

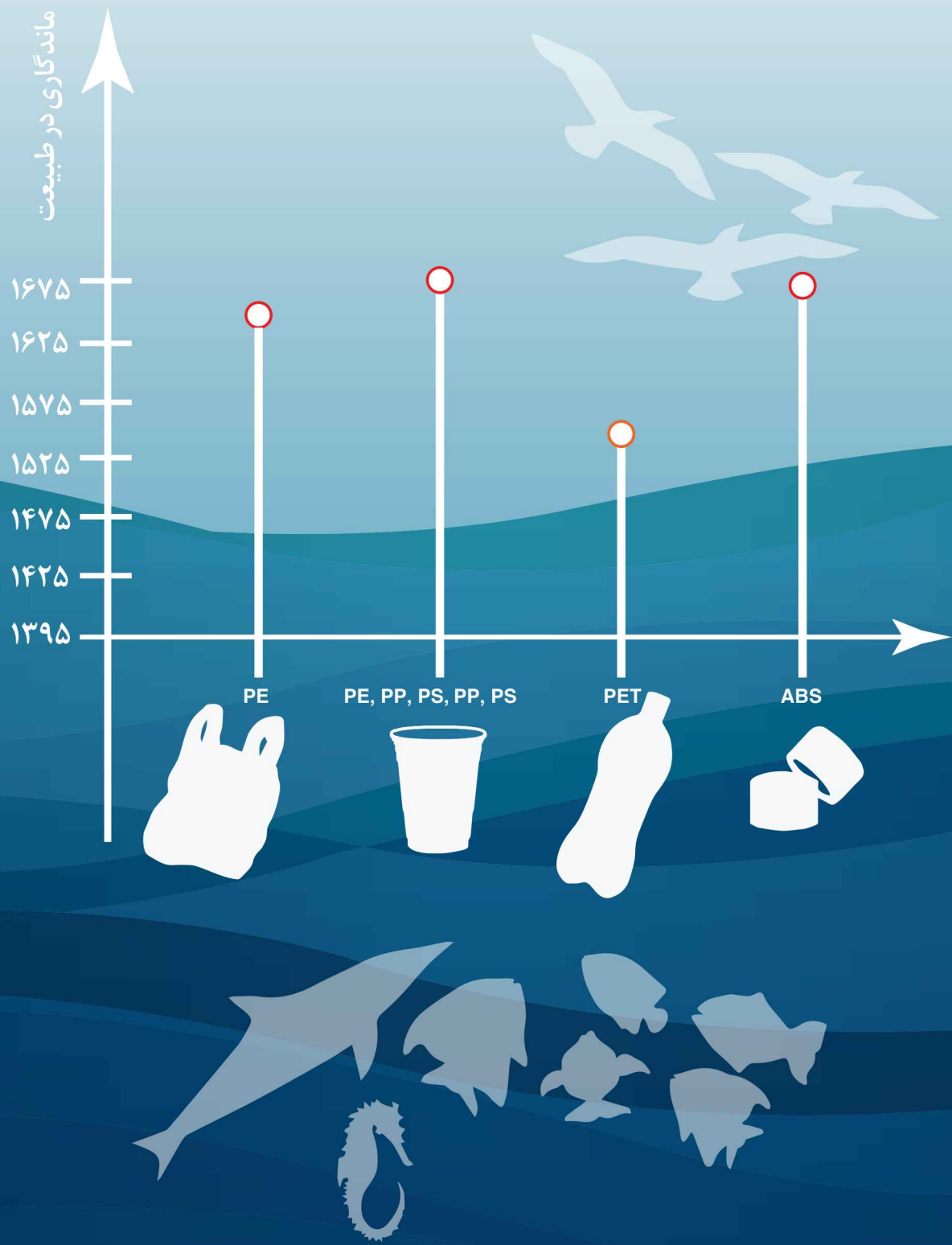


فصلنامه علمی - تخصصی

افزون روان

تابستان ۱۳۹۵ - داخلی

دانایی کلید توانایی



با مصرف پلاستیک کمتر از محیط زیست محافظت کنیم.



ایران، تهران، خیابان پاسداران، خیابان شهید جهانبخش نژاد، پلاک ۱۰، واحد ۳۲  
تلفن: ۰۲۱-۲۳۵۵۹۹۹۹-۰۲۱ فکس: ۰۲۱-۲۲۸۰۴۴۵۸  
www.afzoonravan.com  
info@afzoonravan.com

آنچه در این شماره می خوانید:

نگاهی کلی به ویژگی روغن های پایه تصفیه دوم	صفحه ۳
روغن پایه های آلکیل نفتالن	صفحه ۳۲
بررسی کف و پراکندگی هوا در روغن های دنده صنعتی	صفحه ۳۲
تفاوت گوگرد فعال و غیرفعال در روانکارهای مختلف	صفحه ۳۲
اهمیت پایداری هیدرولیتیکی در روغن های هیدرولیک	صفحه ۳۲
اخبار	صفحه ۳۲
معرفی محصول	صفحه ۳۲
پرسش و پاسخ	صفحه ۳۲
مسابقه	صفحه ۳۲



فصلنامه علمی، تخصصی افزون روان  
شرکت افزون روان  
فصلنامه داخلی

شورای فنی:

سعید سامی،  
پریسا احمدی، فرشته علیان نژاد  
مریم فیاض،  
محمد مهدی کریمیا

طراحی و چاپ:

شرکت راز آریانا کیش

همکاران این شماره:

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



تصویر روی جلد: پالایشگاه کویت

# مروری مفهومی بر فناوری های تصفیه دوم روغن

## A Conceptual Review on Oil Re-refining Technologies

محمد مهدی کریمیا | مهندسی توسعه تجارت

### مقدمه

(معمولاً ZDDP)، پاک کننده (معمولاً سولفونات کلسیم یا منیزیم)، ضد کف، متفرق کننده و پایین آورنده نقطه ریزش می شود. بطور معمول اگر روغن در زمان مناسب تعویض شود تبدیل شیمیایی در روغن پایه رخ نمی دهد، ولیکن بخش زیادی از مواد افزودنی متحمل تغییر شیمیایی می شوند. این تغییرات می تواند منجر به ایجاد لجن یا لاک شود. بنابراین لازم است در فرآیند تصفیه، تمامی مواد افزودنی از روغن پایه جدا شود. همانطور که در مقدمه گفتیم، بخشی از آلاینده ها از خارج به روغن موتور وارد می شود. منبع آلاینده های خارجی را می توان عموماً هوا و نیز فرایندهای ناشی از کارکرد دستگاه در نظر گرفت. آلودگی هایی نظیر غبار، خاک و بخشی از رطوبت از طریق هوا وارد روغن می شوند. آلودگی های ناشی از کارکرد دستگاه شامل ذرات فلز ساییده شده از قطعات، ذرات کربن دار احتراق ناکامل سوخت، اکسیدهای فلزی ایجاد شده از خوردگی فلزات، آب و ضد یخ نشت کرده از سیستم خنک کننده (در صورت وجود نشتی)، آب ایجاد شده در فرآیند احتراق، مواد سوختی و مواد افزودنی سوخت می شود. فراریت ترکیبات مزاحم موجود در روغن کار کرده به نحوی است که اگر آن را تقطیر کنیم، این ترکیبات نیز تبخیر شده و تا اندازه قابل توجهی وارد محصولات می شوند. جدول ۱، برخی ویژگی های محصولات تقطیر (بدون هیچ گونه فرآیند تکمیلی) را نشان می دهد.

روغن های روانکار با اضافه کردن مواد افزودنی مناسب به روغن پایه به دست می آیند. این روغن ها به مرور زمان و به دلیل حضور آلاینده ها و همچنین تبدیل شیمیایی ترکیبات حاضر، اثر بخشی خود را در طول کارکرد از دست می دهند. این آلاینده ها یا از خارج وارد روانکار می شوند، یا در اثر تخریب شیمیایی روغن بوجود می آیند.

سالانه بیش از ۴۰۰ میلیون لیتر روغن موتور در کشور تولید می شود که رهاسازی این حجم روغن کار کرده می تواند آسیب های بسیار سنگینی به طبیعت وارد کند. یکی از راه حل های پایدار برای جلوگیری از این آسیب، تصفیه مجدد آن است. در این مقاله تلاش می کنیم با نگاه مفهومی، فرآیند های به روز تصفیه دوم را شرح دهیم.

### محتویات روغن کار کرده

تصفیه دوم روغن به معنای استخراج روغن پایه از روغن کار کرده است. اولین گام در طراحی فرآیند تصفیه دوم، شناخت منابع آلوده کننده و ترکیبات موجود در روغن کار کرده است. به طور معمول بیش از ۹۰ درصد (معمولاً بین ۹۰ تا ۹۵ درصد) روغن موتور را روغن پایه تشکیل می دهد. معمولاً ۱ درصد مربوط به پلیمر تنظیم کننده گرانروی است و مابقی شامل آنتی اکسیدان

جدول ۱ - ویژگی های محصولات به دست آمده از تقطیر ساده روغن کار کرده

محصول	درصد استحصال	TAN mgKOH/g	گرانروی در ۴۰ درجه	رنگ	شکل ظاهری
گازوئیل	۴	۲	۳	۵	-
روغن سبک	۲۳	۰/۷۵	۲۷	۴	ابری
روغن سنگین	۴۳	۰/۴۹	۷۵	۴/۵	ابری
افزودنی قیر	۲۰	-	-	-	-
آب و ترکیبات سبک از دست رفته	۸/۵	-	-	-	-
ضایعات	۱/۵	-	-	-	-

دوم، ساده ترین و در عین حال کاربردی ترین فرآیندها را بطور خلاصه شرح دهیم تا خواننده بتواند به یک دید کلی و مفهومی از تکنولوژی های مورد استفاده در این صنعت دست یابد.

کاملاً مشخص است که محصولات تقطیر به همان شکل قابل عرضه به بازار نبوده و نیاز به فرآیندهای تکمیلی دارند. در این مقاله سعی کرده ایم از میان حدود ۳۰ فرآیند شناخته شده تصفیه

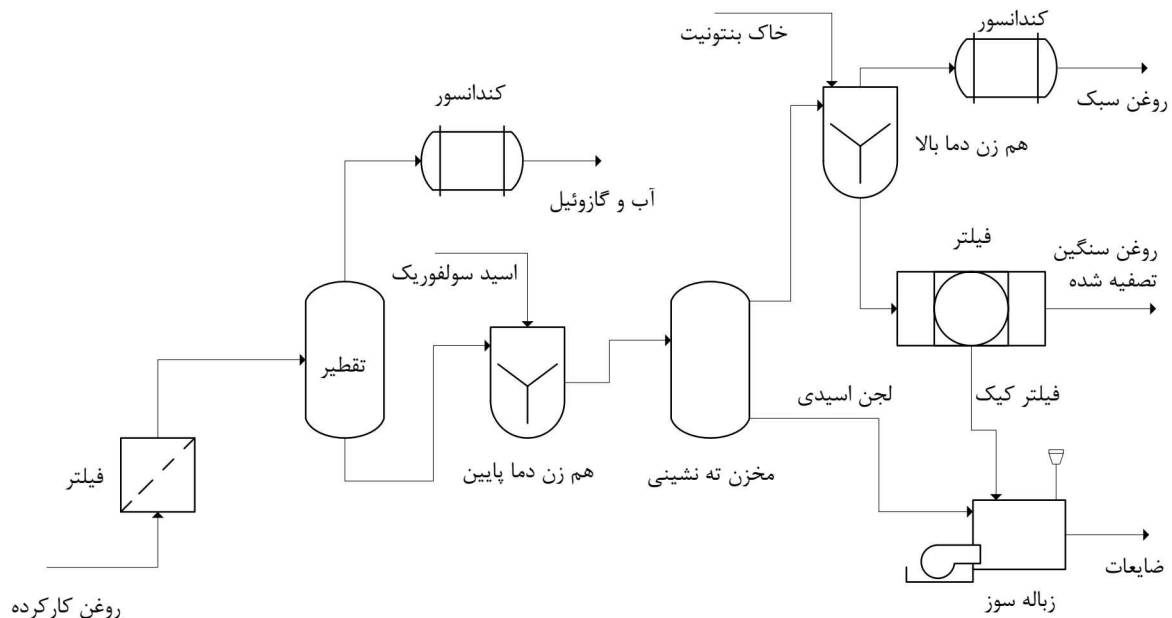
# مروری مفهومی بر فناوری های تصفیه دوم روغن

A Conceptual Review on Oil Re-refining Technologies

شوند. این در حالی است که ترکیبات پارافینی و نفتنی، تمایل بسیار کمی به واکنش دارند. از دهه ۷۰ میلادی که اضافه شدن ترکیبات شیمیایی مدرن تر به روغن موتور، باعث ایجاد مشکلاتی در تصفیه دوم به این روش گردید و مصرف اسید سولفوریک را افزایش داد، تغییرات و اصلاحاتی در آن روش بوجود آمد که به فرآیند ماینکن اصلاح شده معروف است.

## فرآیند ماینکن اصلاح شده<sup>۱</sup>

فرآیند تصفیه مجدد روغن کارکرده از طریق تماس با اسید سولفوریک، از سال ۱۹۳۵ تا مدت زمانی طولانی مورد توجه و علاقه این صنعت قرار داشته است. ترکیبات اولفینی، آروماتیک، مرکاپتان، نیتروژن دار، رزین ها و آسفالت ها، بسته به دما و غلظت اسید، به مقدار متنوعی با اسید سولفوریک ترکیب می-



نمودار ۱ - نمودار فرآیندی روش ماینکن اصلاح شده

یا سوزاندن در زباله سوز است که البته با خوردگی زیادی همراه خواهد بود. پس از آن روغن را به مخزن همزده دیگر برده و با خاک بنتونیت فعال از نوع کلسیک مخلوط می کنند و دما را تا ۲۷۰ درجه سانتی گراد بالا می برند. برش سبک تر روغن در این مرحله تبخیر شده و توسط یک کندانسور استحصال می شود. پس از اینکه اختلاط کامل شد، مخلوط را فیلتر کرده و روغن سنگین رنگ بری شده به دست می آید. دفع کیک به دست آمده از فیلتراسیون نیز با مشکلاتی همراه است. این کیک را می توان پیش از دور ریختن سوزاند تا از آسیب زیست محیطی اش کاسته شود.

شرح کلی فرآیند مطابق نمودار ۱ به این صورت است که در ابتدا روغن کارکرده از فیلتر عبور می کند تا ذرات جامد موجود در آن از جریان حذف شود. سپس روغن تا دمای ۱۲۰ تا ۱۸۰ درجه حرارت داده می شود تا آب همراه با روغن و ترکیبات آلی سبک همراه از روغن خارج شود. سپس، روغن تا دمای محیط خنک می شود و در مخزن همزده با اسید سولفوریک (به نسبت وزنی ۷ درصد) مخلوط می شود. در اثر اختلاط، لجن اسیدی حاصل می شود که در کف مخزن ته نشین می شود. دو راه معمول برای خلاص شدن از شر لجن اسیدی، خنثی کردن با هیدروکسید سدیم یا کربنات کلسیم،

# مروری مفهومی بر فناوری های تصفیه دوم روغن

A Conceptual Review on Oil Re-refining Technologies

جدول ۲- ویژگی های محصولات به دست آمده از روش ماینکن اصلاح شده با فیلم ریزشی

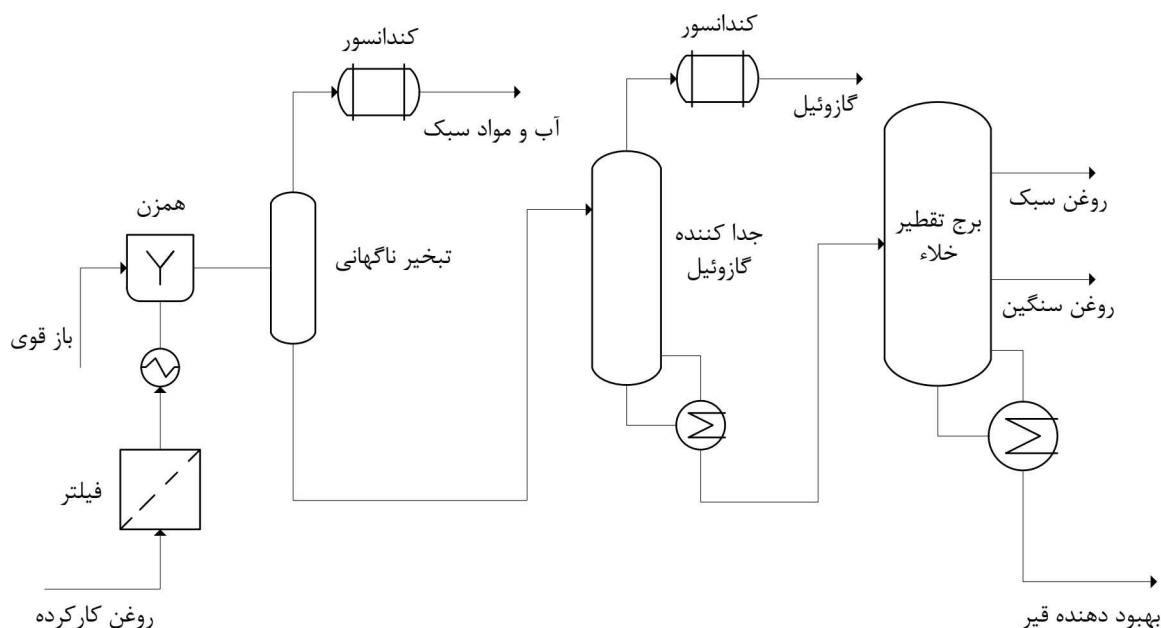
محتول	درصد استحصال	TAN mgKOH/g	گرانروی در ۴۰ درجه	رنگ	شکل ظاهری
گازوئیل	۷	۴/۷	۳/۷	۵	ابری
روغن سبک	۱۱	۰/۰۱	۳۰	۱/۵	شفاف
روغن سنگین	۴۴	۰/۰۵	۷۶	۳	شفاف
افزودنی قیر	۲۰	-	-	-	-
آب و ترکیبات سبک از دست رفته	۱۱	-	-	-	-
ضایعات	۷	-	-	-	-

واکنش با اسید، از جریان روغن جدا شده و از پایین ستون خارج شود. از محصول جانبی به دست آمده نیز می توان به عنوان بهبود دهنده قیر استفاده کرد. در جدول ۲، ویژگی محصولات به دست آمده از این روش را مشاهده می کنید.

