هایی از روانکار که بیشترین ارزش را از جنبه عملکردی دارند، برمی‌شمارد.

فروش جهانی موتورسیکلت در سال ۲۰۱۸ به ۶۲ میلیون دستگاه رسید که نسبت به یک سال پیش از آن ۱.۸٪ افزایش داشته است. برخلاف تفاوت‌هایی که در آمارهای مختلف وجود دارد، همچنان این چهار بازار مهم بیش از ۵۰٪ فروش جهانی را به خود اختصاص داده و جزو مراکز عمده‌ی تولید موتورسیکلت هستند.

هندوستان به‌تنهایی بزرگترین بازار موتورسیکلت جهان است. بیش از ۴۱٪ از موتورسیکلت جهان (یعنی ۲۶ میلیون موتورسیکلت) در سال‌های ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹ در این کشور فروخته شده است. در اندونزی پس از یک دوره کاهش، در سال ۲۰۱۸ شاهد افزایش فروش بیش از شش میلیون بوده که ۸.۴٪ افزایش

^۱ <https://www.infineuminsight.com/>

روغن مورد استفاده:

در کشورهای مختلف، برای انتخاب نوع روغن موتور معیارها متفاوت است، ولی در کل عبارت «فرموله شده برای موتورسیکلت‌ها» به ویژه در تایلند، ویتنام و اندونزی موثرترین عامل در انتخاب است. در هندوستان موتورسواران معمولاً به تجربیات گذشته مراجعه می‌کنند.

در فهرست معیارهای آنها جهت انتخاب، میزان هزینه، گارانتی و سطح کارایی نیز وجود دارد. عامل دیگری که قدری تعجب آور است، این موضوع است که حدود ۴۰٪ پاسخ دهندگان نمی‌توانند سطح کارایی API یا JASO روغن مورد استفاده خود را به یاد آورند.

همچنین از موتور سواران سوال شده است که آیا تا به حال در زمینه روغن موتور دچار چالش یا مشکلی بوده‌اند، که موتور سواران راجع به میزان مصرف و آلودگی روغن سخن گفته‌اند. عملکرد کلاچ (در موتورهای Wet Clutch)، نشت روغن و میزان دود بالای اگزوز نیز مسائل مورد ابتلای مصرف‌کنندگان بوده است.

عملکرد روانکار:

وقتی صحبت از عملکرد و محافظت روانکار می‌شود، موتورسواران مورد بررسی، محافظت در برابر سایش موتور را مهمترین ویژگی روانکار در نظر می‌گیرند که با مصرف بهینه سوخت، پاک‌کنندگی و خنک‌کنندگی موتور همراه می‌شود. جدول زیر، پنج ویژگی عملکردی انتخاب شده توسط موتور سواران را نشان می‌دهد که از میان تعداد زیادی گزینه‌های پیشنهادی به ایشان، انتخاب شده است.

عملکردهای نسبت داده شده به روغن موتورسیکلت به ترتیب اهمیت	
محافظت خوردگی قطعات موتور	۱
مصرف بهینه سوخت	۲
پاک‌بازی موتور	۳
کمک به خنک کردن موتور	۴
محافظت دنده	۵

باوجود این نظرات، در نهایت اصلی‌ترین نتیجه‌ای که از مصاحبه با مصرف‌کنندگان حاصل شد حاکی از آن است که اکثر موتورسواران روغنی با عمر طولانی در مقابل هزینه‌ی کمتر را انتخاب خواهند کرد.

در ادامه جدولی از جمع‌بندی دیدگاه مصاحبه‌شوندگان آمده است.

یکی از نکات جالب که در این پژوهش نمایان شد این است که در این کشورها موتورهای بسیار کوچکتر، سالانه بیش از چهار برابر مسافتی را می‌پیمایند که موتورهای بسیار بزرگتر (۳۳٪ بزرگتر از ۱۰۰۰ سی‌سی) در آمریکا می‌پیمایند. موتورهای آمریکایی عموماً به قصد تفریح به استفاده می‌شوند.

