



دانایی کلید توانایی



هنوز هزار تومان خیلی می ارزه

درمان بیش از ۹۰۰۰ کودک مبتلا به سرطان تنها با وجود دارو و بهترین امکانات درمانی ممکن می شود. ۶۰ درصد از هزینه های درمان سرطان برای خرید دارو مصرف می شود. در تأمین هزینه های دارویی کودکان مبتلا به سرطان محک مشارکت کنید.

با ما تماس بگیرید: ۰۲۱-۲۳۵۴۰

با شماره گیری کد #۷*۷۳۳* و یا #۷۲۰* از طریق تلفن همراه، ما را یاری دهید.



محک

مؤسسه خیریه حمایت از
کودکان مبتلا به سرطان

mahak-charity.org

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

آنچه در این شماره می‌خوانید:

.....	صفحه ۲
.....	صفحه ۳
.....	صفحه ۷
.....	صفحه ۱۳
.....	صفحه ۱۷
.....	صفحه ۲۴
.....	صفحه ۲۵
.....	صفحه ۲۸
.....	صفحه ۳۰



فصلنامه علمی، تخصصی افزون روان
 شرکت افزون روان
 فصلنامه داخلی

شورای فنی:
 سعید سامی
 فرشته علیان نژاد
 مریم فیاض، مریم هوشیاری

طراحی و چاپ:
 شرکت تبلیغاتی ادریس

همکاران این شماره:
 مینو اعتمادی، مریم هوشیاری
 فرشته علیان نژاد، مهدی وثوق



مقدمه

با پیشرفت تکنولوژی ماشین آلات و دستگاه‌ها، نیاز به روانکارهای متناسب با آنها نیز افزایش یافته است. شرایط کارکرد روانکارها به مرور سخت تر شده به نحوی که روانکارهای تولید شده با روغن پایه‌های معدنی، در بسیاری موارد کارایی لازم را ندارند. این امر منجر به تلاش برای تولید روانکارهای سنتزی گردید. بخش مهمی از روغن پایه‌های سنتزی، استرها هستند. استرها به دلیل ساختار شیمیایی ویژه خود دارای خواص ویژه‌ای هستند که آنها را مناسب استفاده در تولید روانکارها می‌سازند.

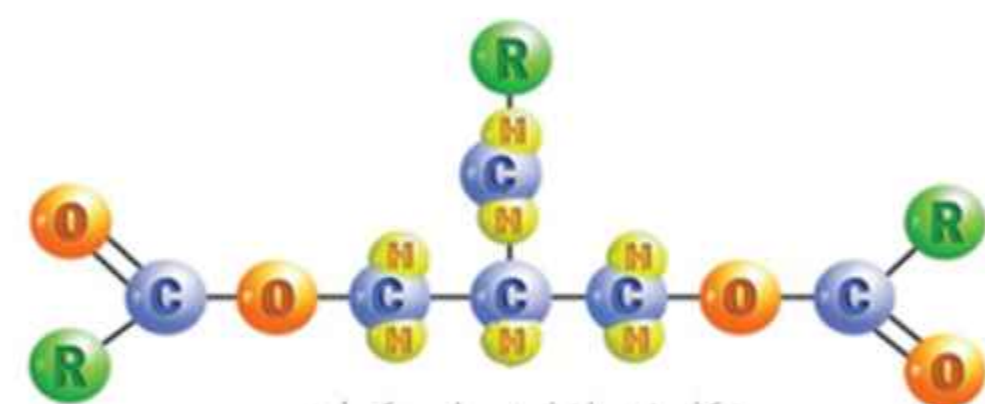
به دلیل ویژگی‌های خاص این نوع روغن پایه، این مقاله در دو بخش تهیه گردیده است. بخش اول مقاله در این شماره و بخش دوم آن در شماره بعدی نشریه ارائه می‌گردد.

ساختار شیمیایی

از واکنش میان یک اسید کربوکسیلیک و یک الکل، یک مولکول آب و یک مولکول استر تشکیل می‌شود.

با توجه به اینکه الکل‌ها و نیز اسیدها انواع بسیار گوناگونی دارند، در نتیجه می‌توان انواع بسیار زیادی از استرها را تولید نمود.

طول زنجیر و میزان شاخه‌دار شدن محصول نهایی، بستگی زیادی به مواد اولیه و کاتالیزورهای مورد استفاده دارد.

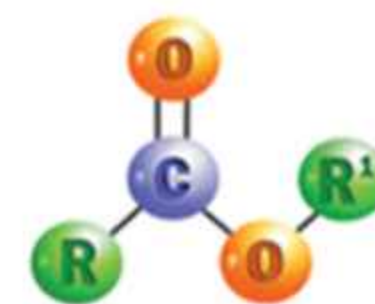


شکل ۱: ساختار شیمیایی یک استر

انواع استرها

مونو استرها^۱:

ساده‌ترین نوع استرها هستند که از واکنش میان یک اسید یک عاملی و یک الکل یک عاملی و در حضور کاتالیزور اسیدی، بدست می‌آیند.

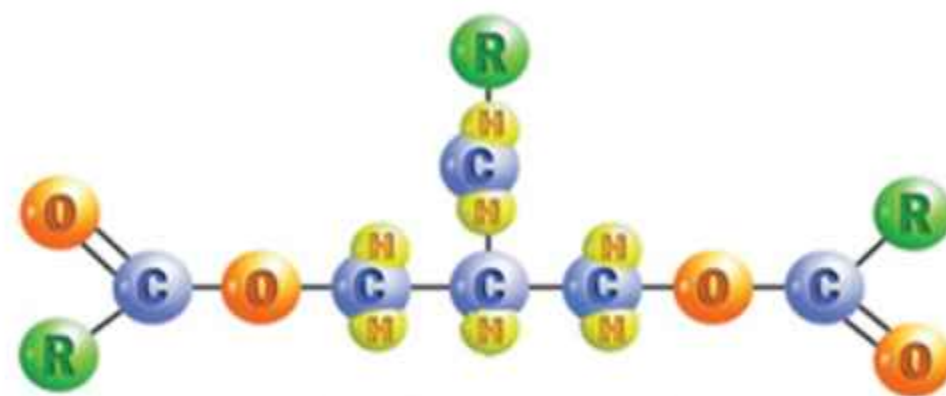


شکل ۲: ساختار شیمیایی مونو استرها

این گروه از استرها زیست تخریب پذیر هستند و نقطه ریزش نسبتاً پایین، گرانیوی کم و شاخص گرانیوی بالایی دارند. کاربرد اصلی این ترکیبات در روغن‌های فلزکاری است.

دی استرها^۲:

از واکنش میان یک اسید دو عاملی و الکل یک عاملی، دی استرها به وجود می‌آیند.



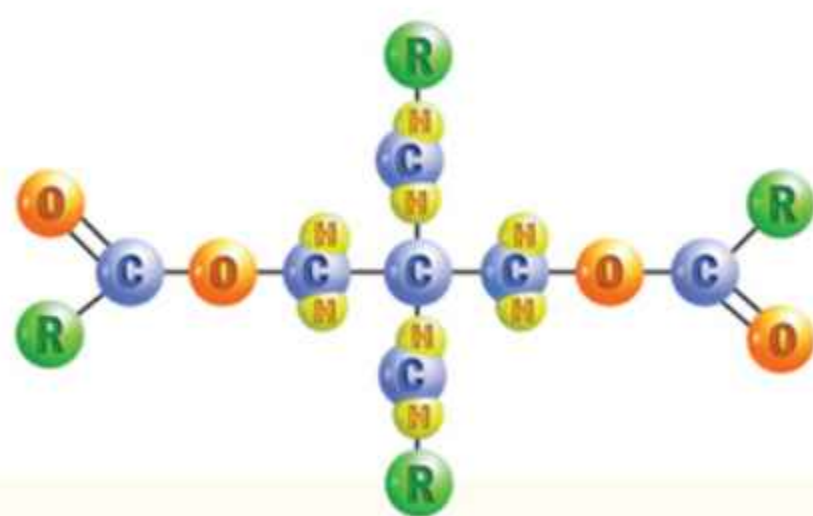
شکل ۳: ساختار شیمیایی دی استرها

این ترکیبات نقطه ریزش پایینی دارند. جرم مولکولی آنها کم است و در نتیجه درجه گرانیوی محدودی دارند. (معمولاً بین ۶ تا ۴۶ سانتی استوک) دی استرها معمولاً همراه با PAO استفاده می‌شوند تا انحلال پذیری مواد افزودنی و همینطور تورم آب بندها را افزایش دهند.

دسته بزرگی از دی استرها دیمرات‌ها هستند که گرانیوی و همچنین شاخص گرانیوی بالایی دارند و در عین حال سیالیت در سرمای بسیار خوبی دارند. کاربرد این دسته از استرها در تولید روغن موتور، روغن دنده، روغن کمپرسور، روغن‌های هیدرولیک زیست تخریب پذیر و گریس می‌باشد.

پلی ال استرها^۴:

این نوع استرها بیش از دو عامل استری دارند و از واکنش میان یک الکل چندعاملی و یک اسید یک عاملی تولید می‌شوند. الکل‌های استفاده شده یکی از انواع نئوپنتیل گلیکول‌ها، تری‌متیل پروپانول، پنتا اریتریتول و دی پنتا اریتریتول می‌باشند.



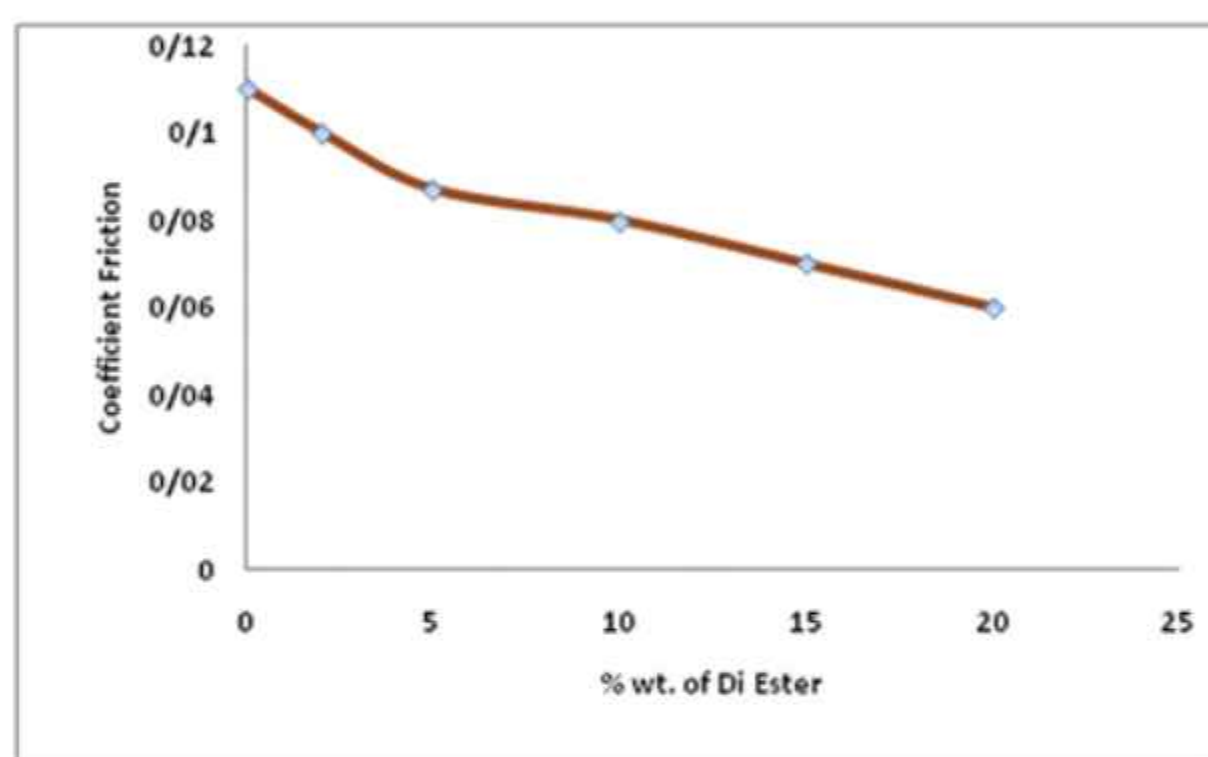
شکل ۴: ساختار شیمیایی پلی ال استرها

این دسته از استرها محدوده گرانیوی زیادی دارند. (ISO ۵ تا ISO ۳۲۰) پایداری حرارتی و هیدرولیتیکی پلی ال استرها بیشتر از دی استرها می‌باشد به طوری که در یک گرانیوی مشخص، یک پلی ال استر ۳۰ تا ۵۰ درجه سانتی گراد پایدارتر از دی استر می‌باشد.

کاربرد این دسته از استرها در تولید روغن‌های کمپرسور تبریدی، روغن‌های صنایع هوانوردی، کمپرسورهای هوا، هیدرولیک‌های ضدآتش و گریس می‌باشد.

فسفات استرها^۵:

در حالیکه ضریب اصطکاک پلی ال استرها بیش از ۳۰ درصد کمتر است و حدود ۰/۱۵ می‌باشد؛ هرچه ضریب اصطکاک کمتر باشد، نیاز به صرف نیروی کمتری برای به حرکت در آوردن قطعات می‌باشد. همانطور که از نمودار ذیل مشخص است، با افزایش مقدار کمی از Dodecanedioic Ester ضریب اصطکاک روغن پایه PAO به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد.



۲- حلالیت بهتر:

استرها بدلیل قطبی بودن، انحلال پذیری بهتری از روغن پایه‌های گروه II,III و PAO دارند. در نتیجه افزودنی‌های روغن و رسوبات را بهتر در خود حل می‌نمایند.

۳- متورم نمودن آب بندها:

این ویژگی باعث می‌شود از این ترکیبات در فرمولاسیون روغن‌های سنتزی از نوع PAO استفاده شود. PAO بدلیل غیرقطبی بودن معمولاً باعث جمع شدن آب بندها^۶ می‌گردد که استرها این اثر را از بین می‌برند.

۴- فراریت اندک:

به طور کلی در یک گرانیوی مشخص، روغن پایه‌های سنتزی بدلیل توزیع جرم مولکولی باریک تر^۸ نسبت به روغن پایه‌های معدنی فراریت کمتری دارند. در بین روغن پایه‌های سنتزی با گرانیوی مشخص، قطبیت باعث افزایش نیروی جاذبه بین مولکولی شده و در نتیجه فراریت کمتر می‌گردد. مقایسه فراریت میان روغن پایه‌های معدنی، پلی آلفا اولفین‌ها و استرها، به شکل ذیل خواهد بود.



شکل ۶: مقایسه فراریت انواع روغن پایه‌ها

از واکنش میان فسفوریل کلراید و فنل‌ها (یا الکل‌ها) این مواد تولید می‌شوند.

این ترکیبات بدلیل خاصیت ضدآتش بودن به طور گسترده‌ای به عنوان سیالات هیدرولیک ضدآتش استفاده می‌شوند.

با توجه به گستردگی این دسته از سیالات هیدرولیک، بررسی انواع آن در مقالات آینده صورت خواهد گرفت.

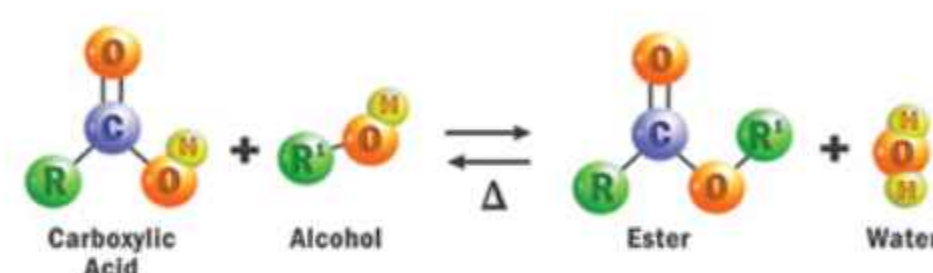
روش تولید

اساس تولید استرها واکنش میان اسید و الکل است. بهترین منبع برای تهیه استرها استفاده از اسیدهای چرب روغن‌های طبیعی مانند روغن نخل، روغن کانولا، روغن سویا و غیره می‌باشد. از طریق واکنش‌های اسید چرب با یک الکل مناسب استرها تهیه می‌شوند.

حاصل این واکنش استر و آب می‌باشد. این واکنش سه مرحله دارد:

۱- استری شدن^۶:

از واکنش بین اسید و الکل، استر و آب تولید می‌شود. در این مرحله با خارج نمودن آب موجود و یا استفاده از الکل اضافه این واکنش را پیش می‌برند. البته استفاده از کاتالیزورهای اسیدی مانند اسیدسولفوریک و یا پارا تولوئن سولفونیک اسید به افزایش سرعت واکنش کمک می‌نمایند.



شکل ۵: تولید استر

۲- خنثی سازی و فیلتر شدن:

پس از اتمام واکنش، اسیدهایی که واکنش نداده‌اند توسط کربنات سدیم و یا هیدروکسید کلسیم خنثی شده و با فیلتراسیون از استر جدا می‌شوند.

ویژگی‌ها

ساختار شیمیایی این ترکیبات، ویژگی‌های منحصر به فردی برای استرها فراهم می‌سازد و بسیاری از آنها را مناسب استفاده در روانکاری می‌سازد.

۱- روانکاری بهتر:

یکی از برتری‌های این دسته از روغن‌های پایه کم بودن مقدار ضریب اصطکاک آنها می‌باشد. ضریب اصطکاک روغن پایه‌های معدنی ۰/۲۴ می‌باشد.

مقایسه ویژگی‌های فیزیکی انواع استرها

	Mono Esters	Diesters	Phthalates	Trimellitates	Dimerates	Polyols	Complex Polyols
Vis @40 (cSt)	4 to 30	6 to 46	19 to 100	46 to 320	90 to 184	7 to 320	32 to >10000
Vis @100 (cSt)	1 to 6	2 to 8	3 to 9	7 to 20	12 to 120	2 to 30	>> 7
V.I	150 to 230	0 to 90	75 to 130	120 to 150	50 to 140	40 to 170	130 to 230
Pour Point (°C)	-35 to +25	-70 to -40	-50 to -30	-55 to -25	-50 to -5	-60 to +7	-60 to -20
Flash Point (°C)	180 to 220	200 to 260	200 to 270	270 to 300	240 to 310	250 to 320	240 to 280
Oxidation Stability	Fair	Good	Very Good	Very Good	Good	Excellent	Fair
Biodegradability	Excellent	Good	Fair	Poor	Fair	Excellent	Excellent

معایب

استری ذکر شد، استفاده از این مواد در روغن موتور می‌تواند این مشکل را مرتفع نماید. همچنین شرایط دمایی کارکرد این موتورها، باعث شده است تا استفاده از استرها بعنوان روغن پایه و بعنوان کمک حلال در کنار پلی آلفا اولفین‌ها، گسترش بسیار زیادی پیدا کند. مزیت دیگر این ترکیبات شاخص گرانشی بالای آنهاست که نیاز به استفاده از پلیمرهای افزایش دهنده شاخص گرانشی را کاهش می‌دهند. بنابراین مسائلی همچون پایداری برشی و ایجاد لجن‌های ناشی از شکست مولکولی پلیمرها تا حد بسیار زیادی از بین می‌رود.

۲- روغن دنده :

روغن پایه‌های استری بدلیل پایداری بسیار خوب در برابر اکسیداسیون، سیالیت در سرما و شاخص گرانشی مناسب، در تولید روغن‌های دنده کاربرد دارند و استفاده از آنها باعث کارکرد روغن دنده در محدوده وسیعی از دما می‌گردد. به منظور انحلال بسته‌های افزودنی و نیز جلوگیری از جمع شدگی آب بندها، در روغن دنده‌های سنتزی ساخته شده با پلی آلفا اولفین‌ها از استرها استفاده می‌شود.

۳- روغن دو زمانه :

روغن‌های سنتزی دوزمانه تولید شده با استفاده از استرها، دوده بسیار کمتری در داخل موتور ایجاد می‌نمایند، به دلیل تاثیر مناسب در کاهش سایش قطعات، علاوه بر افزایش مدت کارکرد قطعات، باعث می‌شوند فرآیند شروع به کار موتور، راحت‌تر صورت گیرد؛ همچنین دود بسیار کمتری در اثر احتراق ایجاد می‌گردد.

استرهای استفاده شده در این دسته از روغن موتورها، پلی‌ال‌ها و دیمرات‌ها می‌باشند.

۱- واکنش پذیری با آب^۹ :

استرها در حضور آب امکان هیدرولیز دارند. در نتیجه می‌بایست میزان آب موجود در این دسته از روغن‌ها به دقت کنترل شود؛ به خصوص در کاربردهایی که احتمال ورود آب در آنها بالاست. این ویژگی منفی در دی استرها، پلی‌ال استرها و فسفات استرها بیش از سایر استرها وجود دارد.

۲- انحلال رنگ :

برخی استرها می‌توانند رنگ‌ها را در خود حل نمایند. از جمله این ترکیبات دیبازیک استر و استرهای ساخته شده از اسیدهای کوتاه زنجیر، مثلاً دیبیک اسید و گلوتامیک اسید می‌باشد. این ترکیبات به راحتی رنگ‌های قطعات را بلند می‌نمایند.

۳- ناسازگاری با برخی آب بندها^{۱۰} :

بررسی سازگاری الاستومرها با روغن پایه نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. به عنوان نمونه آب بندهای از جنس EPDM با برخی دی استرها ناسازگار هستند و یا برخی الاستومرهای فلوئوره با استرهای دارای جرم مولکولی پایین ناسازگارند.

کاربردها

۱- روغن موتور :

صرفه جویی در مصرف انرژی، شرکت‌های خودروسازی را به سمت طراحی موتورهایی برده است که نیاز به روغن‌هایی با گریدهای ۵W۳۰ و ۰W۳۰ دارند. کاهش گرانشی این نوع روغن‌ها منجر به افزایش احتمال تبخیر آنها می‌شود. با توجه به آنچه در قسمت ویژگی‌های روغن پایه‌های

۴- روغن توربین :

استفاده از روغن‌های سنتزی ساخته شده با پلی آلفا اولفین و استر ضمن ایجاد سیالیت مناسب در دمای پایین و پایداری اکسیداسیون در دمای بالا، باعث محافظت بسیار خوب توربین‌های گازی در برابر زنگ‌زدگی می‌گردد. این روغن‌ها می‌توانند بعنوان روغن‌های گردش در توربین‌های گازی ثابت که توان کمتر از ۳۰۰۰ اسب بخار را دارند، استفاده گردند. انتخاب مناسب استر، به منظور پایداری هیدرولیتیکی روانکار، نکته کلیدی فرمولاسیون این دسته از روغن‌ها می‌باشد. به همین منظور می‌توان از دی استرها، آدیپات و یا پلی ال استرها، تری متیلو پروپان استفاده نمود.

۵- روغن صنایع هوانوردی :

یکی از کاربردهای اصلی استرها، تولید روانکارهای مربوط به توربین موتورهای هواپیما و موتورهای جت می‌باشد. روغن پایه‌هایی که ساختار هیدروکربنی دارند، برای این سیستمها کاربردی ندارند.

به دلیل شرایط کارکرد روانکارهای صنعت هوانوردی، همچون نیاز به کارایی در دماهای بسیار پایین و دماهای بسیار بالا، مدت زمان کارکرد و نکات ایمنی مورد نیاز، استفاده از روغن پایه‌های سنتزی در این صنعت کاملاً ضروری است. علاوه بر اینکه سایر مزایای استرها همچون پایداری دمایی و اکسیداسیون و ضریب اصطکاک پایین نیز در این صنعت مورد نیاز است.

دی استرها نخستین روغن پایه‌های استری مورد استفاده در صنعت هوانوردی می‌باشند که با پیشرفت تکنولوژی تولید روغن پایه‌های استری، استفاده از پلی ال استرها به تدریج جایگزین دی استرها گردید. دی استرها هنوز در تولید روغن هواپیماهای شخصی و هواپیماهای مسافربری کوچک استفاده می‌شوند.

