

رهیافت پارس

نشریه علمی، تخصصی و فنی

تحقیق و توسعه شرکت نفت پارس

سال نخست، شماره چهار، تیرماه ۱۳۹۶

▪ پوشش دهی پلیمری پمپ ها (ادامه)

▪ بالانس شفت های صلب

▪ پخت گریس با کتل ماکروویو

▪ روغن ترانسفورماتور (بخش نخست)

▪ روانکاری چیست؟

▪ تاریخچه گریس (بخش دوم)

▪ روانکارهای Metal working

▪ پودرهای گرافیتی با خلوص بالا

در این شماره می خوانید:

- ۲ پوشش دهی پلیمری پمپ ها (ادامه)
- ۵ بالانس شفت های صلب
- ۹ پخت گریس با کتل های ماکرو ویو
- ۱۳ روغن ترانسفورماتور (بخش نخست)
- ۱۸ روانکاری چیست؟
- ۲۲ تاریخچه گریس (ادامه)
- ۲۶ روانکارهای متال ورکینگ
- ۲۹ پودرهای گرافیتی با خلوص بالا

برداشت از مطالب نشریه با یاد آوری مرجع

آزاد می باشد.



تصویر روی جلد : گریس کاری یاتاقان های غلطکی (اینترنت)

رهیافت پارس

موضوع : نشریه عملی ، تخصصی و فنی در زمینه

صنعت روانکارها

شیوه نشر: الکترونیکی

آدرس الکترونیکی:

radmagazine@parsoilco.com

سید حسین ثابتی فرد

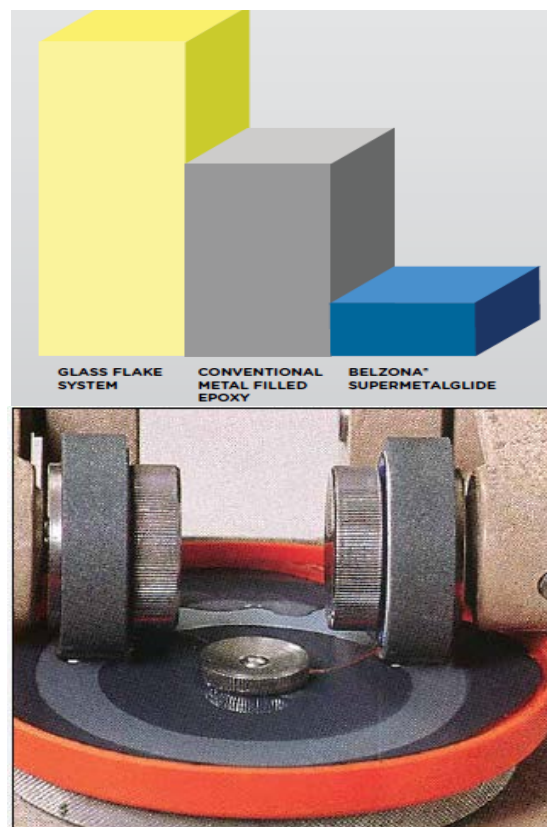
کارشناس تحقیق و توسعه

ادامه گزارش پوشش دهی پلیمری پمپ با BELZONA 1341

در این قسمت، بخش سوم (بخش پایانی) گزارش خدمت شما همکاران ارائه می گردد.

ENTRAINMENT - ۸

ذرات معلق در هر سیالی می تواند سرعت پوشش های محافظتی را خراب کند. پوشش سوپر متال گلاید Belzona شرایط خوبی در برابر تهاجمات حباب ها از خود نشان داده است و به خوبی از فرسایش جلوگیری شده است.



شکل (۱۰-۱) عملکرد پوشش ها در برابر تست های سایشی

تعمیرات: حذف هزینه های اضافی

۹- استفاده از پوشش پلیمری Belzona در تعمیرات پمپ

در طول عمر یک پمپ سانتریفوژ، هزینه انرژی مصرفی پمپ بیش از هزینه سرمایه تجهیزاتی خودش می باشد. بنابراین برای بهینه کردن هزینه های عملیاتی، بهینه شدن بازدهی عملکرد پمپ امری ضروری است، از اینرو هر گونه افزایش در بازدهی عملکرد پمپ بالفور در ذخیره سازی انرژی مصرفی موثر می باشد. بر طبق مطالعه ی صورت گرفته، بازگشت سرمایه، از پوشش دهی پلیمری است که بر مبنای کاهش انرژی مصرفی است که با توجه به اندازه پمپ در محدوده زمانی چند ماه تا ۲ سال قابل بازگشت می باشد. استفاده از این پوشش پلیمری برای تعمیرات پمپ سرعت انجام گرفته و دستگاه آماده بکار شده است، که سبب کاهش زمان توقف و حذف هزینه خرید یک پمپ جدید گردیده است. ذرات ریز جامد و پدیده کاویتاسیون آسیب های شدیدی بصورت ایجاد حفره و سوراخ روی پره گردنده ایجاد کرده است، که تعویض این پره هزینه بالایی دارد، که با استفاده از این پوشش تاثیر بسزایی در کاهش هزینه ها ایجاد گردیده است.

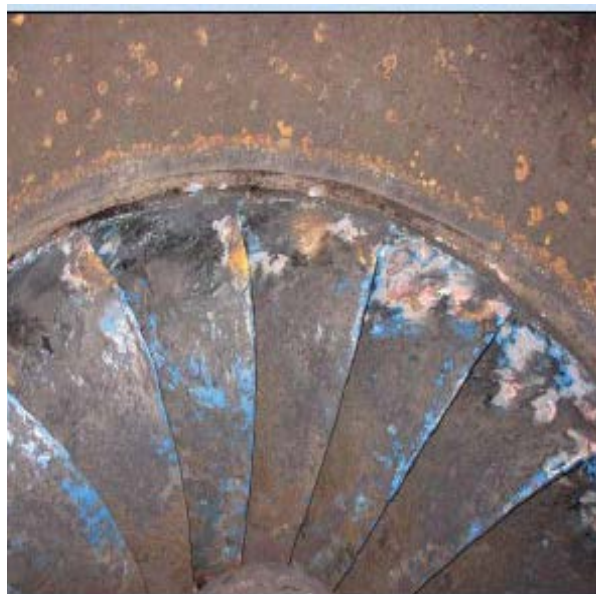
است. بعد از گذشت ۴ سال هنوز پمپ ۹٪ بازدهی بالاتری را نسبت به شرایط قبلی نشان داده و عمر پمپ نیز افزایش یافته است.



شکل (۱-۱۲)

۱۱- بهبود بخشی شرایط عملکردی، افزایش دهی بازدهی پمپ

با استفاده از پوشش Belzona یک سطح بسیار صاف ایجاد شده که حرکت سیال بسیار روان گردیده و سبب افزایش بازده پمپ شده است. روکش پمپ در سرویس به مرور زمان پوشیده شده که سبب ایجاد حفره شده است. با وجود این رسوبات راندمان پمپ ۲۰٪ کاهش یافته است.



شکل (۱-۱۱)

۱۰- حفاظت: افزایش طول عمر پمپ

پوشش سوپر متال گلاید Belzona یک لایه محافظتی مقاوم ضد خوردگی است که می تواند از سطوح داخلی و خارجی در برابر فرسایش و خوردگی جلوگیری نماید. توان خروجی پمپ بواسطه آسیب دیدگی در اثر خوردگی و کاویتاسیون کاهش موثری داشته است. بعد از پوشش دهی با بلزونا عملکرد پمپ بطور موثری افزایش یافته



شکل (۱۳-۱)

۱۲- هدف استفاده از این پوشش در تجهیزاتی که جریان سیالاتی ایجاد می کنند:

۱. کاهش مصرف انرژی^۱
۲. افزایش بازدهی^۲
۳. کاهش هزینه های عملیاتی و افزایش عملکرد هیدرودینامیکی دستگاه^۳
۴. هدف حفاظتی از دستگاه^۴

¹ reduce power consumption

² increase efficiency

³ lower operating costs and improve hydro dynamic performance

⁴ protective purposes

کیفیت مورد نیاز بالانس برای شفت‌های صلب

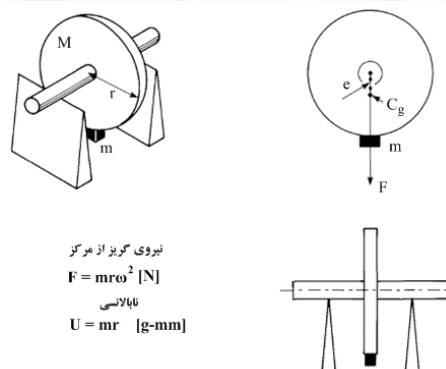
چکیده

استاندارد بین‌المللی ISO 1940/1 یک مرجع شناخته شده برای انتخاب کیفیت بالانس شفت‌های صلب می‌باشد. در مقاله حاضر، ضمن بیان تعاریف مربوط به بالانس، در ارتباط با چگونگی بهره‌برداری ساده از این استاندارد توضیحاتی ارائه شده است. گفتنی است بخش مقدماتی توضیحات در این شماره از نشریه و ادامه آن در شماره بعدی ارائه خواهد شد.

مقدمه

نابالانسی^۱ در یک شفت دوار (روتور) نتیجه توزیع غیریکنواخت جرم می‌باشد که باعث ایجاد ارتعاشات در روتور می‌شود. به منظور سهولت در بیان موضوع لازم است تا تعاریف مختصری از انواع نابالانسی و انواع روتور از نقطه نظر ارتعاشی ارائه شود.