بخشی از اطلاعات آماری پژوهش	
متوسط سن مالکان	۳۶ ساله
سن موتورها	۳۸٪ مربوط به سال ۲۰۱۶ یا جدیدتر است
اندازه موتور	۶۶٪ کوچکتر از ۱۴۰ سی‌سی هستند
مسافت پیموده شده	۱۰,۲۰۰ کیلومتر در سال
استفاده اصلی	حمل و نقل روزانه
معروف‌ترین برند	هوندا

موتورها:

این بررسی نشان می‌دهد بسیاری از موتورسواران در هندوستان، موتورسیکلت را به اسکوتر ترجیح می‌دهند، در حالی که در ویتنام و اندونزی اسکوتر محبوبیت بیشتری دارد و در تایلند یک تعادل ۵۰-۵۰ بین دارندگان موتورسیکلت و اسکوتر وجود دارد. فقط تعداد محدودی از موتورسواران در این نمونه گزارش شده‌اند که از دوچرخه‌ی موتوری^۲ و سه‌چرخه‌ها^۱ استفاده می‌کنند.

درصد بالایی از این موتورسیکلت‌ها و اسکوترها دارای موتورهای کوچکتر از ۱۵۰ سی‌سی هستند و تنها تعداد کمی از آنها (حدود ۵٪ یا کمتر) مجهز به موتورهای ۵۰۰ سی‌سی یا ظرفیت بیشتر هستند. از نظر مدل موتور، حداقل ۷۰٪ سوار بر موتورسیکلت‌های هوندا هستند و بعد از آن مدل‌های یاماها و سوزوکی محبوب هستند.

درصد کلی	 n=500	 n=500	 n=500	 n=500
 اسکوتر (انتقال قدرت اتوماتیک)	60%	48%	79%	36%
 موتورسیکلت (انتقال قدرت دستی)	39%	51%	24%	62%
 سه‌چرخه (به همراه کابین متصل)	-	-	-	1%
 دوچرخه موتوری (طراحی بدلی موتوری)	1%	-	-	2%

تعویض روغن:

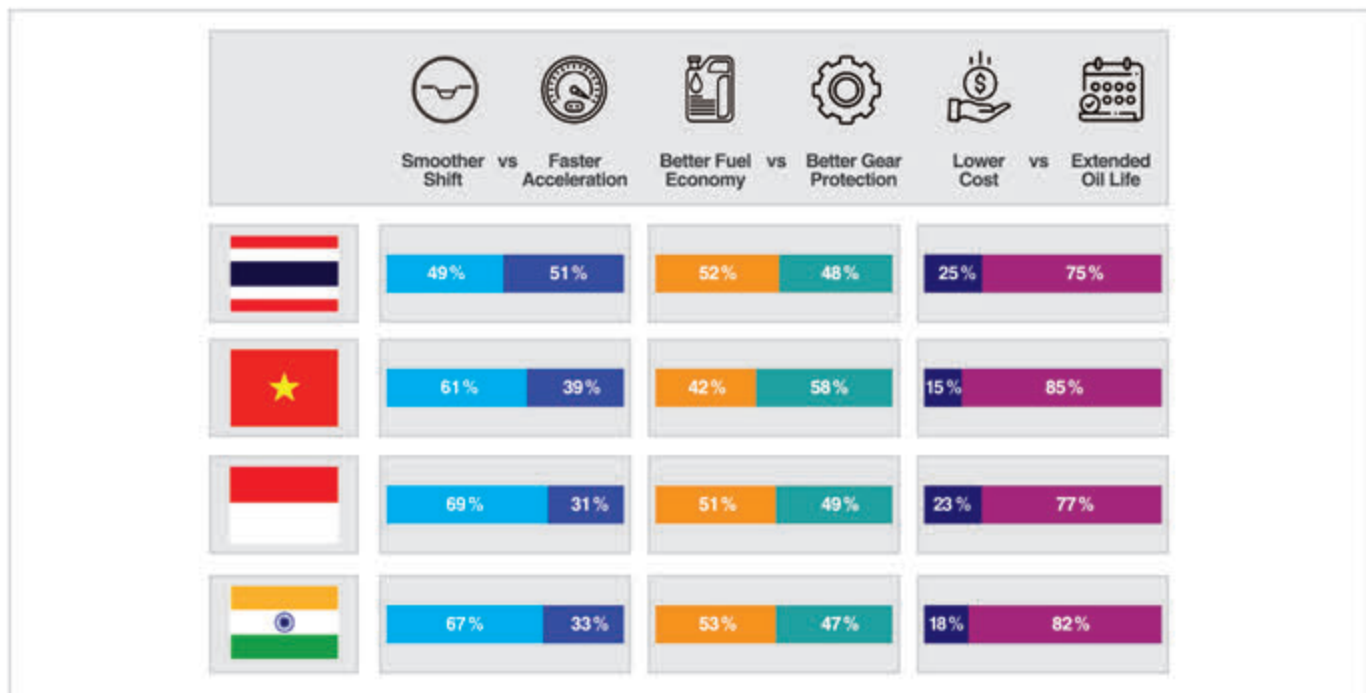
بیشتر موتور سواران جهت تعیین زمان تعویض روغن، مسافت پیموده شده را مدنظر قرار می‌دهند که مدت زمان تعویض روغن آنها به طور میانگین حدود ۳۰۰۰ کیلومتر است. اگرچه بیشتر موتورسواران برای تعویض روغن خود به مراکز سرویس موتور مراجعه می‌کنند، اما حداقل ۷۰٪ آنها درباره‌ی نام تجاری مورد استفاده، خود تصمیم گیرنده هستند. با این حال، هنگامی که در مورد روغن موتور از آنها سؤال می‌شود، ۳۰-۴۰٪ از موتورسواران از مشخصات فنی آن آگاه نیستند و از میان کسانی که نسبتاً آگاه هستند، 10W-X رایج‌ترین درجه‌های گراندرو و SL بیشترین سطح کارایی API مورد استفاده است.

اکثر موتور سواران انتخاب نام تجاری را بر اساس میزان آگاهی خود از سه معیار انجام می‌دهند: عملکرد کلی موتور، نام تجاری و کارایی در مقایسه با قیمت مناسب.

تعداد کمتری از موتورسواران که نام تجاری روغن موتور برایشان الویت ندارد، براین باورند که همه‌ی آنها یکسان هستند و در حدود ۴۰٪ افراد از نوع آن مطلع نیستند. با این حال اغلب موتور سواران اظهار کردند که بعد از تعویض روغن، بسیار به عملکرد وسیله‌ی خود حساس بوده‌اند و متوجه تفاوت در عملکرد موتور در هنگام تغییر نام تجاری یا نوع روغن موتور شده‌اند.

^۱ moped

^۲ Three-wheelers



نتایج

درک نگرش‌ها و رفتارهای مشتریان، برای حفظ و رشد سهم بازار و سودآوری در این بازارها بسیار مهم است.

احتمالا مؤثرترین روش برای آموزش موتورسیکلت‌سواران در رابطه با سطوح کارایی و نام تجاری، استفاده از کانال ارتباطی آن‌ها با سرویس کاران موتور است که برای تعمیر و نگهداری به آن‌ها مراجعه می‌کنند. از طریق آموزش می‌توان سطح دانش مصرف‌کنندگان را بالا برد تا درک بهتری از مسائل مربوط به روغن پیدا کنند و نهایتاً تجربه‌ی بهتری از موتورسواری به‌دست آورند.

منابع:

<https://www.infineuminsight.com/en-gb/articles>



تعداد «تعویض‌های شب عید» و تعداد «تعویض‌های صورت گرفته در طول تعطیلات نوروزی» تا ۸۰ درصد کاهش ورودی به اتوسرویس و کاهش تعداد تعویض را شاهد بوده‌ایم. این افت نشانگر کوچک شدن حجم بازار روغن موتور است.