۶- روغن کمپرسور :

محدوده دمایی کارکرد روانکارهای کمپرسور بسیار وسیع است؛ در نتیجه

نیاز به نوعی روانکار می‌باشد که شاخص گرانی بالایی داشته باشد. بعنوان مثال در صورتیکه از روغن پایه‌های پلی ال استر با شاخص گرانی بالای ۱۵۰ استفاده شود، نیازی به خنک کننده‌های روغن وجود ندارد. عدم نیاز به دستگاه خنک کننده روغن موتور، باعث می‌شود حجم کمتری از روانکار مورد نیاز باشد.

روغن پایه‌های استری بدلیل خاصیت پاک کنندگی ذاتی خود مانع از تشکیل رسوبات و پلیمرهای اسیدی می‌گردند. همچنین پایداری حرارتی و پایداری اکسیداسیون بالایی دارند و در نتیجه باعث افزایش طول عمر روانکار و فیلترهای مورد استفاده در کمپرسورهای دورانی می‌گردند.

روانکارهای مورد استفاده در کمپرسورهای رفت و برگشتی تبادل حرارتی شدیدی انجام می‌دهند و در نتیجه تمایل کمتر به ایجاد دوده دارند که این یک مزیت اساسی به شمار می‌رود و همچنین باعث می‌شود قسمت‌های مختلف سیستم تمیزتر کار کنند. همچنین استفاده از پلی ال استرها منجر به پایداری اکسیداسیون و پایداری حرارتی بالاتر روانکار می‌گردد.

در کمپرسورهای دورانی، روانکار به منظور روانکاری روتورها، یاتاقان‌ها و شفت‌ها استفاده می‌گردد. وظیفه مهم دیگر روانکار، آب‌بندی روتورها، آب‌بندی شفت‌ها و انتقال حرارت می‌باشد.

سایر کاربردها :

استرها علاوه بر صنعت روانکاری، در صنایع دیگر از جمله در صنایع دارویی، آرایشی بهداشتی و نظامی کاربرد وسیعی دارند.

جمع‌بندی :

مطابق با آنچه ذکر شد، روغن پایه‌های استری دارای ویژگی‌های منحصر به فردی هستند که استفاده از آنها را در برخی صنایع، همانند صنایع هوانوردی، بسیار ضروری می‌سازد. در عین حال با توجه به مزایا و معایبی که این دسته از روغن پایه‌ها دارند استفاده مناسب از این نوع روغن‌های پایه، نیازمند بررسی کارشناسانه و دقیق می‌باشد.

- 1- Mono Esters
- 2- Biodegradable
- 3- Di Esters
- 4- Polyol Esters
- 5- Phosphate Esters
- 6- Esterification
- 7- Seal Shrinkage
- 8- Narrow Molecular Weight
- 9- Hydrolysis
- 10- Seal incompatibility

مواد افزودنی فشارپذیر، ضدسایش و بهبود دهنده‌های اصطکاک EP |

■ مینو اعتمادی

مقدمه

روان کننده ماده‌ای است که با قرار گرفتن میان دو سطح سبب کاهش نیروی مقاومت در برابر حرکت یا اصطکاک جهت شروع یا ادامه حرکت نسبی سطوح می‌گردد.

هر زمان که سطوح اجسام در تماس با یکدیگر حرکت نسبی داشته باشند، دو پدیده اصطکاک و سائیدگی وجود خواهند داشت. اصطکاک عبارت از نیروی مقاومت در برابر حرکت نسبی و سائیدگی، عمل تخریب و گسستگی ذرات ماده است که در نتیجه تماس سطوح در حرکت نسبی و در اثر نیروی اصطکاک پدید می‌آید.

به غیر از موارد بخصوصی که وجود اصطکاک برای وقوع حرکت و یا ایجاد سکون در حرکت مورد نیاز و مطلوب است، در اکثر موارد و بخصوص در مکانیزم‌های متحرک در ماشین آلات که برای تحمل بار و انتقال نیرو و حرکت طراحی شده اند، دو پدیده اصطکاک و سائیدگی پدیده‌های نامطلوبی به حساب می‌آیند. اصطکاک باعث هدر رفتن انرژی مکانیکی و تبدیل آن به حرارت ناخواسته و سائیدگی باعث از بین رفتن قطعات و در نتیجه کاهش عمر مفید ماشین آلات می‌گردد.

تاریخ بشر پر از شواهدی است که نشان می‌دهد در روزگاران گذشته به طور معمول از چربی حیوانات و روغن‌های گیاهی به عنوان روان کننده محور ارابه‌ها و گاری‌ها و حتی روان کننده‌های جامد نظیر گرافیت و پودر تالک به منظور تسهیل حرکت بر روی سطوح در تماس با یکدیگر استفاده می‌شده است.

روانکاری^۱ و انواع رژیم‌های روانکاری^۲

نقش اصلی روانکار ایجاد محافظت در برابر سایش و اصطکاک در قطعات متحرک است. براساس نوع تماس سطوح، انواع رژیم‌های روانکاری به شرح ذیل طبقه‌بندی می‌گردند.

۱- روانکاری هیدرودینامیک^۳

در این نوع رژیم روانکاری هیچ نوع تماس سطح به سطح وجود نداشته و تنها اصطکاک موجود، اصطکاک داخلی روغن است.

۲- روانکاری الاستو هیدرودینامیک^۴

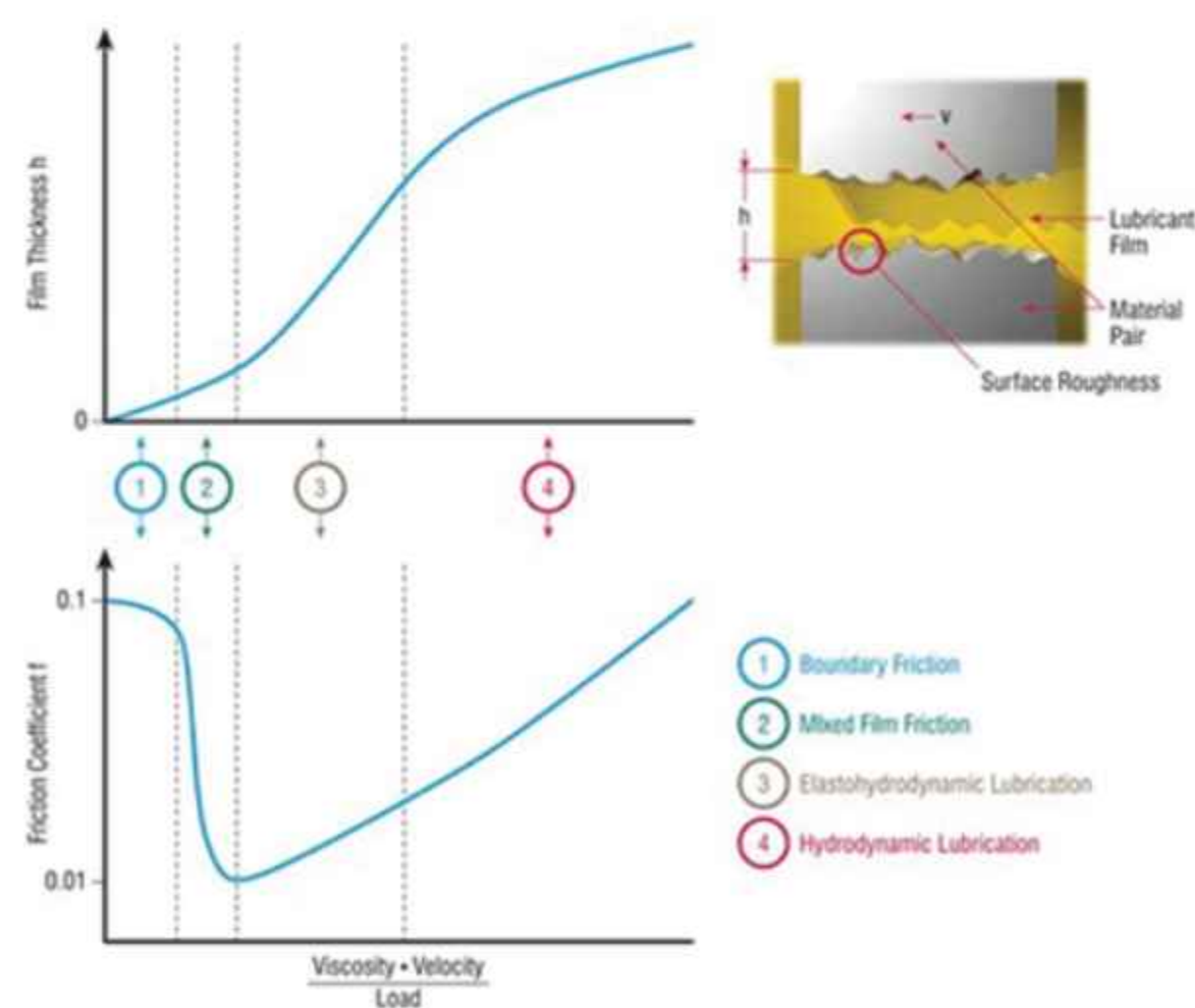
دو سطح توسط یک لایه بسیار نازک فیلم سیال از هم جدا می‌شوند.

۳- روانکاری مخلوط^۵

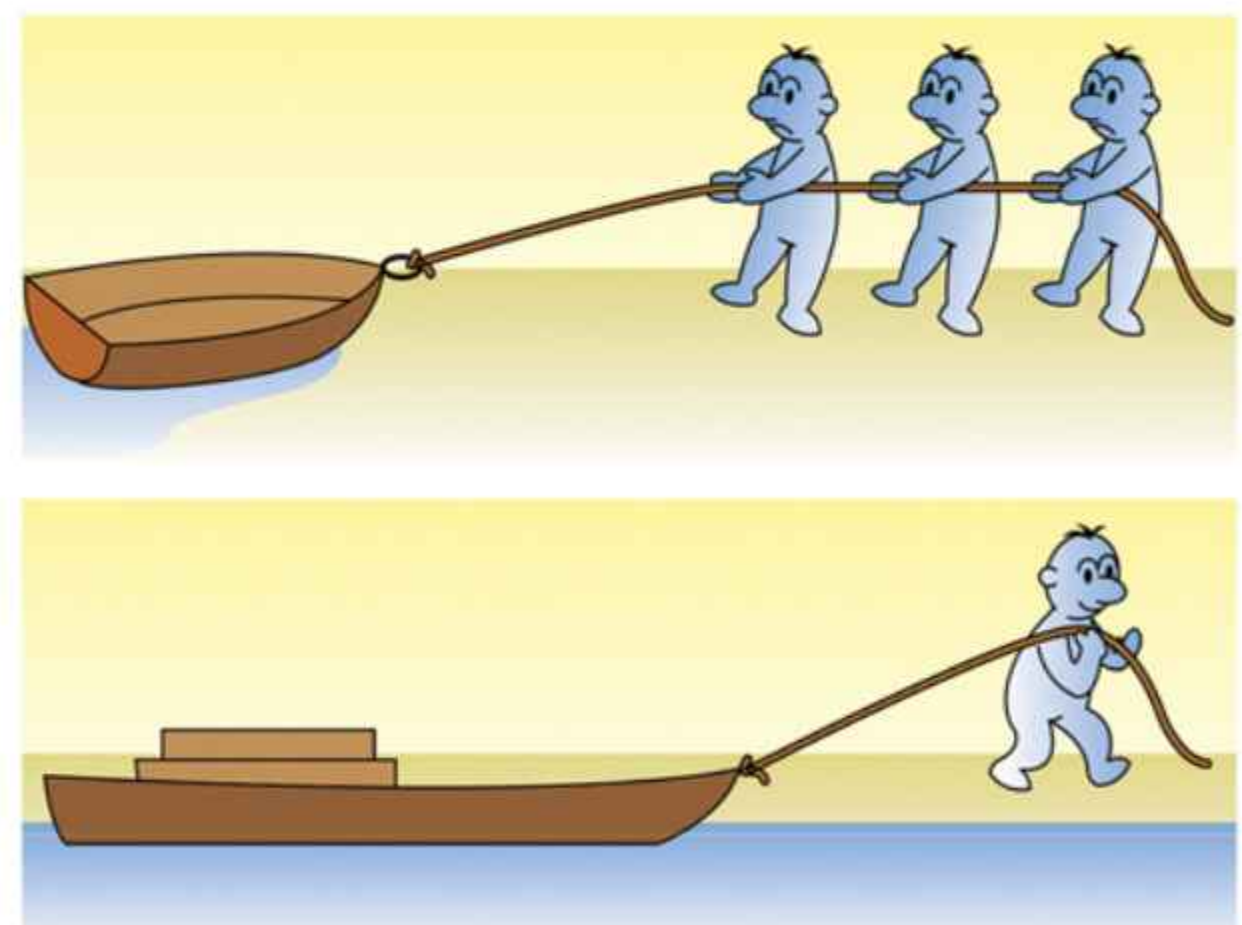
دو سطح گاهی از هم جدا و گاهی با هم در تماس هستند.

۴- روانکاری لایه مرزی^۶

در این سیستم دو سطح حتی در حضور سیال معمولاً در تماس با یکدیگر هستند. علاوه بر روانکاری توسط سیال، لایه روانکار جامد نیز وجود دارد که در این حالت یک فیلم جامد دو سطح را از هم جدا می‌نماید.



تغییر رژیم روانکاری با تغییر ضریب اصطکاک

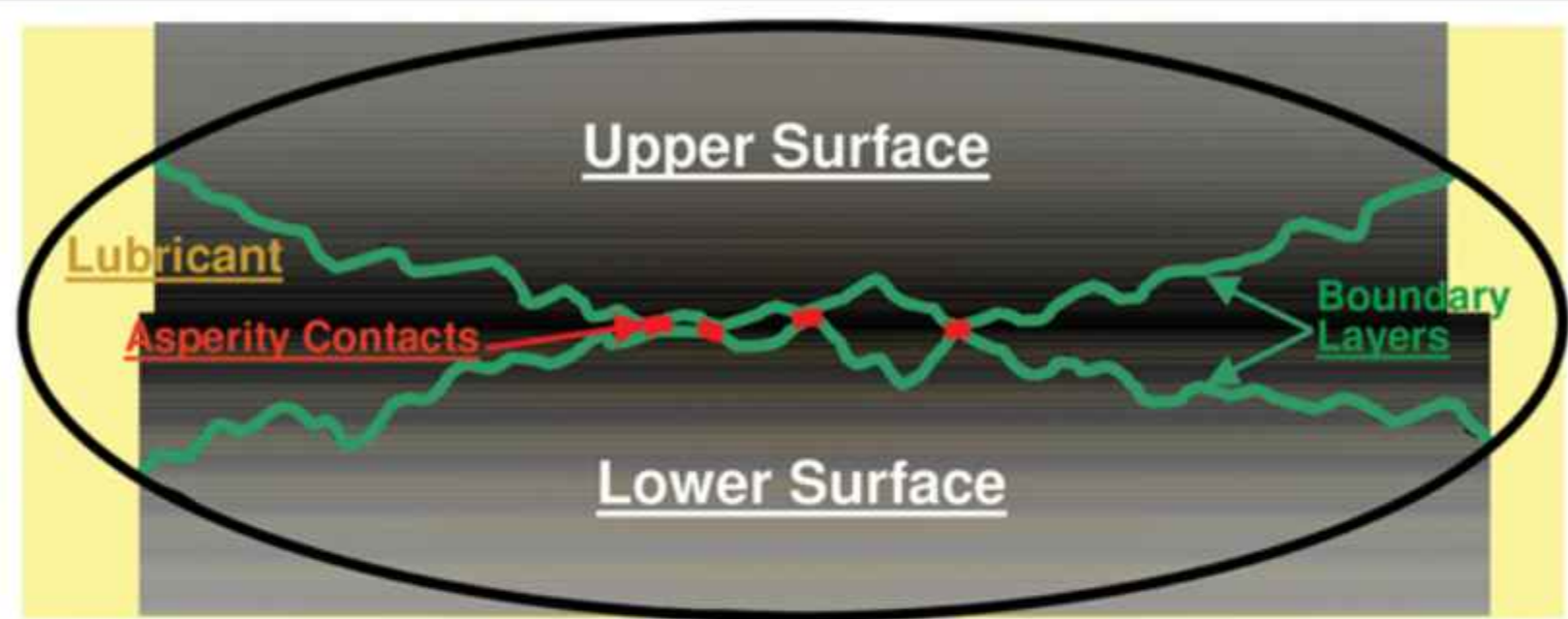


مواد افزودنی فشارپذیر، ضدسایش و بهبود دهنده‌های اصطکاک EP |

. Friction Modifiers

. Antiwear Additives

. EP Additives



عملکرد افزودنی‌های روانکاری لایه مرزی

- کاهش اصطکاک و سایش در سطوحی که در تماس با همدیگر هستند.
- تشکیل فیلم محافظ
- جلوگیری و یا کاهش چسبندگی^۷ و به هم پیوستگی^۸ در سطوح سخت و زبر

بهبود دهنده‌های اصطکاک :

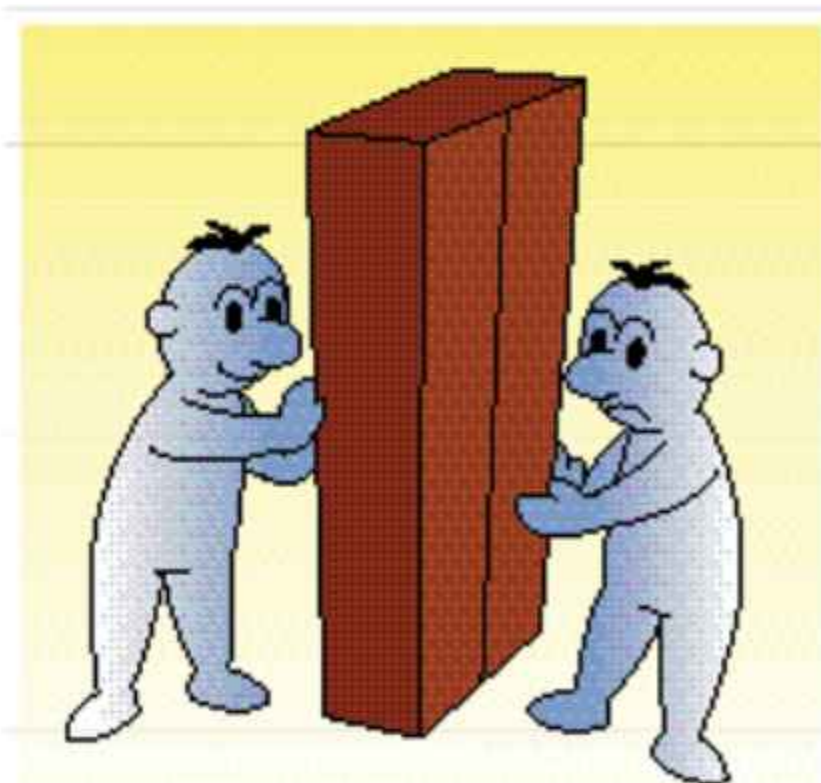
این افزودنی‌ها ترکیبات شیمیایی فعال کننده سطح هستند که با کاهش ضریب اصطکاک سبب کاهش سطح تماس (اصطکاک لغزشی^۹ و چرخشی^{۱۰}) می‌شوند. زمانی که تماس جزئی است، این مولکولها با ایجاد یک لایه محافظ از تماس سطوح فلزی به یکدیگر جلوگیری می‌نمایند.

افزودنی‌های روانکاری لایه مرزی^۷

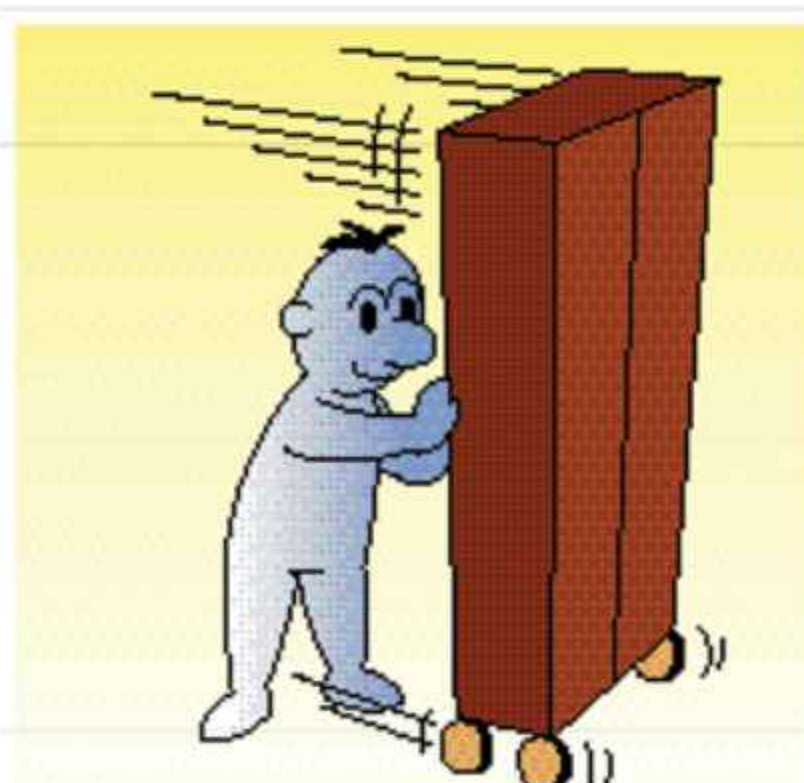
همانگونه که در مقدمه ذکر شد، یکی از مهمترین وظایف روانکار کاهش اصطکاک و جلوگیری از سایش است؛ به همین دلیل در فرمولاسیون آنها با توجه به شرایط عملکردی می‌بایست از افزودنی‌های مناسب استفاده نمود. مهمترین این افزودنی‌ها به شرح ذیل می‌باشند که تحت عنوان افزودنی‌های مخصوص روانکاری لایه مرزی نیز نامیده می‌شوند.