نابالانسی استاتیکی به صورت عدم انطباق راستای مرکز جرم و راستای مرکز دوران روتور تعریف می‌شود. این عدم انطباق به واسطه یک جرم متمرکز خارج از مرکز که در شعاعی مشخص قرار گرفته ایجاد می‌گردد (شکل ۱).



شکل ۱: نابالانسی استاتیکی [۱]

در این موارد یک جرم معادل در نقطه مقابل جرم نابالانس (شعاع یکسان و با زاویه ۱۸۰° نسبت به آن) به روتور اضافه می‌شود تا بدین ترتیب، مرکز دوران و مرکز جرم بر یکدیگر منطبق شوند. مقوله نابالانسی استاتیکی عمدتاً به شرایطی مربوط می‌شود که نیروهای اولیه در یک صفحه قرار می‌گیرند و بنابراین جرم متعادل‌ساز نیز روی همان صفحه مستقر می‌شود که اصطلاحاً به این حالت بالانس، بالانس تک‌صفحه‌ای اطلاق می‌شود. بسیاری از تجهیزات صنعتی اعم از چرخ طیار^۲، چرخ خودرو، سنگ آسیاب و ... از این حالت بالانس تبعیت می‌کنند. به طور کلی، اگر نسبت قطر به پهنای جسم دوار مستقر بر روتور بیش از ۷ الی ۱۰ مرتبه باشد، روتور مذکور به صورت یک روتور تک‌صفحه‌ای رفتار می‌کند [۱].

نابالانسی گشتاوری (کوپلی) در روتورهایی که نسبت قطر به پهنای جسم دوار مستقر بر روتور آنها کمتر از ۷ الی ۱۰ مرتبه می‌باشد می‌تواند اتفاق بیفتد. در این حالت از نابالانسی، مطابق شکل (۲)، دو جرم نامیزان به صورت متقارن نسبت به مرکز جرم روتور و در زوایای ۱۸۰° نسبت به هم مستقر می‌شوند. در این حالت از نابالانسی، روتور از نقطه نظر استاتیکی بالانس می‌باشد یعنی هیچ تغییری در راستای مرکز جرم روتور وجود ندارد. ولیکن زمانی که روتور دوران می‌کند، دو جرم نامیزان باعث تغییر در راستای محور اینرسی جرمی روتور می‌شوند که اصطلاحاً روتور لنگ می‌زند و باعث اعمال نیروهای ارتعاشی قابل توجه به یاتاقان‌های روتور می‌شود [۱].

² Flywheel

¹ Unbalance

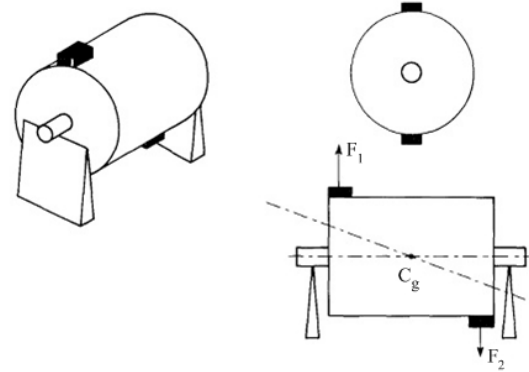
کیفیت مورد نیاز بالانس برای شفت‌های صلب

روتور صلب^۱ به روتوری اطلاق می‌شود که سرعت دورانی آن کمتر از ۲۵٪ نخستین سرعت بحرانی آن می‌باشد [۲]. به عبارتی، در این دسته از روتورها، هنگام شروع به کار، دور شفت هیچ زمان به دور بحرانی آن نمی‌رسد و لذا پدیده تشدید یا رزونانس در این روتورها اتفاق نمی‌افتد. این دسته از روتورها، قابلیت تقویت تکیه‌گاه را داشته و به منظور استحکام بیشتر سازه تجهیز، می‌توان تکیه‌گاه آنها را تقویت کرد. همچنین، برای این دسته از روتورها می‌توان با در نظر گرفتن مسائل محاسباتی، از نقطه‌نظر بالانس آنها را در دوری کمتری نسبت به دور کاری بالانس نمود.

روتور انعطاف‌پذیر^۲ به روتوری اطلاق می‌شود که برای رسیدن به سرعت دورانی کاری خود، حداقل یکی از سرعت‌های بحرانی خود را پشت سر می‌گذارد [۲]. این دسته از روتورها معمولاً در تجهیزات با سرعت دورانی زیاد از جمله توربوماشین‌ها دیده می‌شوند. با توجه به عبور از دور بحرانی در مواقع شروع و توقف کاری، استفاده از روتورهای انعطاف‌پذیر در تجهیزاتی با سرویس کاری پیوسته مناسب می‌باشد. از نقطه‌نظر بالانس، استفاده از دورهای کمتر از دور کاری برای بالانس روتورهای انعطاف‌پذیر مجاز نمی‌باشد. در این راستا، تنها برای روتورهایی که دور کاری آنها مابین دورهای بحرانی اول و دومشان قرار دارد، به شرط خارج از محوریت^۳ کم، می‌توان از بالانس در دوری پایین‌تر از دور کاری استفاده کرد [۳].

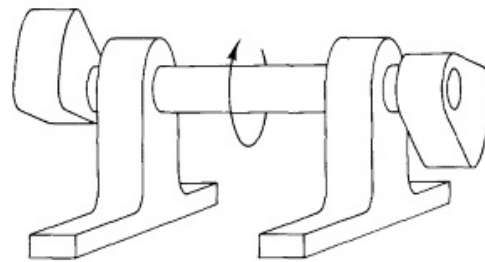
نحوه بالانس روتورها طبق استاندارد

در صنعت، رسیدن به میزان خطای صفر امری غیرممکن می‌باشد و به همین دلیل در طراحی‌های صنعتی از لقی یا تلورانس استفاده می‌شود. مقوله بالانس نیز از این قاعده مستثنی نبوده و لازم است تا به منظور بالانس روتورهای



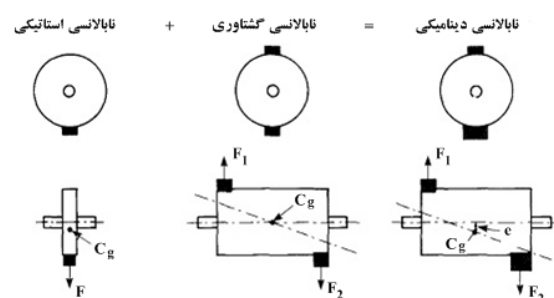
شکل ۲: نابالانسی گشتاوری (کوپلی) [۱]

تفاوت دو نوع نابالانسی استاتیکی و گشتاوری در شکل ۳ نشان داده شده است. می‌توان مشاهده کرد که زمانی که روتور ساکن است، جرم‌های خارج از مرکز دو انتها یکدیگر را بالانس می‌کنند، در حالی که در هنگام دوران روتور، یک نابالانسی قابل توجه اتفاق می‌افتد.



شکل ۳: بالانس استاتیکی، نابالانسی گشتاوری [۱]

نابالانسی دینامیکی ترکیبی است از دو نوع نابالانسی استاتیکی و گشتاوری (شکل ۴) که رایج‌ترین نوع نابالانسی در تجهیزات صنعتی دوار می‌باشد. به منظور تصحیح میزان نابالانسی دینامیکی، لازم است تا در حین کارکرد روتور، میزان ارتعاشات آن اندازه‌گیری شده و جرم‌های متعادل‌ساز در دو صفحه به روتور اضافه شوند.



شکل ۴: نابالانسی دینامیکی [۱]

¹ Rigid rotor

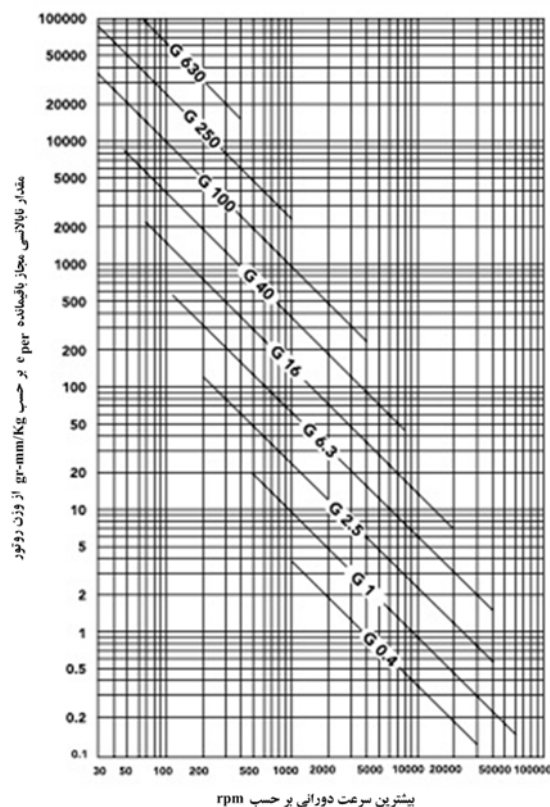
² Flexible rotor

³ Run out

کیفیت مورد نیاز بالانس برای شفت‌های صلب

گریدهای کیفیت بالانس با یک ضریب ۲٫۵، نسبت به گرید قبلی رشد می‌کنند. در نتیجه، می‌توان دریافت که هر گرید از بالانس ۲٫۵ برابر دقیق‌تر از گرید قبلی می‌باشد. به عنوان نمونه، یک پروانه پمپ استاندارد، دارای گرید کیفیت بالانس G6.3 می‌باشد ولیکن، در شرایط ویژه ممکن است نیاز باشد تا گرید کیفیت بالانس دقیق‌تر مثلاً G4 برای آن در نظر گرفته شود تا محدودیت‌های مربوط به سازه یا تحمل سر و صدا را مرتفع سازد [۴].