مورد دیگر افزایش پله پله قیمت مواد اولیه است. با توجه به افزایش قیمت‌های جهانی نفت و همچنین افزایش نرخ تمامی نهاده‌ها و فرآورده‌های نفتی و ایضا هزینه‌های بسته بندی و تولید، قیمت تمام شده روغن موتور نیز افزایش چشمگیری داشته است.

در کنار مشاهده وضعیت وخیم بازار فعلی این سوال نیز مطرح است که آیا شرایط عرضه مواد اولیه برای بخش خصوصی ناکارا است؟ در پاسخ به این موضوع باید بگوییم خیر! تامین روغن پایه به صورت کاملاً شفاف و از کانال بورس کالا از طریق هر ۴ پالایشگاه نفت سپاهان، نفت پارس، نفت ایرانول و بعضاً نفت بهران در حال انجام است. البته ظرفیت و میزان عرضه این ۴ پالایشگاه در پرونده خبری صداوسیما و توسط بخش خصوصی مورد نقد و بررسی قرار گرفت و دوستان زیادی نسبت به شفاف سازی عرضه مواد اولیه اطلاعات خوبی در اختیار بازار گذاشته اند که قابل دسترس است.

البته که گله مندی بخش خصوصی نیز از قیمت و شرایط عرضه روغن پایه بدون علت نبوده و این مهم می‌بایست مورد بحث قرار گیرد. از ابتدای امسال خوراک پالایشگاه‌های تولید کننده روغن پایه شاهد افزایش قیمت بوده و در نهایت این افزایش قیمت باعث شده که پالایشگاه‌های روغن به اجبار قیمت روغن پایه را پله پله افزایش دهند.

در این شرایط تولیدکنندگان اعتراض دارند که چرا روغن پایه‌ای که به طور میانگین یک کیلوگرم آن را در پایان سال ۱۳۹۸ حدود پنج هزار تومان خرید میکردند را در حال حاضر باید با کیلویی ۱۲ هزار تومان تامین کنند؟

زنگ خطر برای تولید کنندگان بخش خصوصی روغن موتور

Mid-Term Effects of COVID-19 on Engine Oil Market



امیرحسام خرازی
مدیر بازاریابی و فروش شرکت روانکاران احیا سباهان

چندی پیش جمعی از تولید کنندگان بخش خصوصی روغن موتور نسبت به گران شدن روغن پایه اعتراض کرده و نتیجه آن به شکل پرونده‌ای خبری در رسانه‌های تصویری از جمله سیمای ملی و بسیاری از خبرگزاری‌ها منتشر شد. در این میان اما در خصوص وضعیت قیمت ابلاغی سازمان حمایت از مصرف کننده و تولید کننده در مورد روغن موتور کمتر صحبت شده است. لذا می‌توان عنوان نمود افزایش قیمت روغن پایه اجتناب ناپذیر بوده و به جهت حفظ رقابت و ثبات در بازار چالش دیگری باید مورد بررسی قرار گیرد.

در این میان علاوه بر گران شدن قیمت داخلی و جهانی تمام نهاده‌های موثر و مورد نیاز در تولید روغن موتور، بخشی از مشکل به قیمت گذاری این محصول در سطح بازار مرتبط می‌شود. اما آنچه حائز اهمیت بسیاری است، بررسی وضعیت رقابت بخش خصوصی با سطح قیمت ابلاغ شده است. در شرایطی که بازار روغن موتور تحت تاثیر پاندمی ویروس کرونا برای همه‌ی فعالان سخت شده است، توازن سختی و فشار بازار بر دوش بخش خصوصی صنعت به روشنی حس می‌شود.