### فرآیند سوتولوب<sup>۳</sup>

این فرآیند که در سال ۱۹۹۳ در فرانسه و با شماره ۹۳۰۳۲۷۵ به ثبت رسیده است، به دلیل سادگی، نسبت به سایر فرآیندهای تصفیه به سرمایه گذاری بسیار کمتری نیاز دارد.

به دلیل بوجود آمدن لجن و فیلتر کیک، بازدهی این فرآیند تنها بین ۶۰ تا ۶۵ درصد (نسبت به روغن آب زدایی شده) است. برای همین، تلاش هایی برای افزایش بازدهی آن صورت گرفته است. از جمله مهم ترین آن ها، اضافه کردن یک واحد تبخیر از نوع فیلم ریزشی<sup>۲</sup> است که مصرف اسید و خاک رنگبر را تا حدود نصف کاهش می دهد، که خود منجر به کاهش میزان لجن اسیدی و فیلتر کیک بوجود آمده می شود. جریان آب زدایی شده پیش از تماس با اسید سولفوریک وارد این ستون شده و جریان خارج شده از بالای آن ادامه فرآیند را طی می کند. این تکنیک باعث می شود که مقدار زیادی از ترکیبات قابل



نمودار ۲- نمودار فرآیندی روش سوتولوب

# مروری مفهومی بر فناوری های تصفیه دوم روغن

## A Conceptual Review on Oil Re-refining Technologies

وارد محصول روغن نشوند. محصول اختلاط وارد یک تبخیر کننده ناگهانی می شود تا آب و ترکیبات سبک هیدروکربنی جدا شوند. در مرحله بعد، گازوئیل همراه با روغن از طریق فرآیند تقطیر جدا می شود. سپس جریان اصلی وارد یک برج تقطیر تحت خلاء می شود. از این برج تقطیر می توان دو روغن پایه سبک و سنگین استحصال نمود. خروجی پایین برج نیز به عنوان بهبود دهنده قیر یا حتی سوخت، قابل مصرف است.

در این روش (مطابق نمودار ۱)، در ابتدا روغن کارکرده فیلتر می شود تا آلودگی های جامد حذف شوند. سپس روغن را تا دمای ۱۴۰ الی ۱۶۰ درجه سانتی گراد پیش گرم می کنند. سپس روغن داغ شده را به نسبت ۱ تا ۳ درصد با یک باز قوی همچون هیدروکسید سدیم یا پتاسیم (یا مخلوطی از این دو) مخلوط می کنند. این اختلاط باعث می شود اسیدهای چرب صابونی شده و فراریت خود را از دست بدهند و در فرآیند تقطیر

جدول ۳ - ویژگی های محصولات به دست آمده از روش سوتولوب

محصول	درصد استحصال	TAN mgKOH/g	گرانروی در ۴۰ درجه	رنگ	شکل ظاهری
گازوئیل	۵/۵	۰/۰۲	۶	۱/۵	شفاف
روغن سبک	۱۳	۰/۰۱	۳۴	۲	شفاف
روغن سنگین	۵۰	۰/۰۱	۸۵	۲/۵	شفاف
افزودنی قیر	۲۰/۵	-	-	-	-
آب و ترکیبات سبک از دست رفته	۱۱	-	-	-	-
ضایعات	-	-	-	-	-

قوی را حذف کنیم، محصولات به دست آمده شفافیت خود را از دست داده و رنگ آن ها از ۴ فراتر خواهد رفت. همچنین عدد اسیدی آن ها نیز بسیار زیاد خواهد شد. در جدول ۴ نتایج چنین تغییری را ملاحظه می کنید.

در این روش، بازدهی فرآیند حدود ۷ درصد از روش ماینکن بیشتر است، و علاوه بر آن، ضایعات از خود به جا نمی گذارد. در جدول ۳، ویژگی های محصولات به دست آمده را مشاهده می کنید. در صورتی که در فرآیند سوتولوب، اضافه کردن باز

جدول ۴ - ویژگی های محصولات به دست آمده از روش سوتولوب، بدون تماس خوراک با باز قوی

محصول	درصد استحصال	TAN mgKOH/g	گرانروی در ۴۰ درجه	رنگ	شکل ظاهری
گازوئیل	۷	۴/۷۰	۳/۷	۵	کدر
روغن سبک	۱۲/۵	۰/۱۰	۳۱	۴	کدر
روغن سنگین	۵۰	۰/۴۱	۷۶	۴/۵	کدر
افزودنی قیر	۲۰/۵	-	-	-	-
آب و ترکیبات سبک از دست رفته	۱۰	-	-	-	-
ضایعات	-	-	-	-	-

فلز قلیایی مد نظر جای کلسیم و منیزیم را می گیرد و از چنین تبدیلی در حین فرآیند تقطیر جلوگیری می شود. بر خلاف سوتولوب، روش موهاک پیشنهاد می کند که این اختلاط در دمای ۸۲ درجه سانتی گراد و با زمان اقامت ۱۵۰ دقیقه انجام شود.

یکی از نکات مهم و کلیدی این روش، مخلوط کردن خوراک با هیدروکسید فلزهای قلیایی (یعنی ردیف اول جدول عناصر) پیش از عملیات تقطیر است. بر اساس مکانیزمی که در روش موهاک<sup>۴</sup> ارائه شده است، سولفونات موجود در مواد پاک کننده، در اثر حرارت دیدن به اسید سولفوریک تبدیل می شوند. ولیکن

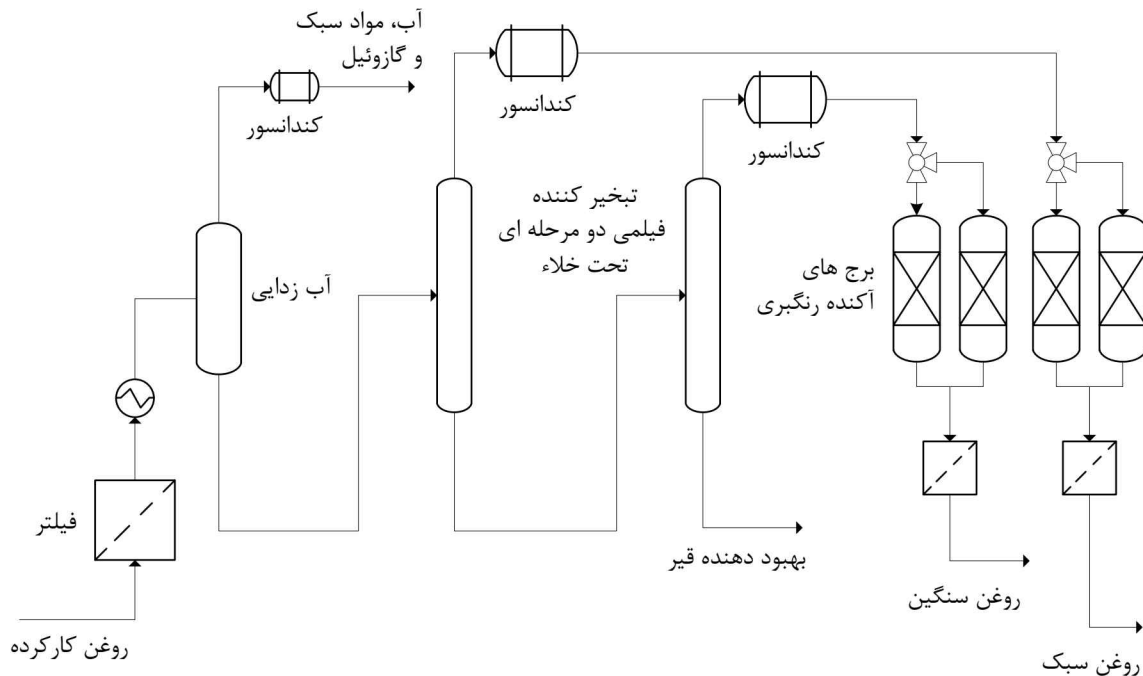
# مروری مفهومی بر فناوری های تصفیه دوم روغن

A Conceptual Review on Oil Re-refining Technologies

است، روغن سنگین تر ( $250\text{N}$ ) استحصال می شود. باقیمانده پایین برج تبخیر کننده دوم، محصول جانبی است که در قیر مورد استفاده قرار می گیرد. برای بهبود رنگ و بوی روغن های استحصال شده، در مرحله بعد، روغن استحصال شده را وارد یک برج آکنده از بنتونیت فعال می کنند. ابعاد این برج ها به گونه ای طراحی می شود که روغن در طول این برج فرصت کافی برای تماس با بنتونیت را خواهد داشت. پس از عبور حجم مشخصی از روغن، جریان از روی برج آکنده به برج دیگری منتقل می شود، تا علاوه بر قطع نشدن جریان، خاک بنتونیت استفاده شده از طریق هوای داغ، مجدداً احیا گردد. نمودار ۳ مراحل این فرآیندی را نشان می دهد.

## فرآیند پسکو-بیم<sup>۵</sup>

شرکت Pesco-Beam Environmental Solutions از سال ۱۹۹۱ تاکنون واحد های تصفیه دوم زیادی را در سرتاسر دنیا طراحی کرده و ساخته است. سادگی این فرآیند تاحدی است که هزینه طراحی و ساخت آن برای یک واحد ۳۰ میلیون لیتری حدود ۴ میلیون دلار خواهد بود. در این فرآیند نیز روغن کارکرده ابتدا فیلتر می شود تا مواد جامد موجود در آن حذف شود. سپس آب و گازوئیل همراه با آن را از طریق تقطیر اتمسفریک جدا می کنند. پس از آن، جریان وارد بخش تبخیر فیلمی دو مرحله ای تحت خلاء می شود. در مرحله اول، روغن سبک تر ( $100\text{N}$ ) از جریان جدا می شود. در مرحله دوم، که خلاء در آن شدیدتر



نمودار ۳ - نمودار فرآیندی روش پسکو-بیم

محصولات زیاد است. همچنین بازدهی این روش، بسیار بالاست. در جدول ۵، برخی ویژگی های محصولات به دست آمده در این روش را ملاحظه می کنید.

در روش پسکو-بیم، به دلیل استفاده از برج آکنده و نحوه تماس روغن با خاک بنتونیت، از حداکثر ظرفیت رنگبری آن استفاده می شود. ولیکن به دلیل عدم تماس با باز قوی، عدد اسیدی



# مروری مفهومی بر فناوری های تصفیه دوم روغن

A Conceptual Review on Oil Re-refining Technologies

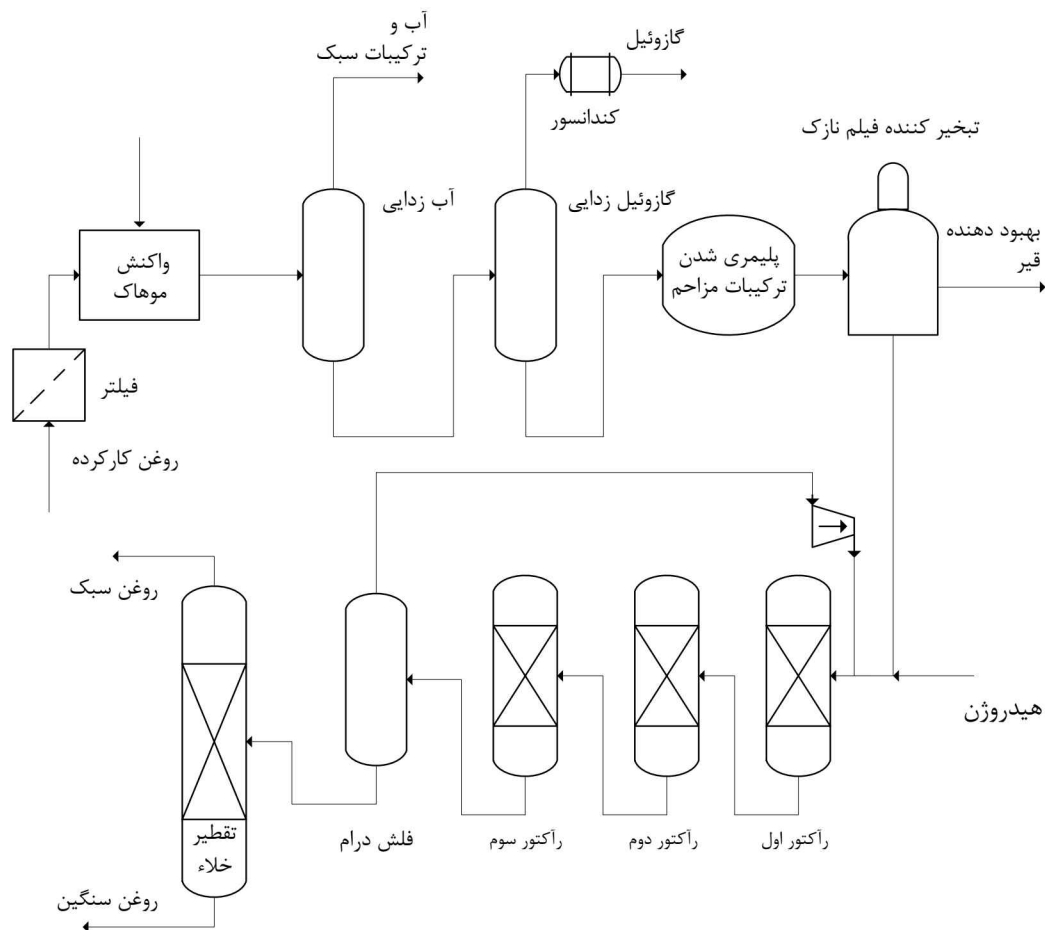
جدول ۵ - ویژگی های محصولات به دست آمده از روش پَسکو-بیم

محول	درصد استحصال	TAN mgKOH/g	گرانروی در ۴۰ درجه	رنگ	شکل ظاهری
نفتای سبک	۳	-	-	-	-
گازوئیل	۷	-	-	-	-
روغن سبک VI>100	۵۰	۰/۲۸	۳۰	۰/۵	شفاف
روغن سنگین VI>100	۳۰	۰/۵۶	۴۳	۱	شفاف
افزودنی قیر	۱۰	-	-	-	-

هیدروژناسیون، می تواند در بسیاری موارد، پاسخگوی اشکالات زیست محیطی آن ها باشد. بر همین اساس، فرآیندهای متنوعی توسعه یافته که در اینجا یکی از معتبرترین آن ها را شرح می دهیم.

## فرآیند CEP<sup>۶</sup>

انجام فرآیند هیدروژناسیون بر روی محصولات به دست آمده از تقطیر نفت خام، در پالایشگاه های نفت خام شناخته شده و بدیهی است. بنابراین، جایگزینی خاک بنتونیت و اسید شویی با



نمودار فرآیندی روش CEP

# مروری مفهومی بر فناوری های تصفیه دوم روغن

A Conceptual Review on Oil Re-refining Technologies

می شود. در این فرآیند که در فشار ۹۰ بار و دمای ۳۱۵ درجه سانتی گراد اتفاق می افتد، پیوندهای دوگانه اشباع می شوند. در مرحله انتهایی، بر روی جریان تقطیر صورت می گیرد تا دو نوع روغن سبک (۱۱۰N) و سنگین (۲۵۰N) به دست آید. مزیت عمده این روش، بازدهی بالا (حدود ۷۵ درصد)، نداشتن ضایعات و اشباع شدن روغن به میزان بیشتر از ۹۰ درصد است. حداقل ظرفیتی که این فرآیند را اقتصادی می کند، ۱۵ هزار تن در سال است. در چنین ظرفیتی، هزینه های عملیاتی آن (بر اساس قیمت جهانی انرژی) حدود ۱۵۰ دلار بر تن است. جدول ۶ ویژگی محصولات به دست آمده از این روش را نشان می دهد.