در شماره بعدی نشریه، چگونگی تعیین مقدار مجاز نابالانسی باقیمانده و توزیع آن بر روی صفحات بالانس، برای ساختارهای مختلف روتور ارائه خواهد شد.



شکل ۵: نمودار بیشترین نابالانسی مجاز باقیمانده [۴]

صنعتی، میزان مجازی برای نابالانسی باقیمانده در روتور تعریف شود. این مهم برای روتورهای صلب در استاندارد ISO 1940/1 در نظر گرفته شده است. به منظور استفاده از این استاندارد مقتضی است بر اساس مراحل ذیل عمل گردد:

(۱) انتخاب یک گرید کیفیت بالانس (G) از جدول (۱) بر اساس نوع کاربرد روتور که این بند مستلزم آن است که کاربر، نوع و کاربرد شفت را بداند تا بدین ترتیب، نزدیک‌ترین نمونه به آن را انتخاب کند.

(۲) استفاده از نمودار شکل ۵ به منظور تعیین مقدار نابالانسی مجاز باقیمانده در روتور به ازاء واحد جرم (e_{per}). پس از آن، مقدار e_{per} به دست آمده، در وزن روتور ضرب می‌شود تا مقدار U_{per} که همانا نابالانسی مجاز باقیمانده می‌باشد، تعیین گردد.

(۳) اختصاص U_{per} به صفحات اصلاحی بالانس بر اساس ساختار یا تاقان‌بندی و مقاومتی روتور

با توجه به دشواری‌های مربوط به مرحله ۳ از مراحل فوق، در مقاله حاضر یک روش ساده جهت پیاده‌سازی مراحل ۲ و ۳ ارائه شده است [۴].

گرید کیفیت بالانس

جدول (۱) گریدهای کیفیت بالانس را برای مجموعه وسیعی از انواع روتورهای کاربردی در صنعت نشان می‌دهد. عدد G بر حسب مقدار نابالانسی و بیشترین سرعت دورانی به دست می‌آید و برای تمامی روتورهای با کاربری یکسان، مقدار برابری خواهد داشت.

$$G = e \times \omega = \text{مقدار ثابت} \quad (۱)$$

این موضوع بر این اصل استوار است که روتورهایی که از منظر هندسی مشابه هستند و در سرعت دورانی یکسانی کار می‌کنند، تنش‌های یکسانی بر شفت و یاتاقان‌ها تحمل می‌کنند.

جدول (۱): گریدهای کیفیت بالانس برای چندین دسته از روتورهای صلب [۴]

نوع روتور - مثال‌های کلی	$e_{per} \times \omega$ (mm/s)	گرید کیفیت بالانس
میل‌لنگ/ شفت محرک موتور دیزل دریایی با دور پایین* و تعداد سیلندر فرد ^۱ بدون پیچش نسبی ^۲	4000	G4000
میل‌لنگ/ شفت محرک موتورهای دو سیلندر بزرگ بدون پیچش نسبی	1600	G1600
میل‌لنگ/ شفت محرک موتورهای چهار سیلندر بزرگ بدون پیچش نسبی	630	G630
میل‌لنگ/ شفت محرک موتورهای دیزل دریایی همراه با پیچش نسبی	250	G250
میل‌لنگ/ شفت محرک موتورهای دیزل سریع چهار سیلندر بدون پیچش نسبی	100	G100
مجموعه کامل موتورهای بنزینی یا دیزلی برای خودروها، کامیون‌ها و لوکوموتیوها**	40	G40
مجموعه چرخ خودرو		
میل‌لنگ/ شفت محرک موتورهای سریع شش سیلندر یا بیشتر همراه با پیچش نسبی		
میل‌لنگ/ شفت محرک موتورهای خودروها، کامیون‌ها و لوکوموتیوها		
شفت‌های محرک (شفت پروانه‌های ملخی، شفت‌های گاردان) با متعلقات مربوطه		
تجهیزات دوار ماشین‌آلات خردکن		
تجهیزات دوار ماشین‌آلات کشاورزی	16	G16
قطعات منفرد از موتور خودرو، کامیون و لوکوموتیو		
میل‌لنگ/ شفت محرک موتورهای خاص دارای شش سیلندر یا بیشتر		
تجهیزات دوار پالایشگاهی		
درام‌های گریز از مرکز		
غلتک‌های ماشین‌آلات صنایع کاغذ و چاپ		
مجموعه روتور توربین گازی هواپیما		
چرخ طیار	6.3	G6.3
پروانه‌های پمپ		
ماشین ابزار و قطعات عمومی ماشین‌آلات		
روتور موتورهای الکتریکی متوسط و بزرگ (منظور موتورهایی است که طول شفت آنها حداقل ۸۰mm می‌باشد) بدون متعلقات خاص ^۳		
توربین‌های گاز و بخار		
روتور توربو ژنراتورهای صلب		
درام حافظه کامپیوتر و سی‌دی‌ها		
توربو کمپرسورها	2.5	G2.5
شفت‌های محرک ماشین‌ابزار		
روتور موتورهای الکتریکی متوسط و بزرگ دارای متعلقات خاص		
پمپ‌های با محرک توربین		
ضبط‌کننده نوار و روتور گرامافون	1	G1
روتور ماشین سنگ‌زنی		
اسپیندل و روتور ماشین‌آلات سنگ‌زنی دقیق	0.4	G0.4
ژيروسکوپ‌ها		

* موتورهای دیزل با دور پایین و بالا موتورهایی هستند که سرعت پیستون آنها به ترتیب کمتر و بیشتر از ۹ m/s می‌باشد.

** یک میل‌لنگ/ شفت محرک مجموعه‌ای از متعلقات شامل میل‌لنگ، چرخ طیار، کلاچ، پولی، میراکننده ارتعاشات، بخش‌های دوار میله‌های اتصال را در بر می‌گیرد.

مراجع

- [1]. Static and Dynamic Balancing of Rigid Rotors. Application notes of Bruel & Kjaer
- [2]. Standard ISO 10816-3
- [3]. Andy Ruehs. When To Low Speed Balance (www.toshiba.com)
- [4]. Balance Quality Requirements of Rigid Rotors, the Practical Application of ISO 1940/1

^۱ Uneven number of cylinder

^۲ Rigidly mounted

^۳ Without special requirements



یحیی ایزد منش

کارشناس تحقیق و توسعه

کتل مایکروویو: نگرش انقلابی در پخت گریس



مقدمه

در اوایل سال ۲۰۰۰ میلادی، صنعت روانکارهای زیست تجزیه پذیر کوچک بود و هنوز تجاری نشده بود. اما بعد از آن دکتر Lou Honary استاد دانشگاه آیووا شمالی در ایالات متحده آمریکا، مرکز ملی روانکارهای زیست تجزیه پذیر^۱ (NABL) را راه اندازی کرد. این مرکز به عنوان یکی از مراکز تحقیقاتی پیشرو در این زمینه شناخته می شود. تکنولوژی های انقلابی توسعه یافته در این مرکز منجر به فرایندهای تجاری خلاقانه شده است که به تولید کننده اجازه ساخت روانکارهای زیست تجزیه پذیر با قیمت های رقابتی در مقایسه با روانکارها و گریسهای معمولی را می دهد.

تکنولوژی گرمایش مایکروویو انقلاب بزرگی را در صنعت ایجاد نموده است. اولین استفاده موفق از مایکروویو در شرکت ELM^۲ برای ساخت گریس آلومینیوم بود که پخت در کسری از زمان لازم برای ساخت گریس در سیستم کتل جکت دار معمولی انجام شد.

اکثر سیستم های گریس سازی متداول از روغن داغ یا بخار برای گرم کردن مواد اولیه گریس در کتل روباز استفاده می کنند. این شیوه پخت گریس عیب های بسیاری از نظر

گریس یک روانکار جامد یا نیمه جامد است که از یک سیال روانکار به علاوه یک غلظت دهنده ساخته شده اند. روانکار سیال معمولاً از نفت بدست می آید در حالیکه عامل غلظت دهنده معمولاً از صابون آلومینیوم، کلسیم، لیتیم، سدیم یا استرانسیم ساخته شده است. در بعضی از موارد که نیاز به گریس با محدوده دمایی عملیاتی گسترده باشد از سیال روانکار سنتزی مثل سیلیکون یا پلی آلکیلن گلیکول استفاده می شود.

امروزه تمایل به جایگزینی روانکارهای پایه نفتی با روانکارهای دارای منشا زیستی بعلت نگرانیهای زیست محیطی و قوانین سختگیرانه زیاد است. روانکارهای دارای منشا زیستی از دانه های سویا، آفتابگردان و کلزا که تجدیدپذیر و غیرسمی هستند، مشتق می شوند.

۷۰ درصد گریسهای مورد استفاده امروزی از نوع صابون لیتیمی هستند که متأسفانه نمی توان در صنایع غذایی از آنها استفاده کرد و توسعه روانکارهای صنعت غذایی را با چالش های زیادی مواجه می باشد. گریسهای آلومینیومی قابل استفاده در صنعت غذایی بوده و امروزه حدود ۱۵-۱۰ درصد گریس های مصرفی جهان از این نوع هستند.