با شیوع ویروس کرونا در پایان سال ۱۳۹۸، بازار فروش و توزیع پایان سال برای تمامی تولیدکنندگان به چند برابر دوره‌های قبلی کاهش یافت. این کاهش حجم بازار و در پی آن، عدم پیمایش خودروها و همچنین عدم برگزاری سفرهای نوروزی و در ادامه حذف سفرهای تابستانی، باعث کوچک شدن حجم بازار روغن موتور در سال جاری گردید و در نهایت این وضعیت باعث افزایش فشارهای مضاعف به بخش خصوصی شده است.

بررسی ابعاد کنونی بازار روغن موتور را می‌بایست از دی ماه و بهمن ماه سال گذشته آغاز کرد. طبق روال عادی هر سال، و چیزی شبیه به روند بازار فروش خودرو، فروش‌های شب عید در بازار روغن موتور از بهمن ماه آغاز می‌شود.

در نمودار فروش سالانه‌ی روغن موتور دو قله‌ی اصلی داریم که در پایان تابستان و پایان زمستان رخ می‌دهد. اتوسرویس‌ها یا بنکدارها، خریدهای خود را در نیمه‌ی دوم مرداد و نیمه دوم بهمن برنامه‌ریزی می‌کنند تا بتوانند تقاضای بازار برای تعویض روغن‌های ناشی از موج سفرهای تابستانی و سفرهای نوروزی را پاسخ دهند. متأسفانه شواهد گویای این حقیقت است که به دلیل شیوع ویروس کرونا، این حجم بازار کاملاً از بین رفته است. البته بخشی از خریدهای شب عید از طرف اتوسرویس‌ها و بنکدارها انجام شد، ولیکن در فروش محصول کُندی شدیدی رخ داد.

طی نمونه برداری و بررسی صورت گرفته شده از یک جامعه ۱۰ هزار نفری اتوسرویس‌های فعال در سطح کشور، در ۲ شاخص



• فرشته علیان نژاد
مدیر واحد توسعهی فراوردهها



• پریسا احمدی
کارشناس تحقیق و توسعه

چهارمین شماره کاتالوگ جامع شرکت افزون روان در راه چاپ

پس از هفت سال از چاپ آخرین شماره کاتالوگ جامع شرکت افزون روان، نسخه جدید در ماه جاری به چاپ خواهد رسید و در اختیار فعالین صنعت روانکاری قرار خواهد گرفت. این کاتالوگ با عنوان «راهنمای شناخت و کاربرد مواد مصرفی در صنعت روانکار» شامل بیش از ۱۳۰ برگه اطلاعات فنی مواد مصرفی و همچنین چکیده‌ای فارسی در توضیح هر یک می‌باشد. با هدف تامین نیاز تولیدکنندگان روانکار و سایر فعالین این صنعت، تلاش بسیاری صورت گرفته است که مشخصات فنی کاربردی ترین و به روز ترین مواد مصرفی که امکان تامین آنها توسط شرکت افزون روان وجود دارد گردآوری شود.

برگزاری وبینار شرکت Lubrizol با عنوان: نگرش عمیق در آینده روانکارهای خودروهای سواری

در تاریخ ۱۶ مرداد وبیناری با موضوع «نگرش عمیق در آینده روانکارهای خودروهای سواری» توسط شرکت Lubrizol برگزار شد. با توجه به مشکلات ناشی از تحریم، امکان شرکت در این وبینار فراهم نگردید، اما نسخه آفلاین آن توسط کارشناسان شرکت افزون روان بررسی و خلاصه ای از موارد را برای اطلاع فعالین صنعت روانکار منتشر می‌کنیم.