در فرآیند CEP که تکمیل شده روش موهاک است، روغن کار کرده در ابتدا فیلتر شده، سپس حرارت دیده و آب و هیدروکربن های سبک آن تبخیر می شود. پس از آن، به روش تقطیر، گازوئیل همراه با روغن کار کرده جدا می گردد. در مرحله بعد، طی یک واکنش پلیمری شدن، ترکیباتی که باعث مختل شدن فعالیت کاتالیست های واحد هیدروژناسیون می شوند، به ملکول های بزرگ تری تبدیل می شوند تا از فراربت آن ها کاسته شده و در مرحله بعد (تبخیر کننده فیلم نازک) همراه با افزودنی قیر از جریان جدا شوند. روغن تبخیر شده در مرحله بعد با هیدروژن مخلوط شده و به بستر های کاتالیستی واحد هیدروژناسیون وارد

جدول ۶ - ویژگی های محصولات به دست آمده از روش CEP

محصول	درصد استحصال	TAN mgKOH/g	گرانروی در ۴۰ درجه	نقطه ریزش	رنگ	نقطه اشتعال	شکل ظاهری
نفتای سبک	۴	-	-	-	-	-	-
گازوئیل	۴	-	-	-	-	-	-
روغن سبک VI>100	۴۴	۰/۰۱	۲۲	-۲۶	۰/۵	۲۰۰	شفاف
روغن سنگین IV<100	۳۵	۰/۰۱	۴۹	-۲۴	۱	۲۴۳	شفاف
افزودنی قیر	۱۳	-	-	-	-	-	-

افزایش آگاهی مصرف کنندگان نسبت به این واقعیت که می توان به کیفیت روغن تصفیه دوم اطمینان داشت، منجر به شدت یافتن این روند شده است. اعداد و ارقام نشان می دهد که این صنعت ظرفیت آن را دارد که تا ۷۵ درصد از بازار روغن پایه گروه ۱ (و حتی گروه ۲) را تصاحب کند. کشورهای منطقه، خصوصاً عربستان سعودی، امارات متحده عربی در حال به روز کردن واحد های تصفیه دوم خود هستند. مجموع ظرفیت این دو کشور در سالهای اخیر به حدود ۳۵۰ هزار تن در سال رسیده است. واضح است که عرصه رقابت در این بازار به سرعت در حال تنگ تر شدن است. برای اینکه صنعت ایران بتواند در این میدان حضور موفقی داشته باشد، لازم است تغییرات لازم را (خصوصاً در زمینه ارتقای تکنولوژی) به سرعت پیاده کند.

## جمع بندی

روشهای جدید تصفیه روغن های کار کرده به موارد ذکر شده در این مقاله محدود نشده، بلکه تعداد آن ها بالغ بر ۳۰ لایسنس مختلف است که به دلیل محدودیت فضای فصلنامه، امکان ارائه تمامی آنها وجود ندارد. در تمامی این روش ها دو نکته مشترک وجود دارد: افزایش کیفیت محصول در مقایسه با روش های قدیمی تر (خصوصاً اسید شوئی) و کاهش قابل ملاحظه مواد زائد حاصل و به تبع آن افزایش راندمان تولید. تغییرات سریع تکنولوژی تصفیه دوم و مشاهده روند تغییرات بازار روغن پایه در منطقه نشان می دهد که در آینده نزدیک، روغن تصفیه دوم رقیب مهمی برای روغن تصفیه اول خواهد شد؛ بطوری که حجم تقاضای آن را به شدت کاهش خواهد داد.

- 1- Modified Meinken Process
- 2- Falling Film Evaporator
- 3- Sotulub - The Société Tunisienne de Lubrifiants
- 4- Mohawk Pretreatment Process
- 5- Pesco-Beam Process
- 6- Chemical Engineering Partners

# روغن پایه‌های آلکیل نفتالن

## Alkylated Naphthalenes

مهدی وثوق | سرپرست مهندسی فروش

### پیشگفتار

آلکیل نفتالن‌ها یک دسته بندی ویژه از روغن پایه های سنتزی هستند. پایداری هیدرولیکی و پایداری اکسیداسیون بسیار بالا، فراریت کم و انحلال پذیری خوب از ویژگی های این دسته از روغن پایه هاست. علاوه بر اینها، ایجاد فیلم ضخیم روانکاری لایه نازک در مقایسه با سایر روغن پایه ها، از ویژگی های دیگر این روغن پایه است.

### روش تولید

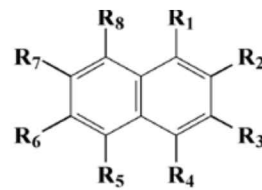
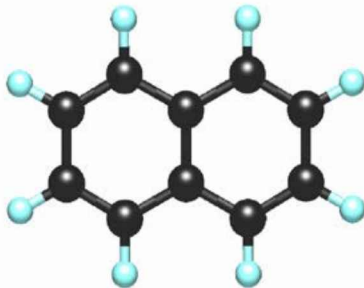
آلکیلاسیون ترکیبات آروماتیک از جمله نفتالن‌ها، چندین دهه قبل مورد آزمون قرار گرفت، به طور کلی، اتصال یک گروه آلکیلی بلند زنجیر به ساختار یک ترکیب آروماتیک، منجر به تولید ماده ای می شود که افزودنی ها، به راحتی در آن حل شده و پایداری در برابر اکسیداسیون بسیار خوبی در مقایسه با روغن

پایه های معدنی دارد.

انجمن مهندسی روانکاری STLE در اوایل ۱۹۵۰ در زمینه آلکیلاسیون نفتالن‌ها شروع به تحقیق و بررسی نمود.

### ساختار شیمیایی

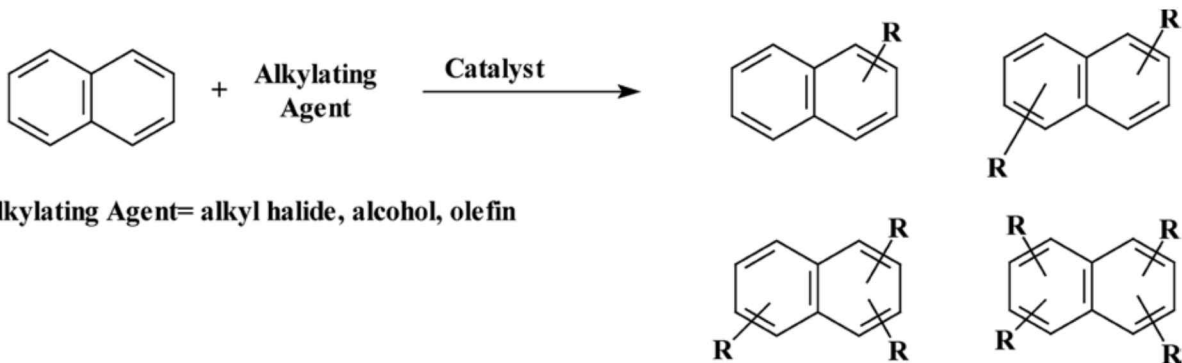
نفتالن در دمای اتاق به شکل جامد سفید رنگ می باشد دمای ذوب آن ۸۰/۲۶ درجه سانتی گراد است. از لحاظ ساختار شیمیایی از دو حلقه بنزن متصل به هم تشکیل شده است. این ساختار شیمیایی، پایداری در برابر اکسیداسیون بسیار خوبی دارد، با اضافه شدن گروه آلکیل به نفتالن بسیاری از ویژگی های آنها از جمله گرانبوی، نقطه ریزش و فراریت تغییر می یابد. طول و تعداد زنجیره های آلکیل تاثیر بسیار زیادی در مشخصات مذکور دارد.



R<sub>1</sub> to R<sub>8</sub> are independently linear or branched alkyl groups or hydrogen

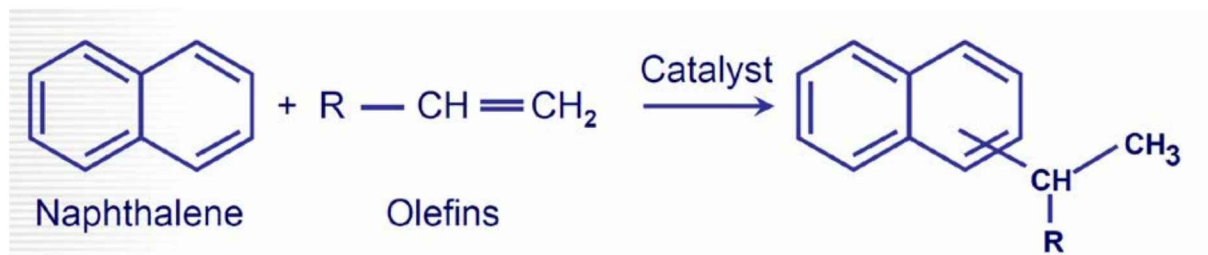
### روش تولید:

ساده ترین روش تولید آلکیل نفتالن‌ها، آلکیلاسیون نفتالن‌ها از طریق روش فریدل-کرافتس می باشد.

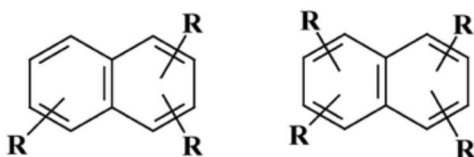


# روغن پایه‌های آلکیل نفتالن

Alkylated Naphthalenes



۳- پلی آلکیل نفتالن‌ها: این ترکیبات دارای بیش از دو گروه آلکیل متصل به نفتالن هستند.



## ویژگی‌های فیزیکی آلکیل نفتالن‌ها:

ویژگی‌های فیزیکی آلکیل نفتالن‌ها به دو عامل اصلی بستگی دارد:

- ۱- طول گروه آلکیل
- ۲- درجه آلکیلاسیون: تعداد گروه‌های آلکیل متصل به نفتالن
- ۳- شاخه‌های گروه آلکیل

## نقطه ریزش:

نقطه ریزش آلکیل نفتالن‌ها با افزایش درجه آلکیلاسیون افزایش می‌یابد. در نتیجه مونو آلکیل نفتالن‌ها نقطه ریزش پایین‌تری نسبت به دی آلکیل نفتالن‌ها دارند و به همین نسبت دی آلکیل نفتالن‌ها نقطه ریزش پایین‌تری نسبت به پلی آلکیل نفتالن‌ها دارند.

محدوده نقطه ریزش (درجه سانتی‌گراد)	ساختار
۴۸- و پایین‌تر	مونو آلکیل نفتالن‌ها
۳۳- الی ۴۵-	دی آلکیل نفتالن‌ها
۲۱- الی ۳۰-	پلی آلکیل نفتالن‌ها

اگرچه امکان جایگزینی یکی از اتم‌های هیدروژن با الکل‌ها، آلکیل‌هالیدها و الفین‌ها وجود دارد ولی، عمدتاً این واکنش‌ها بر روی الفین‌ها انجام می‌گیرد.

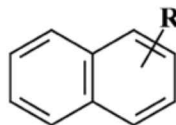
به منظور تولید روغن پایه، از آلفا الفین‌ها برای تولید آلکیل نفتالن‌ها استفاده می‌شود. تحت شرایط عادی، روش فریدل-کرافتس انواع مختلفی از آلکیل نفتالن‌های مختلف تولید می‌شود.

آلکیلاسیون نفتالن‌ها به عوامل متعددی وابسته است: نوع کاتالیست، دما، نسبت میزان آلکیل به نفتالن و نحوه ترکیب واکنش‌گرها با یکدیگر. تعداد زیادی از کاتالیست‌ها مناسب این واکنش‌ها هستند، از جمله اسیدهای لوئیس، اسیدهای پروتیک قوی، کاتالیست‌های هتروژن مانند زئولیت‌ها و خاک‌های فعال شده با اسید.

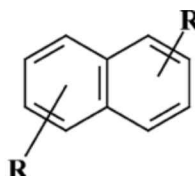
تقسیم بندی آلکیل نفتالن‌ها

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

۱- مونو آلکیل نفتالن‌ها؛ این ترکیبات دارای یک گروه آلکیل متصل به نفتالن هستند.



۲- دی آلکیل نفتالن‌ها؛ این ترکیبات دارای دو گروه آلکیل متصل به نفتالن هستند.



# روغن پایه‌های آلکیل نفتالن

Alkylated Naphthalenes

## نقطه آنیلین و انحلال پذیری افزودنی‌ها:

نقطه آنیلین را می‌توان به عنوان روش غیر مستقیم اندازه‌گیری قابلیت انحلال پذیری ترکیبات قطبی، در نظر گرفت. نقطه آنیلین پایین‌تر نشان‌دهنده قطبیت بالاتر و انحلال پذیری بیشتر است. آلکیل نفتالن‌ها به دلیل قطبیت ذاتی نقطه آنیلین پایین‌تری

نسبت به روغن پایه‌های معدنی و پلی‌آلفا‌ولفین‌ها دارند. نقطه آنیلین پلی‌آلکیل نفتالن‌ها بالاتر از دی‌آلکیل نفتالن‌ها هستند. این مورد نشان می‌دهد با افزایش درجه آلکیلاسیون قطبیت کاهش می‌یابد و در نتیجه انحلال پذیری نیز کاهش می‌یابد.

## Polarity



More Polar

Less Polar

Monoesters, Diesters and Polyol Esters	MAN Monoalkylated Naphthalenes	PAN Polyalkylated Naphthalenes	PAO, Group II and III Mineral Oils
-7 to 5°C	40-55°C	85-105°C	115-135°C

## ویژگی‌های شیمیایی آلکیل نفتالن‌ها؛

### قطبیت بهینه؛

این دسته از روغن پایه‌ها از لحاظ قطبیت مابین پلی‌آلفا‌ولفین‌ها و استرها قرار می‌گیرد. قابلیت متورم نمودن آببندها را دارا هستند و در عین حال به اندازه استرها قطبیت ندارد و در نتیجه مانند استرها، در واکنش با سطوح فلزی وارد رقابت با افزودنی‌های روغن نخواهند شد. این قابلیت به تاثیر بیشتر افزودنی‌ها به خصوص افزودنی‌های ضدسایش منجر خواهد شد.

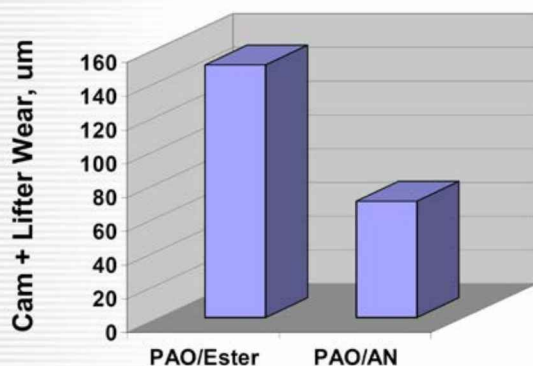
## فراریت؛

روش معمول برای آزمون فراریت، تعیین میزان کاهش وزن روغن پایه در دمای ۲۵۰ درجه، فشار ۲۰ میلی‌متر جیوه به مدت ۶۰ دقیقه می‌باشد. با افزایش درجه آلکیلاسیون، فراریت کاهش می‌یابد، در نتیجه پلی‌آلکیل نفتالن‌ها فراریت کمتری نسبت به دی‌آلکیل نفتالن‌ها دارند، مونو آلکیل نفتالن‌ها بیشترین میزان فراریت را دارا هستند.

# روغن پایه‌های آلکیل نفتالن

Alkylated Naphthalenes

## Alkylated Naphthalene Improved Antiwear Additive Response



**Sequence III G  
Wear Performance  
of  
Experimental Low  
Phosphorus 0W-  
30 Engine Oils**

Synthetic engine oils blended with PAO and Alkylated Naphthalene demonstrate improved wear performance to PAO/ester formulations.

**E** = Ester Molecule   **A** = Additive Molecule   **AN** = AN Molecule



### پایداری حرارتی زیاد؛

نتایج به دست آمده از آزمونهای مربوط به پایداری حرارتی نشان می دهد که آلکیل نفتالن ها به دلیل وجود پیوندهای شیمیایی قوی در هیدروکربن های حلقوی نسبت به هیدروکربن های خطی، پایداری حرارتی بسیار خوبی را دارند. این ویژگی در کنار فراریت اندک، کارایی بسیار مناسبی برای این دسته از روغن پایه ها در

شرایط کارکرد در دمای بالا فراهم می نماید.