^۱ . National Ag-Based Lubricants Center (NABL)

^۲ . Environmental Lubricants Manufacturing (ELM)

ایمینی، عملیاتی، زیست محیطی و تعمیر و نگهداری دارد. روغن‌های گیاهی نسبت به روغن‌های پایه نفتی امواج مایکروویو را بهتر جذب نموده و سبب می‌شوند تا ساخت گریس نسبت به کتل‌های متداول با ۵۰ تا ۹۰ درصد صرفه جویی در زمان انجام گیرد. مایکروویو نوعی از گرما نیست بلکه نوعی از انرژی الکترومغناطیسی است که در اثر برهم-کنش با مواد تبدیل به گرما می‌شود. امواج مایکروویو در ابتدا لایه‌های خارجی مولکول‌ها را گرم می‌کنند، اما با همرفت گرما به سمت لایه‌های داخلی تر، مغز مواد نیز گرم می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱. یک مجموعه کامل تهیه گریس با مکانیسم مایکروویو

توجیه اقتصادی گرمایش با مایکروویو

گرمایش متداول کتل چند محدودیت عمده دارد. سرعت گرمایش سطحی وابسته به گرمای ویژه، هدایت گرمایی، دانسیته و ویسکوزیته مواد گرم شونده می‌باشد. قبل از اینکه توده مرکزی ماده گرم شده و تمام قسمت‌های آن همدم شود، مواد موجود در سطح و گوشه‌های کتل در اثر گرمایش اضافی چسپنده می‌شوند که منجر به کاهش کیفیت محصول، انرژی اتلافی و زمان پخت طولانی تر می‌شوند.

اما با استفاده از مایکروویو، کل حجم مواد به صورت یکنواخت گرم می‌شوند که گرمایش حجمی^۱ نامیده می‌شود. در گرمایش حجمی انرژی بصورت الکترومغناطیسی و نه با استفاده از شارش انرژی حرارتی صورت می‌گیرد. این فرایند سبب می‌شود که آب به صورت بخار به سطح انتقال یابد و بدون نیاز به گرمایش اضافی سریعآ آبدایی شود. سرعت

گرمایش محدود نیست و توزیع گرما همگن می‌شود. زمان گرمایش می‌تواند تا کمتر از یک درصد زمان لازم برای گرمایش با کتل معمولی کاهش یابد.

صرفه جویی در مصرف انرژی

در گذشته گرمایش با سیستم‌های الکتریکی در قدرت بالا بسیار هزینه بر بود و امروزه به علت افزایش قیمت حامل‌های انرژی، هزینه گرمایش بالاتر رفته است. در حال حاضر تمایل زیادی برای صرفه جویی در انرژی با استفاده از سیستم‌های گرمایش مایکروویو وجود دارد. به علت افزایش سرعت آبدایی، نیاز به دمای پایین تر برای آبدایی و انتقال مستقیم انرژی به مواد، میزان الکتریسیته مصرفی در کتل-های مایکروویو کاهش می‌یابد. خلاصه‌ای از مزایای گرمایش با مایکروویو در قبال گرمایش معمولی به صورت زیر می‌باشد:

- کاهش مصرف انرژی تا ۵۰ درصد
- کاهش نفرساعت و زمان لازم برای تمیزکاری
- حداقل بودن استفاده از لوازم جانبی از قبیل جکت گرم شده و محفظه‌های گرمایش.
- کاهش نیاز به دستگاه‌های گرمایش و آبدایی
- حذف زمان لازم برای گرم و سرد کردن.
- انرژی مایکروویو فقط مواد را گرم می‌کند و گرما به محیط انتقال نمی‌دهد.
- سیستم گرمایش همزنی مایکروویو تقریباً در هر اندازه-ای برای هر صنعتی که گرمایش با بازده بالای حجمی نیاز دارد، در دسترس می‌باشد.

ساخت گریس پایه گیاهی

وقتی روغن‌های گیاهی گرم می‌شوند، رفتار ویژه‌ای از خود نشان می‌دهند و در بالاتر از ۱۵۰ درجه سانتی-گراد، روغن سریعآ اکسید می‌شود و اگر با اکسیداسیون مقابله نشود، محصول کاملاً یا به صورت کسری پلیمریزه شده و خاصیت روانکاری خود را از دست می‌-

¹ Volumetric heating

اصطکاک و سرعت افزایش دمای مواد کمتر از روغنهای گیاهی می‌باشد. امروزه تکنیک‌های وجود دارند که بتوان روغن‌های معدنی را سریعتر با مایکروویو هنگام پخت گریس گرم کرد.

ویژگی‌های منبع مایکروویو

منبع مایکروویو یک واحد الکتریکی فشرده است که انرژی الکتریکی با قدرت ۴۸۰ ولت را به انرژی مایکروویو با قدرت 75 kW تبدیل می‌کند. انرژی مایکروویو خروجی را می‌توان بسته به ماده مورد نظر بین صفر تا 75 kW تبدیل کرد (شکل ۲).



شکل ۲. دو منبع تولید کننده امواج مایکروویو

ویژگی‌های کتل

کتهای تولیدی هم اکنون از جنس استنلس استیل هستند. برخلاف باور عمومی که گفته می‌شود نمی‌توان از امواج مایکروویو درون ظروف فلزی استفاده کرد، در صورتی که میزان کافی از مواد جهت جذب امواج مایکروویو وجود داشته باشد، میتوان از جنس‌های فلزی استفاده کرد.

دهد. چندین روش برای پایدار نمودن روغن سویا یا دیگر روغن‌های گیاهی جهت واکنش با لیتیم هیدروکسید وجود دارد. بهترین روش استفاده از گرمایش مایکروویو می‌باشد.

به توصیف ساده، مایکروویوهای صنعتی موج معمولاً در فرکانس ۹۱۵ مگاهرتز کار می‌کنند و موجهای انرژی را به صورت ۹۱۵ میلیون چرخه در دقیقه به درون مواد ارسال می‌کنند بطوریکه هر موج انرژی سینوسی از مثبت به منفی و برعکس تغییر می‌کند. مولکولهای روغن‌های گیاهی دو قطبی بوده و دارای قطب‌های مثبت و منفی هستند و به همین دلیل ۹۱۵ میلیون بار در دقیقه خود را در جهت امواج مایکروویو قرار میدهند. این امر سبب می‌شود تا مولکولهای روغن نوسان کرده و با برخورد با یکدیگر سبب اصطکاک شده و گرما تولید کنند. گرمای ایجاد شده به درون محصول انتقال داده شده و سبب انبساط و برخوردهای مولکولی بیشتر و گرمایش بیشتر می‌شود. توجه داشته باشید که اکثر مایکروویوهای خانگی در ۲۵۴۰ مگاهرتز عملیاتی هستند در حالیکه مایکروویوهای صنعتی در ۹۱۵ مگاهرتز عملیاتی هستند.

مشاهده شده است که وقتی روغن گیاهی با سطح داغ و یا دیواره داغ راکتورهای ژاکت دار در دمای ۴۰۰-۳۵۰ درجه سانتیگراد در تماس قرار می‌گیرد، سریعاً اکسید می‌شود. به علت اینکه روغن انتقال حرارت گرم شده و سپس سبب گرم شدن مواد می‌گردند، با این روش اتلاف حرارت زیادی صورت می‌گیرد.

روغن‌های گیاهی به علت طبیعت قطبی خود، همانند آب به انرژی مایکروویو حساس هستند و با نوسان کردن بطور قابل توجهی گرم می‌شوند. مولکولهای روغن‌های معدنی و مایعات غیرقطبی در اثر مایکروویو نوسان نمی‌کنند، بلکه با سرعت می‌چرخند و سبب کاهش

1. Microwave Grease and Lubricant Manufacturing, Scott Jones, 2012
2. An Update on Manufacturing Biobased Grease Using Microwaves, Lou A. Honary, National Ag-Based Lubricants Center, University of Northern Iowa: 360 Westfield Avenue Waterloo, Iowa, 50701, USA, www.uni.edu/nabl



مهدی براری

رئیس تحقیق و توسعه

روغن ترانسفورماتور

بخش اول

مقدمه

در سال ۱۸۹۲، اولین ترانسفورماتور توسط شرکت جنرال الکتریک ساخته شد. در این ترانسفورماتور از یک روغن معدنی به عنوان سیال خنک کننده و دی الکتریک استفاده می شد. بعدها استفاده از سیالات دی الکتریک هالوژنه، به ویژه سیالات آسکارل، به علت مقاومت عالی این سیالات در برابر آتش، در ترانسفورماتورها رواج بسیاری یافت.



آسکارل یک نام عمومی برای گروهی از هیدروکربن های کلردار است که به عنوان روغن های عایق در تجهیزات الکتریکی و ترانسفورماتورها کاربرد داشته اند. یک گروه بزرگ از آسکارل ها، بی فنیل های پلی کلره (PCB) ها هستند. استفاده از این سیالات تا حدود دهه ی ۱۹۷۰ میلادی ادامه داشت، اما به دلایل خطرات زیست محیطی و سلامتی، استفاده از آنها محدود گشته و سیالات دیگری جایگزین این مواد شد. از جمله ی این سیالات می توان به روغن های

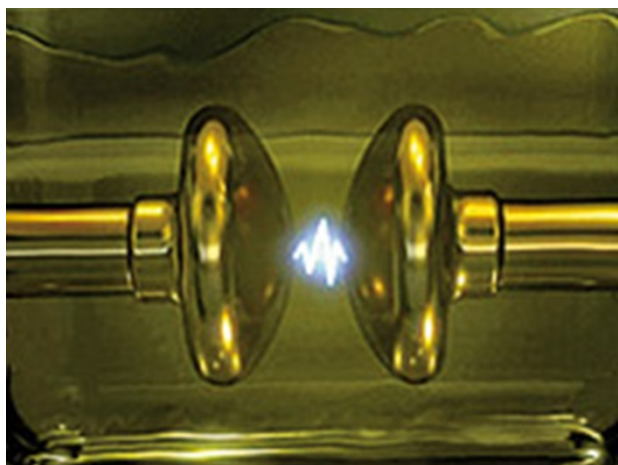
روغن ترانسفورماتور یک نوع روغن معدنی پالایش شده است که از تقطیر جزء به جزء نفت خام به دست می آید. این روغن به عنوان عایق استفاده می شود و انتظار می رود از خواص عایقی و خنک کنندگی بالایی برخوردار باشد. روغن برای داشتن خاصیت خنک کنندگی بالا لازم است دارای ویسکوزیته ً پایین و برای داشتن خاصیت عایقی خوب ضریب دی الکتریک بالایی داشته باشد. داشتن خلوص بالا و عمر طولانی از دیگر ویژگی های مهم روغن ترانسفورماتور هستند. خلوص روغن ترانسفورماتور از این نظر که با دیگر اجزای یک ترانسفورماتور سازگار باشد مهم است.