در این وبینار به مهمترین مسائل تاثیرگذار در تغییر و تحولات روغن موتور که مهم‌ترین آنها توجه به مسائل زیست محیطی و کاهش مصرف انرژی است پرداخته شد. یکی از مهم‌ترین جهت گیری‌ها در این راستا، تغییر مواد شیمیایی مصرفی در روانکارها است، به نحوی که در تولید آنها کمتر از فرایندهای سنتز استفاده شود و استفاده از منابع تجدیدپذیر و به اصطلاح Biobased ها در اولویت قرار گیرد و یا روش‌های تولیدی به کار گرفته شود که مواد شیمیایی با همان کیفیت اما مصرف انرژی کمتر تولید شود. همچنین در زمینه تغییرات تکنولوژی خودروها شامل TGD یا همان توربوشارژرهای تزریق مستقیم و خودروهای هیبریدی و Stop/Start به طور مفصل صحبت شد. از آنجاییکه در تکنولوژی TGD دمای عملکرد نسبت به تکنولوژی تزریق غیر مستقیم یا همان PFI بسیار بالاتر است، نیاز به ترکیباتی در روانکارهاست که استرس دمایی اعمال شده بر روانکار را تحمل نماید (برای مثال آنتی اکسیدان های مخصوص) اما برای جلوگیری از LSPI یا همان احتراق خود به خودی، مهمترین چالش فرمولاتورها بررسی تاثیر یا عدم تاثیر این مواد افزودنی در ایجاد این پدیده است.

از طرف دیگر در خودروهای هیبریدی و یا خودروهای Stop/Start دمای عملکرد بسیار پایین و حدود ۸۰ درجه سانتیگراد است، بنابراین معمولاً شرایط کارکرد در سرما بر این خودروها حاکم است و به همین دلیل شرایط برای تبخیر و خروج برخی ترکیبات جانبی حاصل از احتراق از جمله رطوبت مساعد نیست. از این رو در این خودروها مهمترین چالش، حضور سورفکتانت‌های جدیدی هست که ترکیبات قطبی را مهار کرده و از خوردگی و تشکیل لجن جلوگیری کنند. بنابراین مشخص است که در تکنولوژی های جدید خودروها، دماهای عملکردی متفاوتی (دمای کم و دمای زیاد) حاکم است و فرموله کردن روغنی مانند ILSAC GF-6 به نحوی که الزامات هر دو را علاوه بر الزامات تکنولوژی قبلی (PFI) پوشش دهد، چالش بسیار بزرگی پیش روی متخصصین صنعت روانکار قرار داده است.

Lubrizol



LUBRIZOL 360
WEBINAR

Insight into the Future of Passenger Car Lubricants

در پایان این وبینار، لزوم تقویت تشکل‌های مشترک OEMها، ارگان‌های صنعت، صنعت روانکار و ... به نحوی که تغییرات جدید را هم در حوزه سخت‌افزاری خودروها و هم فرمول روانکارها به خوبی مدیریت نماید پیش از پیش اعلام شد.

■ مقایسه ILSAC GF-6A و ILSAC GF-6B

همانطور که در فصلنامه زمستان ۹۷ شرکت افزون روان و در مقاله «نظام صدور گواهینامه روغن موتور در API» به طور جامع توضیح داده شد، سازمان API نماد «استارپرست» را تنها به روغن موتورهای بنزینی اعطا می‌کند که مطابق با آخرین الزامات سطوح کارایی ILSAC باشند. در قسمت اخبار شماره قبلی این فصلنامه نیز، خبر تدوین سطح کارایی ILSAC GF-6 و تفکیک آن به دو بخش ILSAC GF-6A و ILSAC GF-6B اعلام شده بود. بر این اساس در ماه مه سال ۲۰۲۰ این دو استاندارد به طور رسمی معرفی و نماد جدیدی با عنوان «شیلد» به دو نماد قبلی «دونات» و «استارپرست» اضافه گردید. بر این اساس توافقاتی نیز در زمینه اعطای نماد توسط API صورت گرفت که به موجب آن، به روغن‌های منطبق با ILSAC GF-6A که در واقع جایگزین ILSAC GF-5 است نماد «استارپرست» و به روغن‌های منطبق با ILSAC GF-6B نماد جدید «شیلد» اعطا می‌شود.