حضور افزودنی های مختلف می تواند تاثیر مثبت یا منفی بر این عملکرد داشته باشد. به عنوان مثال در حضور ماده دی ترشیو بوتیل فنل و یا دی فنیل آمین ها که از خانواده آنتی اکسیدانها می باشند، باعث افزایش قابل ملاحظه پایداری حرارتی نسبت به سایر روغن های پایه می گردد.

### Thermo-Oxidative Stability (RPVOT – ASTM D 2272)

	PAO*	AN-015	AN-019	AN-023
Induction Time (minutes) neat fluid	19	87	89	101
Induction Time (minutes) with 0.2% Phenolic AO - DTBP	44	179	204	241
Induction Time (minutes) with 0.2% Aminic AO - ADPA	34	409	532	521

\*PAO viscosity @ 40°C: 114 cSt (blend of 65% PAO 40 / 35% PAO 4)

Conditions: 50 g of test fluid, 5 ml water, and copper coil  
Pressurize with 90 psi O<sub>2</sub> at room temperature  
Heat to 150°C  
Rotate at 100 rpm at a 30° angle  
Measurements: Time required for pressure in vessel at 150°C to decrease to 25.4 psi

گیری می‌گردد. در این آزمون گلوله فلزی روی یک دیسک از حالت سکون تا سرعت ۱۰ متر بر ثانیه، چرخش داده می‌شود و دما نیز در محدوده‌های ۲۵ درجه الی ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. تحت این شرایط ضخامت لایه نازک روانکار بین ۱۰ الی ۲۰۰۰ نانومتر اندازه‌گیری می‌شود و ضریب فشار - گرانی برای روانکار، مشخص می‌گردد.

### فیلم ضخیم روانکاری لایه نازک؛

یکی دیگر از ویژگی‌های آلکیل نفتالن‌ها، توانایی مناسب روانکاری در لایه‌های نازک می‌باشد که باعث ترکنندگی بهتر و کاهش اصطکاک می‌شود. با تغییر ضخامت فیلم روانکار توسط دستگاه WAM قابلیت سنجش ضخامت فیلم روانکار، میزان سایش، میزان خراش و مقاومت در برابر خستگی روانکار اندازه



دستگاه WAM

مقایسه	پلی‌ال استر با گرانروی ۴ cSt	مونو آلکیل بنزن با گرانروی ۴ cSt	مشخصه اندازه‌گیری شده
۲۲٪ ضخامت بیشتر	۱۷۰ نانومتر	۲۲۵ نانومتر	ضخامت لایه روانکار در سرعت برشی ۲ متر بر ثانیه و دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد
۳۰٪ ضخامت بیشتر	۴۰ نانومتر	۵۲ نانومتر	ضخامت لایه روانکار در سرعت برشی ۲ متر بر ثانیه و دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد

مشابه مشخص شده است، ضخامت فیلم لایه نازک ایجاد شده توسط مونو آلکیل نفتالن بیشتر از پلی‌ال استرها می‌باشد. در مقایسه میان آلکیل نفتالن‌ها نیز پلی‌ال آلکیل نفتالن‌ها ضخامت فیلم روانکاری بیشتری نسبت به دی‌الکیل نفتالن‌ها و مونو آلکیل نفتالن‌ها ایجاد می‌نمایند.

### مقایسه ضخامت فیلم روانکاری مونو آلکیل بنزن و پلی‌ال استر

پلی‌ال استرها نسبت به روغن پایه‌های معدنی ضخامت فیلم روانکاری بیشتری دارند. در جدول فوق مقایسه ضخامت لایه روانکار دو نوع روغن پایه با گرانی‌های یکسان و در شرایط عملیاتی

# روغن پایه‌های آلکیل نفتالن

Alkylated Naphthalenes

مشخصه اندازه گیری شده	پلی آلکیل بنزن	دی آلکیل بنزن
ضخامت لایه روانکار در سرعت برشی ۲ متر بر ثانیه و دمای ۴۵ درجه سانتی گراد	۱۰۰۰ نانو متر	۸۰۰ نانو متر
ضخامت لایه روانکار در سرعت برشی ۲ متر بر ثانیه و دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد	۲۲۵ نانو متر	۲۰۰ نانو متر

خواص ذاتی ضدسایش و همچنین قابلیت پمپ شدن در دماهایی پایین تر از روانکارهای معدنی را دارا هستند.

۲- روغن دنده‌های ساخته شده با این نوع روغن پایه ها، فشارپذیری مناسب تر و سیالیت در سرمای بهتری نسبت به روغن دنده‌های معمول دارد. این مزایا باعث افزایش طول عمر دنده ها شده و حتی باعث کاهش مصرف انرژی خواهد شد.

۳- گریس‌های سنتزی ساخته شده با آلکیل نفتالن ها مقاومت در برابر زنگ زدگی بهتر، چسبندگی بیشتر در دماهای بالا، توزیع و پخش شونده‌گی بهتر در دماهای پایین را دارا هستند.

۴- روغن موتور های ساخته شده با این نوع روغن پایه ها به دلیل مباحث اقتصادی به صرفه نیستند و از این نوع روغن پایه ها در تولید روغن های نیمه سنتزی استفاده می شود. بر اساس آزمون های انجام شده در شرکت Exxon Mobil، روغن موتور Mobil1 ساخته شده با استفاده از روغن پایه گروه II و آلکیل نفتالن ها، پایداری اکسیداسیون بهتر، تغییرات کمتر گرانی و همینطور عدد اسیدی پایین تر، سیالیت در سرمای بهتر را به همراه خواهد داشت.

علاوه بر موارد فوق می توان به توانایی مناسب در متورم نمودن آب بندها، عدم ایجاد pitting به دلیل نداشتن گروه های عاملی مهاجم و جداسازی هوای خوب اشاره کرد.

## ویژگی منفی روغن پایه های آلکیل نفتالن:

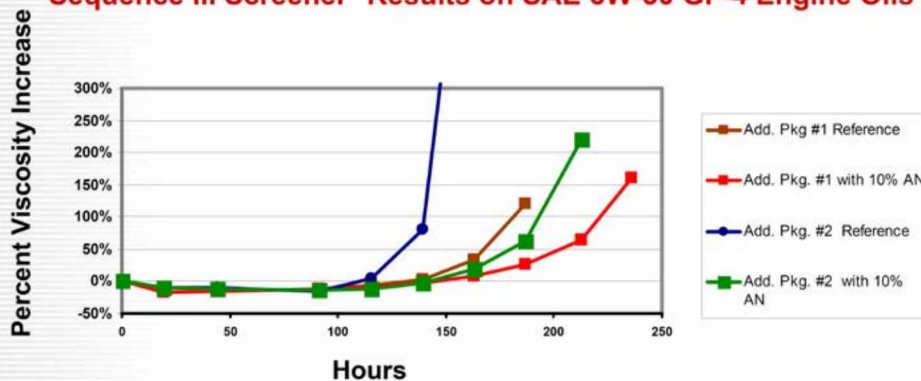
قیمت بالا: این نوع روغن پایه ها در قیاس با سایر روغن پایه ها دارای قیمت بالاتری هستند. این موضوع باعث شده استفاده از این نوع روغن پایه ها در مصارف خاص انجام گیرد و در کاربردهای معمول به عنوان روغن پایه کمی مورد استفاده قرار گیرد.

## کاربردهای آلکیل نفتالن ها در روانکاری:

این نوع روغن پایه ها در تولید انواع روانکارهای هیدرولیک، دنده، موتور و گریس ها قابل استفاده هستند. همچنین این مواد در ساخت گروهی از ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش (PPD) و به عنوان حد واسط در تولید مواد ضد خوردگی استفاده می شوند. ۱- روغن های هیدرولیک ساخته شده با این گروه از روغن پایه ها،

## AN Oxidation Resistance in SAE 5W-30 Engine Oils

### Sequence III Screener\* Results on SAE 5W-30 GF-4 Engine Oils



**AN improves oxidation stability in market-general GF-4 engine oils formulated with Group II basestocks**

\*ExxonMobil oxidation screening test

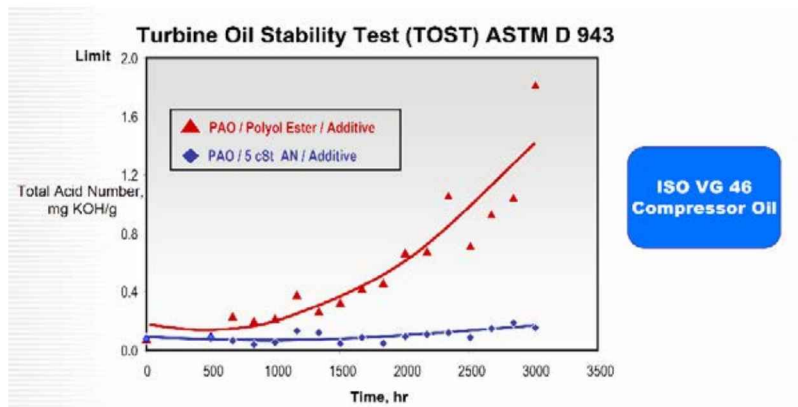


# روغن پایه‌های آلکیل نفتالن

Alkylated Naphthalenes

در تولید روغن های توربین و کمپرسور علاوه بر مزایای دیگر باعث افزایش ثبات در عدد اسیدی کل خواهد شد. میزان عدد اسیدی از مهمترین ویژگی های روغن های مذکور می باشد.

۵- روغن کمپرسور و توربین های ساخته شده با این نوع روغن پایه‌ها: یکی از مهمترین ویژگی های روغن های مذکور پایداری میزان عدد اسیدی کل می باشد. استفاده از آلکیل نفتالن به جای استرها



سایر روغن پایه‌های سنتزی مزیت‌های فراوانی از جمله پایداری حرارتی بهتر نسبت به پلی ال استرها، سیالیت در سرمای عالی بهتر از استرها و در حد پلی آلفا اولفین‌ها، پایداری هیدرولیتیکی عالی و مقاومت در برابر تبخیر بسیار خوب دارند. این ویژگیها سبب شده است که روغن پایه‌های آلکیل نفتالن یکی از گزینه‌های مهم در تولید روانکارهای با کیفیت باشند. علی‌رغم مزایای فراوان، به دلیل قیمت بالای این نوع روغن پایه‌ها، استفاده از آنها تنها در ساخت روغن‌های خاص و ویژه توصیه می‌گردد. در اینگونه موارد مشاوره با کارشناسان مجرب در زمینه روغن‌های سنتزی می‌تواند در تصمیم‌گیری بسیار مفید و موثر باشد.

۶- تولید ترکیبات ضد خوردگی: از واکنش میان نمک‌های دی نونیل نفتالن و سولفونات‌ها ترکیبات ضد خوردگی بسیار با کیفیتی حاصل می‌شود و به منظور تولید ترکیبات ضد خوردگی بدون خاکستر هم به جای سولفونات‌ها از آمینو اسیدها استفاده می‌شود. علاوه بر موارد فوق، تولید روغن‌های انتقال حرارت با قابلیت کارکرد در دمای بالا و روغن پمپ‌های خلاء با استفاده از این نوع روغن پایه، امکان‌پذیر است

## جمع بندی

با توجه به موارد ذکر شده در بالا، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که آلکیل نفتالن‌ها به دلیل ساختار شیمیایی خود در مقایسه با

# بررسی کف و پراکنندگی هوا در روغن دنده‌های صنعتی

Foaming and air dispersions in industrial gear oils

پریسا احمدی | کارشناس تحقیق و توسعه

## پیش‌گفتار:

در مقاله افزودنی کف زدا در روانکار در فصلنامه شماره ۳، پدیده‌ی کف و علل ایجاد آن و همچنین عواقب و مشکلاتی که به واسطه‌ی وجود کف در سیستم ایجاد می‌شود، به تفصیل مورد بحث قرار گرفت. لذا در این مقاله سعی می‌گردد ضمن مقایسه و بیان تفاوت‌های بین دو پدیده‌ی کف و آزادسازی هوا، روش‌های استاندارد برای اندازه‌گیری این موارد و اهمیت این آزمون‌ها در مورد روغن دنده‌های صنعتی توضیح داده شود زیرا بسیاری از مصرف‌کنندگان به دلیل بی‌اطلاعی از اختلاف این دو پدیده، دچار مشکل در پایش وضعیت روغن‌ها می‌شوند. بنابراین راجع به این دو تعریف و تفاوت‌های آنها اشاره‌ای گذرا خواهیم داشت. روانکارها کاملاً عاری از هوا نیستند. هنگام نگهداری در بشکه‌ها و همچنین در حال عملکرد، روغن‌ها دائماً در فرایند تبدیلی با هوا هستند. حتی اگر روغن بدون حباب‌های هوا باشد، نسبتی از هوای حل شده را خواهد داشت. این موضوع در درجه اول به حلالیت گاز بستگی دارد، ولی دما و فشار نیز تاثیر دارند. برخی از روغن‌های معدنی می‌توانند حدود ۹ تا ۱۱ درصد حجمی هوا را در دمای محیط و فشار اتمسفری در خود نگه دارند. تا زمانیکه هوا به صورت حل شده در روغن باقی می‌ماند، مشکلی ایجاد نخواهد کرد.

حباب‌های آزاد شده در روغن که معمولاً به دلیل تلاطم ناشی از حرکت قطعات متحرک و یا برگشت روغن از مخزن به سیستم به وجود می‌آید، می‌تواند در عملکرد صحیح روانکار اختلال کلی ایجاد نماید؛ از جمله کاهش سرعت خنک شدن روغن و در نتیجه افزایش سرعت اکسیداسیون که منجر به کاهش عمر مفید روغن

می‌شود. کاهش تحمل فشار لایه روانکار؛ کاهش قابلیت پمپاژ روغن و بالاخره کاویتاسیون از دیگر اثرات منفی وجود کف در روغن است.

## کف و آزادسازی هوا:

روغن در حال برگشت به مخزن، زمان کافی برای جداسازی هوا به شکل حباب‌های هوا را دارد. عوامل تاثیرگذار بر روی سرعتی که در آن حباب‌های هوا از روغن جدا شده و به سطح می‌آیند شامل اندازه حباب‌ها، گرانشی روغن و دمای روغن می‌باشند. میزان افزودنی‌های متفرق‌کننده، دانسیته روغن و هر ناخالصی دیگری نیز در این امر نقش دارد.

وقتی حباب‌های هوا به سطح می‌رسند، کف سطحی تشکیل می‌شود. بنابراین کف شامل یک سری از حباب‌های هواست که هر کدام با لایه‌ای از روغن محاصره و پوشیده شده‌اند. به دلیل کشش سطحی روغن، این لایه روغن می‌تواند سریع‌تر یا کندتر ترکیده شود. مدت زمانی که برای ترکیدن حباب‌های بالا آمده لازم است تا به طور کامل از روغن جدا شود، کاملاً بستگی به گرانشی روغن و دما دارد، ولی میزان مواد قطبی، ناخالصی‌ها و افزودنی‌های خاص نیز تاثیر گذارند.

همانطور که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌کنید، آزادسازی هوا با اضافه کردن افزودنی‌ها بهتر خواهد شد. ولی کف با استفاده از افزودنی‌های کف زدا بهبود می‌یابد. بسیاری از افزودنی‌های کف زدا منجر به تخریب قابل توجهی از توانایی آزادسازی هوا خواهند شد.

هوای حل شده (محلول)	هوای حل نشده
محلول در ساختار مولکولی (روغن پایه‌های معدنی = تقریباً ۹٪)	در ساختار مولکولی حل نشده است.
هیچ هوای آزاد و حبابی وجود ندارد.	حضور هوای آزاد و حباب‌های هوا (حباب‌های هوا به دام افتاده در درون روغن یا سطح روغن مانند کف)
دلایل	
واکنش دائم با هوای محیط از طریق نفوذ؛ حجم هوا بستگی به دما و فشار دارد.	اصولاً از طریق به دام افتادن حباب‌های هوا ایجاد می‌شود. مانند: غوطه‌ور شدن قطعات ماشین، بازگشت روغن به مخزن، مکش حباب‌های هوا و ...
عواقب و نتایج	
عدم بروز مشکل	بروز مشکل
تغییرات دما و فشار می‌تواند باعث تبدیل هوای محلول به حباب‌های آزاد هوا شود.	افزایش شدید تراکم پذیری، تاثیر بر روانکاری و خنک‌سازی، افزایش اکسایش روغن، کاویتاسیون، میکروودیزلینگ و ...