مهمترین عوامل خرابی روغن ترانسفورماتور عبارتند از آلودگی، اکسایش و دمای بیش از حد می باشد. ترانسفورماتورها را به گونه ای طراحی می کنند که تا جای ممکن روغن در برابر این عوامل ایمن بماند. نفوذ آب در روغن ترانسفورماتور بر ولتاژ شکست آن تأثیرگذار خواهد بود.

تاریخچه

از زمان ترانسفورماتورهای جورج وستینگهاوس تا کنون روغن یکی از اجزای اصلی ترانسفورماتورها بوده است. با این وجود روغن ترانسفورماتور در وسایل الکتریکی دیگری نظیر مدارشکن ها، خازن ها، بوشینگ ها و... نیز استفاده می شود.

با ولتاژهای بالایی که هم اکنون در شبکه انتقال انرژی صورت می گیرد نیاز به روغن ترانسفورماتورها بعنوان عایق الکتریکی و وسیله خنک کننده افزایش یافته است. چنانچه روغن خالص باشد مشخصات الکتریکی آن خوب خواهد بود و نیز اگر ویسکوزیته روغن کم باشد، خاصیت خنک کنندگی بهتری خواهد داشت و POUR POINT آن پایین خواهد بود. به هر حال ویسکوزیته روغن را نمی توان بسیار پایین انتخاب کرد زیرا در این صورت flash point روغن پایین تر خواهد آمد و از روغن با flash point پایین ناپستی استفاده کرد. پایین ترین حد flash point در اینگونه موارد ۱۳۰ درجه سانتی گراد در نظر گرفته میشود. در عین حال ویسکوزیته روغن باید به اندازه کافی پایین باشد تا p.p روغن کمتر از ۴۰- درجه سانتی گراد باشد. (در بعضی کشورهای اروپای شمالی از روغنهایی با p.p پائین استفاده میشود).



خصوصیات یک روغن ایده آل میتواند آیتمهای زیر را در بر داشته باشد:

- ۱- استقامت الکتریکی بالایی داشته باشد.
- ۲- انتقال حرارت را بخوبی انجام دهد.
- ۳- وزن مخصوص پائینی داشته باشد. در روغنهایی که وزن مخصوص پائینی دارند، ذرات معلق براحتی و به سرعت

سیلیکونی و هیدروکربنهای دارای وزن مولکولی زیاد اشاره کرد که در حال حاضر به مقدار بسیار زیادی کاربرد دارند. از سیالات دیگری که تا اندازه ای در این موارد استفاده می شود، می توان به استرها و هیدروکربنهای سنتزی اشاره کرد. استرهای سنتزی دارای خواص دی الکتریکی خوبی بوده و خاصیت زیست تخریب پذیری بهتری نسبت به روغنهای معدنی و سیالات هیدروکربنی دارند. اما به علت هزینه ای بالای استرهای سنتزی، از این مواد تنها در ترانسفورماتورهای متحرک و وسایل نقلیه استفاده می شود.

از روغن استرهای طبیعی که از دانه های گیاهی تهیه می شوند، نیز در دهه ی ۱۸۹۰ در ترانسفورماتورها استفاده می شد. این استرها هیچ مزیتی از لحاظ اقتصادی و کارایی، نسبت به روغنهای معدنی ندارند. علاوه بر این، استرهای طبیعی، از مقاومت کمتری در برابر اکسید شدن نسبت به روغنهای معدنی، برخوردارند. بنابراین دلایل در حال حاضر از استرهای طبیعی در ترانسفورماتورها استفاده نمی شود.

روغن ترانس معدنی:

روغن ترانسفورماتور بخش تصفیه شده روغن معدنی می باشد که در دمای بین ۲۵۰ تا ۳۰۰ درجه سانتی گراد به جوش آمده است. این روغن پس از تصفیه از لحاظ شیمیایی کاملاً خالص بوده و تنها شامل هیدروکربنهای مایع می باشد. روغن ترانسفورماتورهای قدرت نقش بسیار مهمی در عملکرد ترانسفورماتورها دارند. نقش عایق کنندگی، خنک کنندگی و تشخیص عیب از جمله مهمترین وظایف روغن می باشند. با پیرشدن ترانسفورماتور، روغن این دستگاه بعضی از خصوصیات شیمیایی و الکتریکی خود را از دست می دهد.

- روغن ترانسفورماتور دو وظیفه اساسی بر عهده دارد:

اول اینکه بعنوان عایق الکتریکی عمل می نماید و ثانیاً حرارت های ایجاد شده در قسمت های برقدار ترانسفورماتور را به خارج منتقل می کند.

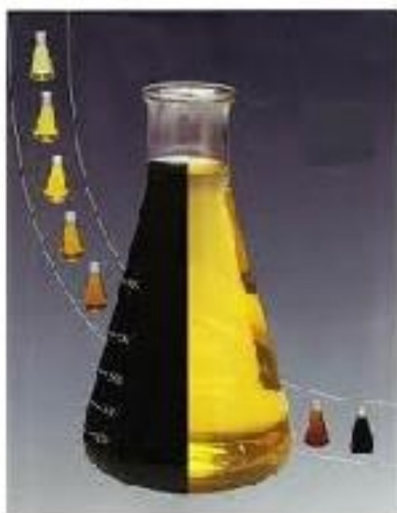
ناخالصی ها در اولین قدم خاصیت الکتریکی روغن را تحت تاثیر قرار می دهد. با توجه به نوع ناخالصی تاثیر پذیری روغن متفاوت خواهد بود. بطور مثال :

۱- ذرات جامد با قطر بیشتر از $15 \mu m$ و قطرات کوچک آب استقامت دی الکتریک روغن را کاهش میدهد.

۲- چنانچه ذرات جامد در روغن باشد ، استقامت دی الکتریک روغن توسط آب های غیر محلول در روغن کاهش خواهد یافت.

۳- ذرات جامد بسیار کوچک ($15 \mu m <$) برای مثال ترکیبات قطبی حل نشده در میدانهای الکتریکی بالا تلفات دی الکتریکی در روغن را بالا خواهد برد.

به هر حال هر چه میزان ناخالصی ها در روغن بیشتر باشد، تاثیر پذیری روغن بیشتر خواهد شد. بنابر این برای انواع مختلف ناخالصی ها و خصوصیات الکتریکی وابسته به روغن می بایستی محدودیت هایی در نظر گرفت. البته این حدود تابع ولتاژ وسایلی است که بدان وابسته می باشند.



زوال و اضمحلال روغن :

از آنجا که روغن یک ترکیب آلی است زوال و تاثیر ناپذیری آنرا در مقابل گرما و اکسیژن نمی توانیم کاملاً از بین ببریم.

ته نشین میگردند و این خاصیت باعث تسریع در روند هموژنیزه روغن میشود.

۴- ویسکوزیته پائینی داشته باشد، روغنی که ویسکوزیته پائینی دارد سیالیت آن بهتر است و بیشتر است و در نتیجه خاصیت خنک کنندگی بهتری خواهد داشت.

۵ - روغنی که Pour point پائینی دارد در درجه حرارت های پائین حرکت خود را از دست خواهد داد.

۶- Flash point بالایی داشته باشد. Flash point مشخص کننده تمایل روغن به تبخیر شدن می باشد. هر چه Flash point روغن پائین تر باشد تمایل به تبخیر شدن در روغن بیشتر است. هنگامی که روغن تبخیر میشود ، ویسکوزیته آن بالا میرود و روغن های تبخیر شده ترکیبات آتش زایی را با هوای بالای روغن ایجاد می کنند.

۷- به مواد عایقی و استراکچر فلزی نمی بایستی آسیبی برساند.

۸- خاصیت شیمیایی پایداری داشته باشد. این مسئله به عمر بیشتر روغن کمک خواهد کرد.

• خصوصیات روغن ترانسفورماتور :

روغنی که در ترانسفورماتور بکار میرود می بایستی دو خصیصه زیر را داشته باشد :

۱- روغن باید تمیز باشد . مواد جامد معلق یا ترکیبات شیمیایی زیان آور و یا آب در آن هرگز موجود نباشد.

۲- روغن از لحاظ شیمیایی بایستی پایدار باشد . تغییرات روغن با توجه به گرما و اکسیژنی که با آن در تماس باشد در درجه حرارت کار نرمال ترانس میبایستی تا حد امکان کم باشد.

• ناخالصی ها :

بنابراین روغن اکسیده میشود و ترکیبات اسیدی و قطبی به تبع آن بوجود می آید و کشش سطحی روغن در مقابل آب کاهش می یابد.

از طرف دیگر ترکیبات اسیدی بر کاغذ و تخته های فشرده شده عایق های سیم پیچی ها تاثیر نامطلوبی خواهد گذاشت. در حقیقت سلول های عایقی هنگامی که تحت حرارت قرار می گیرند در محیط اسیدی سریعتر از محیط خنثی ترد و شکننده می شوند.