- بهبود دهنده‌های اصطکاک^۸
- افزودنی‌های ضدسایش^۹
- افزودنی‌های فشارپذیر^{۱۰}

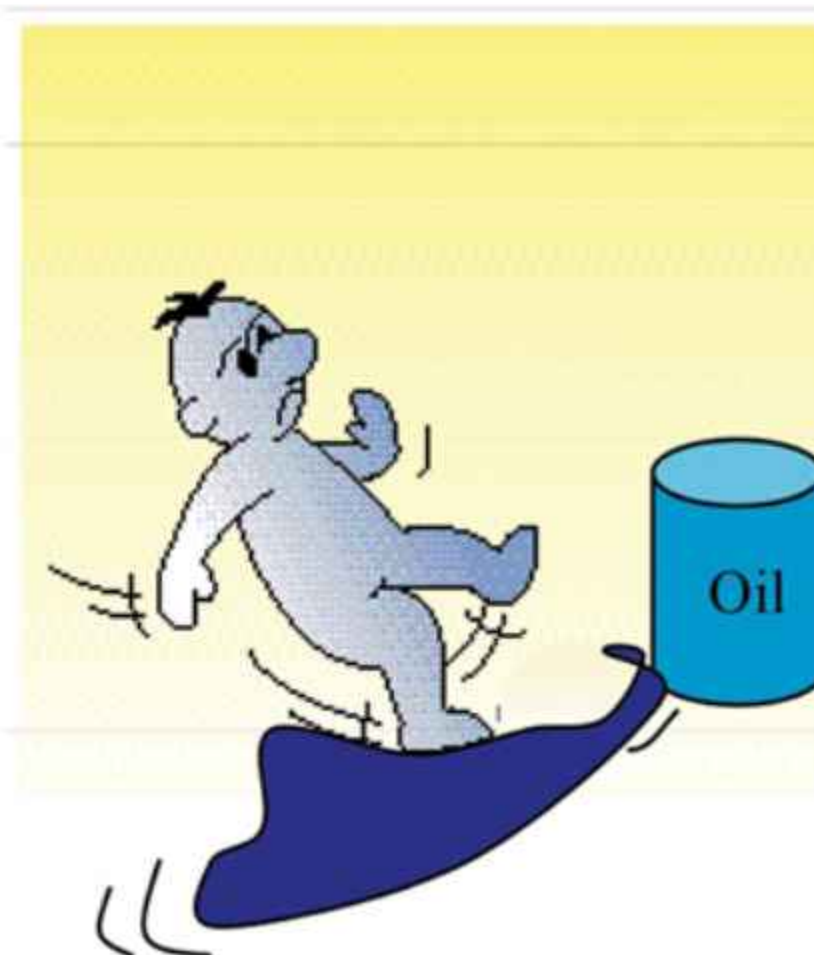
Sliding friction



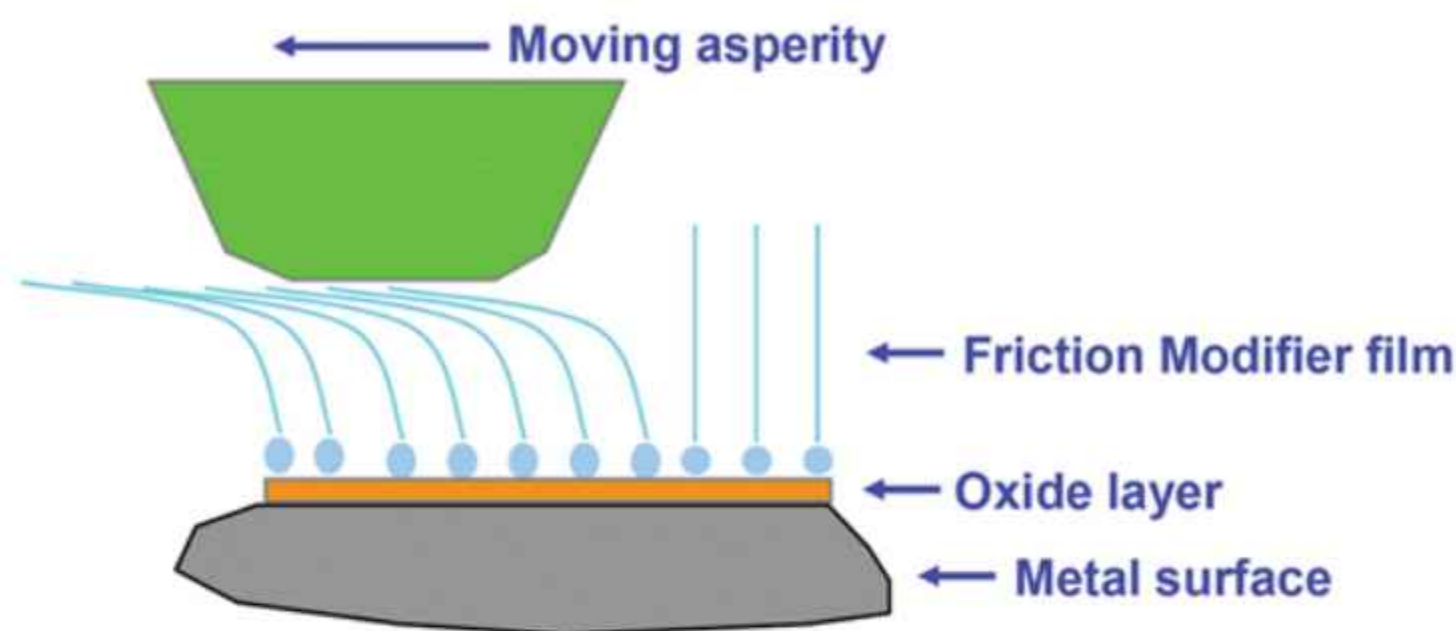
Rolling friction



Fluid friction



مواد افزودنی فشارپذیر، ضدسایش و بهبود دهنده‌های اصطکاک EP |



نقش لایه بهبود دهنده اصطکاک در محافظت از تماس سطوح بر روی یکدیگر

انواع افزودنی‌های بهبود دهنده اصطکاک :

عملکرد انواع بهبود دهنده‌های اصطکاک

۱- بهبود دهنده‌های اصطکاک آلی^{۱۵} :

این افزودنی‌ها با توجه به ساختارشان؛ نحوه عملکردشان متفاوت است.

در ساختارشان کربن و هیدروژن و اکسیژن وجود دارد و به عنوان بهبود دهنده‌های اصطکاک مایع نیز شناخته می‌شوند.

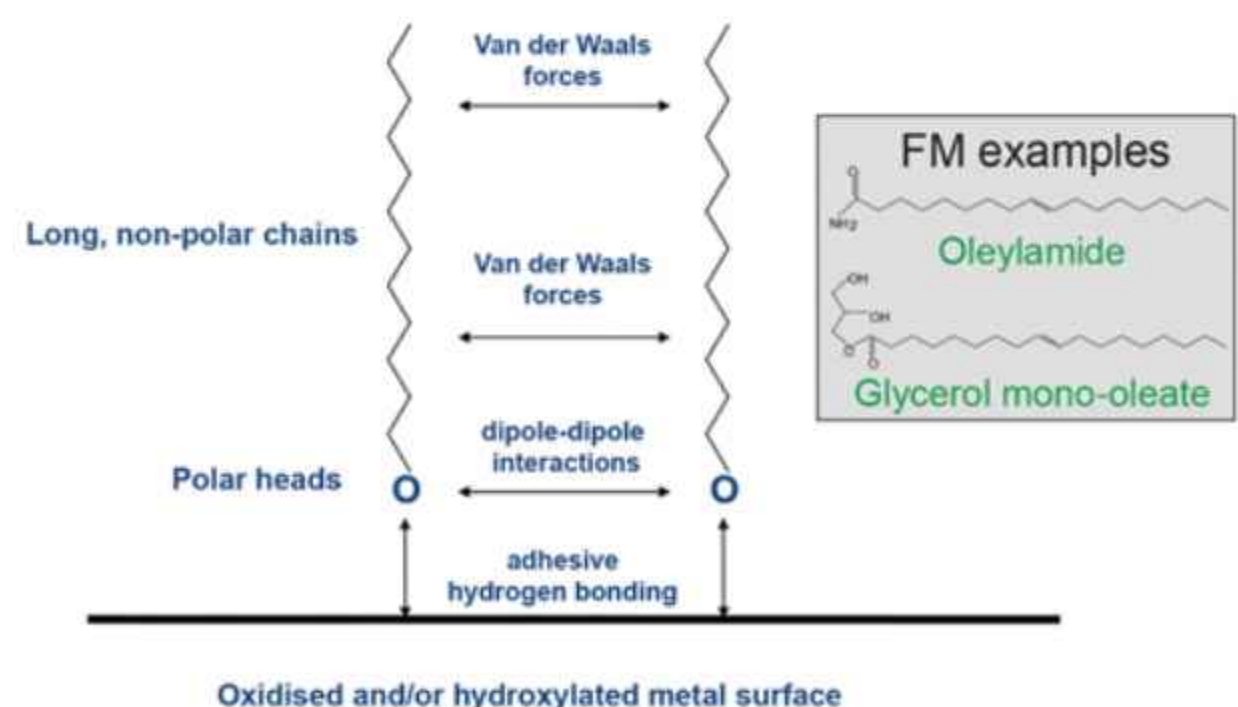
۱- تشکیل لایه‌های محافظ از طریق واکنش

در این مکانیسم لایه‌های محافظتی توسط واکنش شیمیایی ماده بهبود دهنده با سطح فلزی ایجاد می‌شود. این واکنش در دما و فشار متوسط و تحت تاثیر فعالیت شیمیایی گوگرد و فسفر ایجاد می‌شود. مثالهایی از این دسته شامل اسیدهای چرب اشباع، فسفریک و تیوفسفریک اسیدها هستند.

این افزودنی‌ها، ترکیبات قطبی هستند که از دو بخش تشکیل شده‌اند. سر قطبی و دم غیرقطبی که از هیدروکربن‌های راست زنجیر با حداقل ۱۰ اتم کربن تشکیل شده است. سرهای قطبی بر روی سطح فلزی قرار گرفته و دم‌های روغن دوست (غیرقطبی) نه تنها سبب افزایش انحلال در روغن می‌شوند، بلکه با ایجاد یک لایه؛ از تماس دو سطح فلزی جلوگیری می‌نمایند. زنجیرهای غیرقطبی توسط نیروهای واندروالسی و سرهای قطبی توسط نیروهای دوقطبی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. طرز قرار گرفتن آنها همانند الیاف فرش در کنار یکدیگر می‌باشد که به صورت عمودی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند.

۲- تشکیل لایه‌های محافظ از طریق جذب سطحی

این مکانیسم وابسته به طبیعت قطبی مولکولها است. بهبود دهنده‌های آلی حل شده در روغن با نیروی جذب قوی بر روی سطح فلزی نگه داشته می‌شوند بدین ترتیب که سر قطبی بر روی سطح فلزی متصل شده و دم هیدروکربنی در روغن حل می‌شود. مثالهایی از این دسته شامل اسیدهای کربوکسیلیک با طول زنجیر بلند، استرها، اترها و آمین‌ها می‌باشند.



۳- تشکیل پلیمر

تحت تاثیر بار و دمای ناشی از اصطکاک یک فیلم پلیمری ایجاد می‌شود. به عنوان مثال:

sebacic acid / ethylene glycol partial ester methacrylates

بهبود دهنده‌های اصطکاک در شرایط سایش خفیف می‌توانند عمل نمایند، اما زمانی که سطوح تحت تاثیر فشارهای بالاتر قرار می‌گیرند؛ با توجه به اینکه نیروی بین زنجیره‌های هیدروکربنی از نوع واندروالسی بوده که بسیار ضعیف می‌باشند؛ تحمل شرایط فشار نیز برای این دسته از افزودنی‌ها امکان پذیر نیست و لازم است از ترکیبات دیگری بنام افزودنی‌های ضدسایش استفاده شود.

۲- بهبود دهنده‌های اصطکاک جامد^{۱۶} :

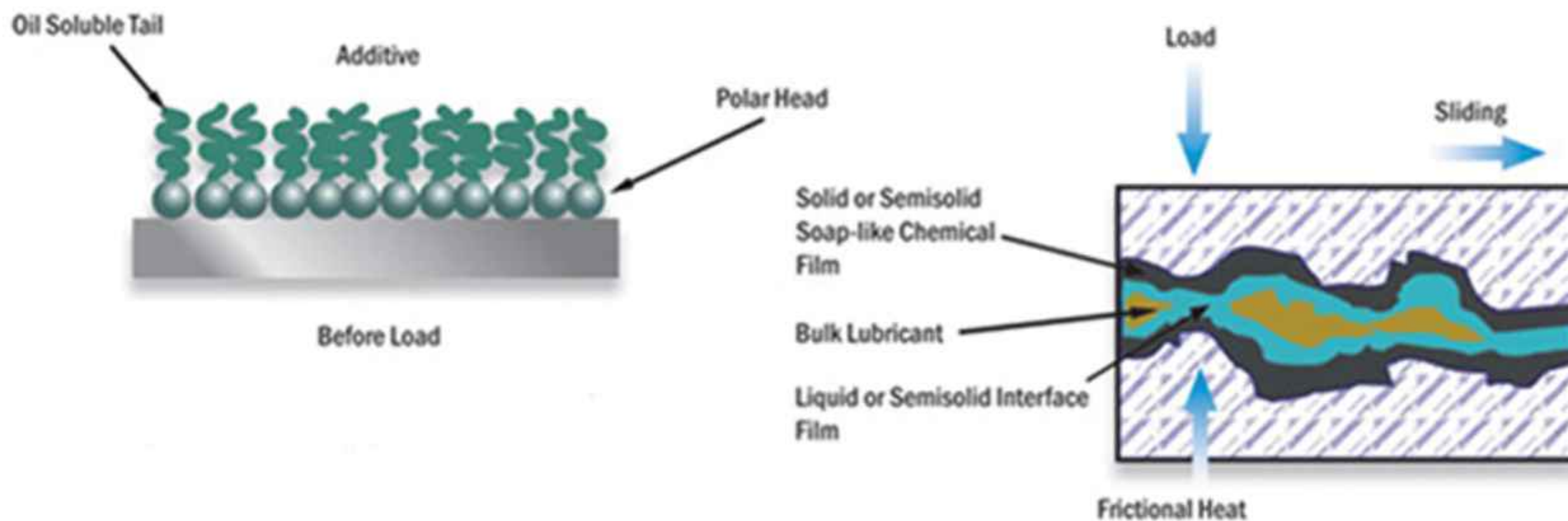
دارای ترکیبات فلزی هستند، مانند MoS_2

مواد افزودنی فشارپذیر، ضدسایش و بهبود دهنده‌های اصطکاک EP |

افزودنی‌های ضدسایش:

فیلم تشکیل شده دارای مقاومت کمتری از فلز اصلی است. بنابراین اگر بین سطوح، تماس حاصل شود قبل از این که سطح فلز بخواهد آسیب ببیند، فیلم تشکیل شده شکسته می‌شود. در صورت از بین رفتن این فیلم واکنش شیمیایی بین سطوح فلز و ماده افزودنی دوباره انجام شده و فیلم جدیدی جایگزین می‌شود. بدین ترتیب این مواد افزودنی تا زمانی که بطور کامل از بین نروند، به وظایف خود عمل می‌کنند. همانگونه که در تصویر نشان داده شده در شرایط روانکاری لایه مرزی، فیلم ایجاد شده توسط افزودنی ضدسایش به جای سطح فلز شکسته شده و مانع از ایجاد سایش بر روی سطح فلزی می‌شود.

در ساختار این گروه از مواد افزودنی، روی، گوگرد و فسفر وجود دارد که در فشار و دمای متوسط فعال هستند. افزودنی‌های ضدسایش با تشکیل یک فیلم سطحی از طریق جذب فیزیکی و شیمیایی، اصطکاک و ساییدگی را به کمترین میزان ممکن می‌رساند. مواد افزودنی ضدسایش، یک فیلم نازک معدنی روی فلز تشکیل می‌دهند تا از خوردگی فلز زیرین جلوگیری کنند.

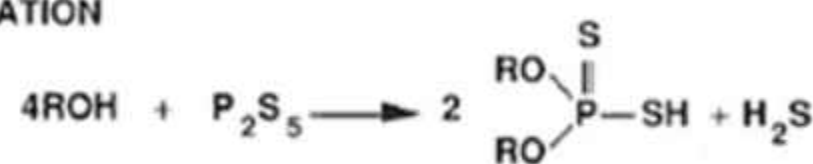


- در تهیه ZDDP از واکنش بین P_2S_5 و الکل استفاده می‌نمایند. محصول بدست آمده، دی تیوفسفریک اسید است که با اکسید روی (ZnO) خنثی می‌شود.

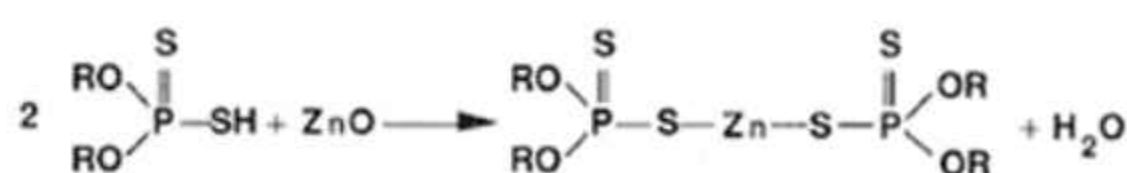
انواع افزودنی‌های ضدسایش:

- افزودنی‌های ضدسایش بر پایه روی^{۱۷}
- افزودنی‌های ضدسایش بر پایه مولیبدن^{۱۸}
- افزودنی‌های ضدسایش بدون خاکستر^{۱۹}

ACID FORMATION



NEUTRALIZATION



افزودنی ضدسایش بر پایه روی

یکی از شاخص‌ترین مواد آلی ضدسایش، زینک دی آلکیل دی تیو فسفات (ZDDP) است که به طور وسیع برای کاهش ساییدگی در پمپ‌های هیدرولیک، دنده، انتقال دهنده‌ها و روغن‌های موتور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

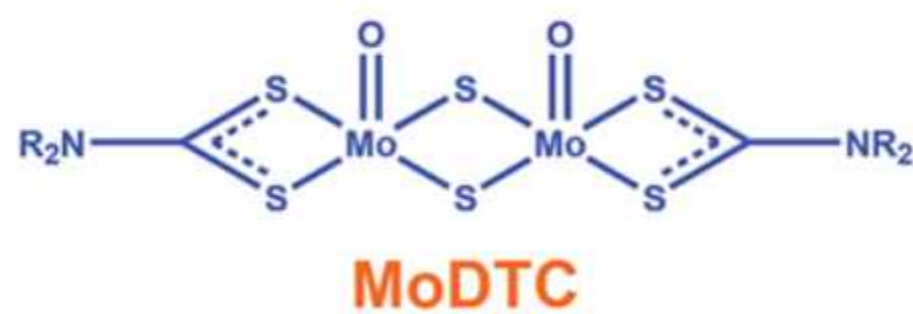


ZDDP

مواد افزودنی فشارپذیر، ضدسایش و بهبود دهنده‌های اصطکاک EP |

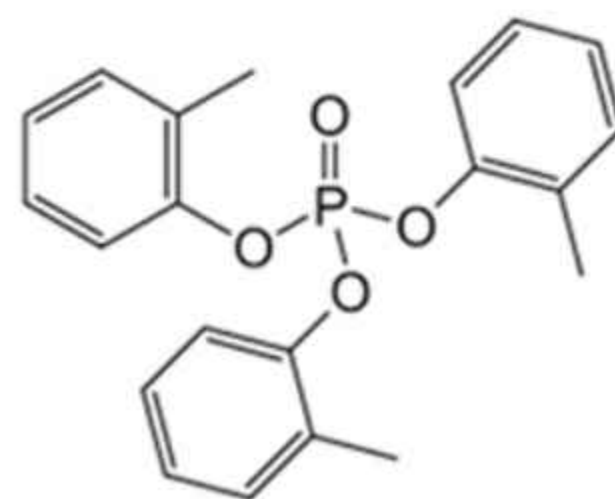
واکنش دهند و در نتیجه لازم است در چنین شرایطی در انتخاب ماده افزودنی دقت نمود. به همین دلیل نوع دیگری از افزودنی‌های ضدسایش بر پایه مولیبدن مورد استفاده قرار می‌گیرند. این افزودنی تشکیل یک فیلم روانکاری شامل MoS_2 و اکسیدهای مولیبدن را می‌دهند که علاوه بر جلوگیری از سایش قطعات و اصطکاک در کاهش مصرف سوخت و در نتیجه تاثیر مثبت در بهبود محیط زیست نقش دارد.

افزودنی‌های $MoDDP^{2+}$, $MoDTC^{2+}$ مثال‌هایی از این نوع افزودنی می‌باشند.



افزودنی‌های ضدسایش بدون خاکستر

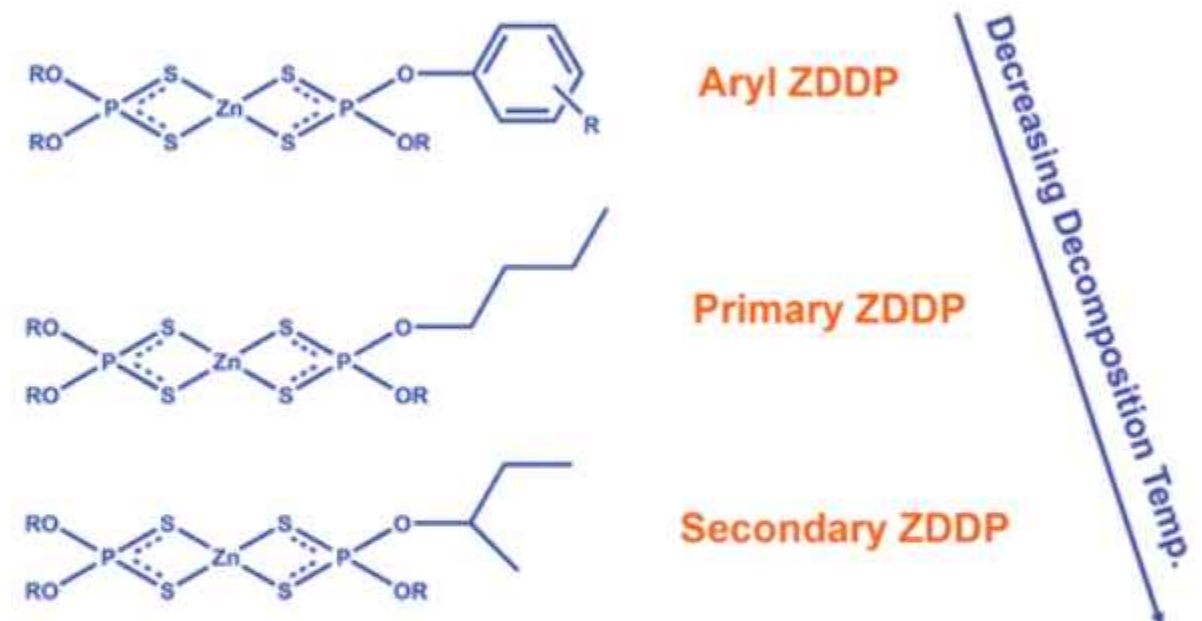
با توجه به اینکه ZDDP تحت شرایط دمایی تخریب شده و خاکستر از خود بر جای می‌گذارد. علاوه بر این در صورت وجود آب در سیستم هیدرولیز شده و در نتیجه منجر به خوردگی در سیستم می‌شود. به همین دلیل لازم است در فرمولاسیون محصولاتی از قبیل روغن توربین، کمپرسور، هیدرولیک و ... از افزودنی‌های ضد سایش بدون خاکستر استفاده شود. فسفات استرهای آروماتیک و آلیفاتیک به عنوان افزودنی‌های ضدسایش بدون خاکستر سابقه طولانی دارند. این افزودنی‌ها ترکیبات آلی بر پایه فسفر هستند که پایداری هیدرولیتیکی و حرارتی بالایی دارند و باقیمانده‌ای از خود بر جای نمی‌گذارند. یکی از متداول‌ترین این نوع افزودنی‌ها TCP^{2+} می‌باشد که با تشکیل فیلم بر روی سطح فلزی مانع از ایجاد اصطکاک و سایش شده، علاوه بر این در دمای بالا پایدار نیز می‌باشد. مکانیسم تهیه این افزودنی به شرح ذیل است.



Tricresyl phosphate

این افزودنی علاوه بر خاصیت ضدسایش به عنوان آنتی اکسیدان نیز عمل می‌نماید و عملکرد آن بر اساس نوع الکل و طول زنجیر آلکیل آن (R) تعیین می‌گردد. در این واکنش R می‌تواند، گروه آریل یا آلکیل باشد. نوع آلکیل به عنوان ضدسایش موثرتر است، اما نوع آریل دارای پایداری حرارتی بیشتری بوده و پایداری هیدرولیکی آن کمتر است.

آلکیل‌های مورد استفاده عبارتند از: پروپیل، بوتیل، هگزیل، اکتیل و مخلوط آنها. هر چه طول زنجیر آلکیل بیشتر باشد، پایداری ضدسایش بیشتر می‌شود. زنجیرهای شاخه دار باعث کاهش پایداری ترکیب می‌شوند.



بعضی از ZDDP ها در درجه حرارت‌های کارکرد بالای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تجزیه می‌شوند. به همین دلیل لازم است که از مواد افزودنی ضدسایش دیگری در شرایط کارکرد درجه حرارت بالا استفاده نمود. همچنین در موتورهایی که یاتاقان آنها از آلیاژ نقره ساخته شده، مقدار بیش از ۱۰ ppm از فلز روی سبب واکنش الکترو شیمیایی و خوردگی یاتاقان‌های نقره می‌شود. علاوه بر این در موتورهایی که از مبدل‌های کاتالستی به منظور کاهش خروج اکسیدهای نیتروژن و مونوکسیدکربن در گازهای خروجی از اگزوز استفاده می‌شود، کاتالیست ممکن است با افزودنی‌های ضدسایشی که حاوی فسفر و روی هستند،

مواد افزودنی فشارپذیر، ضدسایش و بهبود دهنده‌های اصطکاک EP |

انواع افزودنی‌های فشارپذیر

– افزودنی‌های فشارپذیر وابسته به دما

این ترکیبات شامل بور، کربن، فسفر و گوگرد می‌باشند. با افزایش دمای ناشی از افزایش فشار، با سطوح فلزی واکنش داده، گرمای ایجاد شده در اثر این واکنش شیمیایی به گرمای ایجاد شده از اصطکاک انتقال می‌یابد. این افزودنی‌ها در واکنش با سطوح فلزی، ترکیبات جدیدی همانند کلریدهای آهن، فسفیدهای آهن و سولفیدهای آهن را ایجاد می‌نمایند. نمک‌های فلزی ایجاد شده، تشکیل یک فیلم شیمیایی را می‌دهند که به‌عنوان یک حامل در جهت کاهش اصطکاک، سایش و جوش سطوح فلزی عمل می‌نمایند.