جدول ۱. مقایسه هوای محلول و آزاد

# بررسی کف و پراکندگی هوا در روغن دنده‌های صنعتی

Foaming and air dispersion in industrial gear oils

## دلایل عملی:

دلایلی که باعث تشکیل کف در دنده‌ها است به دو دسته تقسیم می‌شود:

۱. انتقال ۲. روانکاری. اگر روانکار با روانکاری دیگر یا با آلودگی‌هایی مثل گرد و غبار و آب مخلوط شود، پدیده کف همراه با کاهش کیفیت روغن رخ می‌دهد که به نوبه خود منجر به تشکیل محصولات قطبی بیشتر و افزایش گرانروی می‌شود. در این حالت

جداشدن مواد افزودنی ضد کف توسط فیلترها محتمل تر خواهد بود. کوتاه بودن مدت زمان ماند روغن در مخزن انتقال و یا زیاد بودن سطح روغن در مخزن نیز می‌تواند از عوامل موثر باشد. در عمل، ترکیبی از عوامل متعددی را می‌بینیم که می‌تواند در ایجاد کف موثر باشد در حالیکه هریک از این عوامل به تنهایی مشکلی ایجاد نخواهد کرد، این موضوع باعث ایجاد مشکل در شناسایی دلایل خواهد شد.

کف	هوا دهی (آزادسازی هوا)
با چه سرعتی حباب‌های بالا آمده، می‌ترکند؟	با چه سرعتی حباب‌های هوا به سطح میرسند؟
حباب‌های بالا آمده به منظور جلوگیری از تشکیل کف پایدار باید به سرعت از بین بروند.	زمان اقامت در مخزن باید بیشتر از زمان آزادسازی هوا باشد تا از دوباره وارد شدن حباب‌های هوا جلوگیری شود.
حباب‌های کوچک قبل از ترکیدن، حباب‌های بزرگ تولید می‌کنند.	حباب‌های بزرگ سریعتر از حباب‌های کوچک به سطح می‌رسند. (بالا می‌آیند)
روغن‌های ویسکوزتر، پایداری فوم بالاتری را نشان می‌دهند.	در روغن‌های با گرانروی بیشتر، حباب‌های هوا کندتر به سمت بالا حرکت می‌کنند. (به سطح می‌رسند)
مشکل کف با افزودنی ضد کف بهبود می‌یابد.	هوادهی با افزودنی‌ها بهبود نمی‌یابد.
کف سطحی، ظرفیت خنک‌سازی را کاهش میدهد و فرایند اکسایش روغن را تشدید می‌کند.	ورود هوا در روغن، کاویتاسیون را تشدید می‌کند.
یک امولسیون هوا-روغن روی تمام حجم روغن پخش می‌شود که باعث بروز مشکلات جدی در روانکاری یا تاقان‌های ساده یا سیستم‌های هیدرولیک می‌شود؛ مانند کاهش ظرفیت، روانکاری محدود و خنک‌سازی، کاهش عمر روغن، کاویتاسیون، میکروپزلینگ و ...	

جدول ۲. شاخص‌های کف و آزادسازی هوا

## استانداردهای آزمون آزادسازی هوا:

روش‌های متعددی برای اندازه‌گیری هوادهی وجود دارد مانند: ASTM D3427, ISO 9120 و IP 313. تمام اینها از روش آزمون کلی یکسانی استفاده می‌کنند. هوا به درون نمونه روغن به وسیله یک شیر ۳ (دریچه) با دما و فشار دقیق دمیده می‌شود. آزاد شدن حباب‌های هوای پخش شده، تا زمانی که حجم ثابت بماند ثبت می‌شود. هوادهی به صورت تعداد دقیقی که برای آزادسازی حباب‌های هوای پخش شده در روغن تا ۰/۲ درصد حجمی نیاز است، مشخص می‌شود.

هوادهی برای بسیاری از کاربردها یک مشخصه مهم است. به عنوان مثال، حداقل شرایط لازم هوادهی در استانداردهای روغن‌های هیدرولیک و روغن‌های توربین جدید وجود دارد. کمتری از هوادهی نسبت به حداقل مقادیر ذکر شده در جدول ۳ را دارند. هوادهی همچنین یک مشخصه کلیدی برای مانیتور کردن شرایط سیالات در حال کار می‌باشد. برای روانکارهای با گرانروی بالا، هوادهی در دماهای بالاتر (مثلاً ۷۵ درجه سانتیگراد) اندازه‌گیری می‌شود.

# بررسی کف و پراکندگی هوا در روغن دنده‌های صنعتی

Foaming and air dispersions in industrial gear oils

ISO VG/Type	32	46	68	100	(150)	(>320)
Turbine Oil DIN 51515, ISO 8068	5	5	6	-	-	-
Hydraulic Fluid (HLP/HM) DIN 51524/2, ISO 11158	5	10	13	21	32	-
Lube Oil (CLP/CKC) DIN 51517/3, ISO 12925/1	-	-	-	-	-	-

جدول ۳. حداقل الزامات آزادسازی هوا بر طبق چندین استاندارد جهانی

## استانداردهای آزمون کف:

همانطور که در مقاله‌های پیشین اشاره شد، روش اندازه‌گیری کف (ASTM D892 (ISO 6247 or IP 146 می‌باشد.

باید به این نکته مهم توجه داشت که نتایج حاصل از این آزمون بر روی روغن‌های با گرانیروی بالا نظیر روغن دنده در مقایسه با روغن‌های هیدرولیک و توربین متفاوت خواهد بود؛ زیرا مقدار هوایی که به درون روغن پمپ می‌شود بستگی به گرانیروی دارد. هرچه گرانیروی بالاتر باشد، میزان هوای پمپ شده به داخل روغن به دلیل فشار بیشتر وارده به منبع تولید هوا، کمتر خواهد بود. در نتیجه مقایسه نتایج

یک روغن با گرانیروی کم با یک روغن با گرانیروی بالا منطقی نیست.

همانطور که میدانید این آزمون در طی سه مرحله<sup>۴</sup> و در دو حمام با دماهای ۲۴ و ۹۳/۵ درجه سانتیگراد انجام می‌شود. روش آزمون ASTM D6082 مشابه روش آزمون کف ASTM D892 می‌باشد با این تفاوت که اندازه‌گیری میزان کف در حمامی با دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد نیز انجام می‌گیرد که به عنوان Sequence IV گزارش می‌شود. در واقع این آزمون در دمای بالا (۱۵۰ درجه سانتیگراد) و مناسب برای سیالاتی است که شرایط کارکرد آنها در دماهای بسیار بالا می‌باشد.

# بررسی کف و پراکندگی هوا در روغن دنده‌های صنعتی

Foaming and air dispersion in industrial gear oils

ISO VG/Type		32	46	68	100	(150)	(>320)
Turbine Oil DIN 51515, ISO 8068	I	450/0					
	II	50/0				-	-
	III	450/0					
Hydraulic Fluid (HLP/HM) DIN 51524/2, ISO 11158	I	150/0					
	II	75/0					-
	III	150/0					
Industrial Gear Oil (CLP/CKC) DIN 51517/3, ISO 12925/1	I	100/0 (100/10)					150/60
	II	100/0 (100/10)					
	III	100/0 (100/10)					

جدول ۴. الزامات آزمون کف

## استاندارد فلندر ۵:

اندازه گیری شاخص کف طبق روش فلندر در ISO/DIS 12152 استاندارد می شود. در این روش، یک جفت دنده ساده با محور افقی در دور ۱۴۵۰ در دقیقه (rpm) می چرخد. روانکار در دستگاه پر می شود بطوریکه دنده ها تا نیمه پوشیده شوند. با چرخش دنده ها بمدت ۵ دقیقه؛ هوا به درون روغن وارد شده و با آن مخلوط می شود در حقیقت دنده ها با چرخش خود مانند یک همزن مکانیکی عمل می نمایند.

بعد از ۹۰ دقیقه، هر تغییری در فاز روغن، پخش روغن و حجم کف ثبت می شوند. درصد افزایش حجم روغن یک دقیقه بعد از قطع دستگاه و درصد افزایش پس از پنج دقیقه بعد از قطع دستگاه، دو مقدار مهم در ارزیابی و سنجش آزمون هستند. برای درصد افزایش حجم روغن یک دقیقه بعد از قطع دستگاه،

دسته بندی ذیل باید استفاده شود:

همانطور که در جدول شماره ۵ مشهود است، میزان حداکثر ۱۵ درصد افزایش در حجم روغن پس از گذشت یک دقیقه از قطع کردن دستگاه نشان دهنده اطمینان از تامین نیازهای استاندارد است. در حقیقت این ارزیابی فقط برای تجهیزات و روش استاندارد آزمون، معتبر می باشد. این حد بر پایه تجارب زیمنس (فلندر) در برآوردن الزامات جعبه دنده های فلندر است.

حد قابل قبول برای این آزمون حداکثر ۱۰ درصد افزایش حجم روغن پس از پنج دقیقه از زمان قطع دستگاه است. این حد توسط سازندگان معتبر پمپ های روغن به منظور جلوگیری از کاویتاسیون، مورد نیاز است.

لازم به ذکر است امکان انجام این آزمون در ایران فراهم نمی باشد.

# بررسی کف و پراکنندگی هوا در روغن دنده‌های صنعتی

Foaming and air dispersions in industrial gear oils

Up to 5%	Good foaming characteristics
Up to 10%	Satisfactory foaming characteristics
Up to 15%	Still acceptable foaming characteristics
Above 15%	Unacceptable foaming characteristics

جدول ۵. مقادیر قابل قبول نتایج آزمون فلندر



شکل ۲. آزمون کف



شکل ۱. آزمون فلندر

## جمع بندی

یکی از مشکلات جدی که در عملکرد دنده‌های صنعتی خلل ایجاد می‌کند مشکل کف یا حباب‌های پخش شده هوا می‌باشد. کف بالا منجر به خسارات ایمنی و محیط زیستی فراوان و غیر قابل جبرانی خواهد شد. همان‌طور که در دو مقاله پیشین (روغن‌های توربین و مواد افزودنی کف زدا) به تفصیل اشاره شد، استفاده از ضد کف‌های تولیدی شرکت‌های معتبر دنیا، می‌تواند در به حداقل رساندن مشکلات مربوط به کف تاثیر بسزایی داشته باشد. همچنین با توجه

به تفاوت دو پدیده کف و آزادسازی هوا، استفاده از روغن پایه‌های گروه ۳ و با کیفیت در مشخصه آزادسازی هوا نقش بسیار کلیدی و مهمی دارد زیرا پدیده حبس هوا صرفاً ناشی از ترکیب شیمیایی روانکار اعم از نوع روغن پایه و مواد افزودنی مصرفی می‌باشد و حتی استفاده از مواد افزودنی ضد کف در بسیاری از مواقع می‌تواند بر آزادسازی هوا از روغن تاثیر عکس بگذارد. بنابراین رفع این مشکل تنها به عهده تولیدکننده روانکار است که باید با آگاهی از مواد اولیه مصرفی بتواند احتمال بروز این مشکل را کاهش دهد.

- 1- Foam
- 2- Air Release
- 3- Valve
- 4- Sequence
- 5- Flender

# تفاوت گوگرد فعال و غیر فعال در روانکارهای مختلف

Difference between active and inactive sulfur in lubricants

سمیرا جوادیان فرد | کارشناس مهندسی فروش

## پیش گفتار

همان طور که در مقاله مواد افزودنی فشار پذیر، ضدسایش و بهبود دهنده های اصطکاک در فصلنامه تابستان ۱۳۹۳ گفته شد هنگامی که دو قطعه فلز تحت تنش شدید و یا فشار بسیار زیاد در تماس با یکدیگر قرار دارند، استفاده از روانکارهای دارای افزودنی های فشارپذیر<sup>۱</sup> اهمیت می یابد. گوگرد یکی از عناصر اصلی در مواد افزودنی فشار پذیر برای محافظت از سطح فلز محسوب می شود. گوگرد به دو صورت در روانکار مورد استفاده قرار می گیرد: گوگرد فعال و گوگرد غیر فعال. با توجه به سوالاتی که برخی از مشتریان محترم در خصوص تفاوت گوگرد فعال<sup>۲</sup> و غیر فعال داشتند بر آن شدیم تا این مقاله را با هدف مشخص نمودن تفاوت ها و ویژگی های این دو نوع ترکیب تهیه نماییم.

نوع استیل؛ لایه سولفید آهن از تماس دو سطح فلز و در نتیجه ساییدگی سطح آنها جلوگیری می نماید.

## تفاوت گوگرد فعال و غیر فعال:

تفاوت اساسی این دو نوع ترکیب در واکنش پذیری آنها در دماهای مختلف است. به این صورت که گوگرد فعال در دماهای پایین نیز با فلز واکنش می دهد ولی گوگرد غیر فعال تنها در دماهای بالا با فلز وارد واکنش می شود. اگرچه گوگرد فعال دارای مزایایی از جمله واکنش پذیری بالاتر و در نتیجه حفاظت بالاتر در برابر سایش به خصوص در دماهای پایین است، اما این ماده خوردنگی بالایی به خصوص برای فلزات زرد (چدن، برنز، ...) داشته و در نتیجه در حضور این فلزات نباید از ترکیبات گوگرد فعال استفاده شود.

گوگرد به شکل های مختلف در روانکارها موجود می باشد. در طول فرایند پالایش روغن پایه، ترکیبات اورگانوسولفور در روغن پایه ها موجود هستند در مقابل در فرایند هیدروکریکنگ مقدار گوگرد را به حداقل و حتی مرز صفر می رساند لازم به ذکر است ترکیبات اورگانوسولفور در روغن پایه ها نقش مواد افزودنی فشار پذیر را برعهده ندارند. به طور مشابه در روغن پایه های سنتزی ترکیبات گوگرد وجود ندارند. اما برخی از مواد افزودنی حاوی گوگرد می باشند. انواع گوگرد در جدول شماره ۱ قابل رؤیت است:

## نقش گوگرد در محافظت از سطح فلز:

گوگرد در بیشتر روغن های فشار پذیر و سیالات فلز کاری<sup>۳</sup> به عنوان افزودنی فشارپذیر مورد استفاده قرار می گیرد. همان طور که در صفحه ۱۲ از فصلنامه تابستان ۱۳۹۳ در خصوص مواد افزودنی فشار پذیر (EP) بحث شد، گوگرد همانند دیگر افزودنی های فشارپذیر با افزایش دما از طریق تشکیل لایه سولفید-فلز، از سطح فلز محافظت می کند. برای مثال در دنده هایی از

Chemical State	Chemical composition	Example	Activity
Sulfide	S <sup>-2</sup>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> SH	Active (moderate Temperature)
Sulfide	S <sup>-2</sup>	EP Sulfur-phosphorus Additives	Active (High Temperature)
Element	S <sup>0</sup>	S <sub>8</sub>	Active (moderate Temperature)
Sulfate	(SO <sub>4</sub> ) <sup>-2</sup>	Alkyl or Aryl -SO <sub>4</sub> /Detergents	Inactive

جدول شماره ۱

درجه سانتی گراد می باشند. این ترکیبات در آزمون خوردگی نوار مس هیچ لکه ای بر نوار مس باقی نمی گذارند.

## افزودنی های فشارپذیر گوگرد - فسفر:

معمولاً دارای دمای تجزیه ای ۲۵۰ تا ۲۷۰ درجه سانتی گراد می باشند و این ترکیبات نیز آزمون خوردگی نوار مس را می گذرانند. ترکیبات گوگرد موجود در روغن پایه های تصفیه شده با حلال که معمولاً به صورت سولفید هستند از لحاظ شیمیایی پایدار هستند. هم ترکیبات گوگرد موجود در روغن پایه و هم

در توضیح جدول شماره ۱ می توان گفت سولفیدها و سولفور فلزی شکل احیا شده گوگرد هستند و به راحتی در حضور دمای کافی تشکیل سولفید فلزی می دهند. سولفات ها شکل اکسید شده گوگرد هستند و فعالیت کمتری جهت تشکیل سولفید فلزی دارند.

## انواع ترکیبات حاوی گوگرد در روانکارها:

### اسیدهای چرب سولفور شده:

از واکنش شیمیایی گوگرد با اسیدهای چرب بلند زنجیر تولید می شوند. دمای تجزیه این ترکیبات از عنصر گوگرد در حدود ۲۶۵

# تفاوت گوگرد فعال و غیر فعال در روانکارهای مختلف

Difference between active and inactive sulfur in lubricants

## فلزات زرد چیست؟

فلزات زرد، همانطور که از اسمشان معلوم است زرد رنگ هستند. آنها آلیاژهایی هستند که حاوی مس می باشند. در تعریف استاندارد به آلیاژ برنجی که حاوی حدود ۶۰٪ مس و ۴۰٪ روی باشد، فلز زرد گفته میشود، همچنین برنز یک نوع دیگر فلز زرد می باشد. از این فلزات قرن هاست که به شکل چرخ دنده و قطعات دیگر ماشین آلات ساده استفاده شده است. سوالی که پیش می آید این است که چرا علی رغم تمام خطرات مرتبط با حملات شیمیایی به فلزات زرد، بازهم در وهله اول چرخ دنده ها را با استفاده از این فلزات می سازند؟ برنج و برنز در ماشین آلات در اشکال مختلفی وجود دارند در عین اینکه دارای استحکام و سختی خوبی هستند. آنها به کاهش هزینه های اقتصادی کمک می کنند. و با در نظر گرفتن هزینه های ماشین آلات و هزینه های مواد اولیه، این نتیجه حاصل می گردد که فلزات زرد نسبت به فولاد بسیار مقرون بصره می باشند.