تشکیل لجن و کثافات در روغن ترانسفورماتور از پیامدهای دیگر زوال و اضمحلال روغن می باشد. پس از این مرحله تغییرات در روغن نسبتاً سریعتر صورت می گیرد. برای مثال کشش سطحی در این مرحله از مقدار اولیه خود کاهش می یابد. لجن و کثافات هنگامی که در روغن ترانسفورماتور تشکیل میشوند، بر روی سیم پیچی ها رسوب می کنند و باعث می گردند که سیم پیچی ها بطور موثر خنک نشوند.

هنگامیکه اسیدیته (Neutralization value) روغن بسیار بالا باشد و یا کثافات در روغن مشاهده شده است توصیه میشود اقدامات لازم انجام گیرد. همانگونه که خواهید دید از ته نشین شدن و رسوب هر گونه کثافات در روغن ترانس باید جلوگیری بعمل آید.

تجزیه و تحلیل گازها برای آشکار کردن نقصهای ابتدایی در ترانسفورماتور:

عایقها در یک ترانسفورماتور تنها به دلیل حرارت و تجزیه شیمیایی زائل نمی شوند، بلکه تخلیه الکتریکی نیز در این فرایند موثر می باشند. بوسیله تخلیه الکتریکی و درجه حرارت نسبتاً بالای محیط، روغن و کاغذ به مواد گازی از قبیل هیدروژن - متان - اتیلن - استیلن - و اکسید کربن تجزیه می گردند. این پدیده در ترانسفورماتور بدین معنی است که نقصی وجود دارد. این نقص می تواند کاملاً بی ضرر باشد و نیز می تواند بسیار جدی بوده و دیر یا زود منتهی به عملکرد بد ترانسفورماتور شود.

منشاء و میزان گازهای مختلف تولید شده بستگی به نوع و جدی بودن خطا دارد. بنابراین با بررسی گازهای حل نشده در روغن ترانسفورماتور نیاز به بازدید و تعمیر ترانسفورماتور آشکار می گردد. برای مثال اضافه حرارت روغن باعث ایجاد گاز متان و اتیلن، تخلیه الکتریکی جزئی در روغن باعث ایجاد هیدروژن و تخلیه الکتریکی شدید، گاز استیلن در روغن ایجاد خواهد نمود.

به هر حال، چگونگی بررسی اینگونه گاز های ایجاد شده در روغن و تجزیه و تحلیل آنها هنوز کاملاً قطعی نشده و در کشور های مختلف در این خصوص مطابق با استانداردهای IEC تحقیقات ادامه دارد.

• نظارت بر روغن و رطوبت گیر:

بررسی روغن های نمونه برداری شده از ترانس که در فواصل منظمی صورت می گیرند، نظارت خوبی بر کار ترانسفورماتور خواهد بود. با این عمل نه تنها برخی مشخصات روغن در زمانهای معینی ضبط می گردد، بلکه همچنین میزان پیشرفت و تغییرات این مشخصه با زمان نیز آشکار خواهد شد. که این خود مبنای بهتری برای ارزیابی وضعیت روغن می باشد. چنانچه نتایج بعضی از اندازه گیریها هماهنگ با نتایج قبلی نباشد، این بدان معنی است که در اندازه گیری ها و یا هنگام نمونه برداری خطایی وجود داشته است. روغن نمونه برداری شده براحتی بوسیله آلودگی و رطوبت شیر ها و یا بطری نمونه برداری، آلوده می گردد و بنابراین نمونه برداری از روغن ترانسفورماتور بایستی با حد اکثر دقت صورت گیرد.

• ترکیب روغن ها:

چه نوع روغنی را میتوانیم به ترانسفورماتورها اضافه نمائیم؟ در حقیقت ترکیب دو نوع روغن متفاوت می تواند نتایج غیر قابل انتظاری به همراه داشته باشد. بازدارنده اکسیداسیون دو روغن ممکن است بر یکدیگر تاثیر گذاشته و یا ترکیبات ناشی از کهولت در یک روغن می تواند رسوبات ایجاد کند در حالیکه این رسوبات توسط روغن دوم رقیق گردد. به هر حال

روغن ها می توانند به دلایل مختلفی با یکدیگر نا سازگار باشند.

در موارد نامشخص، آزمایشات مربوط به ترکیبات دو نوع روغن متفاوت می تواند انجام شود. معمولاً باید اصول زیر را همواره در ترکیب دو نوع روغن متفاوت مراعات نمود.

روغن دو نوع ترانسفورماتور را در صورت داشتن شرایط زیر می توان ترکیب نمود.

۱- مطابق با استاندارد واحدی باشند.

۲- شامل باز دارنده اکسیداسیون یکسان و یا باز دارنده اکسیداسیون قابل مقایسه ای باشند.

۳- مقدار خنثی (Neutralization value) کوچکتر از 0.5 mg KOH/g داشته باشد.

۴- میزان آب در روغن از $20 \mu\text{g/g}$ کمتر باشد.

ادامه دارد.....



سحر وهاب زاده

کارشناس تحقیق و توسعه

* از سایبگی و فرسودگی سطوح متحرکی که در تماس با یکدیگر هستند با ایجاد لایه ای نازک جلوگیری می نماید.

* حفظ گرانیروی در محدوده‌ی درجات حرارت کاری.
* مقاوم بودن در برابر حرارت و اکسیژن هوا (تجزیه حرارتی و اکسیداسیون)

* روان بودن در سرما
* از نظر فراریت، آتش گیری و... شرایط مناسبی داشته باشد. بتواند اثرات نامطلوب ناشی از کار دستگاه را تا حد ممکن خنثی کند.

* مواد آلوده کننده همراه روغن نباشد.
* در حین عملیات کف ایجاد نکند.
* داشتن سازگاری کامل با قطعات لاستیکی و پلاستیکی
دارا بودن مقاومت کم در برابر تنش برشی
* بی اثر بودن از لحاظ شیمیایی، غیر خورنده بودن و همچنین قابلیت حفاظت سطوح ماشین در برابر عوامل خورنده شیمیایی و عوامل مخرب فیزیکی

مواد افزودنی روغن

روغن‌های روان کننده از دو قسمت اساسی تشکیل شده اند:

الف- روغن پایه^۳

ب- مواد شیمیایی موسوم به مواد افزودنی^۴

افزودنی های نانو مواد روغن های موتور

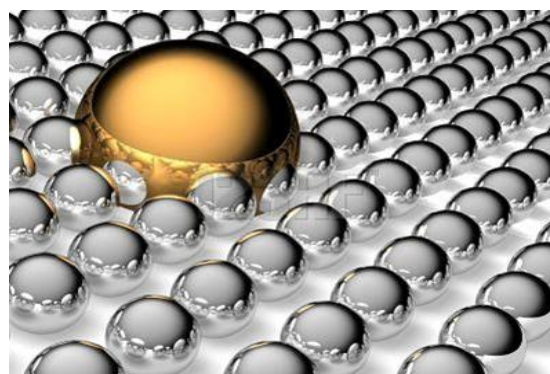
محصولاتی که به صورت افزودنی حاوی نانو مواد وارد بازار شده و تجاری شده اند و مورد بررسی قرار می گیرند عبارتند از:

افزودنی حاوی نانو ذرات WS₂ با نام Nanolubes

برخی از خصوصیات و مزیت‌های Nanolubes عبارتند از کاهش اصطکاک و ساییدگی در مقایسه با سایر روان کننده های رایج به خصوص در بارگذاری بالا، طولانی

روانکاری چیست؟

روانکاری^۱ به عنوان علم تسهیل کننده حرکت نسبی سطوح در تماس با یکدیگر، تعریف شده است. در هرکجا که سطوح همجوار و در تماس با یکدیگر، دارای حرکتی نسبی هستند، روانکاری نقش مهمی در انجام حرکت به نحو صحیح، مداوم و اقتصادی ایفا می کند.



وظایف روغن‌های روانکار

اصلی ترین وظایف روغن های روانکار به شرح زیر می باشد:

- * روانکاری
- * انتقال حرارت
- * ضربه گیری
- * حفاظت از سطوح
- * آب بندی^۲
- * انتقال مواد (حمل ذرات)

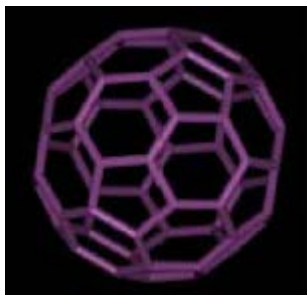
ویژگی های روغن های روانساز

- * گرانیروی مناسب و ضریب اصطکاک بسیار کم
- * مقاوم در برابر حرارت و اکسیده نشدن
- * دارای خاصیت پاک کنندگی مناسب بوده و پس از کار مداوم و حرارت زیاد مواد لجنی و رسوبات در لابه لای قطعات تشکیل نشود.

^۳ Base oil
^۴ Additive

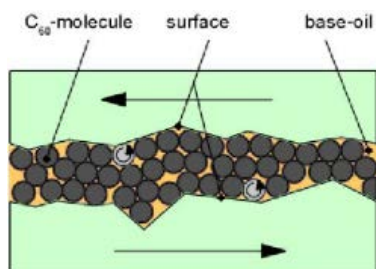
^۱ Tribology
^۲ Sealing

از ۶۰ اتم کربن C60 می‌باشند که به صورت شش ضلعی و پنج ضلعی‌هایی به یکدیگر متصل شده‌اند و سبب تشکیل ساختاری شبیه به توپ فوتبال شده‌اند.