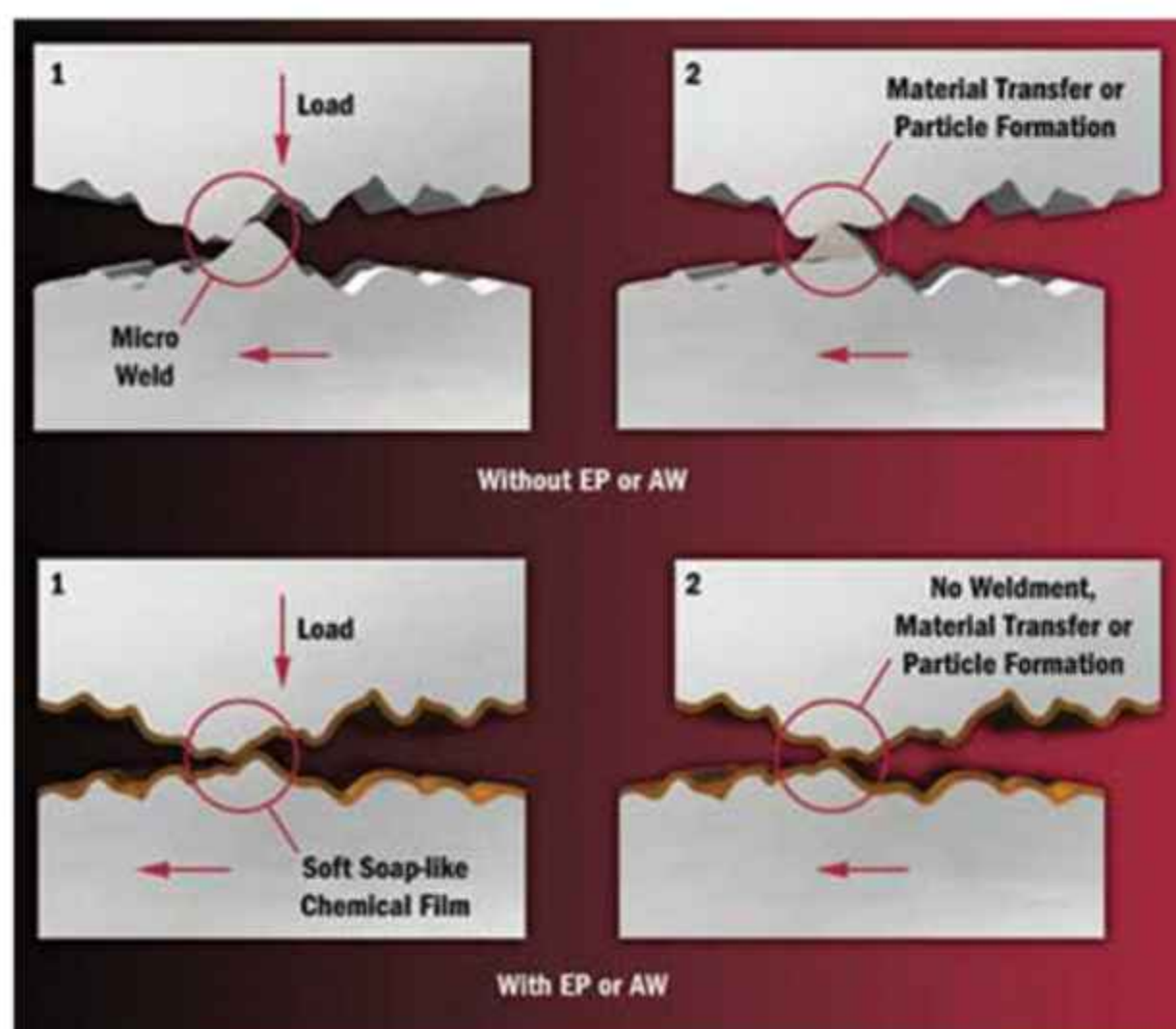
– افزودنی‌های فشار پذیر مستقل از دما

نوع دیگر این افزودنی‌ها؛ افزودنی‌های مستقل از دما هستند. سولفونات‌های فوق‌قلیایی از این نوع می‌باشند که مکانیسم عملکرد آن متفاوت است. این ترکیبات شامل کلوئیدی از نمک کربنات هستند که در سولفونات معلق شده‌اند. در زمان واکنش با آهن، کلوئیدهای کربنات، تشکیل یک فیلم داده که به‌عنوان یک حامل بین سطوح فلزی عمل می‌نمایند. شروع این مکانیسم نیازی به افزایش دما ندارد.

با توجه به توضیحات ارائه شده به صورت خلاصه عملکرد افزودنی‌های مخصوص روانکاری لایه مرزی به صورت ذیل می‌باشد :

افزودنی‌های فشار پذیر

زمانی که شرایط تماس فلز با فلز سخت‌تر شده و افزایش فشار و دما نیز مطرح باشد، فیلم روانکار تحت فشار بسیار شدید قرار می‌گیرد. در چنین شرایطی فاصله بین سطوح فلزی عملاً از بین رفته تا جایی که سایش ایجاد شده منجر به ایجاد جوش^{۲۳} و چسبندگی دو سطح می‌گردد. چنین شرایطی را می‌توان در دیفرانسیل خودروها که دارای دنده‌هایی از نوع هیپوئید هستند، مشاهده نمود. به‌همین دلیل استفاده از مواد افزودنی فشار پذیر “EP” ضروری می‌باشد. همانند ترکیبات بهبود دهنده اصطکاک و افزودنی‌های ضدسایش، این دسته از ترکیبات نیز از یک سر قطبی و دم غیر قطبی (محلول در روغن) تشکیل شده‌اند، که سرهای قطبی با قرار گرفتن بر روی سطح فلزی و تشکیل لایه از چسبیدن سطوح در شرایط عملکردی سخت و فشار زیاد ممانعت بعمل می‌آورند. مهمترین ترکیبات این افزودنی‌ها فسفر و گوگرد می‌باشند. افزودنی‌های گوگرد دار به منظور ایجاد محافظت از تماس فلز با فلز در فشار بالا و در روانکاری لایه مرزی مورد استفاده قرار می‌گیرند. عملکرد EP آنها به مقدار گوگرد موجود در ترکیب بستگی دارد. افزودنی‌هایی با درصد گوگرد بالا در مقایسه با افزودنی‌های حاوی درصد پایین گوگرد در مقابل فشار مقاومت بالاتری دارند، علاوه بر این مقدار گوگرد آنها می‌بایست به گونه‌ای باشد که نیازمندی‌های لازم به منظور ایجاد پایداری حرارتی و عدم خوردگی آلیاژهای مسی را ایجاد نماید. افزودنی‌های حاوی فسفر به منظور محافظت در فشارهای متوسط به بالا در تماس‌های فلز با فلز و در روانکاری لایه مرزی و الاستو هیدرودینامیک نقش موثر ایفا می‌نمایند. برخلاف افزودنی‌های گوگرد دار که عملکرد آنها به عنوان EP منجر به خوردگی آلیاژهای مسی می‌باشد، افزودنی‌های فسفر در کنترل خوردگی تاثیر مثبتی دارند.



عملکرد افزودنی‌های روانکاری لایه مرزی

مواد افزودنی فشارپذیر، ضدسایش و بهبود دهنده‌های اصطکاک EP |

نمونه ترکیبات	مکانیسم عمل	وظیفه	
ترکیبات قطبی مثل اسیدهای چرب، آمین‌ها، استرهای آلی اسید فسفریک و فسفر (با وزن مولکولی زیاد)	از طریق سر قطبی زنجیر به سطح فلزی جذب شده و در نتیجه تماس بین دو سطح کاهش یافته و اصطکاک کم می‌شود.	کاهش اصطکاک میان سطوح متحرک ماشین آلات در شرایط روانکاری مرزی	مواد افزودنی بهبود دهنده اصطکاک
ZDDP، فسفات‌های آلی، ترکیبات آلی گوگرد دار و کلر دار- چربیهای سولفور- سولفیدها و دی سولفیدها	نظیر بهبوده دهنده‌های اصطکاک، با این تفاوت که ماده افزودنی با سطح فلزی ترکیب شیمیایی ایجاد کرده و در نتیجه مکانیزم جلوگیری از تماس سطوح فلزی در شرایط سخت تر نیز امکان پذیر است.	جلوگیری از سایش قطعات ماشین آلات	مواد افزودنی ضدسایش
ترکیبات آلی سولفور یا فسفر، سولفیدها و دی سولفیدها	نظیر مواد افزودنی ضدسایش با ایجاد ترکیبات قوی تر.	جلوگیری از فرسایش سطوح فلزی در شرایط روانکاری مرزی و فشارهای بسیار بالا	مواد افزودنی فشارپذیر

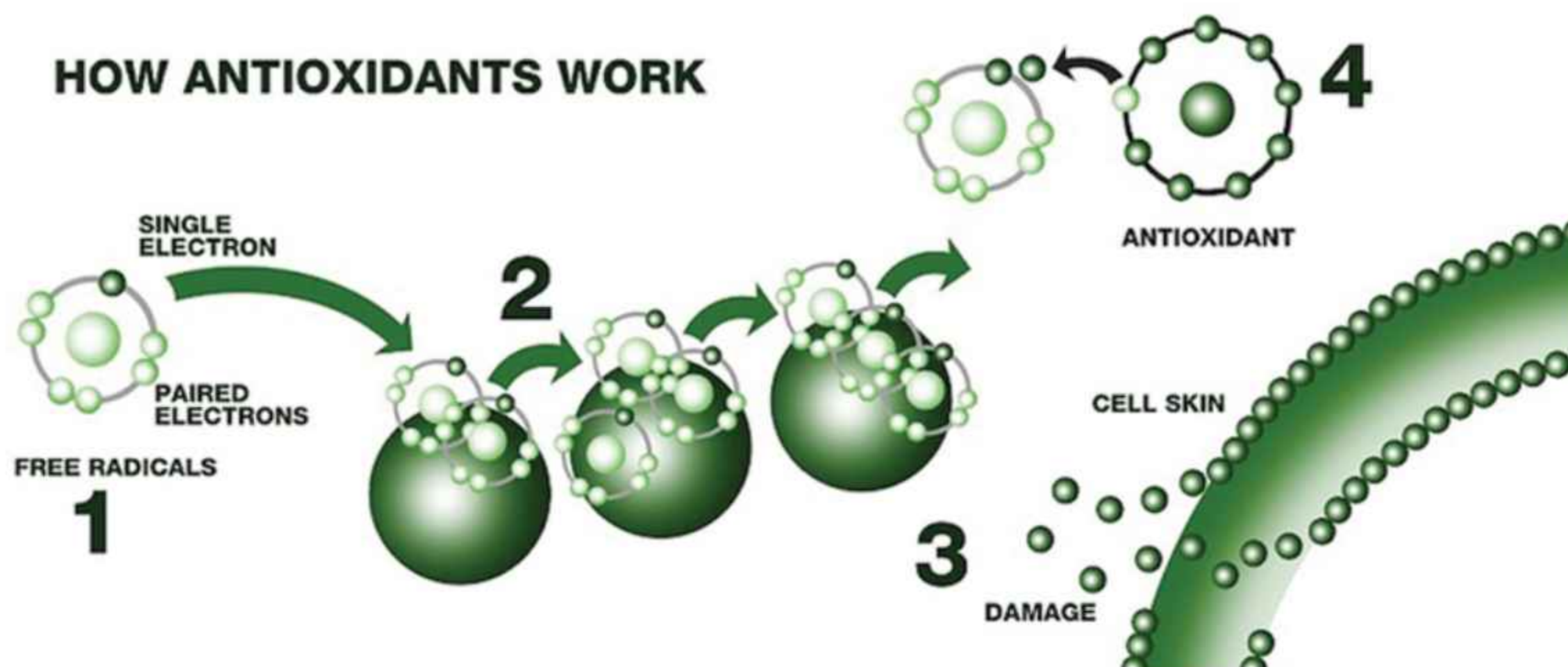
جمع بندی

سالانه میلیاردها دلار در کشورهای دنیا برای غلبه بر آسیب‌های ناشی از سایش مکانیکی صرف می‌شود، که عامل اساسی آن ضایعات ناشی از تخریب سطوح، شامل سایش مکانیکی و خستگی فلزات^{۲۴} است. هم چنین بخش اعظم آسیب‌ها به طور مستقیم مربوط به عدم توجه به روانکاری صحیح می‌باشد. تقریباً بیش از نیمی از انرژی مصرف شده در جهان برای غلبه بر اصطکاک صرف می‌شود و می‌توان گفت نیمی از کل تولیدات صنعتی در کشورهای صنعتی به منظور جایگزینی قطعات ساییده شده مصرف می‌گردد. به همین دلیل لازم است تا با انتخاب افزودنی‌های مناسب و فرمولاسیون صحیح روانکارها در جهت غلبه بر چنین مشکلاتی گام برداریم.

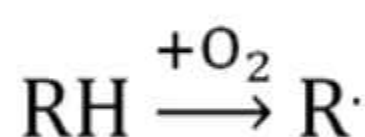
- 1- Lubrication
- 2- Lubrication Regimes
- 3- Hydrodynamic lubrication or Film Lubrication
- 4- Elastohydrodynamic lubrication
- 5- Mixed lubrication
- 6- Boundary lubrication
- 7- Boundary Lubrication Additives
- 8- Friction Modifiers , FM
- 9- Antiwear Additives, AW
- 10- Extreme Pressure Additives, EP
- 11- Adhesion
- 12- interlocking

- 13- Sliding Friction
- 14- Rolling Friction
- 15- OFM s
- 16- MFMs
- 17- Zinc Dialkyldithiophosphates (ZDDP)
- 18- Molybdenum Dithiocarbamates (MoDTC)
- 19-Tri-cresyl phosphate
- 20- Molybdenum dithiophosphate
- 21- Molybdenum dithiocarbamate
- 22 Tricresyl phosphate
- 23- welding
- 24- Metals Fatigue

HOW ANTIOXIDANTS WORK

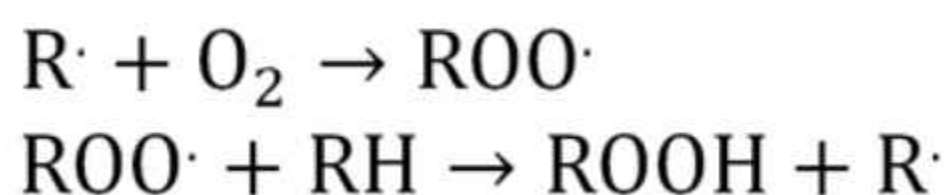


متصل به حلقه‌های آروماتیکی، مستعد این نوع واکنش هستند.



۲- مرحله دوم (مرحله انتشار)

در این مرحله، رادیکال‌های آلکیل تشکیل شده مرحله اول با اکسیژن واکنش داده و تشکیل رادیکال‌های آلکیل پروکسی می‌دهند. سرعت این واکنش بسیار زیاد است. سپس این رادیکال‌ها با جذب اتم هیدروژن از هیدروکربن‌ها، هیدروپروکساید و رادیکال آلکیل تولید می‌کنند. سرعت بالای واکنش اکسیژن با رادیکال‌های آلکیل در مقایسه با سرعت پایین واکنش رادیکال‌های آلکیل پروکسی با هیدروژن موجب بالارفتن غلظت رادیکال‌های آلکیل پروکسی نسبت به رادیکال‌های آلکیل می‌شود.



۳- مرحله سوم (مرحله انشعاب)

هیدروپروکساید‌ها بسیار ناپایدار هستند، بنابراین در مرحله سوم هیدروپروکساید‌های تشکیل شده به رادیکال‌های هیدروکسی و آلکوکسی شکسته می‌شود. این فرایند به انرژی فعال‌سازی بالایی نیاز دارد که معمولاً در دمای بالاتر از ۱۵۰ درجه سانتیگراد صورت می‌گیرد. رادیکال‌های تشکیل شده با هیدروکربن‌ها واکنش داده و ایجاد رادیکال‌های آلکیل، الکل و آب می‌کند. رادیکال‌های آلکوکسی آماده ایجاد ترکیبات

مقدمه

کلیه موادی که در معرض اتمسفر زمین قرار می‌گیرند، مستعد افت کیفیت ناشی از اکسید شدن هستند. روانکارها نیز از این قاعده مستثنی نیستند؛ به همین دلیل متحمل واکنش‌های اکسیداسیون و کاهش کیفیت می‌گردند، که اصلی‌ترین نتیجه آن تخریب زودرس روانکار است. سرعت این فرایند به عوامل متعددی بستگی دارد که مهمترین آنها ماهیت روغن، نوع پالایش، دما و حضور کاتالیست‌های فلزی است. اکسیداسیون روغن منجر به تشکیل پلیمرهای با گرانروی بالا و یا امولسیون‌های ژله‌ای می‌شود که در جریان طبیعی روانکار در سیستم اختلال ایجاد می‌نماید. در این فرایند لجن و وارنیش روی قطعات تشکیل و در نتیجه منجر به سایش موتور، روانکاری ضعیف و بالارفتن مصرف سوخت می‌گردد.

آنتی‌اکسیدانت‌ها مواد افزودنی ضروری هستند که در فرمولاسیون روانکار نقش مهمی را ایفا می‌کنند. این مواد آغاز فرایند اکسیداسیون روانکار را به تاخیر انداخته و در نتیجه سرعت افت کیفیتی را که در اثر اکسیداسیون روی می‌دهد، کاهش می‌دهند. قبل از توضیح در زمینه این مواد افزودنی، به ذکر مکانیزم اکسیداسیون روغن پرداخته شده است.

مکانیزم اکسیداسیون

فرایند اکسیداسیون هیدروکربن‌ها در ۴ مرحله رخ می‌دهد:

۱- مرحله اول (مرحله شروع)

در شروع فرایند اکسیداسیون، زنجیر هیدروکربن در حضور اکسیژن و در اثر دریافت انرژی از جمله گرما، امواج فرابنفش یا تنش‌های مکانیکی به رادیکال‌های آزاد از نوع رادیکال‌های آلکیل تبدیل می‌شود. در این فرایند یون‌های فلزات نقش کاتالیست را بازی می‌کنند. هیدروژن نوع سوم، هیدروژن پیوند دوگانه کربن-کربن در موقعیت آلفا و یا گروه‌های الکیل

همچنین هیدروکربن‌های خطی در مقایسه با هیدروکربن‌های شاخه‌ای و یا آن‌هایی که آروماتیکی و غیراشباع هستند، پایداری اکسیداسیون بهتری دارند.

آنتی‌اکسیدانت‌ها در دو گروه آنتی‌اکسیدانت‌های اولیه (جاروب‌کننده رادیکال‌ها) و آنتی‌اکسیدانت‌های ثانویه (تجزیه‌کننده پروکسایدها) قرار می‌گیرند. جاروب‌کننده رادیکال‌ها در مرحله انتشار اکسیداسیون، با مولکول‌های روغن در رقابت قرار می‌گیرند و با رادیکال‌های آزاد واکنش می‌دهند. رادیکال آزاد ایجاد شده از برخورد رادیکال آزاد اولیه با آن‌ها پایدارتر بوده و در نتیجه سرعت ادامه واکنش را کند می‌کند.

آنتی‌اکسیدانت‌های اولیه شامل دو گروه فنول‌های کندکننده و حلقه آمینه هیندرده هستند، که در مبحث‌های بعدی مورد بررسی قرار می‌گیرند. آنتی‌اکسیدانت‌های ثانویه که در حقیقت تجزیه‌کننده پروکسایدها هستند، هیدروپروکسایدها (ROOH) را به دو محصول غیر رادیکالی تبدیل می‌کنند؛ که در نتیجه از واکنش‌های انتشار جلوگیری می‌شود. این نوع آنتی‌اکسیدانت‌ها درحقیقت ترکیبات فسفر و سولفور هستند که میزان پروکسایدها را کاهش می‌دهند. به‌طور کلی پایداری اکسیداسیون روغن به میزان سولفور آن بستگی دارد، اما باید در نظر داشت با افزودن سولفور آزاد به آن، روغن نهایی به هیچ عنوان قابل مصرف نخواهد بود. به‌طور کلی بهترین پایداری اکسیداسیون، زمانی حاصل می‌شود که آنتی‌اکسیدانت‌های اولیه و ثانویه به همراه هم مصرف شوند.

انواع آنتی‌اکسیدانت‌ها

- فنوله

- آمین‌های حلقوی

- ترکیبات شامل فسفر و گوگرد

- ترکیبات اورگانو سولفور

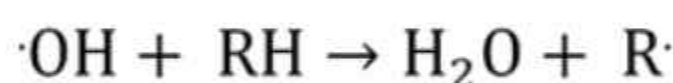
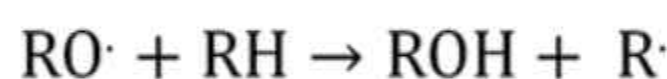
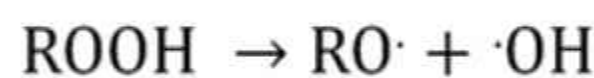
- ترکیبات اورگانو فسفر

آنتی‌اکسیدانت‌های فنوله

فنول‌های کندکننده، فنول‌هایی هستند که در ساختار خود یک یا بیش از یک گروه عاملی حجیم مانند بوتیل نوع چهارم دارند. این مواد متداول‌ترین آنتی‌اکسیدانت‌ها می‌باشند و به‌طور کلی در موقعیت ۲ و ۶ این فنول‌ها گروه آلکیل نوع چهارم قرار می‌گیرد. آنتی‌اکسیدانت‌های مذکور از مکانیزم جاروب‌کردن رادیکال‌های آزاد پیروی می‌کنند. این مواد خصوصاً با رادیکال‌های آلکوکسی و پروکسی واکنش داده و H^+ آزاد می‌کنند. بنابراین رادیکال‌های آزاد با گرفتن هیدروژن خنثی می‌شوند و چرخه اکسیداسیون را متوقف می‌کنند، در نتیجه رادیکال‌ها را قبل از

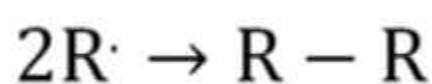
آلدهید و کتون هستند. این دو ترکیب در اثر واکنش‌های تراکمی آلدول، پلیمره و متراکم شده و موادی با جرم مولکولی بالا بوجود می‌آورند. این پلیمره شدن و متراکم شدن موجب می‌گردد این مواد به حالت نامحلول در روغن درآیند و به صورت رسوب و لجن خارج شده و روی قطعات موتور آشکار شوند. بدلیل خاصیت اسیدی مواد ایجاد شده، احتمال ایجاد خوردگی قطعات نیز افزایش می‌یابد. از طرفی رادیکال‌های آلکیل پروکساید به سطوح فلزات نیز حمله می‌کنند و موجب خوردگی می‌گردند و فلزات پس از واکنش بصورت نمک رسوب می‌کنند.

ذکر این نکته حائز اهمیت است که برخلاف اکسیداسیون هیدروکربن‌ها که منجر به افزایش گرانیوی می‌گردد، اکسیداسیون در روانکارهای بر پایه ترکیبات غیر هیدروکربنی مانند پلی آلکیل گلایکول‌ها، موجب کاهش گرانیوی می‌گردد زیرا در این ترکیبات ساختارهای پلیمری در اثر اکسیداسیون شکسته می‌شود.