نگذارد (ASTM D130). واکنش گوگرد با مس تا تشکیل سولفید مس ادامه می یابد. لازم به ذکر است این آزمون جهت تعیین میزان گوگرد موجود در روغن های فلزکاری کاربرد دارد و جهت تعیین گوگرد فعال موجود در افزودنی های EP که در دماهای بالا فعال می شوند، مناسب نیست.

## آزمون قابلیت ذخیره مواد افزودنی فشار پذیر<sup>۵</sup>

این آزمون، آزمونی غیراستاندارد است که توسط شرکت های روانکار جهت تعیین عملکرد روغن دنده های صنعتی مورد استفاده قرار می گیرد در این آزمون توانایی تحمل بار روانکار بر زمان، بر پایه توانایی افزودنی فشارپذیر در جلوگیری از اکسیداسیون اندازه گیری می گردد. در ابتدا، کل غلظت عنصر شاخص در ماده افزودنی فشار پذیر - که در اینجا فسفر است - اندازه گیری می شود. سپس آزمون اکسیداسیون با روش US Steel S-200 انجام می گردد. پس از انجام آزمون اکسیداسیون، میزان فسفر، مجدداً اندازه گیری می شود، بر طبق نظر تولیدکنندگان روانکارها، وجود مقادیر بیشتر فسفر در آخر آزمون نشان دهنده قابلیت بالاتر ذخیره مواد افزودنی EP است. پایداری اکسیداسیون یکی از مهمترین ویژگی های هر یک از ترکیبات روانکارهاست.

افزودنی های فشار پذیر هر دو تحت آزمون خوردگی مس غیر فعال هستند. این در حالی است که تحت شرایط دمایی بالاتر و در روانکاری لایه مرزی اسیدهای چرب سولفور شده و افزودنی های فشارپذیر حاوی گوگرد - فسفر، هر دو تجزیه شده و با سطح فلز تشکیل لایه فلز-سولفید می دهند. در این شرایط هر دوی ترکیبات فعال هستند.

## روغن های معدنی سولفور شده:

از حل کردن عنصر گوگرد در روغن در گرما تولید می شود. این نوع از گوگرد به دلیل پیوند ضعیف S-S فعالترین نوع گوگرد است. این نوع مواد؛ آزمون خوردگی نوار مس را نمی گذرانند و با فلزات زرد<sup>۴</sup> وارد واکنش شیمیایی می شوند.

در مجموع می توان به این جمع بندی رسید که گوگرد فعال تحت هر شرایطی و بدون نیاز به دمای بالا با سطح فلز واکنش می دهد که همین امر باعث خوردنده بودن این ترکیب می شود، ولی در مواد افزودنی فشارپذیر، کارکرد گوگرد به نحوی مدیریت می شود تا در عین حال که برای محافظت از سطح فلز، لایه سولفید-فلز تشکیل می دهد ولی برای فلز هم خوردگی ایجاد نکند. فعال بودن و یا غیرفعال بودن گوگرد به واکنش پذیری شیمیایی ترکیبات و شرایط انجام آزمون جهت دسته بندی افزودنی ها بستگی دارد. در ادامه به بحث در مورد انواع آزمون های اندازه گیری گوگرد فعال و مواد افزودنی EP می پردازیم.

## آزمون های اندازه گیری گوگرد فعال و مواد افزودنی EP:

اکثر آزمون های تجزیه ای خصوصیات شیمیایی و فیزیکی روانکار و یا خصوصیات کلی نظیر ساختار شیمیایی عناصر را تعیین می کنند. برای مثال شیمیدان های تجزیه از ۱۷ روش آزمون ASTM جهت تعیین میزان گوگرد کلی در سوخت و روانکار استفاده می کنند. با این حال تعداد نسبتاً کمی از آزمون ها مستقیماً غلظت افزودنی های مشخصی را اندازه گیری می کنند و تغییرات این مواد را با گذشت زمان مورد بررسی قرار می دهند.

## اندازه گیری مستقیم گوگرد فعال:

استاندارد ASTM D 1662 جهت تعیین مقدار گوگرد فعال در روانکار به کار می رود، به این صورت که با اندازه گیری گوگرد کلی، قبل و بعد از واکنش گوگرد با فلز مس، مقدار گوگرد فعال به دست می آید. نمونه با پودر مس اضافی در دمای ۱۵۰ درجه سانتی گراد واکنش می دهد تا زمانی که هیچ اثری بر نوار مس



# تفاوت گوگرد فعال و غیر فعال در روانکارهای مختلف

Difference between active and inactive sulfur in lubricants

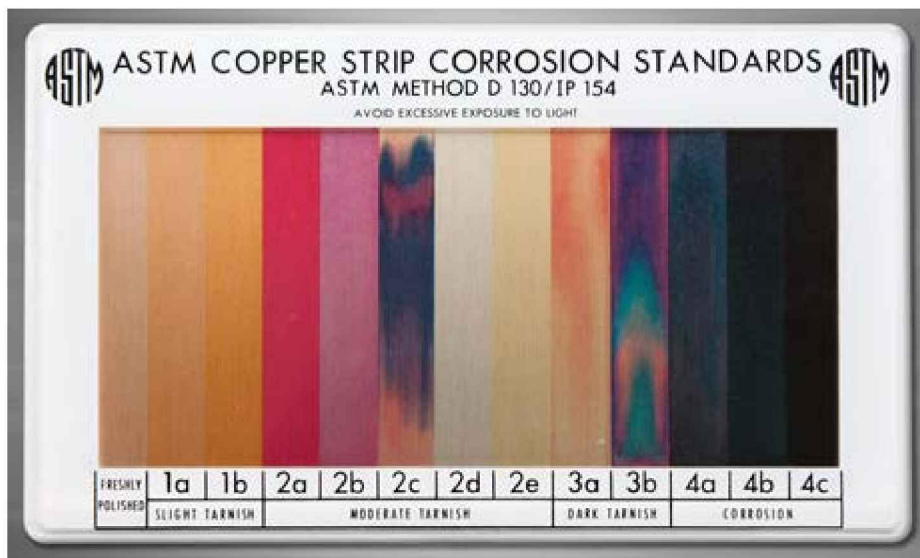
همچنین توجه به این نکته الزامی است که خوردگی نوار مس به معنای تاثیر گذار بودن مواد افزودنی فشار پذیر نمی باشد زیرا همان طور که گفته شد، گوگرد موجود در مواد افزودنی فشار پذیر تاثیری بر روی نوار مس در این تست ندارد.

همچنین از این آزمون می توان جهت تعیین نوع گوگرد استفاده شده در روغن حاوی افزودنی EP استفاده کرد. در این آزمون، یک نوار مسی در سیال مورد آزمایش در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد و مجدداً ۱۰۰ درجه سانتی گراد مورد آزمون قرار می گیرد. پس از هر آزمون نوار از دستگاه خارج شده و زنگ زدگی مس مورد بررسی قرار می گیرد. محدوده نتایج از بدون رنگ (1a) تا رنگ خیلی سیاه (4c) است. اگر نتایج به دست آمده در ناحیه 1b تا 2a باشند، فلزات زرد موجود در قطعات گیربکس می توانند در معرض خطر حمله شیمیایی قرار داشته باشند.

نبود عنصر فسفر در روانکار بعد از آزمون اکسیداسیون نشان دهنده مصرف کامل ادتیو است که نشان دهنده ضعیف بودن ادتیو می باشد، اگرچه حضور عنصر فسفر در انتهای تست نیز نمی تواند وجود عامل فشار پذیر موثر را اثبات نماید. آزمون های دیگر نظیر اسپکتروسکوپی مادون قرمز - تبدیل فوریه (FTIR) و رزونانس مغناطیسی هسته فسفر-۳۱ (NMR) روشهای دیگر جهت اندازه گیری مستقیم به کار می رود.

## آزمون خوردگی نوار مس<sup>۶</sup>:

آزمون خوردگی مس (ASTM D130) یک آزمون کیفی است و خوردگی روانکار بر روی عنصر مس را اندازه گیری می نماید. این آزمون زمانی استفاده می شود که در روانکار غیر از مواد افزودنی فشار پذیر، ترکیب دیگری که تاثیری بر خوردگی نوار مس دارد، وجود نداشته باشد.



مشخص کردن تمایلات خوردگی روغن دنده های EP کارنکرده کاربرد دارد. این آزمون نیز همانند آزمون خوردگی نوار مس؛ تعیین کننده مقدار دقیق مواد افزودنی فشار پذیر موثر، نمی باشد. آزمون های چهار گلوله<sup>۸</sup> و اصطکاک و سایش<sup>۹</sup> از دیگر روشهای اندازه گیری غیر مستقیم است. در جدول شماره ۲ انواع آزمون های اندازه گیری مواد افزودنی فشار پذیر قابل رویت می باشد:

## آزمون پایداری حرارتی<sup>۷</sup>:

این آزمون، از آزمون خوردگی به روش ASTM D 130 کمی تر است. در هنگام انجام آزمون، یک بشر از سیال مورد آزمون حاوی میله های مسی و آهنی تا دمای ۱۳۵ درجه سانتی گراد برای مدت ۱۶۸ ساعت حرارت داده می شود. در انتهای آزمون، میله ها با توجه به تغییر رنگ ایجاد شده مورد ارزیابی قرار می گیرند. به علاوه تغییر در گرانیروی روغن، میزان لجن ایجاد شده در روغن و کاهش وزن میله مسی تعیین می شود. این روش بیشتر جهت

# تفاوت گوگرد فعال و غیر فعال در روانکارهای مختلف

Difference between active and inactive sulfur in lubricants

Test	Measure of EP Additive	Method	Scope
Active sulfur in cutting oil	Direct	ASTM D1662	Measures amount of sulfur in a lubricant that react with copper powder at 150
Copper corrosion Test	Indirect	ASTM D130	Measures tendency to tarnish or corrode strip under standard time/temperature
Four-Ball EP Test	Indirect	ASTM D2783	Differentiates among fluids having low, medium and high levels of extreme pressure properties
Fourier Transform Infrared Analysis (FTIR)	Direct	-	Detects individual components in a lube oil, quantitatively or semi quantitatively
Phosphorous-31 NMR (Nuclear Magnetic Resonance)	Direct	Nonstandard Test	Measure chemical environment of 131P Isotope in lube additives and lubricants
Reserve EP Capability Test	Direct	Nonstandard Test	Measure lubricant's load-carrying ability over time
Sequential Four-Ball Test	Indirect	Nonstandard Test Penn state University	Three-step sequence based on four-ball wear test.
Thermal stability Test (Cincinnati Milacron Thermal Stability Test-A)	Indirect	ASTM D2070	Evaluates the thermal stability of lubricant in the presence of copper and steel physical and chemical property changes may effect a lubricating oils performance
Timken OK Load Rating Test	Indirect	ASTM D2782	Determines extreme-pressure properties of fluids

جدول شماره ۲

## نتیجه گیری:

موجود در آنها در دما و شرایط خاص فعال شده و احتمال خوردگی بر قطعات حاوی فلزات زرد در آنها قابل کنترل است. اگر چه آزمون های متعددی جهت تعیین میزان گوگرد موجود در مواد افزودنی فشار پذیر و همچنین تعیین میزان خوردگی آنها تدوین گردیده است اما به دلیل حساسیت موضوع لازم است تا در انتخاب مواد افزودنی فشار پذیر حاوی گوگرد فعال دقت بیشتری به عمل آید و قبل از هرگونه اقدام با کارشناسان منابع تأمین کننده ادتیسو حتماً مشورت گردد.

طبقه بندی عنصر گوگرد به فعال و غیر فعال در مواد افزودنی فشار پذیر و مقایسه ویژگی های آنها با یکدیگر نشان دهنده این است که گوگرد فعال و یا همان گوگرد به صورت آزاد و عنصری که عمدتاً در روانکارهای فلزکاری استفاده می شود علی رغم عملکرد بسیار خوب ؛ به دلیل خوردگی زیاد بر روی قطعات بویژه فلزات زرد می بایست با احتیاط و در نظر گرفتن تمامی جوانب امر مورد استفاده قرار گیرد. ساختار ترکیبات حاوی گوگرد غیر فعال به گونه ای است که گوگرد

- 1- EP additive
- 2- Active Sulfur
- 3- Metal Working Additive
- 4- Yellow Metals
- 5- Reserve EP Capability Test
- 6- Copper Corrosion Test
- 7- Thermal Stability Test
- 8- Four-Ball Test
- 9- Friction and Wear Tests

# اهمیت پایداری هیدرولیتیکی در روغن های هیدرولیک

The Importance of hydrolytic stability in hydraulic oils

پریسا احمدی | کارشناس تحقیق و توسعه



شکل ۱. بطری مورد استفاده در آزمون ASTM D2619

آزمون با افزودن ۷۵ میلی لیتر سیال مورد آزمایش به ۲۵ میلی لیتر آب شروع می شود. بعد از آن یک نوار مسی اضافه میشود. سپس درب بطری بسته شده و تا دمای ۲۰۰ درجه فارنهایت گرم میشود و به مدت ۴۸ ساعت دوران می یابد. در پایان آزمون، نوار مسی مجدداً وزن شده و تفاوت جرم همانند تغییرات مربوط به تیرگی و کدورت، ثبت میشود. (همانطور که در ASTM D13۰ خوردگی فلز مس 1a گزارش میشود). سپس عدد اسیدی سیال مورد آزمایش همراه با میزان قدرت اسیدی آب، اندازه گیری میشود. نتایج، پایداری هیدرولیتیکی سیال را نشان میدهد و اینکه چقدر خوب می تواند در برابر تشکیل اسید که همزمان با هیدرولیز رخ میدهد، مقاومت نماید.

جدول شماره ۱ نتایج آزمون ASTM 2619 بر روی ۴ روغن را نشان میدهد. همانطور که مشهود است مشخصات سیال، اسیدیته و همچنین میزان آسیب به نوار مسی متفاوت است. عوامل متعددی شامل خلوص آب، آلودگی سیال، گرانیروی و مواد افزودنی پکیج بر نتایج آزمون ها تاثیر می گذارند. به عنوان مثال، افزودنی ضد سایش (ZDDP) مستعد هیدرولیز شدن و تولید اسید است. هنگام بررسی نتایج آزمون، کاهش وزن مس

## پیش گفتار:

روغن هیدرولیک را می توان پر مصرف ترین روغن صنعتی نامید، از این رو با توجه به مصرف بالا و کاربردهای متنوع و شرایط کاری گوناگون، این روغن نیز از تنوع بالایی برخوردار است. در واقع روغن هیدرولیک در یک سیستم نقش انتقال دهنده نیرو را بازی می کند و در صورتی که این روغن دچار مشکل شود، این وظیفه به خوبی انجام نشده و سیستم با اختلال یا توقف در کار روبرو می گردد. آنچه در کار کردن با روغن های هیدرولیک باید در نظر داشت این است که روغن های هیدرولیک به شدت به آلودگی هایی که وارد آنها می شوند حساس هستند و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها در اثر آلودگی و ایجاد شرایط سخت کاری برای روغن، دچار مشکل خواهد شد. از آنجایی که آب، دومین عاملی است که بیشترین اثر مخرب را بعد از ذرات آلاینده دارد، بررسی اثرات حضور آب و مشکلات ناشی از آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. لذا در این مقاله سعی می گردد پدیده های منفی ناشی از حضور آب مانند هیدرولیز<sup>۱</sup>، عوامل موثر بر پایداری در برابر واکنش شیمیایی روانکار با آب (پایداری هیدرولیتیکی<sup>۲</sup>) و راهکارهای حذف آلودگی آب به تفصیل توضیح داده شود.

## هیدرولیز:

وجود آب در روغن باعث مشکلاتی مانند زنگ زدگی، کاهش ظرفیت تحمل بار و قدرت فیلم روانکاری روغن و همچنین منجر به تخریب دائم روانکار خواهد شد. مشابه اکسایش، هیدرولیز تجزیه و تخریب مولکول های روغن پایه در نتیجه حضور آب است. نه تنها روغن پایه دستخوش این فرایند میشود بلکه افزودنی ها نیز مستعد این امر هستند.

روغن ها ذاتاً جاذب الرطوبه هستند به این معنا که رطوبت هوا را جذب می کنند. سیالات استری، خصوصاً پلی ال ها و فسفات استرها، به سرعت رطوبت را از محیط اطراف جذب می کنند.