ساختار شبیه سازی شده مولکول C60

روغن‌های دارای فولرین را می‌توان به عنوان روغن‌های ضد اصطکاک نام برد. در شکل زیر نحوه تاثیر دو سطح در حال تماس نشان داده شده است. مولکول‌های فولرین به صورت اجسام چرخنده عمل می‌کنند و سبب جدا شدن سطوح در حال تماس از یکدیگر می‌شوند. به خاطر مقاومت و پایداری بالای فولرین‌ها، در شرایط بارگذاری بالا نیز خصوصیت چرخش بلبرینگ مانند خود را حفظ می‌نمایند.



نحوه عملکرد مولکول‌های فولرین که به صورت بلبرینگ عمل می‌کنند

افزودنی حاوی مولکول‌های فلئوئور POLYCOAT 20HWE

POLYCOAT، افزودنی پیشرفته‌ای برای روغن موتور و روغن جعبه دنده می‌باشد. این ماده بر روی سطوح فلزی در سطح مولکولی تاثیر گذار بوده و باعث کاهش اصطکاک، کاهش سایش فلز، افزایش عمر موتور ماشین، بهینه سازی مصرف روغن و صرفه جویی در مصرف بنزین می‌شود.

POLYCOAT سبب تشکیل فیلمی با پایه فلئوئور بر روی سطح فلز می‌شود که از اشکال دیگر پوشش‌ها که از افزودنی‌هایی بر پایه تفلون، پلیمرها، پوشش‌های فلزی یا مواد معدنی ساخته شده‌اند، با دوام‌تر است. فلئوئور

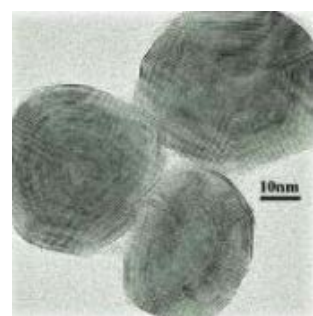
بودن عمر محصول، توانایی تحمل بارگذاری بسیار زیاد، پایداری شیمیایی و فیزیکی بالا، صرفه جویی در مصرف انرژی و کاهش آلودگی، سازگاری با محیط زیست، دقت بالای اجزاء مختلف دستگاه بعد از کارکرد طولانی در اثر عدم ساییدگی، کاهش هزینه تهیه و ساخت اجزاء به خاطر کارکرد مناسب در روی سطوح زبر.

خصوصیت‌های برجسته Nanolubes عبارتند از:

*قابلیت نفوذ در منافذ بسیار ریز

*جلوگیری از تخریب سطوح

*اجازه به ایجاد سطوح خود روان کننده



Nanolubes Nanoparticles

افزودنی حاوی نانو الماس یا نانو دیاموند:

نانودیاموند به عنوان افزودنی در پوشش‌های کامپوزیتی، مواد ضد ساییدگی و ضد اصطکاک، روغن‌های روان کننده و پلیمرها (ابر، پلاستیک و ...) و همچنین به عنوان ماده کاربردی در عملیات داروسازی، کاتالیستها و غیره استفاده می‌شود.

نانو دیاموند توزیع شده در روان کننده، لایه فیلمی بر روی سطح تماس ایجاد می‌نماید و نانوذرات، منافذ ریز موجود بر روی سطح را پر می‌نماید. علاوه بر آن، نانودیاموند به صورت ذرات کروی شکل و فوق العاده سخت می‌باشد که به صورت چرخشی عمل می‌نمایند. بنابراین با تبدیل حرکت اصطکاکی لایه‌ها بر روی هم به حرکت چرخشی، سبب کاهش قابل توجه اصطکاک می‌شوند.

افزودنی‌های حاوی نانو ذرات کربن یا فولرین:

اولین فولرینی که کشف شد، باکی بال^۱ نام گرفت. مولکول‌های باکی بال معمولاً به صورت قفسه‌هایی متشکل

^۱ Buckyball

آن استفاده می شود و این به دلیل قیمت بسیار بالای طلا و محدودیت در روشهای ریز کردن طلا می باشد. افزودنی نانوذرات طلا جهت پوشش جداره سیلندر^۱ با استفاده از نانوتکنولوژی ساخته شده و اندازه نانویی ذرات طلا خصوصیات کاملاً متمایزی به طلا داده است. NGCCA پوششی از طلا بر روی جداره سیلندر ایجاد می کند و بازده موتور را بالا می برد.

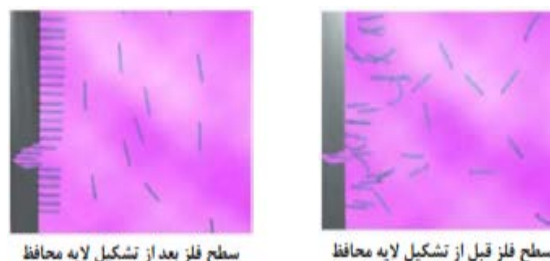
وقتی طلا به صورت نانوذرات در می آید، به خاطر چند برابر شدن سطح ویژه طلا، این نانوذرات پوشش بسیار مناسبی برای جداره سیلندر می شوند. خصوصیتی منحصر به فردی دارند که عبارتند از :

- * پایداری دمایی بسیار بالا
 - * پایداری شیمیایی بسیار بالا
 - * سختی کم
 - * رسانایی حرارتی بسیار بالا
 - * قابلیت جذب سطحی بسیار بالا
- فعالیت بالا (فعالیت بالایی در مبدل کاتالیستی موجود در خروجی اگزوز برای تبدیل گازهایی که ناقص سوخته اند، نشان می دهد).

افزودنی حاوی نانو ذرات PTFE با اسم NANOFLONTM X-TREME
افزودنی نانوتفلون مخلوطی از نانوذرات تفلون^۲، کمپلکس آلومینیدنیوم و ترکیب آلومین سولفور می باشد. نانوفلون، افزودنی چندکاره می باشد که با دارا بودن خصوصیات تحمل فشارهای بسیار بالا، ضد ساییدگی و ایجاد ضریب اصطکاک کم در صنایع اتومبیل و روان کننده گریس قابل استفاده است. مزایای استفاده از افزودنی نانوفلون عبارتند از تحمل فشارهای بسیار بالا، مقاومت بسیار بالا در برابر ساییدگی، کاهش ضریب اصطکاک، استفاده بسیار راحت و اختلاط بسیار راحت با روغن بستر

آماده سازی نانو روانکارها

مهمترین عنصر فعال جدول تناوبی می باشد که قویترین پیوندها را با سطح ایجاد می کند. لایه فیلمی که از مولکولهای فلئوئور تشکیل شده ضخامتی به اندازه چند مولکول دارد که آن را باریکترین لایه فیلمی کاهش دهنده اصطکاک موتور ماشین کرده است. ضخامت بسیار کم، برتری بیشتری نسبت به سایر افزودنی ها به این ماده می دهد زیرا تا حد زیادی سخت و محکم است و از روی سطح خراشیده یا کنده نمی شود. در شکل زیر نحوه تشکیل لایه نازک از مولکولهای با پایه فلئوئور نشان داده شده است.



بررسی تاثیر افزودنی POLYCOAT 20HWE

مولکولهای با پایه فلئوئور که در 20HWE وجود دارند، به حدی فعال و نیرومند می باشند که هر گونه ذرات و ساختارهای شیمیایی موجود بر روی سطح فلز را پاک می کنند. در عین حال خود را مستقیماً به سطح فلز در داخل موتور می چسباند و خراش های سطح را پر می کنند. این افزودنی می تواند در کاهش اصطکاک خشک و نیز همراه روغن تاثیر بسزایی داشته باشد. کارایی POLYCOAT بر پایه نانو تکنولوژی می باشد.

تاثیرات استفاده از این افزودنی از جمله کاهش ۵ تا ۱۰ درصدی مصرف بنزین و کاهش آلاینده های ماشینها از طریق کاهش مصرف (سوختن) روغن، کاهش هزینه نگهداری و تعمیرات موتور ماشین از طریق بهبود دوام اجزاء فلزی داخلی موتور و افزایش عمر موتور ماشین از ۱/۵ تا ۲ برابر با کاهش اصطکاک به اثبات رسیده است.

افزودنی حاوی نانو ذرات طلا

در ابتدا گرافیت به عنوان ترکیبی برای پوشش جداره داخلی سیلندر به کار می رفت. سپس از تفلون برای این کار استفاده گردید. در واقع طلا بهترین و مناسب ترین پوشش برای جداره داخلی سیلندر می باشد ولی کمتر از

¹ Nano Gold Cylinder Coating Additive NGCCA

² Poly Tetra Fluoro Ethylene (PTFE)

آسیاب گلوله ای و استفاده از مواد فعال کننده سطح میباشد.

با توجه به موارد مطرح شده می توان ادعا نمود که استفاده از ترکیبات نانو به عنوان افزودنی روغن موتور سبب ایجاد مزایای بسیاری از جمله کاهش مصرف سوخت، کاهش گازهای آلاینده ، افزایش طول عمر موتور ، کاهش آلودگی محیط زیست به دلیل افزایش زمان تعویض و دورریزی روغن و بسیاری از موارد دیگر می شود.

به منظور ساخت یک نانو روانکار نیاز به روغن روانکار به عنوان سیال پایه و نیز نانوذرات مورد نظر برای افزودن به روغن می باشد.

اساسا نانوسیالات مخلوط های جامد - مایعی هستند که از پراکنده سازی ذرات نانو با اندازه های کوچکتر از ۱۰۰ نانومتر درون یک سیال پایه به دست می آیند. برای این منظور از روش های متداولی استفاده شده است، از جمله پراکنده سازی به وسیله همزن مکانیکی، استفاده از امواج فراصوت (اولتراسونیک حمامی و پروبی)، استفاده از



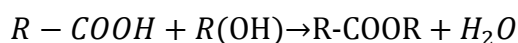
مهیا اصغریان

کارشناس تحقیق و توسعه

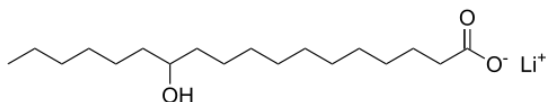
اسید^۳ است که گروه COOH متصل به یک حلقه آروماتیکی است.