۴- مرحله چهارم (مرحله پایانی)

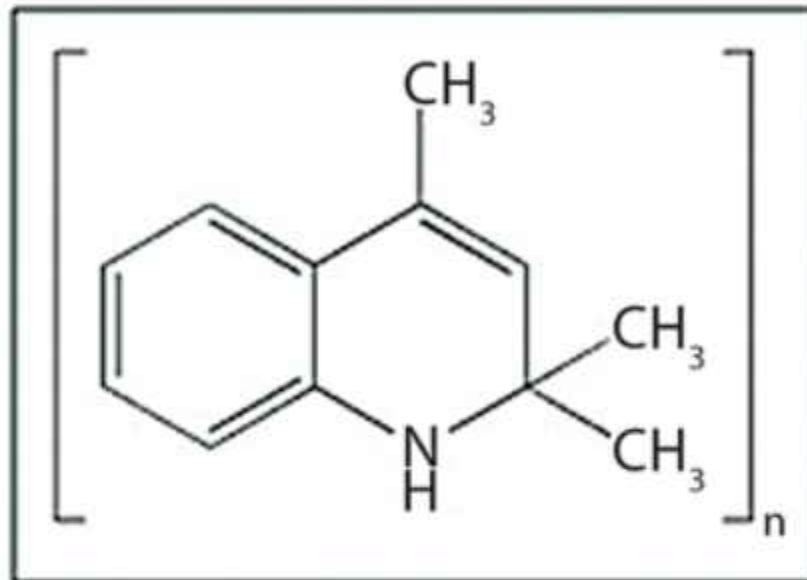
در مرحله نهایی رادیکال‌ها با یکدیگر واکنش می‌دهند. نکته قابل توجه این است که تعداد کمی از رادیکال‌های آزاد در این فرایند مصرف می‌شوند؛ در حالیکه اکثر آن‌ها در مراحل دو و سه مصرف شده‌اند.



مکانیزم آنتی‌اکسیدانت‌ها

روغن‌های معدنی گروه I حاوی مقدار کمی هتروسیکل‌های نیتروژن، اکسیژن، سولفور و همچنین مرکاپتان‌ها، دی‌سولفایدها و ... هستند. این مواد هم به‌عنوان آنتی‌اکسیدانت‌های طبیعی و هم به‌عنوان تشدید کننده اکسیداسیون عمل می‌کنند، اما در مجموع آنتی‌اکسیدانت‌ها بر مواد تشدیدکننده غلبه یافته و در نتیجه روغن پایه معدنی گروه I پایداری اکسیداسیون مناسبی دارد. اما در روغن‌های پایه‌ای که فرایند هیدروکریکنگ روی آن‌ها انجام شده است (مانند روغن‌های پایه گروه II و III) و همچنین روغن‌های سنتزی مانند PAO، اگر چه این نوع آنتی‌اکسیدانت‌های طبیعی وجود ندارد، اما بدلیل عدم حضور ترکیبات تشدیدکننده اکسیداسیون در آنها، تاثیر آنتی‌اکسیدانت‌ها بر آنها بسیار بیشتر بوده و با افزودن درصد بسیار جزئی از این نوع مواد افزودنی، پایداری بالایی در مقابل اکسیداسیون خواهند داشت.

3-Polymeric 2,2,4-tri-methyldihydroquinoline (TMQ)



نوع سوم بدلیل حلالیت ضعیف در روغن‌های پایه معدنی بیشتر در گریس و روانکارهای قطبی استفاده می‌شود.

در دماهای تقریباً بالا (کمتر از ۱۲۰ درجه سانتیگراد) یک مولکول دی فنیل آمین، می‌تواند ۴ مولکول رادیکال پروکسی را از سیستم حذف کند، در حالیکه یک آنتی‌اکسیدانت با یک گروه فنولی می‌تواند فقط دو رادیکال پروکسی را جاروب نماید.

در شرایطی با دمای بالا، آنتی‌اکسیدانت‌های آمینی بسیار برتر از همتای فنولیشان عمل می‌کنند. در این آنتی‌اکسیدانت‌ها بدلیل فرایند زنجیره‌ای که دارند، مرتباً رادیکال‌های نیتروکسیله تولید می‌شود که این رادیکال‌ها تعداد بیشتری از رادیکال‌ها را مصرف می‌کنند.

یکی از مضرات آنتی‌اکسیدانت‌های آمینه این است که این مواد به محصولاتی اکسید می‌شوند، که موجب تغییر رنگ بیشتر و ایجاد لک‌های حاصل از زنگ‌زدگی نسبت به آنتی‌اکسیدانت‌های فنوله می‌شود.

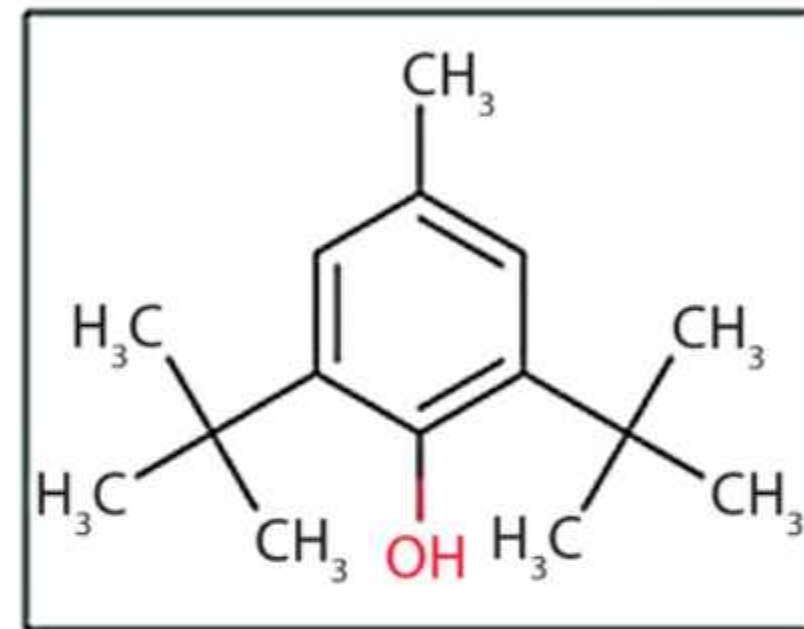
آنتی‌اکسیدانت‌های حاوی گوگرد و فسفر

معروف ترین ترکیب در این گروه ZDDP و با عملکرد جاروب کردن رادیکال‌هاست. امروزه این مواد افزودنی به دلیل خواص چند منظوره از جمله خاصیت ضد اکسیداسیون، ضدسایش، فشارپذیری و ضد خوردگی، نقش مهمی در صنعت روانکار دارد.

ترکیبات حاوی اورگانو سولفور

این نوع آنتی‌اکسیدانت‌ها، تجزیه کننده هیدروپروکسایدها هستند و از آنجائیکه به تنهایی موثر نیستند، معمولاً در کنار آنتی‌اکسیدانت‌های فنوله مصرف می‌شوند، این در حالیست که این مواد با آنتی‌اکسیدانت‌های از نوع آمینه‌های کندکننده، ناسازگار هستند.

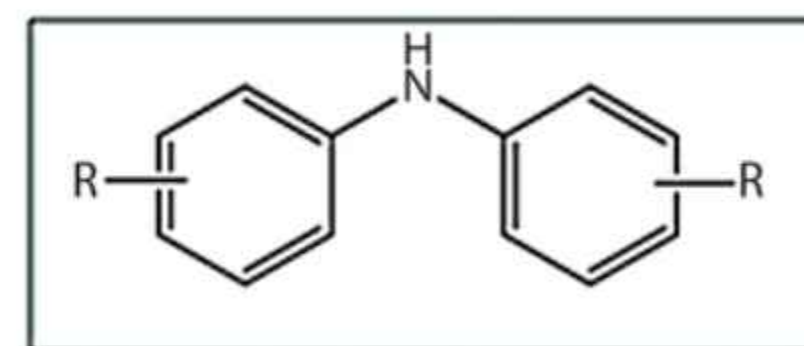
را قبل از واکنش با هیدروکربن‌ها از بین می‌برند. در حالیکه فنول‌های مذکور با از دست دادن اتم هیدروژن، خود به رادیکال آزاد غیر فعالی تبدیل می‌گردند؛ که در مورد آنها قبلاً توضیح داده شد. دلیل غیر فعال بودن این رادیکال آزاد، امکان روزنانس تک الکترون ایجاد شده در ابر الکترونی حلقه فنل می‌باشد. یکی از رایج‌ترین آنتی‌اکسیدانت‌های این گروه (BHT) ۲,۶-di-t-butyl-۴-methylphenol است که وزن مولکولی پایینی دارد. هر چه وزن مولکولی آنتی‌اکسیدانت بیشتر باشد، فراریت کمتر و در نتیجه سازگاری با پلیمر بیشتر است.



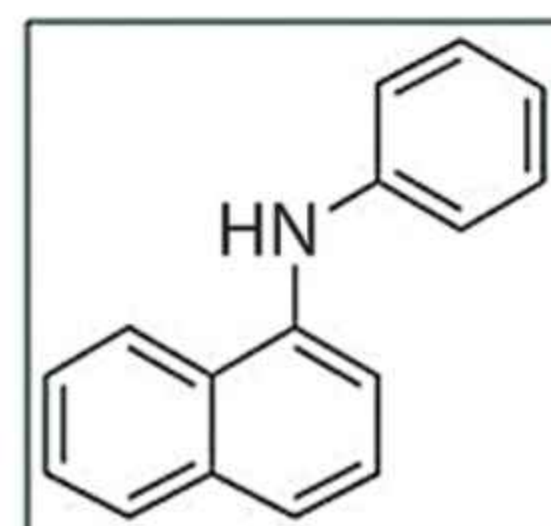
آنتی‌اکسیدانت‌های آمینه

آمین‌های حلقوی، نوع دیگری از آنتی‌اکسیدانت‌ها با عملکرد جاروب کردن رادیکال‌ها هستند. متداولترین نوع آنها در گروه‌های زیر قرار می‌گیرند:

1- Alkylated Diphenylamines (DPA)



2- N-phenyl-2-naphthylamine (PANA)



ترکیبات اورگانو فسفر

دو ترکیب TriarylPhosphite و TrialkylPhosphite، متداولترین آنتی اکسیدانت‌های این گروه هستند. همچنین این مواد نه تنها عملکرد تجزیه‌کنندگی پروکسایدها را دارند، بلکه می‌توانند افت کیفیت ناشی از نور را محدود کنند. در مجموع عملکرد این گروه از آنتی اکسیدانت‌ها بدلیل پایداری هیدرولیکی ضعیفی که دارند، محدود است.

آنتی اکسیدانت‌های هم افزا

در کاربرد آنتی اکسیدانت‌ها، معمولاً از ترکیب چند نوع از آنها در کنار یکدیگر استفاده می‌شود. تاثیر سینرژی آنتی اکسیدانت‌های فنوله و آمینه با یکدیگر ثابت شده است. این تاثیر به دلیل توانایی فنول در احیای آنتی اکسیدانت‌های آمینه، مفید است. از طرفی ترکیب آنتی اکسیدانت‌های از نوع جاروب‌کننده رادیکال‌ها و تجزیه‌کننده پروکسایدها نیز، ایجادکننده خاصیت ضد اکسیداسیون قوی هستند. برای مثال در روغن‌های پایه عمل‌آوری شده با هیدروژن، موثرترین آنتی اکسیدانت از ترکیب آنتی اکسیدانت‌های فنوله با Phosphiteها ایجاد می‌گردد. از آنجایی که فلزات در فرایند اکسیداسیون نقش کاتالیست را به عهده دارند، مواد افزودنی ضد زنگ و غیر فعال‌کننده فلزات نیز به عنوان ترکیبات ایجادکننده هم‌افزایی بکار می‌روند.

نتیجه‌گیری

هر نوع روانکاری، حین مصرف دچار افت کیفیت می‌شود. در این فرایند ابتدا مواد افزودنی آنتی اکسیدانت مصرف می‌گردد و در مرحله بعد روانکار اکسید می‌شود. اکسیداسیون روغن در حقیقت فعل و انفعالات شیمیایی است که توسط رادیکال‌های آزاد صورت می‌گیرد و مواد افزودنی آنتی اکسیدانت قربانی می‌شوند. یکی از متداولترین آنتی اکسیدانت‌ها،

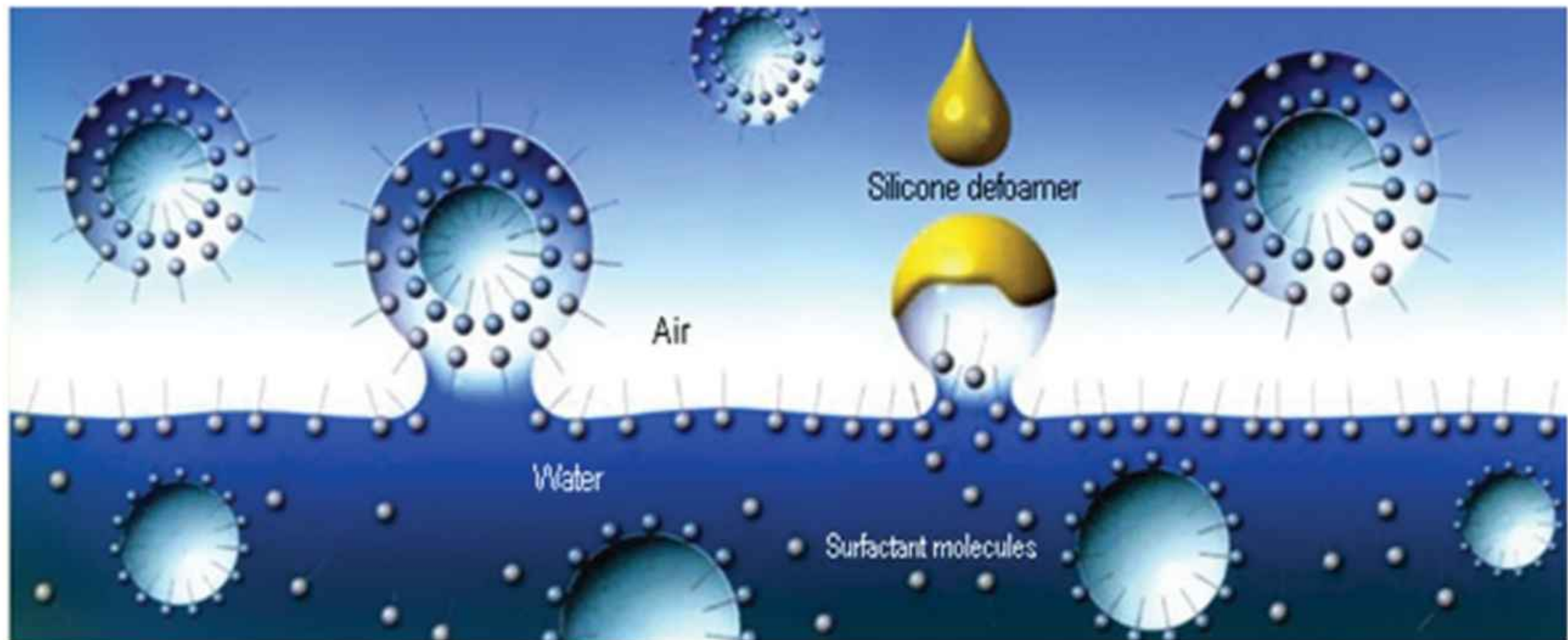
آنتی اکسیدانت‌های فنولی هستند که عمل کندسازی رادیکال‌های آزاد را به عهده دارند در حالیکه آمین‌های حلقوی به عنوان گروه دیگری از آنتی اکسیدانت‌ها، رادیکال‌های آزاد را به تله می‌اندازند.

از طرفی برخی مواد افزودنی ضدسایش مانند ZDDP، خاصیت آنتی اکسیدانتی هم دارند. این ترکیبات تجزیه‌کننده پروکسایدها هستند و منجر به تشکیل مواد غیر رادیکالی می‌شوند. بنابراین فرایند اکسیداسیون متوقف می‌شود.

با گذشت زمان، روغن از مواد افزودنی آنتی اکسیدانت تهیه شده و میزان این مواد به نقطه‌ای می‌رسد که دیگر کارایی لازم را برای محافظت روغن ندارد. بنابراین، برای انتخاب مناسب‌ترین ماده افزودنی آنتی اکسیدانت و بررسی عمر مفید روانکار، روش‌های کنترلی میزان اکسیداسیون مورد اهمیت قرار گیرد. به این منظور آزمون‌هایی تدوین شده که متداولترین آنها برای روغن‌های کار نکرده شامل "آزمون لجن و اکسیداسیون" با روش آزمون ASTM D4310 و آزمون مقاومت اکسیداسیون توربین با روش آزمون ASTM D943 و برای روغن‌های کارکرده شامل FT-IR، روش آزمون LSV، ASTM D2412 و اندازه‌گیری عدد اسیدی با روش آزمون ASTM D664 است.

با در نظر گرفتن کلیه جوانب مطرح شده، توصیه می‌گردد به دلیل حساسیتی که در انتخاب ماده افزودنی آنتی اکسیدانت مناسب وجود دارد قبل از انتخاب، با متخصصین با تجربه در این زمینه مشورت شود.

- 1- Sludge
- 2- Varnish
- 3- Initiation
- 4- Propagation
- 5- Branching
- 6- Termination
- 7- Hydrocracking
- 8- Primary- Radical Scavenger
- 9- Secondary- Peroxide Decomposer
- 10- Hindered Phenols
- 11- Hindered Aromatic Amines
- 12- Synergy
- 13- Hydrotreatment
- 14- Rust Inhibitor
- 15- Metal Passivator
- 16- TOST (Turbine Oxidation Stability Test)
- 17- Fourier Transform Infrared
- 18- Linear Sweep Voltammetry
- 19- Acid Number



پیش‌گفتار

تلاطم روغن در موتورها و دستگاه‌های صنعتی سبب نفوذ هوا به درون آن و ایجاد کف^۱ می‌شود. کف‌زایی^۲ بیش از حد، عدم روانکاری کامل سطوح، سایش شدید قطعات و کاهش عمر مفید روانکار را در پی دارد. به عنوان مثال یک شرکت تولیدی، پس از عرضه یک محموله روغن توربین، گزارش‌هایی مبنی بر عدم کارکرد مناسب محصول خود دریافت کرد. در یکی از موارد، سیستم شناسایی و بازدارندگی خودکار بخش ترنینگ‌گیر^۳ در دور بسیار پایین (۷۰-۸۰rpm) فعال شده و توربین‌گازی که بایستی به دور ۳۰۰۰rpm می‌رسید، ناگهان متوقف می‌شد. پیگیری کارشناسان نشان می‌داد که عامل مهم این مشکل عدم روانکاری یکنواخت یاتاقان‌ها و اختلال در چرخش قطعات دوار می‌باشد که به علت وجود کف فراوان در سیستم بروز کرده است. در گزارش دیگر، قطعات دوار - عمده‌تقطعات پمپ - و پره‌های توربینی که به سیستم شناسایی و بازدارندگی خودکار مجهز نبود، صدمه دیده و بر روی آن حفره‌هایی ایجاد شده بود.

کارشناسان پس از بررسی، عامل این اختلال را نیز کف‌زایی شدید بیان کردند. گاهی مشکل کف‌زایی شدید در انواع روانکارها به سادگی برطرف نمی‌گردد. فارغ از تمایل خود روغن پایه، ترکیبات قطبی اعم از مواد افزودنی و ناخالصی‌ها در ایجاد کف پایدار نقش دارند.

اینگونه مواد با کم کردن کشش میان سطحی روغن و هوا، سبب نفوذ هوا در روغن و تشکیل حباب پایدار روی سطح و درون روغن می‌شوند. بنابراین، هدف استفاده از مواد کف‌زدا^۴، اختلال در فرآیند تشکیل حباب و از سوی دیگر کاهش پایداری حباب‌های تولید شده است.

وجود هوا در روانکار

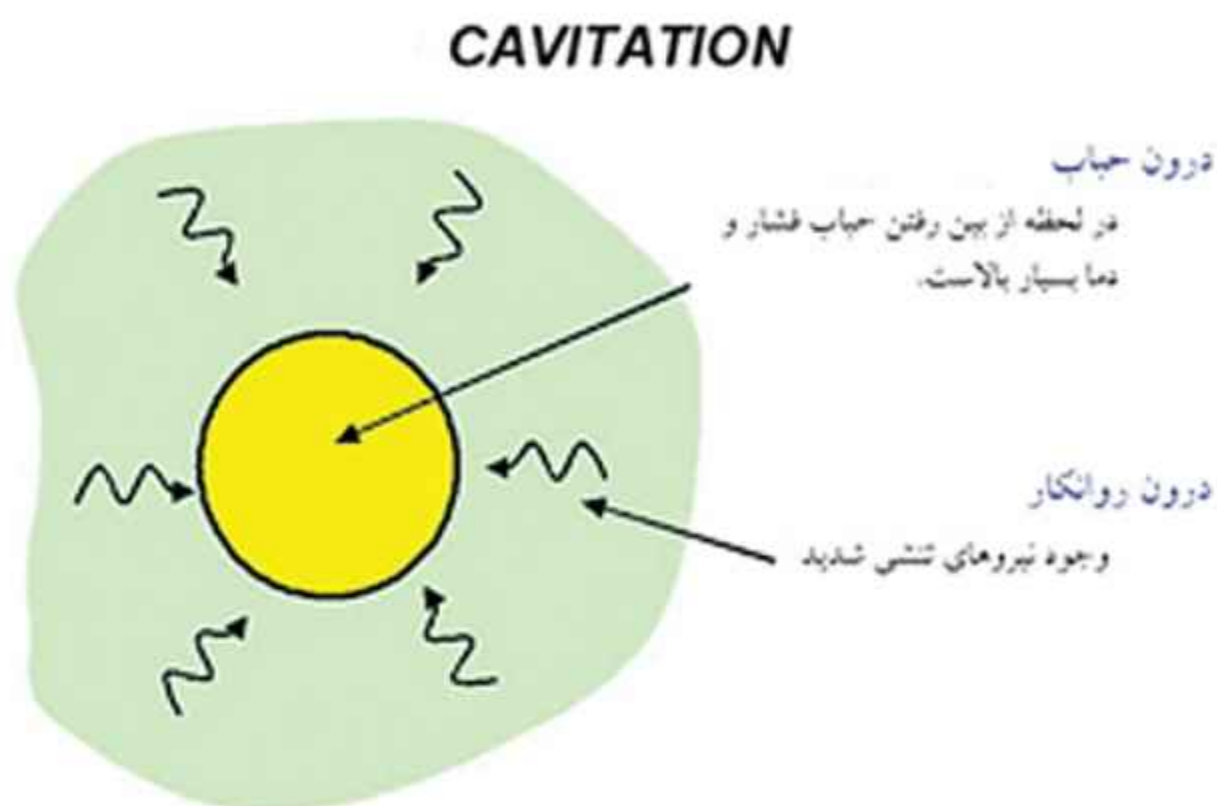
هوا می‌تواند در چهار فاز در روانکار حضور داشته باشد:

- هوای آزاد
- هوای محلول
- کف درونی
- حباب هوا (کف سطحی)

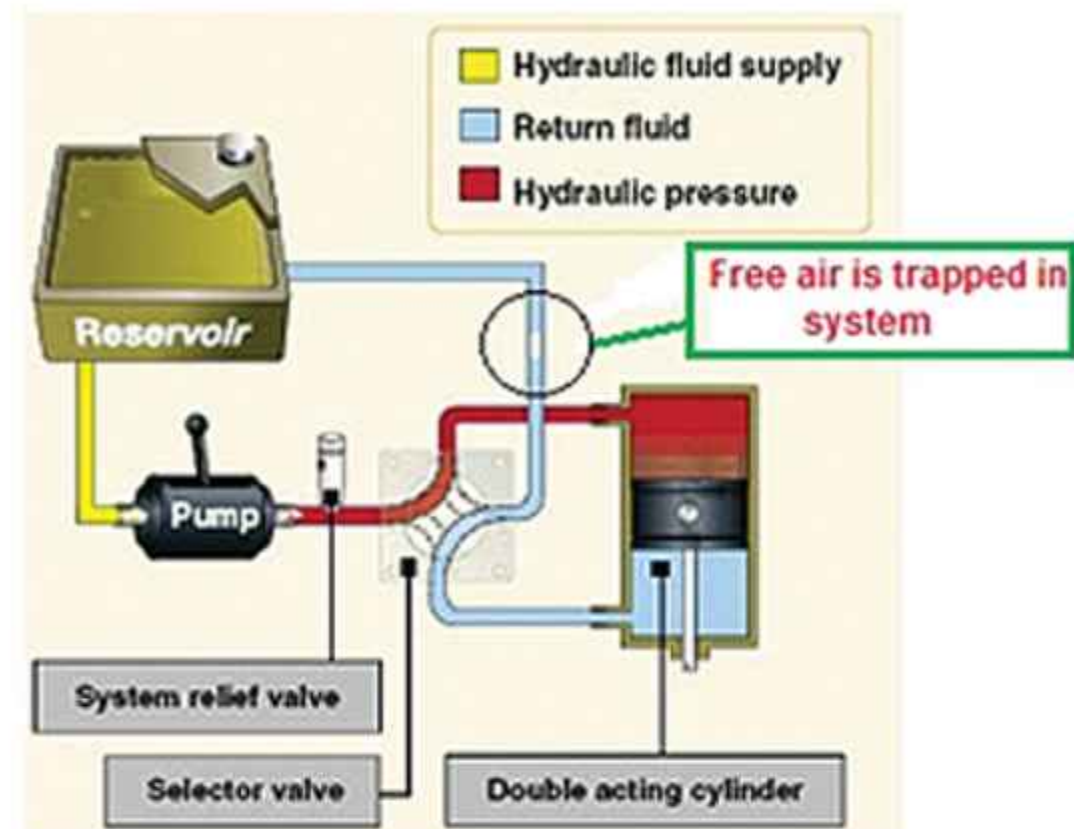
گاهی هوای آزاد در سیستم هیدرولیک به دام می‌افتد، که مشکلاتی مانند ممانعت از حرکت و عملکرد مناسب سیال را به وجود می‌آورد.