## پایداری هیدرولیتیکی:

هنگامی که یک روانکار با آب آلوده میشود (آلودگی به آب پیدا می کند) این سوال پیش می آید که چقدر سیال در برابر آب پایدار است. توانایی یک روانکار و افزودنی های آن در مقاومت در برابر تجزیه شیمیایی در حضور آب؛ پایداری هیدرولیتیکی روانکار نامیده میشود. استاندارد ASTM برای پایداری هیدرولیتیکی D2619 می باشد که معمولاً به عنوان آزمون بطری نوشابه<sup>۳</sup> گفته می شود، به این دلیل که از یک بطری نوشابه فشاری که درب آن در طول فرایند آزمون بسته است استفاده می شود.

# اهمیت پایداری هیدرولیتیکی در روغن های هیدرولیک

The Importance of hydrolytic stability in hydraulic oils

ماشین است. هنگامیکه گرانیروی کاهش می یابد قابلیت تحمل فشار روغن کم می شود، بدین معنی که با کاهش گرانیروی، ضخامت لایه روغن کاهش یافته و منجر به کارکرد دستگاه در رژیم روانکاری مرزی و در نتیجه سایش بیشتر خواهد شد.

با انجام اقدامات پیشگیرانه و جلوگیری از ورود آب به روغن، می توان فرآیند هیدرولیز را کاهش داد. به عبارت دیگر با دقت در اندازه گیری سیستماتیک و دوره ای میزان آب موجود در روغن و عدد اسیدی همراه با اندازه گیری میزان اسیدهای کربوکسیلیک ایجاد شده در روغن توسط طیف FTIR می توان قبل از بروز اثرات مخرب هیدرولیز از آن جلوگیری نمود.

خشک نگه داشتن روغن سیستم شما را از اثرات جبران ناپذیر این فرآیند شیمیایی در امان نگه می دارد.

به طور کلی ۴ راه برای کاهش آلودگی آب وجود دارد:  
۱. سخت گیری نسبت به ورود آب ۲. تشخیص حضور آب  
۳. آنالیز کردن حالت و غلظت آب ۴. حذف سریع آب

## جمع بندی:

با استناد به موارد مطرح شده می توان گفت که پدیده هیدرولیز در روغن های صنعتی بویژه هیدرولیک از حساسیت زیادی برخوردار است. طبق آخرین آمار، ۵۵٪ از متخصصان روانکاری شاهد اثرات مخرب هیدرولیز در ماشین آلات کارخانه های خود بوده اند.

اما چگونه باید مصرف کننده روغن از کیفیت محصول مصرفی و مقاومت آن در مقابل این پدیده مخرب اطمینان حاصل نماید.

طبیعتاً در درجه اول بایستی اقدامات پیشگیرانه فوق را مد نظر قرار دهد؛ اما مهم تر از آن تولید کننده روغن بایستی با آگاهی کامل از کیفیت روغن پایه و ادتیه های مصرفی، به مصرف کننده اطمینان دهد که حتی در صورت ورود تصادفی آب به سیستم؛ روغن مصرفی قادر است تا حد امکان از خود پایداری هیدرولیتیکی لازم را نشان دهد.

همانطور که در فصلنامه بهار ۹۴ و در مقاله سطوح کارایی روغن های هیدرولیک اشاره شد، اگر چه شاخص پایداری هیدرولیتیکی جزو الزامات سطوح کارایی DIN 51524 و Cincinnati ISO, ASTM D6158, US Military, US Steel

اندازه گیری می شود. با توجه به اینکه فلز روی موجود در ZDDP؛ سطح مس را می پوشاند (اندود می کند)، لازم است تا با یک حلال مناسب (معمولاً هپتان یا تری کلرواتان) شسته شود، پس از آن اندازه دقیق کاهش وزن مس به دست خواهد آمد.

HYDROLYTIC STABILITY	OIL A	OIL B	OIL C	OIL D
Copper Appearance	1A	4C	4B	2C
Copper Weight Loss (mg cm <sup>2</sup> )	0.3	2	12	0.014
Acidity	1.70	160	15	0.9

جدول شماره ۱. نتایج آزمون ASTM D2619

با گذشت زمان، حتی روغن های با مقادیر بسیار بالای پایداری هیدرولیتیکی، شروع به هیدرولیز شدن می کنند. در روانکارها، هیدروکربن های روغن پایه و ترکیبات مواد افزودنی تجزیه می شوند. تجزیه ی این مولکول ها با اضافه کردن آب، منجر به تشکیل ترکیبات جدید در سیال می شود. تغییرات pH نیز به این فرآیند مربوط هستند و می توان روند تغییرات pH را با مانیتور کردن عدد اسیدی روغن دنبال کرد. همان طور که قبلاً اشاره شد، روغن پایه های استری بسیار مستعد هیدرولیز هستند و باید حتماً برای هر گونه علائمی از آغاز فرآیند هیدرولیز، مانیتور شده و با این پدیده با حساسیت بالایی برخورد کرد؛ خصوصاً در تجهیزاتی که احتمال ورود آب به آنها بالاست.

## مشکلات ناشی از هیدرولیز:

هیدرولیز در روانکارها باعث مشکلات متعددی می شود. نه تنها خواص فیزیکی روغن مانند گرانیروی، رنگ و ... را تحت تاثیر قرار می دهد، بلکه می تواند خصوصیات شیمیایی را هم تغییر دهد. یکی از مهمترین اثرات هیدرولیز، تشکیل اسیدها (غالباً کربوکسیلیک اسید) است. این اسیدها اگر چه در مقایسه با سولفوریک اسید ضعیف هستند، ولی می توانند منجر به آسیب رسانی به دستگاه یا ماشین شوند. اینگونه اسیدها را می توان با اسپکتروسکوپی مادون قرمز<sup>۴</sup> و یا روش های معمول آنالیز مورد استفاده در آزمایشگاه، تشخیص داد.

مادامی که فرآیند هیدرولیز ادامه می یابد، گرانیروی روغن افت می کند. این کاهش در گرانیروی، تهدیدی جدی برای سلامت

# اهمیت پایداری هیدرولیتیکی در روغن های هیدرولیک

The Importance of hydrolytic stability in hydraulic oils

فنی آنها این استاندارد ذکر شده است و یا به پایداری در برابر هیدرولیز پکیج اشاره شده است، استفاده نمود. همچنین تولید کننده روغن بایستی دقت نماید که در مدارک فنی پکیج مصرفی، میزان پایداری هیدرولیتیکی به روش ASTM D2619 حتما گزارش شده باشد.

نیست ولی جزو نیازهای اولیه و اساسی سطوح کارائی Denison و General Motors می باشد و مقدار آن برای سطوح HF-0, HF-1, HF-2 Denison یکسان است. بنابراین در دستگاه هایی که استاندارد مشخصی مانند Denison مد نظر است حتما باید از پکیج هایی که در برگه اطلاعات

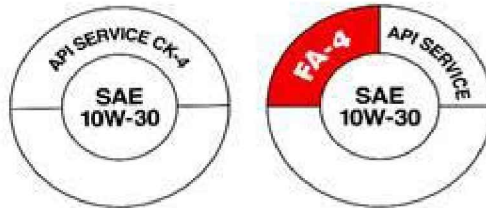
- 
- 1- Hydrolysis
  - 2- Hydrolytic Stability
  - 3- Coke bottle
  - 4- FTIR

## علامت جدید API برای سطوح کیفی دیزلی سنگین

در فصلنامه گذشته در زمینه سطوح کیفیت API FA-4 و API CK-4 که در راستای فرایند توسعه سطح کیفیت دیزلی سنگین PC-11 (یک سطح کیفیت بالاتر از CJ-4) ایجاد شده و مناسب خودروهای مدل ۲۰۱۷ و قبل از آن می باشد اطلاع رسانی گردید و تفاوت این دو، در مشخصه HTHS ذکر شد. در اواسط ماه می سال ۲۰۱۶، سازمان API به منظور تمایز نسل جدید سطوح کیفیت API FA-4 و API CK-4، علامت جدیدی برای API FA-4 معرفی کرد. در این طراحی، بخشی از "دونات" این سطح کیفیت به رنگ قرمز و یا سایه دار درآمده است که نشانه توجه بالای این سازمان به مصرف کنندگان می باشد.

علاوه بر تفاوت در مشخصه HTHS که در فصلنامه گذشته به اختصار بیان گردید، محدودیت میزان سولفور سوخت مصرفی نیز مطرح است که این میزان برای API CK-4 حداکثر ۵۰۰ ppm و برای API FA-4 حداکثر ۱۵ ppm می باشد. هرچند مصرف سوخت های با بیش از ۱۵ ppm سولفور، خصوصاً زمانی که دوره های تعویض کوتاه نشده باشد، منجر به تخریب سیستم کاتالیست آگزوز می شود.

همچنین اصطلاح دیگری نیز با عنوان backward compatible برای API CK-4 مطرح است؛ به این مفهوم که این سطح کیفیت پوشش دهنده سطوح کیفی دیزلی سنگین قبل از آن نیز می باشد، در صورتیکه که این موضوع برای API FA-4 صدق نمی کند زیرا برخی از موتورهای قدیمی تر متناسب با روانکارهای سبک طراحی نشده اند.



بخش مربوط به روغن پایه این کنفرانس، در روزهای ۲۰ و ۲۱ اردیبهشت ماه و بلافاصله پس از پایان یافتن نمایشگاه بین المللی نفت، گاز و انرژی برگزار گردید. شرکت افزون روان علاوه بر مشارکت در برگزاری، به عنوان ریاست کنفرانس در روز بیست و یکم اردیبهشت ماه، مقاله ای با عنوان "نگاهی به بازار ایران پس از رفع تحریم ها" ارائه نمود که در آن سه محور آثار رفع تحریم ها بر صنعت روانکار، عوامل موثر بر کیفیت روانکار و راهکارهای ارتقاء آن و اهمیت استفاده از روغن پایه گروه III و III پلاس، مورد بحث قرار گرفت.

منبع:

<http://www.argusmedia.com/events/argus-events/middle-east/argus-iran-base-oils-and-lubricants-conference>

اولین کنفرانس بین المللی موسسه انگلیسی آرگوس به نام قیر، روغن پایه و آل پی جی، در مورخ ۸ تا ۱۱ می ۲۰۱۶ (۱۹ تا ۲۲ اردیبهشت ۹۵) در هتل اسپیناس تهران برگزار گردید.

ایران به عنوان تولید کننده و صادر کننده بزرگ روغن پایه گروه I و همچنین وارد کننده گروه II و III محسوب می شود. از طرفی رفع تحریم ها شرایط مساعدی برای بازرگانان منطقه ای و بین المللی برای شروع کار با ایران به منظور واردات و صادرات گریدهای مختلف روغن پایه ایجاد می کند.

کنفرانس روغن پایه و روانکار آرگوس در ایران، شرکت های مختلف تولید کننده روغن پایه، واسطه ها، تولید کنندگان روانکار، توزیع کنندگان، OEMها و همچنین شرکت های حمل و نقل را برای رسیدن به دیدگاه مشترک از بازار فعلی ایران بعد از رفع تحریم ها گرد هم آورد که به شناسایی فرصت های تجاری بالقوه با فعالان صنعت روغن پایه ایران منجر گردید.



### شرکت در بیست و یکمین نمایشگاه نفت و گاز و پتروشیمی

نمایشگاه بین المللی نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی ایران به عنوان بزرگترین رخداد صنعتی و تجاری ایران در این حوزه که سالانه با حضور جمع کثیری از شرکت های توانمند داخلی و خارجی در زمینه صنعت نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی برپا می گردد، فرصت بسیار مغتنمی است تا شرکت های فعال در این صنعت دستاوردها و محصولات خود را در معرض بازدید دست اندرکاران و متخصصان این صنعت قرار دهند و با در نظر گرفتن روند تقاضای بازارها و سمت و سوی رشد، فعالیت ها و نوآوری های آتی خود را هدایت نمایند.

بیست و یکمین نمایشگاه نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی امسال از این جهت که در مدت کوتاهی پس از اجرای برجرام و رفع تحریم ها برگزار شد از اهمیت بالایی برخوردار بود.

کل فضای سرپوشیده ناخالص نمایشگاه بیست و یکم، ۸۰ هزار مترمربع بود که در مقایسه با فضای مشابه ۷۰ هزار مترمربع در سال گذشته، ۱۰ هزار مترمربع افزایش داشته است. بیش از ۳۵ کشور خارجی در این نمایشگاه حضور داشتند. در این دور از نمایشگاه ۹۹۶ شرکت داخلی و ۸۲۶ شرکت خارجی حضور داشتند. این در حالی است که سال گذشته تنها ۵۴۶ شرکت خارجی در نمایشگاه حضور یافته بودند.

شرکت افزون روان نیز با برپایی غرفه ۸۰ متری در سالنهای ۱۰ و ۱۱ نمایشگاه با حضور مدیر عامل محترم و تعدادی از کارشناسان مسلط به امور فنی، بازرگانی و فروش خود و برگزاری نشست های تخصصی حوزه روانکارها با مدعوین حضوری فعال داشت.

واحدهای بازاریابی و فروش، بازرگانی خارجی، تحقیق و توسعه، مهندسی فروش و ... در نشست های فوق به پاسخگویی سوالات مدعوین می پرداختند و از این مراودات، نتایج مطلوبی حاصل شد.

از دستاوردهای شرکت در نمایشگاه سال جاری، مذاکره با بیش از ۷۰ مشتری بالفعل و همچنین تعداد زیادی مشتری بالقوه بود که در آینده می توان زمینه فعالیت مشترک را با آنها فراهم نمود و همچنین ارتباط بیشتر با افراد کلیدی صنعت همچون مدیران ارشد شرکت های اصلی تولیدکننده، بوده است.

و در پایان نیز تندیس و لوح حضور در بیست و یکمین نمایشگاه بین المللی نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی ۱۳۹۵ توسط ستاد برگزاری به شرکت افزون روان اهداء شد.



### برگزاری چهارمین همایش علمی - تخصصی شرکت افزون روان

با برداشته شدن تحریم های موجود و اخذ مجدد نمایندگی پتروناس، در واپسین روزهای سال ۱۳۹۴ چهارمین همایش علمی - تخصصی شرکت با عنوان "توسعه تکنولوژیک صنعت روانکار و نقش روغن پایه گروه III" با مشارکت شرکت پتروناس و با حضور متخصصین شرکت های تولید کننده روغن پایه، روانکارهای موتور و صنعتی، خودروسازها، انجمن های تخصصی و موسسات پژوهشی و صنعتی داخلی و خارجی، برگزار گردید.

هدف از برگزاری این همایش اعلام حضور مجدد پتروناس در ایران پس از برداشته شدن تحریم ها بود.

مختلفی نظیر: سخنرانی‌های فنی، توسعه همکاری‌های شرکت افزون روان، رویکرد مدیریت برند B2B و پنل پرسش و پاسخ تشکیل گردید. ابهامات حاضرین، در بخش پرسش و پاسخ توسط همکاران شرکت پتروناس و همکاران فنی شرکت افزون روان برطرف شد. (برای اطلاع از پرسش و پاسخ‌های مطرح شده لطفاً به وب سایت افزون روان به بخش بنر همایش‌ها در صفحه اصلی مراجعه شود).

در این همایش سعی گردید تا حضار علاوه بر آشنایی با توانایی‌های جدید پتروناس؛ از تازه‌های صنعت روانکار در سال‌های اخیر که منجر به نیاز روز افزون استفاده از روغن پایه‌های تبدیلی گردیده است نیز مطلع گردند.