الزامات در هر دو سطوح کارایی مذکور، مطابق با آخرین تحولات تکنولوژی‌های خوردهای بنزینی (توربوشارژ و سیستم تزریق مستقیم سوخت) و بهبود پدیده LSPI یا همان احتراق خودبه خودی در موتورهای بنزینی است، اما اصلی‌ترین تفاوت این دو، تمرکز بیشتر ILSAC GF-6B به موضوع کاهش مصرف سوخت با سبک کردن درجه گرانیرو روغن است. ILSAC GF-6B برای موتورهای بنزینی نیازمند به درجه گرانیروی 0W16 هدف‌گذاری شده است و بنابراین الزامات HTHS سختگیرانه تری دارد. نکته قابل توجه این است که این سطح کارایی پوشش دهنده سطح کارایی قبلی ILSAC نیست، در حالیکه ILSAC GF-6A کلیه سطوح کارایی قبلی را پوشش می‌دهد.

در حال حاضر آزمون‌های مربوط به ILSAC GF-6B در حال بررسی روی سطوح کارایی 0W12، 0W8 و حتی 0W4 است که در صورت تأیید به کنار 0W16 اضافه خواهند شد.



GF-6A

0W-20
5W-20
5W-30
10W-30

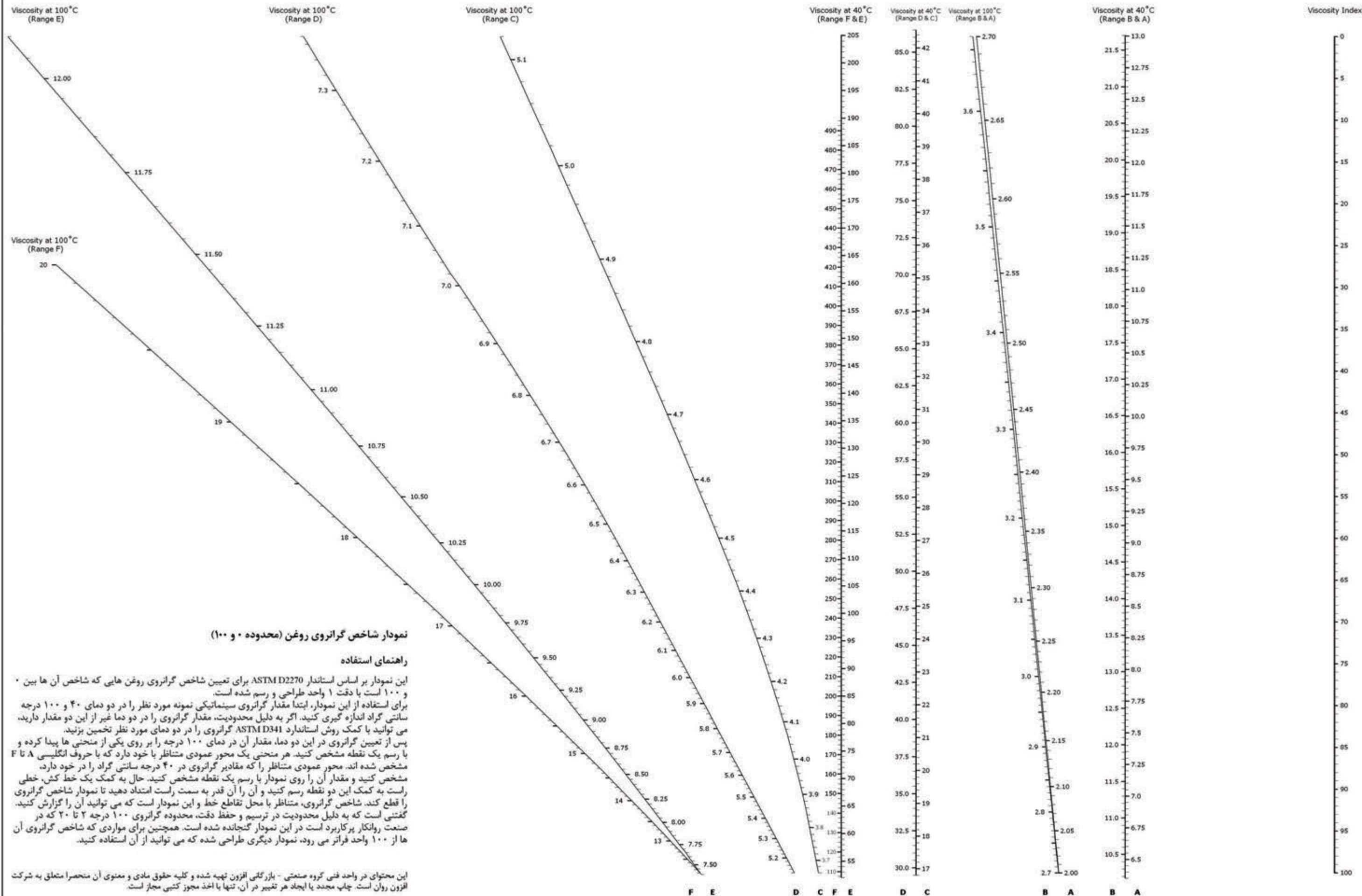


GF-6B

0W-16

■ بازار روغن پایه در خاورمیانه به نقل از ICIS:

قیمت روغن پایه گروه II و III در منطقه خاورمیانه تغییر محسوسی نداشته است. علت این ثبات، کاهش مذاکرات و چالش‌های قیمتی و به طور همزمان، کمبود موجودی اعلام شده است، به نحوی که برآیند این دو عامل، قیمت این دو گروه کالایی را ثابت نگه داشته است. این درحالیست که قیمت روغن پایه گروه I که انتظار می‌رفت روند کاهشی داشته باشد، به دلیل افزایش قیمت روغن‌های پایه ایرانی و کسری آن در منطقه تجاری امارات متحده، تثبیت شده است.



HiTEC® 3435A

نوع محصول:

پکیج افزودنی روغن دنده اتوماتیک از نوع CVT

کاربرد:

مناسب برای تولید روغن دنده خودروهای مجهز به سیستم انتقال قدرت پیوسته CVT (Continuously Variable Transmission)

مزایا:

پایداری اصطکاکی به منظور عملکرد برتر ضد ارتعاش و افزایش راحتی در حین رانندگی، ایجاد تعادل بین ظرفیت گشتاور و عملکرد ضد ارتعاش، خاصیت ضد فشار و ضد سایش بالا، پایداری اکسیداسیون بیشتر به منظور عمر طولانی تر سیال، سازگاری با آب بندها به منظور جلوگیری از نشستی



HiTEC® 3460

نوع محصول:

پکیج افزودنی روغن دنده اتوماتیک دو کلاچه (DCT)

کاربرد:

مناسب برای تولید روغن دنده خودروهای مجهز به سیستم انتقال قدرت کلاچ دوگانه Dual Clutch Transmission (DCT)

مزایا:

محافظت استثنایی در برابر خوردگی مس، کنترل اکسیداسیون عالی، حفظ ظرفیت گشتاور به منظور تغییر آسان دنده بدون نگرانی از ارتعاش و ناهنجاری صوتی (NVH)، سازگاری خوب با آب بندها به منظور جلوگیری از نشستی



Turtle - Age: 10 - 2020/02/20

بر آورد می شود که در حال حاضر بیش از **۵۰ درصد** از زباله های پلاستیکی یا دفن می شوند، یا در طبیعت رها شده، و یا به اقیانوس ها وارد می شوند.

اگر روند کنونی در تولید و رها کردن مواد پلاستیکی ادامه پیدا کند، تا سی سال آینده، پلاستیک رها شده در طبیعت به **۱۵ میلیارد تن** خواهد رسید.

از ابتدای اختراع بسپارها، **۹۰ درصد** کل زباله های پلاستیکی هرگز باز یافت نشده اند.

طی شصت سال گذشته بشر بیش از **۹ میلیارد تن پلاستیک** تولید کرده است.

محیط طبیعی را طبیعی نگه داریم.
برهم زدن نظم طبیعی، آثار مخربی به محیط زیست تحمیل می کند و موجب آزار حیوانات می شود.