شکل ۱: صدمه ناشی از کف‌زایی روانکار بر قطعه‌هایی از یک توربین



شکل ۳: بروز کاویتاسیون



شکل ۴: هوای آزاد به دام افتاده درون سیستم هیدرولیک

- سوختن بخارات روغن در حباب هوا، با افزایش شدید فشارهای مقطعی و در نتیجه بالا رفتن دمای حباب^۶،
 - عدم واکنش مناسب و کاهش ایمنی در توربین‌ها، همزمان با افزایش سریع دما و فشار،
 - افت فشار در پمپ‌های گریز از مرکز،
 - اختلال در انتقال صحیح حرارت در توربین‌های گازی و کاهش چشمگیر راندمان و عمر سیستم.
- کف سطحی به مجموعه‌ای از حباب‌ها با غشای روغنی که در سطح روانکار تجمع یافته‌اند، اطلاق می‌شود. به طور کلی، وجود این نوع کف مانع از اندازه‌گیری دقیق سطح روغن، سرریز و هدر رفت روانکار، ایجاد لغزندگی روی زمین هنگام سرریز، و مقدار زیاد آن، موجب نرسیدن روانکار به قطعات می‌شود. اگرچه مقدار کم این نوع کف سطحی، چنین مواردی را ایجاد نمی‌کند، ولی می‌تواند بیانگر مشکلات جدی‌تر باشد.

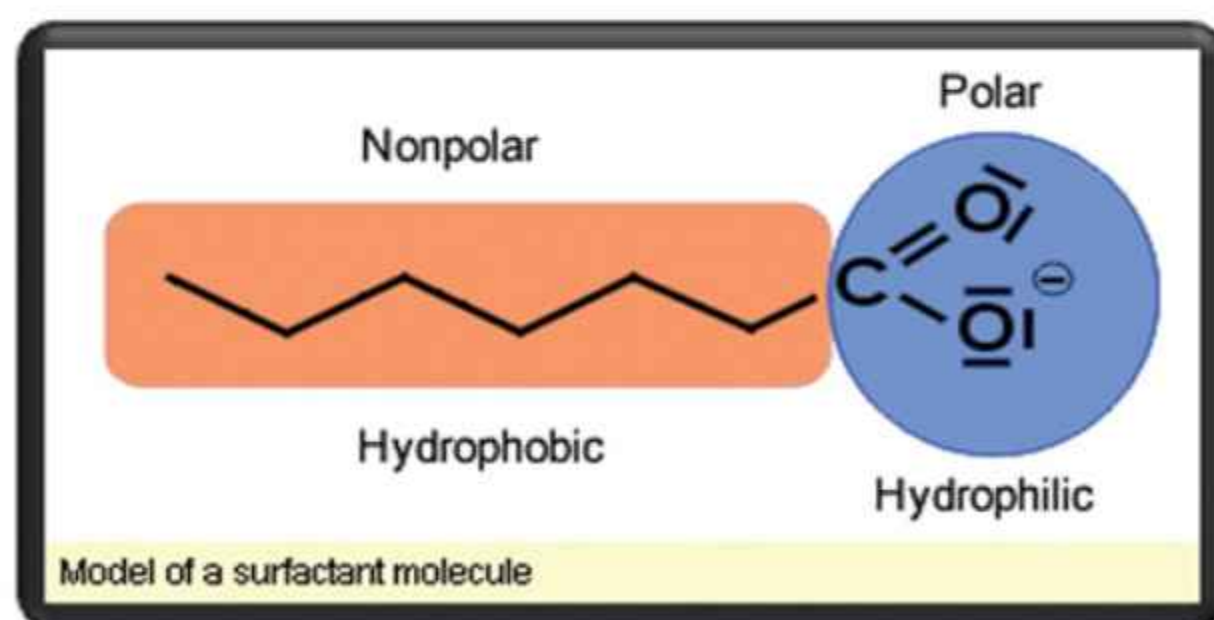
- هوای محلول در روانکار، به سادگی از بین نمی‌رود. اما، هنگامی که دما افزایش یافته و یا سیستم با افت فشار مواجه می‌شود، با تغییر فاز و تبدیل به حباب‌های کوچک، مشکل‌زا خواهد شد.
- اگر حباب‌های تشکیل شده، قطری کمتر از ۱mm داشته باشند، در فاز مایع به صورت معلق باقی مانده و به‌خصوص در روغن‌های با گرانش بالا، کف درونی ایجاد می‌شود. برخی از مشکلات ناشی از آن عبارتند از:
- کاویتاسیون پمپ که با فروپاشی حباب بر سطح قطعات، موجب تخریب و ایجاد حفره (سایش حفره‌ای) در آن‌ها می‌شود.
- اسفنجی شدن سیال و در نتیجه عملکرد نامطلوب آن،
- کم شدن کنترل و دقت دستگاه و ایجاد لرزش،
- اکسید شدن و فساد سیال،
- افزایش سایش در اثر کاهش گرانشی سیال،
- از کار افتادن سیستم با افت فشار (در سیستم‌های مجهز به شیر خودکار^۵)،



شکل ۴: کف سطحی



شکل ۶: کشش سطحی، گیره کاغذ و پشه را بر روی آب نگه می‌دارد.



شکل ۷: شمای مولکولی یک ماده سطح فعال

سر قطبی انحلال این مواد در حلال قطبی نظیر آب، و دم غیرقطبی حل شدن در حلال غیرقطبی نظیر روغن، را ممکن می‌سازد. در دیاگرام سمت چپ شکل ۸، این مواد با ناخالصی‌ها، امولسیون (معلق سازی و پخش در مایع) تشکیل داده‌اند.

از آنجا که درک مفهوم کشش سطحی^۷ در مایعات و اثرات ناشی از وجود مواد سطح فعال^۸ نظیر تشکیل کف، امولسیبیلیتی و ... برای درک نحوه عملکرد کفزداها لازم است، نخست به بیان مفهوم کلی کشش سطحی و سپس، خصوصیات مواد سطح فعال، می‌پردازیم.

کشش سطحی

در درون مایع، نیروهایی که از جانب مولکول‌های مجاور بر هر مولکول وارد می‌شود، متقارن است. در حالیکه به کمک شکل ۵ می‌توان فهمید که چنین تقارنی در سطح مایع وجود ندارد. این عدم تقارن نیروها، سبب بالاتر رفتن سطح انرژی نسبت به مولکول‌های درونی خواهد شد. در نتیجه حجم معینی از مایع، شکلی با سطح کمتر را انتخاب می‌کند تا بر طبق اصول ترمودینامیک به پائین‌ترین سطح انرژی برسد. مولکول‌های سطح مایع، با شدت بیشتری به سمت مولکول‌های درونی و هم‌جوار کشیده می‌شوند. این اثر که کشش سطحی نامیده می‌شود، مانند یک لایه محافظ، از نفوذ اجسام خارجی به درون مایع و اختلاط آن با فازهای دیگر، ممانعت می‌کند.

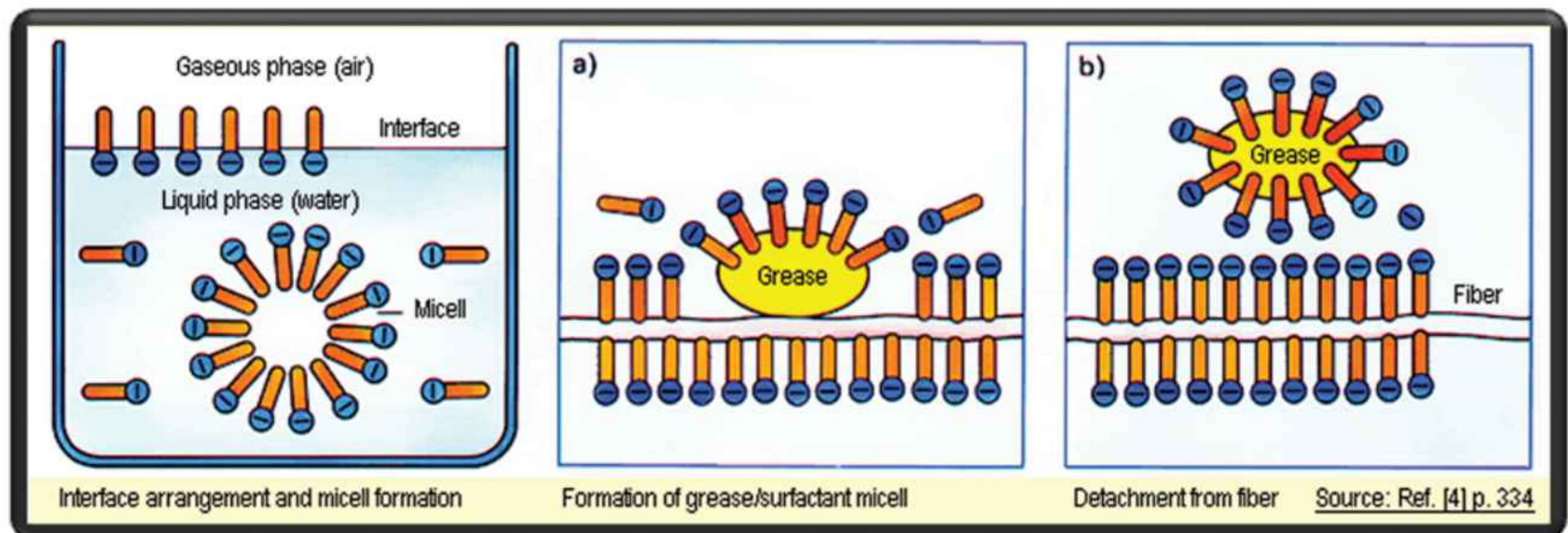


شکل ۵: تقارن نیروهای وارد بر مولکول‌های درونی نسبت به مولکول‌های سطح، بیشتر است.

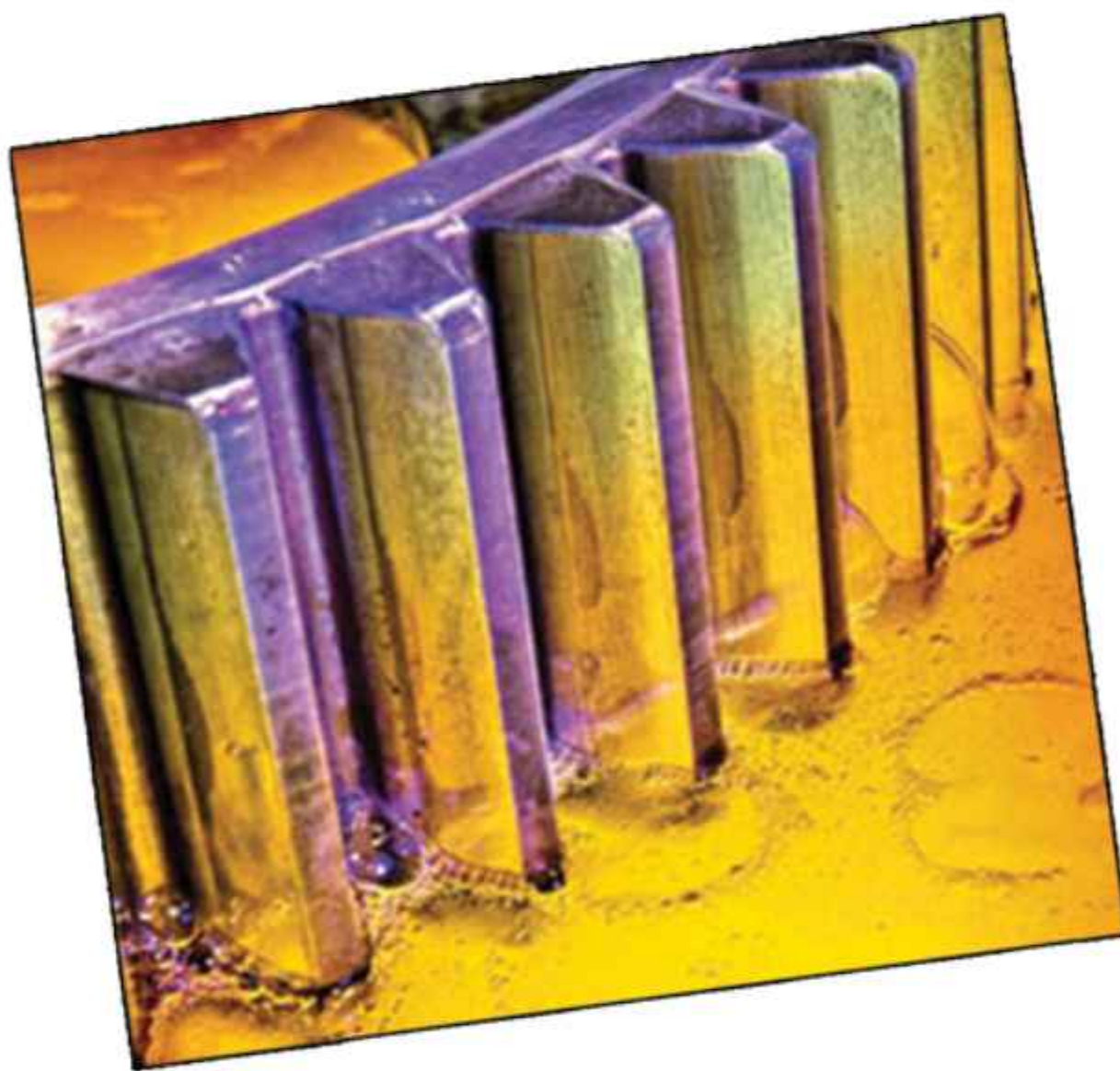
این خاصیت ذاتی مایعات، مانع از غرق شدن برخی اجسام و حشرات می‌شود، تا به این شیوه، سطح تماس میان دو فاز را کاهش دهد.

مواد سطح فعال

مواد سطح فعال، ترکیباتی هستند که با کاهش کشش میان سطحی دو فاز و متعادل سازی نیروهای بین مولکولی وارد بر سطح، موجبات اختلاط دو فاز را فراهم می‌آورند. به عبارت دیگر با ایجاد پل میان دو فاز متفاوت، آنها را به هم پیوند می‌دهند. همان‌طور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، این مواد دارای دو بخش قطبی و غیرقطبی می‌باشند، که به ترتیب آبدوست^۹ و آبگریز^{۱۰} هستند. بخش قطبی، مثبت یا منفی است.



شکل ۸: نفوذ ذرات با ماهیت متفاوت به درون یک مایع، با استفاده از مواد سطح فعال



با نفوذ مواد سطح فعال به سطح میانی دو فاز، به عنوان مثال، در نقطه تماس اجسامی که روی پوسته سطح می‌مانند، آن جسم را در مایع غوطه‌ور می‌سازند و بدین وسیله اختلاط دو فاز رخ می‌دهد. افزودنی‌های متفرق‌کننده^{۱۱}، پاک‌کننده^{۱۲} و امولسی‌فایر از جمله مواد سطح فعال به شمار می‌روند، که علی‌رغم کاربرد به عنوان افزودنی‌های اصلی در اغلب روانکارها، متاسفانه از عوامل پایدار کننده و تولید کف می‌باشند.

عوامل موثر بر وجود انواع کف

بنابر آنچه گفته شد، این عوامل عبارتند از:

- **وسعت سطح تماس مایع با هوا**
تلاطم، از عوامل افزایش سطح تماس دو فاز است.
- **تفاوت کشش سطحی فاز مایع و هوا**
با کاهش کشش میان سطحی این دو فاز، کف پایدار تشکیل می‌شود.
- **گرانروی مایع**
تلاطم مایع گرانرو، هوای بیشتری را به دام می‌اندازد.
- **دما**

دمای بالا، که کاهش گرانروی و افزایش سیالیت مایع را در پی دارد، حرکت حباب‌های درون مایع را به سطح، آسان‌تر می‌سازد.

• مواد سطح فعال

پایداری کف با حضور این مواد افزایش می‌یابد. میزان کف‌زدایی یک روانکار با استفاده از روش آزمون ASTM D892 قابل ارزیابی است. صرف‌نظر از افزودنی‌ها، نوع روغن پایه، فرآیند تصفیه آن و میزان آلودگی ایجاد شده، از عوامل موثر بر میزان و پایداری کف در روانکار است. انتخاب روغن سنتزی که تفاوت کشش

میان سطحی بیشتر با هوا دارد، در محیطی با حرکت مکانیکی شدید، که احتمال تولید کف وجود دارد، گزینه مناسبی است. به عنوان مثال: • PAO و روغن پایه گروه III نسبت به روغن پایه‌های نفتی دیگر، کف کمتری تولید می‌کنند.

- روغن پایه استری اساساً کف تولید نمی‌کند، ولی به وجود آلودگی و مواد افزودنی حساس می‌باشد.

- علی‌رغم تمایل به تولید کف در فسفات استر سرد، این روغن پایه کف کمتری در دمای بالای (۵۰°C) ۱۲۲°F تولید می‌کند.
- با توجه به جذب رطوبت توسط PAG و تاثیر مقدار آب موجود در تولید کف، پیش‌بینی رفتار این روغن پایه، آسان نیست.

ساختار کفزداها و نحوه عملکرد

همه ما به طور روزمره، با مواد کفزا نظیر شوینده‌های خانگی و صنعتی روبرو بوده و تجربه کاهش میزان کف در آب سخت (حاوی نمک‌های کربناته) و یا در حضور مقدار اندکی حلال نفتی نظیر نفت سفید و یا گازوئیل، را داشته‌ایم. وجه اشتراک این مواد با افزودنی‌های کفزدا، کاهش پایداری کف است.

انواع مختلفی از افزودنی‌های کفزدا وجود دارد. به طور کلی، هر ماده ناپایدار کننده کف، به عنوان کفزدا شناخته می‌شود. اثر بخشی این مواد وابسته به ساختار شیمیایی محلول، شرایط کار و وجود مواد سطح فعال می‌باشد.

در حال حاضر عمده این ترکیبات، را می‌توان به صورت ذیل طبقه‌بندی کرد:

- روغن‌های غیر قطبی، نظیر روغن‌های معدنی، سیلیکون‌ها
- روغن‌های قطبی، نظیر الکل‌های چرب، اسیدهای چرب، آلکیل آمین‌ها، آلکیل آمیدها

- جامدات آب‌گریز، نظیر سیلیکای فرآوری شده، اکسید آلومینیوم، پلی پروپیلن

شرط لازم برای یک کفزدا، برهم‌کنش^۳ مولکولی کم با سیال پایه می‌باشد. مولکول‌های کفزدا، جایگزین مولکول‌های مواد سطح فعال در جداره حباب شده و غشاً جدیدی با کشش سطحی کمتر ایجاد می‌کند.

چگونگی تولید و ساختار دقیق کفزداها اغلب انحصاری بوده و منتشر نمی‌شود. از این رو در اغلب موارد، تنها از طریق سعی و خطا، تشخیص کاربرد و زمان استفاده از این افزودنی مقدور می‌گردد. شکستن غشاً حباب، نسبت به

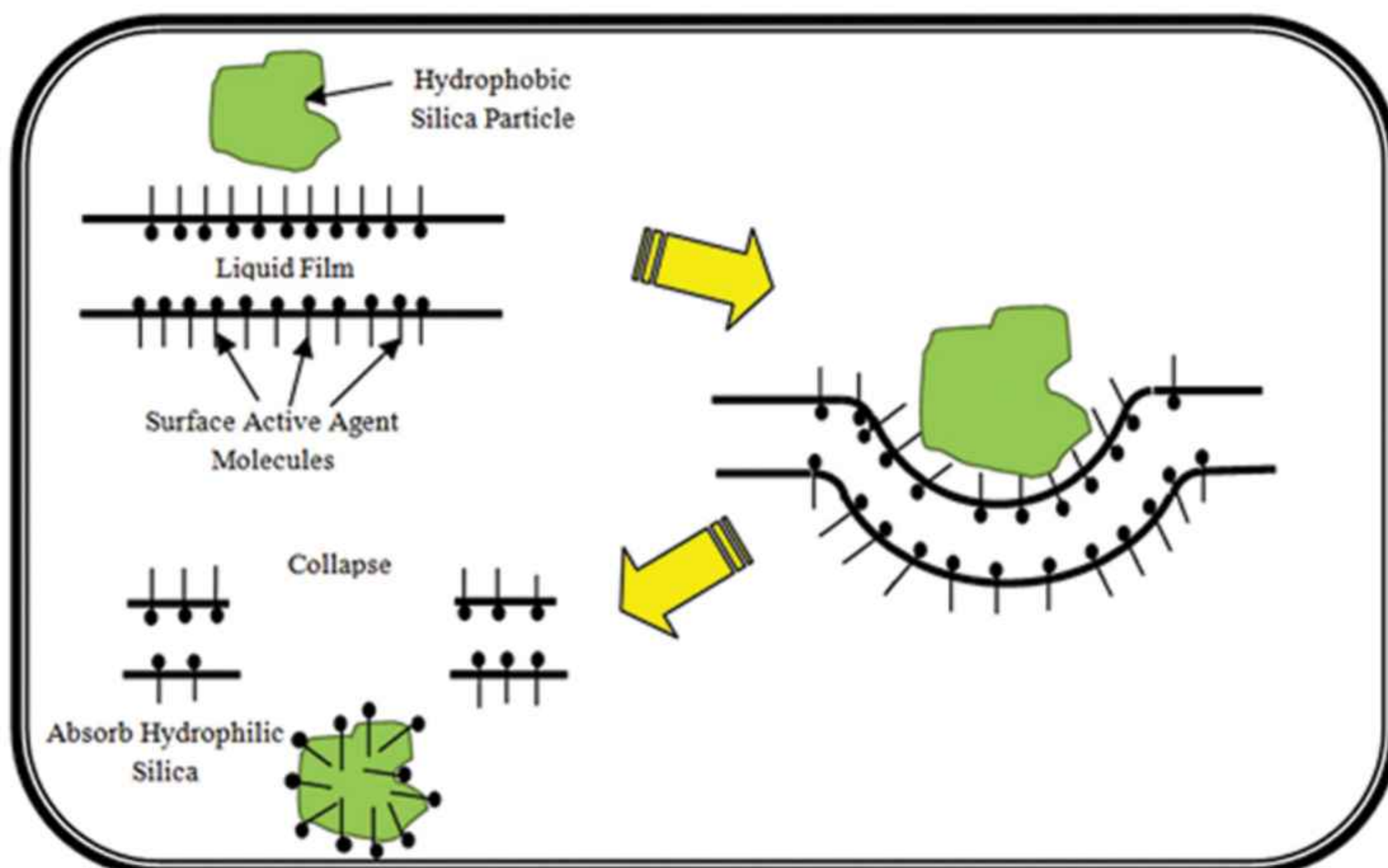
تشکیل آن، فرآیند پیچیده‌تری است. طراحی ساختار شیمیایی کفزدا، با هدف بازدارندگی از تشکیل کف صورت می‌گیرد.

کف‌زدایی که کف سطحی را برطرف می‌سازد، معمولاً عامل پایداری کف درونی است. برخلاف روانکارهای موتور، بروز این امر در روانکارهای با عملکرد هیدرولیکی، از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا بر قابلیت انتقال نیروی آنها به شدت، تاثیرگذار خواهد بود.