حضور بیش از ۳۰۰ نفر از صاحب نظران و فعالان این صنعت براعتبار این همایش افزوده بود. این همایش از بخش‌های



### ۱. (ETRO 4, ETRO 6) روغن پایه های گروه III

**نوع محصول:** روغن پایه های گروه III محصول شرکت پتروناس  
**کاربرد:** مناسب جهت تولید روغن موتورهای با کیفیت در درجات گرانی 0W-XX, 5W-XX, 10W-XX, 15W-XX  
**مزایا:** سیالیت در سرمای فوق العاده مناسب، میزان گوگرد کمتر از ۳۰ ppm، نیاز کمتر به مواد افزایش دهنده گرانی، قابلیت تحویل سریع به میزان موردنیاز مشتریان و کاملاً مقرون به صرفه، شاخص گرانی بالاتر نسبت به محصولات مشابه

### ۲. M500 روغن پایه گروه II

**نوع محصول:** روغن پایه های گروه II محصول شرکت پتروناس  
**کاربرد:** مناسب جهت تولید روغن موتورهای با کیفیت 15W-XX, 20W-XX و روغن های صنعتی شامل: روغن دنده، هیدرولیک و توربین  
**مزایا:** سیالیت در سرمای مناسب، نیاز کمتر به مواد افزایش دهنده گرانی، قابلیت تحویل سریع به میزان موردنیاز مشتریان و کاملاً مقرون به صرفه، میزان گوگرد کمتر از ۳۰ ppm

### ۳. پلیمرهای جدید افزایش دهنده شاخص گرانی از شرکت Infineum

ردیف	نام ماده	ساختار شیمیایی	SSI	کاربرد	مزایا
۲	Infineum SV 160	پلیمر استایرن-دی ان هیدروژنه	۹	افزایش دهنده شاخص گرانی، مناسب برای تولید روغن موتورهای با کیفیت که شرایط کارکرد بسیار سختی دارند.	میزان مصرف این پلیمرها ۳۰ الی ۴۰ درصد کمتر نسبت به OCP ها با غلظت دهنده گی مشابه است.
۳	Infineum SV 260	پلیمر استایرن-دی ان هیدروژنه	۲۰	افزایش دهنده شاخص گرانی مناسب برای تولید روغن موتورهای با کیفیت، با درصد مصرف بهینه	زمان موردنیاز اندک برای انحلال در روغن پایه سازگاری با ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش سهولت استفاده به دلیل شکل ظاهری پرک مانند

### ۴. OCP 2550

**نوع محصول:** پلیمر EPM جدید از شرکت ENI با شاخص پایداری برشی % ۲۴  
**کاربرد:** افزایش دهنده شاخص گرانی مناسب برای روغن موتورهای با کیفیت، افزایش دهنده گرانی روانکار  
**مزایا:** پایداری برشی مناسب، انحلال پذیری خوب، سازگاری با PPD، قیمت مناسب

### ۵. HiTEC 9890

**نوع محصول:** بسته افزودنی روغن موتورهای بنزینی  
**کاربرد:** مناسب جهت تولید جدیدترین سطوح کیفیت روغن موتورهای بنزینی مطابق با الزامات API SN/ ILSAC GF-5 و API SM  
**مزایا:** پایداری اکسیداسیون بالا، پاک کنندگی عالی قطعات داخلی موتور، محافظت در برابر سایش و ایجاد صرفه اقتصادی از طریق کاهش اصطکاک و بهینه شدن مصرف سوخت، بدون نیاز به ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش (PPD)



**چگونه می توان با حضور آب در سیستم هیدرولیک مقابله نمود؛ آیا در همه شرایط جداسازی آب از روغن در مخزن اصلی راهکار اصلی است؟**

قابل انجام نیست. در این حالت لازم است آب و سایر آلودگی ها به صورت سوسپانسیون در روغن باقی بماند تا از انباشتگی رسوبات در سیستم جلوگیری شود. به همین منظور دسته ای از سیالات هیدرولیک طراحی شده اند که در فرمولاسیون آن ها از مواد افزودنی پاک کننده و معلق کننده استفاده می شود.

این قبیل روغن ها، آب را به صورت امولسیون و سایر آلودگی ها از جمله وارنیش و لجن را به صورت معلق نگه می دارد. این رفتار موجب می گردد که آلودگی ها ته نشین نشوند و روغن عاری از رسوب باشد. ماده افزودنی پاک کننده مورد استفاده در این دسته از سیالات، عموماً یک فنات یا سالیسیلات است. ادتیو پاک کننده که غالباً یک ادتیو قطبی است، سبب کاهش اصطکاک و سایش نیز می شود. این قطبیت همچنین موجب رطوبت مناسب و کاهش لغزش و ضریب اصطکاک می شود.

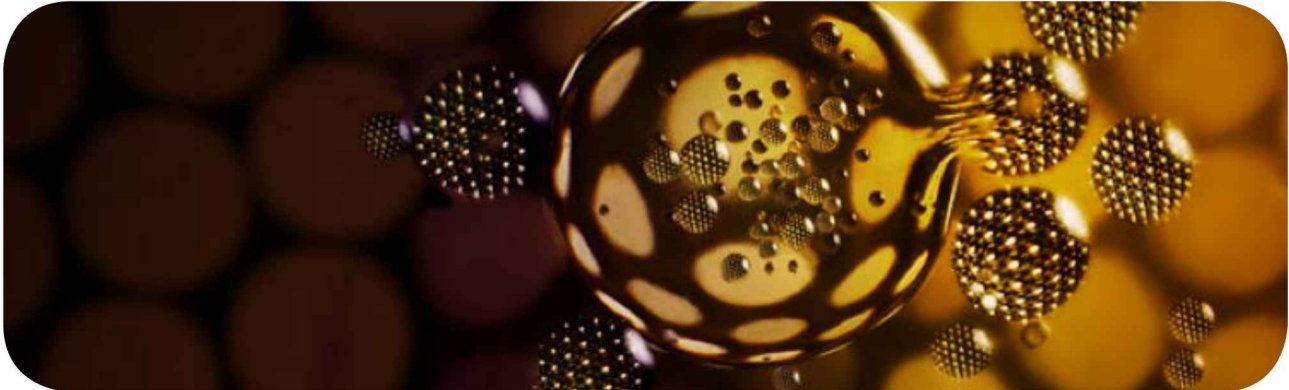
نگرانی اصلی در خصوص این سیالات، توانایی بالای امولسیون پذیری آن ها با آب است زیرا همانطور که توضیح داده شد در حضور آن ها جدا شدن آب از سیال امکان پذیر نیست. آب به تخریب روغن شتاب داده و خاصیت روان کنندگی و توانایی فیلتراسیون آن را کاهش می دهد. همچنین عمر آب بندها را کم می کند و منجر به خوردگی و کاویتاسیون می شود. آب امولسیون شده در قسمت هایی که فشار بالایی روی سیستم وارد می شود، به بخار تبدیل می شود. این مشکلات در صورتی که در دمای عملیاتی، میزان آب در روغن کمتر از درجه اشباع روغن نگه داشته شود، قابل اجتناب است.

در نهایت اجزای معلق می توانند با یک سیستم فیلتراسیون مناسب بدون تاثیر منفی بر عملکرد ماشین و سیال جدا شوند. علاوه بر موارد ذکر شده، در ماشین آلات و سیستم هایی با درجه های کنترل حساس که می توانند محل تجمع رسوبات باشند نیز اغلب از سیالات پاک کننده-متفرق کننده استفاده می شود.

ورود آلودگی ها از جمله رسوبات، لجن اسیدی و آب در یک سیال هیدرولیک اجتناب ناپذیر است. برای حفظ کارایی سیستم های هیدرولیک لازم است آب و آلودگی ها به نحوی کنترل شوند تا از تجمع رسوبات و آسیب رسانی به سیستم جلوگیری شود. طراحی سیستم های هیدرولیک بر مبنای کاربرد آنها اعم از ثابت یا متحرک بودن سیستم و توانایی جداسازی سریع آب از آن سیستم، لزوم طراحی سیالات هیدرولیک منطبق بر نیاز هر سیستم را ضروری می سازد.

آب راه یافته به سیال هیدرولیک باعث خوردگی و کاویتاسیون در پمپ ها می شود، اصطکاک و سایش را افزایش می دهد و سبب پوسیدگی الاسترومرها و پلاستیک ها می شود. آب موجود باید از طریق شیرهای تخلیه به سرعت از مخزن سیال هیدرولیک خارج شود تا از مشکلاتی که در پمپ ها، دریچه ها و سیلندرها ایجاد می کند، جلوگیری شود. بنابراین یک سیال هیدرولیک باید آب را سریع و به صورت کامل جدا کند. در نتیجه آزمون جدا پذیری از آب یک آزمون مهم برای سیالات هیدرولیک است. اما جداسازی آب از روغن نیاز به صرف زمان، حفظ ثبات سیال و جلوگیری از تلاطم آن دارد. در اغلب سیستم های هیدرولیک، شرایط فیزیکی لازم برای این جداسازی مهیاست و لازم است این سیالات رفتار جداپذیری از آب مناسب داشته باشند. به عنوان مثال سیالات هیدرولیک با خصوصیات جدایی پذیری از آب، اغلب برای کاربردهایی در فولاد و نورد که مقدار زیادی از آب موجود است و دفعات گردش کم است، استفاده می شود. اما در تجهیزات هیدرواستاتیک و سیار که تعداد دفعات گردش زیاد است و نیاز است که به طور مداوم در دسترس باشند و در معرض خطر آب و سایر آلودگی ها هستند، جداسازی آب و روغن به سرعت

1- Stationary  
2- Mobile



## چند توصیه مهم راجع به استفاده همزمان از مواد افزودنی

- افزایش بیش از حد دترجنت‌ها و دیسپرسنت‌ها در یک روغن حاوی ضدسایش و فشارپذیر باعث میشود که بخشی از این مواد به صورت معلق در مواد سطح فعال (دترجنت‌ها و دیسپرسنت‌ها) محصور گردیده و امکان تشکیل لایه محافظت کننده بر سطح فلز را از دست بدهند. نتیجه این پدیده افزایش سائیدگی است.

- مثال دیگر مواد افزودنی روان کننده Lubricity Agent است که مکانیزمی مشابه ضدسایش‌ها و فشارپذیرها دارند. این مواد در غلظت‌های مشخص با یکدیگر خاصیت هم افزایی دارند اما در غلظت‌های بالاتر هنگامی که فشار وارده به قطعات زیاد میشود مواد روان کننده می‌توانند اختلال کلی در عملکرد ضدسایش‌ها و فشار پذیرها داشته باشند.

- همانطور که می‌دانیم در روغن‌های حاوی مواد افزودنی سطح فعال (دترجنت‌ها و دیسپرسنت‌ها) ایجاد کف در هنگام فرآیند مخلوط کفی اجتناب ناپذیر است بنابراین در اینگونه مواقع استفاده از مواد افزودنی ضد کف ضروری است.

تجربه نشان داده است که نوع خاصی از مواد افزودنی فشار پذیر اختلال کلی در عملکرد ضد کف‌ها ایجاد می‌کنند بنابراین در اینگونه از مواقع لازم است تا در وهله اول از تأثیر این مواد بر خاصیت کفزدائی روغن ساخته شده اطمینان حاصل نمود. نتیجه اینکه استفاده از مواد افزودنی مختلف در یک روغن نیاز به تجربه و دانش کافی داشته و ایجاد تعادل مابین آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

حتماً شنیده‌اید که اضافه کردن یک ماده افزودنی خاص می‌تواند باعث بهبود یک ویژگی گردد در حالیکه همزمان امکان دارد تضعیف یک یا چند ویژگی دیگر را سبب گردد. آیا این واقعیت دارد؟

در یک کلمه می‌توان پاسخ این سؤال را داد: بله. اما باید توجه داشت که این بستگی به مقدار افزوده شده و شرایط عملیاتی دارد. عبارت دیگر این عبارت معروف که "اگر مقداری از چیزی خوب است پس مقدار بیشتر آن بهتر است" حداقل در مورد مواد افزودنی صدق نمی‌کند.

مثال‌های زیر می‌تواند به روشن تر شدن موضوع کمک نماید:

- مواد افزودنی ضدسائیدگی و فشارپذیر، گروه بزرگی از مواد افزودنی هستند که وظیفه آنها محافظت از سطح قطعات فلزی یک سیستم متحرک از سائیدگی از طریق ایجاد یک لایه محافظت کننده است. از طرف دیگر مواد افزودنی ضد خوردگی و ضد زنگ نیز با مکانیزمی مشابه بر سطح قطعات لایه محافظی تشکیل می‌دهند. تا از تماس آب موجود در سیستم با سطح فلز جلوگیری نمایند. در این حالت اضافه کردن ناگهانی ماده ضدسایش به روغنی که حاوی مواد ضد زنگ و یا ضد خوردگی است می‌تواند منجر به رقابت این مواد در پوشش دادن سطح فلز گردیده و در نهایت کاهش خاصیت ضد خوردگی روغن را باعث گردد.

# پرسش و پاسخ

Question & Answer  
fasnameh@afzoonravan.com

هنگامی که راجع به عدد اسیدی و یا عدد بازی صحبت می‌کنیم، غلظت مقدار اسید و یا باز را در نظر داریم و نه قدرت آن را؛ در حقیقت با انجام این آزمون‌ها مقاومت سیال به خنثی شدن را اندازه‌گیری می‌کنیم.

بنابراین در روغن‌ها، عدد اسیدی و یا بازی جهت تعیین مقدار غلظت ترکیبات اسیدی نظیر اسیدهای آلی ناشی از اکسیداسیون و بعضی مواد افزودنی نظیر ضد خوردگی‌ها و عدد بازی جهت تعیین غلظت دترجنت‌های فوق‌قلیایی به منظور ارزیابی عملکرد روغن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

چرا در نمونه‌های روغن، عدد بازی (BN) و عدد اسیدی (AN) اندازه‌گیری می‌شود؟ آیا pH، میزان اسیدیته و بازیته را مشخص نمی‌کند؟

pH یک محلول آبی، معیاری است برای اندازه‌گیری غلظت یون‌های هیدروژن. در محلول‌های آبی، pH ۰ تا ۶ اسیدی، pH ۷ خنثی و pH ۸ تا ۱۴ نشانگر محیط بازی می‌باشد. اما ویژگی اسیدی یا قلیایی یک سیال صرفاً با pH تعریف نمی‌شود، زیرا pH تنها قدرت یک اسید و باز را تعیین می‌کند و نه غلظت آن را.



## مسابقه شماره ۶

- ۱- تفاوت شاخص‌های کف و آزادسازی هوا را توضیح دهید.
  - ۲- چه عواملی بر نتیجه آزمون پایداری هیدرولیتیکی (ASTM D2619) تاثیر گذارند؟
  - ۳- مزایا و معایب استفاده از گوگرد فعال چیست؟
  - ۴- نحوه تقسیم‌بندی آلکیل نفتالن‌ها بر چه اساسی است؟
  - ۵- اگر روغن کار کرده را مستقیماً تقطیر کنیم، محصولات حاصل از آن کدر بوده و عدد اسیدی بالایی خواهند داشت. دلیل آن را توضیح دهید.
- لطفاً پاسخ پرسش‌ها را به آدرس ایمیل ما ارسال فرمایید.  
fasnameh@afzoonravan.com

ضمن تشکر و قدردانی از دوستانی که در مسابقه شماره قبل با ما همکاری نموده و پاسخ‌های کاملی ارائه نمودند، در ذیل پاسخ صحیح سوالات مسابقه فصلنامه ۵ تقدیم می‌گردد.

۱- پلی‌الکیلن گلایکول مناسب‌ترین روغن پایه برای این منظور است. زیرا گازهای هیدروکربنی به هیچ‌وجه در آن حل نمی‌شود؛ در نتیجه با کاهش تدریجی گرانشی روغن کمپرسور بدلیل حل شدن گاز در روغن روبرو نخواهیم بود.

۲- دمولسیفایرها کشش بین سطحی را افزایش می‌دهند در حالی که امولسیفایرها کشش بین سطحی را کاهش می‌دهند.

۳- تجربه نشان داده است که سیالیت در سرمای روغنی با گرانشی مشخص که از مخلوط دو پلی‌ایزوبوتن سبک و سنگین تهیه شده است، بهتر از روغنی است با همان گرانشی که با استفاده از یک پلیمر سنگین ساخته می‌شود.

۴- ساختار شیمیایی این مواد سوکسین ایمید، سوکسینیک اسید/استر می‌باشد. وجود آب یکی از عوامل ایجاد کننده زنگ و خوردگی در سطح فلز می‌باشد به همین دلیل در توربین‌های هیدرولیک و بخار به دلیل وجود آب، استفاده از بازدارنده‌های خوردگی و زنگ اهمیت بیشتری دارد.





## Infineum SV 150

- کو پلیمر استایرن دی ان خطی
- افزایش دهنده شاخص گرانروی، مناسب برای تولید روغن موتورهای دیزلی و بنزینی
- این کالا برای روغنهای دیزلی سنگین با سطوح کیفی بالا طراحی شده است.
- دارای تائیدیه GM (جنرال موتورز) برای روغن های لوکوموتیو
- این پلیمر با شاخص پایداری برشی برابر ۹، در میزان غلظت دهی، مشابه پلیمرهای OCP با شاخص پایداری برشی ۲۰ تا ۲۴ است.
- کارایی بهینه در دمای بالا به خصوص در استفاده با بسته های افزودنی Infineum
- سازگاری با ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش

## Infineum SV 260

- استایرن- دی ان هیدروژنه
- مناسب برای تولید روغن های موتور چند درجه ای بنزینی و دیزلی
- این پلیمر با شاخص پایداری برشی برابر ۲۰، در میزان غلظت دهی، مشابه پلیمرهای OCP با شاخص پایداری برشی ۴۰ است.
- غلظت دهی بسیار خوب
- سازگاری با ترکیبات کاهش دهنده نقطه ریزش
- شکل ظاهری پرک مانند که منجر به سهولت کاربرد و کاهش مدت زمان انحلال پلیمر می گردد.



Scan with RedLaser

[www.afzoonravan.com](http://www.afzoonravan.com)  
[info@afzoonravan.com](mailto:info@afzoonravan.com)



مصرف بهینه سوخت، گامی به سوی نجات زمین از بحران گرمایش