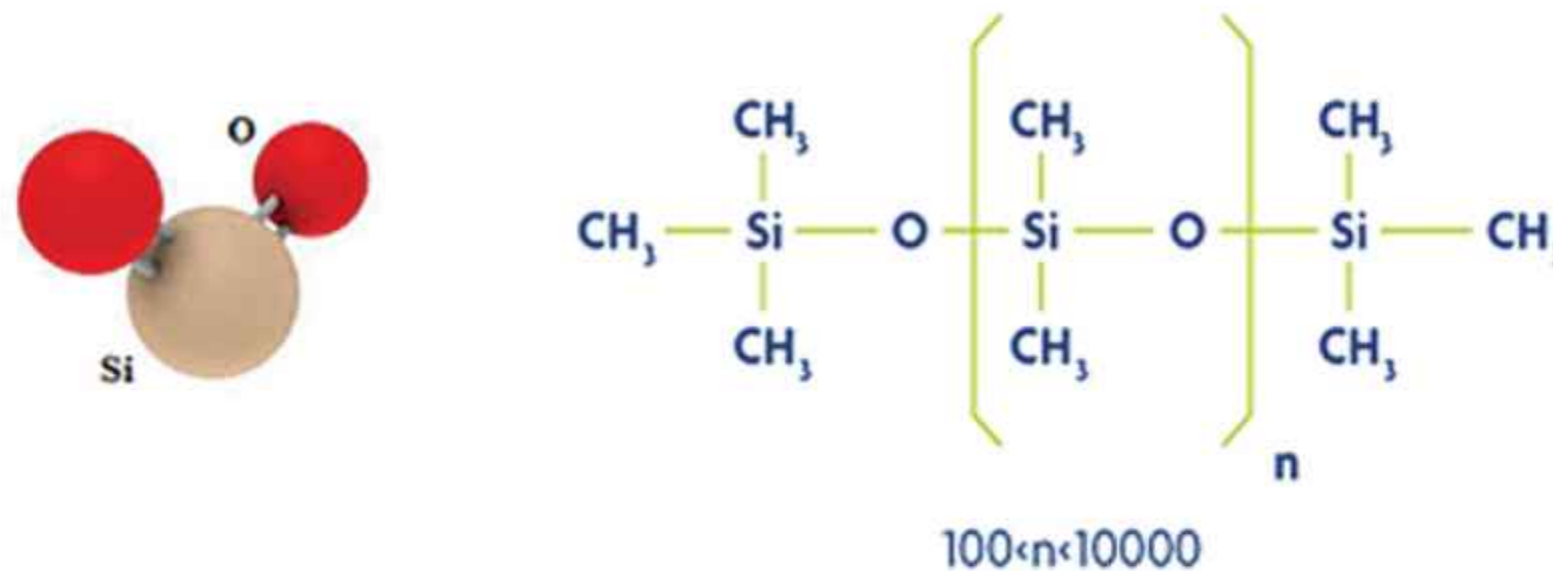
شدت و ضعف نیروهای بین مولکولی، به ماهیت هر ماده بستگی دارد. شباهت نیروهای بین مولکولی دو ماده، عامل پخش مواد در یک سیال، می‌باشد. این توانایی در پخش، با استفاده از روابط ریاضی و با فاکتوری به نام ضریب پخش، محاسبه می‌شود.

کفزدا ماده‌ای است با توانایی کاهش نیروهای بین مولکولی و در نتیجه کاستن استحکام غشاً حباب، که در نهایت، سبب گسستگی در آن می‌شود. این ماده نامحلول، با درصد بسیار کم، به سرعت در غشاً سطحی حباب پخش می‌شود. تعدادی از افزودنی‌های کف‌زدای پر کاربرد در صنعت روانکار عبارتند از:

- پلی گلايکول‌ها
- سیلیکون‌ها
- الکل‌های سنگین
- آکریلات کوپلیمرها



شکل ۹: اکسید سیلیسیم با نفوذ در غشاً حباب، کف را از بین می‌برد.



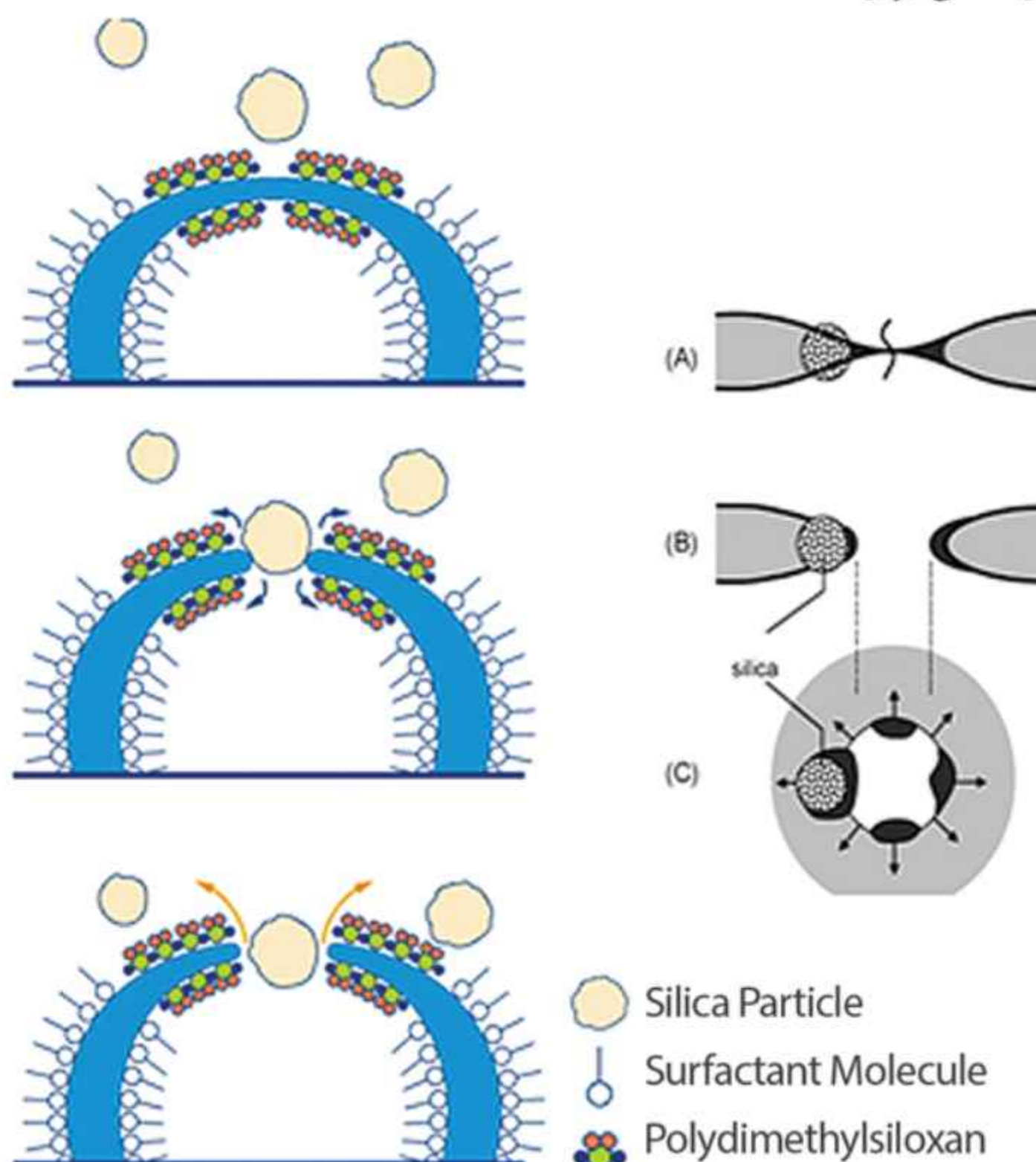
شکل ۱۰: ساختار P.D.M.S (سمت راست) و سیلیکا (سمت چپ)

کفزدای سیلیکونی

کفزدای سیلیکونی حاصل از پخش سیلیکا (SiO_2) در روغن سیلیکونی Poly Dimethyl Siloxan (P.D.M.S) تشکیل امولسیون می‌باشد.

کفزدهای سیلیکونی با شکستن حباب‌های بزرگ سطح، کف سطحی را از بین می‌برند، در حالی‌که انواع دیگر در کاهش کف درونی هم موثرند. در روانکاری موتور، به منظور کاهش اکسیداسیون و بهبود عملکرد، بیشتر کاهش کف سطحی مد نظر می‌باشد.

از این رو، با توجه به کارایی بالای کفزدای سیلیکونی در مقایسه با قیمت آن، این نوع افزودنی بیشتر در ساختار این روانکار استفاده می‌شود. پلی‌گلایکول‌ها، آکرلیک کاپلیمرها و الکل‌های سنگین که مخلوطی از روغن‌های قطبی و دیگر مولکول‌های سنگین سطح فعال می‌باشند، در ساختار روانکارهای صنعتی، برای استفاده از قابلیت انتقال نیروی روانکار، بکار می‌روند.



با نفوذ روغن PDMS به جداره حباب، این ماره جایگزین مواد سطح فعال شده، جداره را نازک و ناپایدار می‌گرداند.

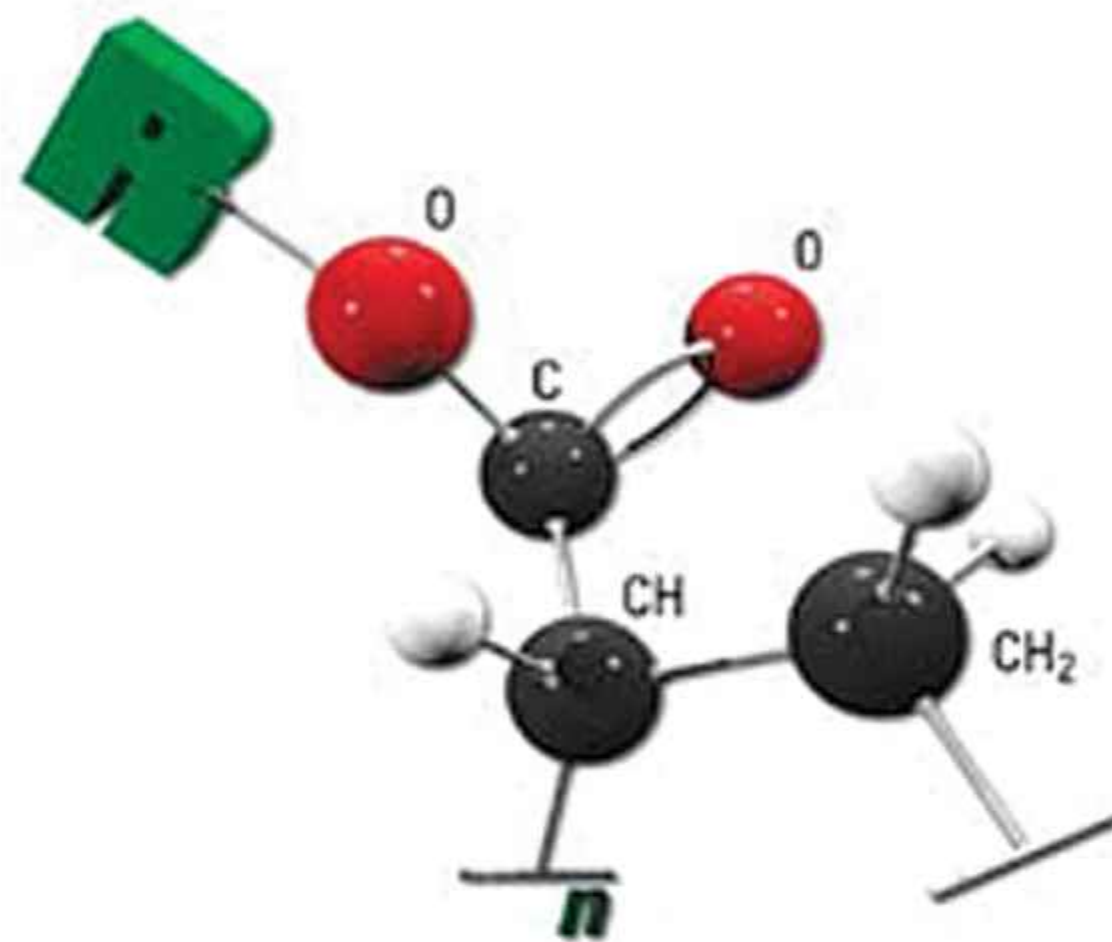
جداره حباب هوا با نفوذ ذرات سیلیکا توسط روغن Siloxane، فرو می‌پاشد.

شکل ۱۱: روغن سیلیکونی، با انتقال سیلیکا به درون غشا سبب شکست آن می‌شود

ویژگی دیگر سیلیکون این است که به جداره حباب ناشی از وجود مواد سطح فعال در سطح سیال یا زیر سطح، می‌چسبد و از آنجایی که این ماده چگال‌تر از اغلب سیالات و حباب هاست؛ فرآیند رسیدن حباب‌های درونی را به سطح، کند می‌کند. این امر علت ایجاد پدیده کف درونی است.

سیلیکای حلال‌گریز به کمک این روغن به غشای حباب‌های هوا نفوذ کرده و در آنها پخش می‌شود. این ماده مادامی که در سطح مایع باقی بماند، نقش فعالی در فروپاشی حباب‌های هوا ایفا می‌کند.

کفزدای سیلیکونی دارای دانسیته بالایی نسبت به روغن است. بنابراین، به جهت افزایش اثربخشی و پخش بهتر، ضروری است قبل از افزودن به روغن، در یک حلال آلی - نفتی نظیر نفت سفید^{۱۴}، پخش^{۱۵} شود



شکل ۱۲: ساختار اکریلیک کوپلیمر

کربنه، الکل‌های اکسی / اتوکسلات و دیگر مواد سطح فعال غیر یونی، اشاره کرد. این کف‌زداها همانند مواد کف‌زدای سیلیکونی در روغن حل نمی‌شوند و به همان شیوه عمل می‌کنند. علی‌رغم عملکرد مشابه در از بین بردن کف سطحی، این مواد مانند سیلیکون، عامل ایجاد کف درونی نمی‌باشند. اگرچه در مقادیر بیش از حد مجاز، موجب ایجاد کف درونی نیز شده و با افزودنی‌های دیگر واکنش می‌دهند.

کفزدای غیر سیلیکونی

کف‌زدایی از نوع روغن‌های قطبی در روانکارهای صنعتی، که ترکیبی از بخش‌های آبدوست طبیعی و گروه‌های آبگریز هیدروکربنی می‌باشد. این دسته از افزودنی‌ها، به صورت سنتزی ساخته می‌شوند. از انواع آنها می‌توان به پلی‌گلیکول کوپلیمر، پلیمرهایی با مونومر پروپیلن یا اتیلن، پلی‌اکسی اتیلن / اکسی پروپیلن، استرهای از اسیدهای چرب ۸ تا ۳۰



شکل ۱۳: کاربردها

جمع بندی

دو نوع کفزدا در روغن استفاده می‌شود:

۱- کفزدا با پایه روغن سیلوکسان، به همراه ذرات سیلیکا که به نام کفزدای سیلیکونی شناخته می‌شود.

۲- کفزدای غیرسیلیکونی، نظیر برخی از الکل‌های سنگین.

اگرچه ساختار شیمیایی این مواد متفاوت است، اما در ویژگی‌های ذیل مشترک هستند:

۱- برای جلوگیری از اثرات جانبی، به مقدار بسیار جزئی استفاده می‌شوند.

۲- علی‌رغم مقدار مصرف اندک، دوام خوبی در روغن دارند.

۳- مکانیسم عملکرد آنها از نظر کاهش استحکام لایه‌های حباب روغنی، و در نتیجه اختلال در تشکیل غشا حباب یکسان است.

نکته حائز اهمیت، اختلاف در کاربرد آنها است. اگرچه استفاده از کفزدای سیلیکونی مقرون به صرفه‌تر از نوع دیگر است، اما به علت تاثیر منفی آن بر آزاد سازی هوا^{۱۴}، در روانکارهای صنعتی به ویژه روغن هیدرولیک به هیچ وجه توصیه نمی‌گردد. وجود مقادیر اندک ذرات هوا در این روانکارها، به نحو چشمگیری مانع از عملکرد آن (انتقال نیرو) شده، فرآیند اکسیداسیون را نیز به طور محسوسی تسریع می‌کند. این امر استفاده از کفزدهای غیرسیلیکونی در روغن‌های صنعتی را اجتناب ناپذیر می‌سازد.

در روغن‌های موتور و دنده خودرو به دلیل اینکه خواص هیدرولیکی مدنظر نیست، استفاده از کفزدهای سیلیکونی بلامانع است.

علاوه بر این موارد لازم است که تولیدکنندگان روانکار به چند نکته مهم توجه داشته باشند:

۱- با تغییر وزن مولکولی پلیمر سیلوکسان موجود در کفزدای سیلیکونی، امکان استفاده از این ماده در صنایع گوناگون فراهم می‌شود. به عبارت دیگر، وزن مولکولی مناسب، باید بر اساس نوع کاربرد انتخاب شود. از این رو در

انتخاب کفزدای مناسب روانکارها باید توجه کافی مبذول داشت.

۲- افزایش ضریب پخش کفزدا در روغن، از طریق پیش انحلال آن در یک سیال هیدروکربنی با گرانش کم ضروری و حیاتی است.

۳- مسلماً انتخاب مناسب، با هدف عملکرد بهینه در روانکار، به عهده تامین کننده است. این امر محقق نخواهد شد، مگر اینکه، وی دانش و تجربه کافی را در این مورد بکار گیرد. بنابراین، قبل از خرید هر ماده افزودنی نظیر کفزدا، تولیدکنندگان روانکار، ابتدا بایستی از دانش و تجربه تامین کننده، اطمینان داشته باشند، در غیر اینصورت هزینه‌های سنگین ناشی از تولید روانکار بی کیفیت را، متحمل می‌گردند.

- 1- Foam
- 2- Foaming
- 3- Turning gear
- 4- Antifoam
- 5- low oil pressure switches trip
- 6- micro-dieseling
- 7- Surface tension
- 8- Surfactant
- 9- Hydrophilic
- 10- Hydrophobic
- 11- Detergent
- 12- Dispersant
- 13- Interaction
- 14- Kerosene
- 15- Disperse
- 16- Air Release

۱- افزایش ۱۵٪ تعرفه گمرک روغن پایه در سال ۹۳:

از ابتدای سال ۹۳ تعرفه گمرک روغن‌های پایه از ۴٪ به ۱۵٪ افزایش یافت. از آنجا که این تغییر منجر به بالا رفتن قیمت محصولات نهایی تولیدکنندگان روغن می‌شود، توان رقابتی محصولات تولید داخلی با محصولات خارجی کم شده، و به جای وارد کردن مواد اولیه، حجم واردات محصولات نهایی افزایش خواهد یافت. لذا عده‌ای از فعالان این صنعت مشغول پیگیری موضوع از طریق وزارت صنعت، معدن و تجارت، دفتر تعیین تعرفه گمرک، و موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران هستند تا تعرفه روغن پایه به حالت قبل باز گردد.

۲- نمایشگاه نفت و گاز و پتروشیمی (اردیبهشت ۹۳):

با توجه به توافق ژنو و کمرنگ شدن برخی تحریم‌های ناعادلانه بین‌المللی علیه صنعت نفت ایران، در این دوره از برگزاری نمایشگاه بین‌المللی تهران شاهد حضور گسترده‌تر شرکت‌های بین‌المللی بودیم.

در نوزدهمین دوره از این نمایشگاه حدود ۱۲۰۰ شرکت داخلی و ۸۰۰ شرکت خارجی حضور داشتند. در این دوره ۳۲ کشور فعال و صاحب فناوری در عرصه انرژی، از جمله استرالیا، الجزایر، اتریش، بلژیک، کانادا، فرانسه، آلمان، چین، عراق، ایتالیا، کره جنوبی، کره شمالی، مالزی، لهستان، رومانی، ترکیه، اسپانیا، سوئیس، تایلند، انگلستان و .. شرکت کردند. مقایسه آمار شرکت‌های داخلی و خارجی صنعت نفت در نمایشگاه بین‌المللی سال قبل با نمایشگاه امسال نشان می‌دهد که بعد از روی کار آمدن دولت یازدهم و مذاکرات ژنو، کشورها و شرکت‌های بین‌المللی بیشتری به حضور و مشارکت در صنعت نفت ایران علاقمند شده‌اند. براساس آمارهای منتشره مربوط به هجدهمین نمایشگاه بین‌المللی نفت، گاز و پتروشیمی که فروردین ماه سال گذشته برگزار شد، تعداد ۸۴۲ شرکت داخلی و ۱۹۱ شرکت خارجی از ۲۶ کشور جهان شرکت کردند.

بر این اساس از نظر تعداد کشورها شاهد رشد ۲۳ درصدی و از نظر تعداد شرکت‌های خارجی و داخلی حاضر در نمایشگاه هم به ترتیب شاهد افزایش ۳۱۹ درصدی و ۴۳ درصدی هستیم.

۳- آلودگی هوا و آینده سوخت‌های سنگین:

دولت چین قصد دارد به منظور کاهش آلودگی هوا، ناوگان حمل و نقل سنگین خود را که با دارا بودن نزدیک به ۴ میلیون کامیون و اتوبوس، بزرگترین ناوگان از نوع خود در جهان است تا قبل از ۲۰۲۰ به سوخت CNG مجهز نماید. برای این منظور پیش بینی شده است که نیاز به حدود ۵۰۰۰ ایستگاه گاز در سراسر کشور و نزدیک به ۴۰۰ میلیارد دلار واردات CNG از کشورهای صادرکننده به ویژه روسیه داشته باشد.

جالب اینجاست که کشورهای هند، پاکستان و ایران نیز در رده‌های بعدی این تغییرات قرار دارند.

این بدان معنی است که با تغییر سریع سوخت ناوگان حمل و نقل این کشورها از گازوئیل به CNG بایستی شاهد تغییرات اساسی در ساختار روغن‌های موتور دیزلی و به تبع آن در نوع مواد افزودنی مصرفی برای این منظور باشیم.

منبع خبر: <http://www.bloomberg.com>

نام ماده افزودنی	نوع ماده افزودنی
Hitec 11100 .۱	بسته افزودنی روغن موتور بنزینی
Master Blue .۲ Master Yellow Master Yellow Fluo	رنگ های محلول در آب
ETRO 6 , ETRO 4 .۳	روغن پایه گروه III
N 70 .۴	روغن پایه گروه II+

۱- Hitec 11100

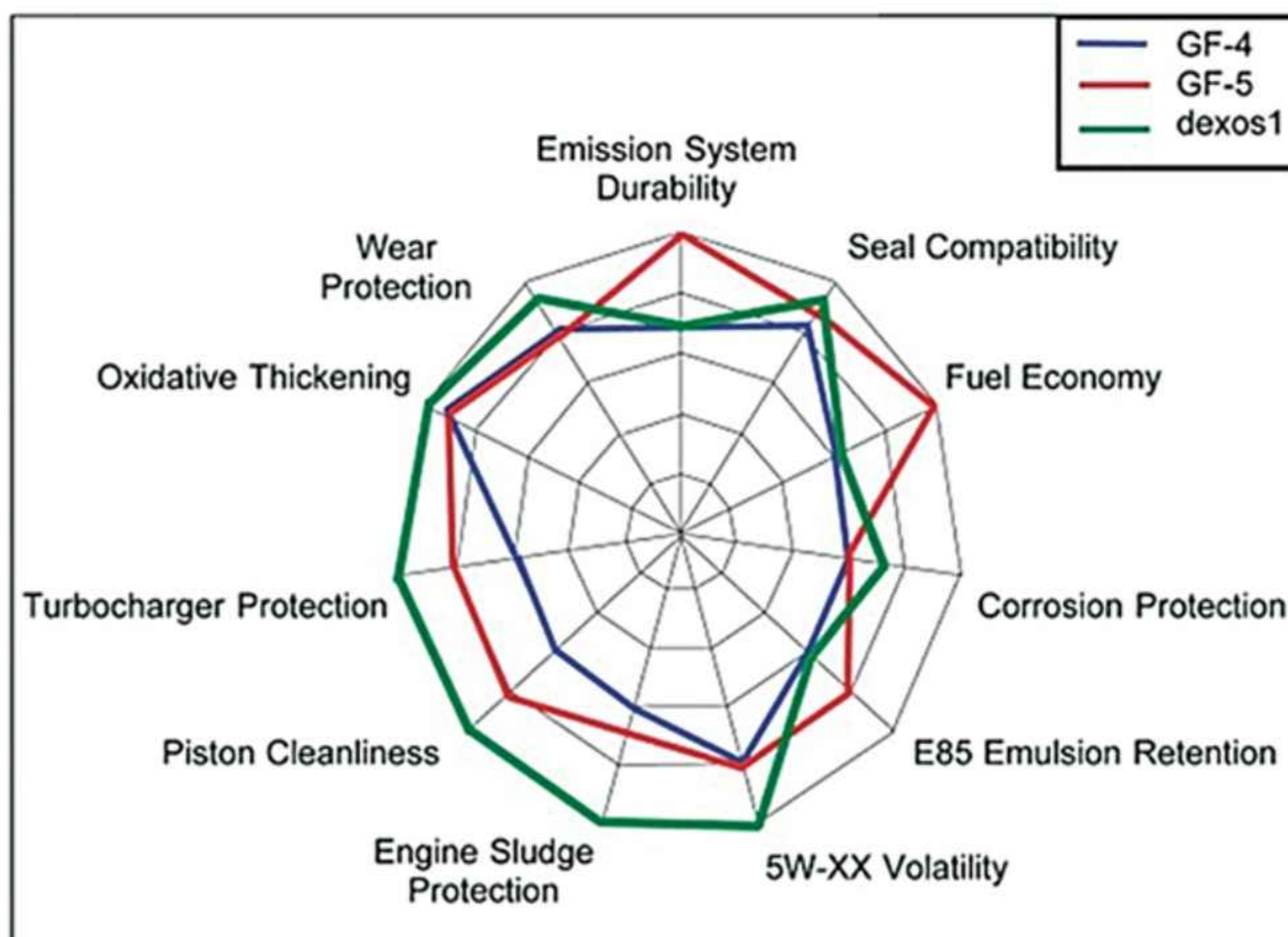
توضیحات:

بسته افزودنی Hitec 11100 از محصولات جدید شرکت Afton است که علاوه بر سطح کارائی API SN، تولید سطوح کارائی بر مبنای اقتصاد سوخت و بهبود حفاظت از ترکیبات سیستم انتشار گازهای خروجی خودروها نظیر ILSAC GF-5 و استاندارد تکمیلی API SN Resource Conserving را امکان پذیر می‌سازد.

• نوع محصول : بسته افزودنی روغن موتور بنزینی

• کاربرد : روغن موتور بنزینی با سطح کیفیت GF-5، ILSAC و API SN و GM dexos™ 1

• مزایا : قابل مصرف با محدوده وسیعی از روغن‌های پایه و پلیمرها، تامین استاندارد SN Resource Conserving license، حاوی PPD، درصد مصرف پایین





۲- MASTER BLUE, YELLOW, YELLOW FLUO

- نوع محصول: رنگ مایع محلول در آب
- کاربرد: ضدیخ، شیشه شور و ...
- مزایا: بدون ته نشینی، شکل ظاهری مایع با کاربرد ساده، به صرفه

توضیحات:

محصولات مذکور در سه رنگ آبی، زرد و زرد فسفری ارائه می‌گردد که با استفاده از ترکیب آنها رنگ سبز و سبز فسفری نیز حاصل می‌شود.

توضیحات:

در فرمولاسیون روغن‌های موتور با درجه گرانی 15W40 و سبک‌تر، امکان استفاده از روغن‌های پایه گروه I و II به تنهایی به دلیل مشخصات سختگیرانه‌تر سیالیت در دمای پایین، میسر نیست. در این موارد مناسب‌ترین جایگزین، روغن پایه گروه III است که در مقایسه با روغن‌های گروه I و II، مشخصه CCS و شاخص گرانیوی بهتری دارد و در مقایسه با روغن‌های سنتزی نیز به صرفه‌تر است. این روغن پایه می‌تواند بخش و یا کل روغن پایه به کار رفته در فرمولاسیون روغن موتور را به خود اختصاص دهد.

۳- ETRO 4 و ETRO 6

- نوع محصول: روغن‌های پایه گروه III با گرانیوی ۴ و ۶ سانتی استوک در ۱۰۰ درجه سانتیگراد
- کاربرد: مناسب برای روغن‌های موتور با درجات گرانیوی SAE 15W40, 10W40, 5W30 ...
- مزایا: شاخص گرانیوی بالا، سیالیت در سرمای مناسب

Property	Test Method	Unit	ETRO 4		ETRO 6	
			Specification	Typical value	Specification	Typical value
Appearance	Visual		Bright & Clear	Bright & Clear	Bright & Clear	Bright & Clear
Colour	ASTM D1500		L 0.5 max	L 0.5	L 0.5 max	L 0.5
Viscosity @ 100°C	ASTM D445	mm ² /s	4.15 – 4.35	4.26	6.00 – 6.50	6.10
Viscosity Index	ASTM D2270		≥127	130	≥125	133
Pour Point	ASTM D97	C°	≤ -15	-18	≤ -15	-18
Flash Point	ASTM D92	C°	≥ 200	220	> 220	230
Noack Volatility	ASTM D5800-b	wt%	< 15	14.9	≤ 8	7.1
Saturates	IP368	%	> 95	99	> 95	99
Sulphur Content	ASTM D2622	ppm	< 30	5	< 30	5
CCS Viscosity	ASTM D5293	cP				
at -25°C				886		2,088
at -30°C				1,442		3,977
at -35°C				2,419		7,422

N 70 - ۴

توضیحات :

روغن پایه‌های گروه II⁺ شاخص گرانی بالتر (۱۱۹ - ۱۱۲) و فراریت کمتر نسبت به روغن پایه‌های گروه II دارند. همچنین همانند روغن پایه‌های گروه III، ناخالصی بسیار اندکی دارند که منجر به افزایش پایداری اکسیداسیون روانکارهای فرموله شده با آنها می‌شود. به طور کلی روغن‌های موتور ساخته شده با روغن پایه‌های گروه II به بالا، خاصیت متفرق کنندگی به مراتب بالاتری نسبت به روغن موتورهای ساخته شده با گروه I دارند.

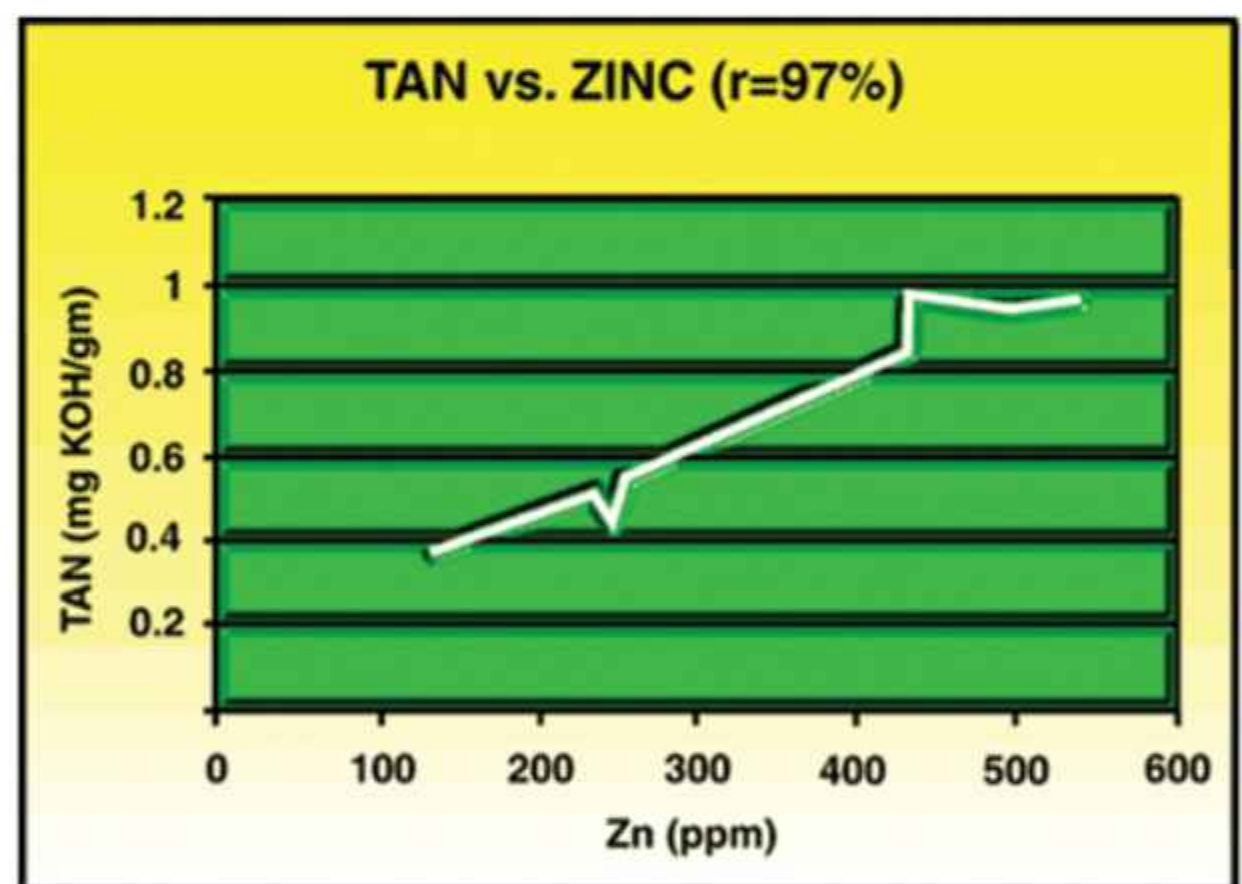
- **نوع محصول :** روغن پایه گروه II⁺ با گرانی ۳ سانتی استوک در ۱۰۰ درجه سانتیگراد
- **کاربرد :** مناسب برای روغن‌های موتور مالتی‌گرید و هیدرولیک سبک
- **مزایا :** سیالیت در سرمای مناسب، جدپذیری از آب بهتر، نقطه ریزش پایین

Property	Test Method	Unit	N 70	
			Specification	Typical value
Appearance	Visual		Bright & Clear	Bright & Clear
Colour	ASTM D1500		L 0.5 max	L 0.5
Density at 15 0C	ASTM D4052	g/ml	0.82	0.85
Viscosity @ 100°C	ASTM D445	mm ² /s	2.3-3.4	2.7
Viscosity @ 40°C	ASTM D445	mm ² /s	8-14	9.77
Viscosity Index	ASTM D2270		≥115	116
Pour Point	ASTM D97	°C	≤ -21	-39
Flash Point	ASTM D92	°C	> 170	180
Saturates	IP368	%	> 99	99
Sulphur Content	ASTM D2622	ppm	< 10	3
CCS Viscosity at -20°C	ASTM D5293	cP		710

نکته‌ای در مورد آنالیز روانکارها

هنگامی که تدوین زمان بندی دوره‌ای برنامه نگهداری و تعمیرات اساسی سیستم وجود دارد، آمار و اطلاعات آماری اولیه به دست آمده از نتایج آنالیزهای شیمیایی می‌تواند به عنوان یک ابزار اطلاعاتی قدرتمند، کمک بسیار بزرگی در راستای افزایش اطمینان مسئولین نماید تا بتوانند در شرایط غیرطبیعی تصمیمات صحیح اتخاذ نمایند.

به عنوان نمونه، بررسی داده‌های حاصل از تجزیه و تحلیل روانکارهای چند مورد ماشین‌آلات هیدرولیک مشابه و در شرایط کارکرد یکسان، نشان داده است که میزان روی در روغن ناشی از ماده افزودنی ZDTP با گذشت زمان کاهش می‌یابد. همچنین، در این نوع ماشین‌آلات، عدد اسیدی کل (TAN) نیز به عنوان یک تابع از زمان کاهش یافته و این تغییرات با یکدیگر کاملاً وابسته هستند.



باید توجه داشت که در یک روغن هیدرولیک کار نکرده به دلیل وجود ZDTP در آن مقدار TAN به دست آمده به معنی اکسیداسیون روغن نیست، زیرا ZDTP با هیدروکسید پتاسیم مصرفی واکنش داده و ایجاد خطا می‌نماید. مقدار TAN، در هنگام کارکرد روغن، به تدریج کاهش می‌یابد تا به مقدار حداقلی برسد و پس از آن به دلیل مصرف شدن کامل ZDTP، اکسیداسیون روغن به همراه سایش قطعات منجر به افزایش مجدد TAN می‌گردد.

بنابراین در روانکارهایی که ZDTP در آنها استفاده شده است، مقدار عنصر روی (Zn) و عدد اسیدی کل (TAN)، وابستگی شدیدی به هم دارند. نکته مهم آن است که در هر کاربرد، با استفاده از نتایج تست‌ها این وابستگی را به صورت عددی در آوریم.

با استفاده از رابطه کاهش همزمان ZDTP و TAN در این‌گونه روغن‌ها و توجه به شیب تغییرات می‌توان به راحتی به این نکته پی برد که آیا این تغییرات از روند معمول تبعیت می‌کنند یا خیر. در مواردی که تغییرات هر دو متغیر همزمان و مشابه صورت می‌پذیرد و به عبارت دیگر با روند مورد انتظار مطابقت داشته

باشد می‌توان این تغییرات را ناشی از تجزیه و مصرف افزودنی‌ها دانست و در این شرایط صرفاً به تعویض روغن در زمان مناسب بسنده نمود. اما هنگامی که این تغییرات از قاعده کلی تبعیت نکنند، به عنوان مثال در صورتی که با کاهش میزان Zn کاهش TAN را شاهد نباشیم باید به سرعت به دنبال یافتن عوامل ریشه‌ای این تغییرات بوده و در صورت لزوم اقدام به تعمیرات زود هنگام و خارج از برنامه نمائیم.

با توجه به توضیحات فوق، با دانستن پارامترهای قابل اندازه‌گیری در روغن و تشخیص میزان وابستگی آنها به یکدیگر، امکان تشخیص علائم غیرطبیعی و تصمیم‌گیری قاطع در زمینه جهت‌دهی به مشکلات نگهداری ماشین‌آلات، قبل از اینکه مشکلات عمده‌ای ایجاد شود، وجود خواهد داشت.

روغن‌های پایه PAG در مقایسه با نوع معدنی و سنتزی PAO چه مزیتی در کاربرد روغن‌های دنده بویژه دنده‌های حلزونی دارند؟

دلایل متعددی وجود دارد که نشان می‌دهد در شرایط یکسان روغن دنده بر پایه PAG می‌تواند در کاربرد روغن دنده خصوصاً در نواحی که تماس و اصطکاک لغزشی وجود دارد بهتر عمل کند. یکی از این دلایل قطبیت بالای روغن دنده PAG است. به دلیل جاذبه سطحی بالای این نوع روغن، ضریب اصطکاک روغن حتی بدون افزودن مواد افزودنی، کوچک خواهد بود. به این خاصیت Lubricity می‌گویند. زمانی که مواد افزودنی نیز اضافه گردد، می‌تواند تحمل بار بسیار بالایی را برای روانکارهای PAG فراهم آورد. گلایکول‌ها همچنین ضریب گرانروی - فشار بسیار خوبی دارند که این امر با ثابت نگه داشتن سایر فاکتورها، به رابطه بین فشار اعمال شده روی فیلم روغن و ضخامت فیلم روغن (گرانروی) مربوط می‌شود. به این معنی که در مقایسه با روغن‌های معدنی و PAO، در شرایط یکسان و فشار مشخص، لایه ضخیم‌تری را ایجاد می‌نمایند. از طریق ضریب گرانروی - فشار می‌توان میزان ضخامت فیلم روانکار را در شرایط مشخص بر مبنای محاسبات ریاضی به دست آورد.

برای مثال، در دمایی کمتر از ۸۰ درجه سانتیگراد، روغن پایه معدنی فیلم ضخیم‌تری نسبت به PAO ایجاد می‌کند و در دمایی کمتر از ۵۷ درجه سانتیگراد روغن‌های معدنی نسبت به PAG فیلم روانکار ضخیم‌تری ایجاد می‌کنند.

اما در دمایی بین ۷۰ تا ۹۰ درجه سانتیگراد، که محتمل‌ترین بازه دمایی در عملکرد دنده‌ها است و تنها ۵ درصد اختلاف بین ضخامت فیلم روغن معدنی و PAO وجود دارد؛ PAG فیلمی با ضخامت ۱۶ تا ۳۷ درصد بیشتر از روغن معدنی ایجاد می‌کند. کاملاً مشخص است که تشکیل فیلم ضخیم‌تر منجر به کاهش ریسک سایش و اطمینان طولانی مدت می‌گردد.

– عمر مفید یک روانکار

عمر مفید یک روانکار چه میزان است؟

این پرسش از اساسی ترین پرسشهای شرکت کنندگان در سمینارهای آموزشی و مصرف کنندگانی است که قصد دارند با بررسی تغییر شرایط عملکرد و مشاهده ویژگیهای روانکار، به پاسخ این پرسش دست یابند.

اگرچه پاسخ قطعی به این سوال امکان پذیر نیست اما می توان با ارزیابی تغییرات ویژگیهای یک روانکار در شرایط عملیاتی مختلف؛ عمر مفید آن روانکار را با تخمین بالائی بدست آورد.

ویژگیهای روانکار

ارزیابی ویژگیهای معمول یک روانکار از طریق انجام آزمایشهای استاندارد انجام می شود. این آزمایشها اغلب عبارتند از: اندازه گیری گرانیروی، تعیین مقدار

عناصر فلزی افزودنیها، مقدار اکسیداسیون، عدد خنثی شدن و اندازه گیری مقدار آنتی اکسیدان باقی مانده است.

تجربه نشان داده است که برای تغییرات هر ویژگی در روانکارهای مشخص و معین محدوده هشدار وجود دارد. این محدوده، زمان کارکرد مفید روانکار را تعیین می کند. جهت تعیین این حدود، لزومی ندارد تا منتظر تخریب مکانیکی ناشی از سائیدگی قطعات و اندازه گیری میزان عناصر فلزی ناشی از آن در روغن باشیم. تعیین عمر مفید اغلب روانکارهای صنعتی و سیالات هیدرولیک، بر اساس ویژگیهای آنها نسبتاً آسان است. در این زمینه، آگاهی از ماهیت روانکار قبل از استفاده، مهم است. به این منظور، دسترسی به نمونه اولیه روانکار ضروری می باشد.

در جداول ذیل سعی گردیده است با توجه به اطلاعات اولیه از روانکار مصرفی؛ محدوده های هشدار و خطر را با توجه درصد تغییرات مقدار عدد اسیدی و گرانیروی تعیین نمود.

جدول ۱: راهنمای محدوده تغییرات عدد اسیدی

روغن های توربین با حجم زیاد	سایر روانکارهای هیدرولیک و R&O	روانکار های حاوی ZDTP,EP و مواد افزودنی ضد زنگ با پایه اسیدی	
۰ - ۰/۱	۰ - ۰/۶	۰/۶ - ۱/۵	محدوده روغن تازه
۰/۰۳ + عدد اسیدی اولیه	۰/۲ + عدد اسیدی اولیه	۰/۲ + نقطه عطف*	محدوده هشدار
۰/۰۵ + عدد اسیدی اولیه	۱/۰ + عدد اسیدی اولیه	۱/۰ + عدد اسیدی اولیه	محدوده خطر

* منظور از نقطه عطف نقطه پائین منحنی تغییرات اسیدیته است.

جدول ۲: راهنمای محدوده تغییرات گرانیروی*

روغن های صنعتی	روغن های موتور	
+ ۱۰%	+ ۲۰%	محدوده هشدار (بالا)
+ ۵%	+ ۱۰%	محدوده خطر (بالا)
- ۵%	- ۵%	محدوده هشدار (پائین)
- ۱۰%	- ۱۰%	محدوده خطر (پائین)

* در جدول ۲ تغییرات گرانیروی برای روغنهای موتور مربوط به گرانیروی در ۱۰۰°C و برای روغنهای صنعتی مربوط به گرانیروی در ۴۰°C است.

ذکر این نکته ضروری است که افزایش گرانیروی روانکار عمدتاً ناشی از اکسیداسیون شدید و پلیمریزه شدن روغن است و کاهش گرانیروی ناشی از عوامل مختلف نظیر شکست مولکولی پلیمرهای مصرفی؛ اختلاط با سوخت و یا سایر روانکارهاست.

مسابقه شماره ۳

ضمن تشکر و قدردانی از آقایان محمود تفتی و جمال آهنگرانی کانی که بهترین و کامل‌ترین پاسخ را به مسابقه فصلنامه دوم داده‌اند، در ذیل پاسخ سوالات فصلنامه قبلی حضورتان تقدیم می‌گردد:

۱- زیرا در این استاندارد بر خلاف استاندارد ASTM D۴۹۸۵، افزودن دوره ای SCA وجود ندارد و به جای آن نیتريت نقش بازدارندگی خوردگی را در کنار سایر بازدارنده‌های خوردگی ایفا می‌کند.

۲- بالا بودن شاخص گرانروی ناشی از باریک بودن توزیع جرم مولکولی است.

۳- فرآیند عمل‌آوری با هیدروژن، آروماتیک‌های تک حلقه‌ای که در واقع آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی موجود در روغن هستند را از بین می‌برد.
۴- پائین بودن فراریت ناشی از باریک بودن توزیع جرم مولکولی و یکنواختی ساختار مولکولی است.

۵- در استاندارد ASTM D۴۹۸۵ آزمون خوردگی مختص آلومینیم با روش آزمون ASTM D۴۳۴۰ وجود ندارد در حالی که در استاندارد ASTM D۳۳۰۶ وجود دارد و علت آن اختلاف بین آلیاژهای بکار رفته در موتورهای سبک و سنگین می‌باشد زیرا در موتورهای سنگین آلیاژ آلومینیم کمتری وجود دارد.

۶- هر جا حباب وجود داشته باشد یعنی روانکار نیست و وظایف آن نظیر جلوگیری از سایش و حرکت نرمتر قطعات درگیر انجام نمی‌شود. ضمن اینکه حبس هوا موجب اسفنجی شدن روانکار شده که بر فشار هیدرولیکی آن تاثیر مستقیم دارد.

۷- پاک کننده‌ها بدلیل داشتن HLP بالاتر که به معنی بزرگتر بودن بخش آبدوست است اگرچه امکان جداسازی ذرات قطبی را دارند اما توانایی نگهداری بلند مدت ذرات را در محیط روغنی به صورت معلق ندارند. از طرفی معلق کننده نیز به دلیل داشتن HLP پایین‌تر که به معنی کوچک‌تر بودن بخش آبدوست است، توانایی جداسازی ذرات قطبی را به اندازه پاک کننده‌ها ندارند.

۱- چرا در فرآیند پیش انحلال آنتی فوم‌های سیلیکونی، روغنهای پایه معمولی نمی‌توانند جایگزین مناسبی برای حلال‌های سبک نفتی نظیر نفت سفید باشند؟

۲- افزایش درصد EP در روغن چه مزایا و چه مشکلاتی دارد؟

۳- با توجه به اینکه ZDDP علاوه بر خاصیت ضدسایش دارای ویژگی ضداکسیداسیون می‌باشد چرا نمی‌توان در فرمولاسیون روغنهای توربین و کمپرسور از آن استفاده نمود؟

۴- علت استفاده از استرها در روغن‌های سنتزی PAO چیست؟

۵- پایداری اکسیداسیون روغن‌های پایه گروه I و II را با ذکر علت یکدیگر مقایسه نمائید؛ آیا این اختلاف را می‌توان بعنوان یک مزیت برای گروه I تلقی نمود؟ در مقابل چه ویژگیهای مثبتی را برای روغن‌های پایه گروه II قائل هستید؟

لطفا پاسخ پرسش‌ها را به آدرس ایمیل ما ارسال فرمایید.

Fasnameh@afzoonravan.com



GROUP III BASE OIL

Etro 4 / Etro 6



ETRO

گرانروی ۴ و ۶

روغن پایه گروه III با گرانروی ۴ سانتی استوک
درجه ۱۰۰ سانتیگراد

• مناسب برای روغن‌های موتور با درجات گرانروی
... , SAE 15W40, 10W40, 5W30

• شاخص گرانروی بالا، سیالیت مناسب در سرما

• عرضه به صورت فله

روغن پایه گروه III با گرانروی ۶ سانتی استوک
درجه ۱۰۰ سانتیگراد



جهانی بیاندیشیم، منطقه ای عمل کنیم
محیط زیست مرز نمی شناسد