چربی و اسیدهای چرب^۴

اگر کربن و یا زنجیره هیدروکربنهای اسیدهای آلی بلند باشد، خواصی متفاوت خواهند داشت. اسیدهای چرب دارای تعداد کربن بیشتر از ۱۰ می باشند. این اسید زنجیره بلند آلی را اسید چرب می نامیم. اسیدهای چرب بنیان اولیه صابون بوده که برای ساخت گریس مورد استفاده قرار می گیرند. یک اسید مهم در گریس، اسید استئاریک دارای ۱۸ کربن به فرمول $C_{17}H_{35}COOH$ است. که یک اسید ضعیف، غیر خورنده برای بسیاری از فلزات و کم اثر بر روی پوست، دارای بوی کم و متمایل به صابون است. در واقع ممکن است از چربی های حیوانی تهیه شده باشد و لزج و صابونی است. اگر اسیدهای چرب با یک باز معدنی ترکیب شود، تولید نمک آلی می کنند.



آب + (اترسلها - استرها) نمک آلی $\rightarrow$ باز معدنی + اسید چرب
یک نوع دیگر از این اسید که در گریس سازی کاربرد فراوانی دارد، بنام ۱۲- هیدروکسی استئاریک اسید است. این ماده که از روغن کرچک تهیه می شود، در روغن حلال، در آب غیر حلال بوده، دارای بوی تند و غیر مطبوع و بی اثر بر پوست است.



در مقاله گذشته در مورد مواد اولیه گریس و روغن پایه صحبت کردیم. در این مقاله نیز به توضیح درباره اسیدهای آلی، قلیاها و مواد افزودنی دیگر خواهیم پرداخت.

اسیدهای آلی

اسیدهای آلی بطور کلی دارای فرمول شیمیایی $R-COOH$ هستند. اکثر اسیدها غیر آلی بوده و دارای انواع مختلف و قدرت های متفاوتی هستند. گروه اول، اسیدهای آلی بوده که دارای گروه عاملی مشخص COOH می باشند. کربن این گروه ها می تواند به یک زنجیره یا حلقه کربنی و یا یک اتم غیر کربنی دیگر پیوند داده شود. در مورد دوم می توان اسید فرمیک^۱ $HCOOH$ که یک ماده حلال در آب، خورنده و مسموم کننده است اشاره کرد. اگر زنجیره دارای دو کربن باشد، اسید استیک^۲ CH_3COOH بوده که قابل حل در آب، به طور تقریبی غیر سمی است ولی در کاربرد آن کلیه موارد ایمنی باید رعایت شود. یک اسید آلی مهم دیگر بنزوئیک

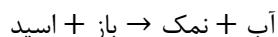
^۳ Benzoic Acid

^۴ Fat and Fatty Acids

^۱ Formic Acid

^۲ Acetic Acid

تشکیل آب می‌دهند. سایر مولکول‌های اسید با مولکول‌های قلیاء تولید نمک می‌کنند.



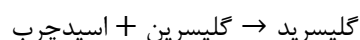
در اینجا نمک‌های به دست آمده غیر آلی هستند. زمانیکه از واکنش یک اسید چرب با قلیاء سخن گفته می‌شود، محصول به دست آمده صابون صنعتی است. به علت طولانی بودن زنجیره هیدروکربن‌های آن، صابون در روغن قابل حل می‌باشد.

مواد افزودنی

برای بهبود سطح کیفیت گریس، مانند روغن، مواد افزودنی به آن اضافه می‌شود. بسیاری از آن‌ها در مقابل حرارت بالای پخت گریس حساس بوده و اگر در آن زمان به گریس اضافه شوند، خواص خود را از دست خواهند داد. ممکن است مواد افزودنی با توجه به استفاده از قلیاهای قوی مانند هیدروکسی‌های کلسیم، سدیم و یا لیتیم نیز از بین برود. در عمل، اکثر ادتوها در زمان سرد شدن گریس که دما پایین تر از ۸۵ درجه سانتیگراد است به گریس اضافه می‌شود. البته موارد استثنائی نیز وجود دارد. برخی از مواد افزودنی نسبت به حرارت و یا قلیاها بی‌تاثیر بوده و هر زمان می‌توان آن را به گریس اضافه کرد. برخی دیگر فقط در حرارت‌های زیاد با گریس ترکیب می‌شود. کاربرد همزن‌ها برای اختلاط کامل مواد افزودنی با گریس بسیار ضروری است. تعداد این مواد افزودنی بسیار بوده و خواص گوناگونی را به گریس می‌دهد. بطور مثال یکی از متداول‌ترین آن‌ها بالا برنده‌های تحمل فشار، ادتو EP، می‌باشد. با توجه به اینکه نوع چربی و اسیدهای چرب به کار رفته در ساخت گریس متنوع می‌باشند، مواد افزودنی به آن‌ها نیز متغیر بوده و به طور کلی نمی‌توان از یک یا چند نوع برای کاربرد در همه موارد استفاده کرد. نوع مواد افزودنی هر پایه صابونی مختص به خود بوده و باید به دستور العمل‌های ساخت گریس مراجعه کرد.

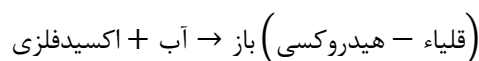
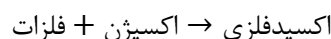
در مولکول‌های اسید استئاریک، یک گروه هیدروکسی، OH، در محل کربن شماره ۱۲ قرار دارد.

در طبیعت اسیدهای چرب وجود داشته ولی فراوان نیستند ولی چربی و روغن‌های چرب^۱، بسیار است. از چربی‌های جامد کره، پی، چربی‌های حیوانی و از روغن‌های گیاهی زیتون، کرچک، آفتابگردان، پنبه و بادام زمینی را می‌توان نام برد. تمام این چربی‌ها چه جامد و یا مایع، گلیسریدها بوده که ترکیبی از یک اسید چرب و گلیسرین می‌باشند. اگر این چربی‌ها با آب و یک کاتالیزور جوشانیده شود، اسید چرب و گلیسرین از یکدیگر جدا خواهند شد. وقتی این دو ماده جدا شوند، اسید چرب آن را می‌توان خنثی و با آن صابون ساخت که گلیسرین در آن وجود نخواهد داشت. در جای دیگر می‌توان گلیسرین را با قلیاء پخت و از آن صابون تهیه کرد. در اینجا صابون از گلیسرین تشکیل یافته و اسیدهای چرب حذف شده است. مراحل تشکیل صابون با جداسازی چربی به نام تشکیل صابون نامگذاری شده است. گلیسرین در ترکیب صابون و روغن خواهد ماند. در ساخت گریس، در برخی موارد، از چربی و یا اسیدهای چرب و جای دیگر از ترکیب هر دو استفاده می‌شود.



قلیاها

در صابون‌ها، در نقطه مقابل اسیدها، یک قلیا قوی وجود دارد. این ماده از واکنش یک فلز، رادیکال، و یک یا چند هیدروکسی، OH، تشکیل می‌شود.



بیشترین پایه فلزی قلیاها برای ساخت گریس شامل کلسیم، سدیم، آلومینیوم و لیتیم است. زمانیکه یک اسید با باز به میزان یکسان با هم ترکیب شود، یک ماده به طور کامل خنثی به دست می‌آید. یون‌های هیدروژن و هیدروکسی‌ها

¹ Fatty Oils

پرکننده‌های غیر آلی

ساختار کریستال‌های گریس همگی به صورت الیافی نیست، برخی از آن‌ها توسط ذرات بسیار کوچک پرکننده‌های غیر آلی ساخته می‌شوند. تا جاییکه ذرات پرکننده بتوانند در داخل روغن منتشر شوند، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. یکی از انواع خوب آن سیلیکا است. سیلیکا یک عنصر سخت، ناصاف و غیرقابل حل در روغن‌های معدنی بوده اما با یک سری فرآیندهای پیچیده شیمیایی به یک پودر غیر کریستال تبدیل شده و می‌توان از آن برای ساخت گریس استفاده کرد. نوع دیگر خاک مونت‌موریلنولایت^۱ است. ساختار اولیه آن جاذب آب است. این خاک بخوبی در آب حل شده و یک محلول یکنواخت را تولید می‌کند. ترکیب آن با برخی مواد و فرآیندهای شیمیایی، این خاک را از حالت جاذب آب^۲ به غیر جاذب آب^۳ و در نهایت جاذب روغن^۴ تبدیل می‌کند. از خاک اورگانوکلای^۵، در ساخت گریس‌های نسوز که در دمای زیاد نقطه افت ندارند و در کارکرد با دمای زیاد تبدیل به خاکستر می‌شوند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. باید دانست که این خاک بر خلاف صابون‌ها در گریس تولید الیاف صابونی نمی‌کند.

مشتقات اوره^۶

یکی دیگر از مواد غیرصابونی که برای ساخت گریس‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، ترکیبی از مشتقات اوره می‌باشد. اوره به فرمول $H_2N-CO-NH_2$ ، حلال در آب و غیر حلال در روغن است. با انجام برخی از فرآیندها، زنجیره و یا حلقه‌های هیدروکربن‌ها می‌توانند به مولکول‌های آن متصل و باعث افزایش جاذبیت روغن در آن گردد. البته این عامل به تنهایی منجر به ایجاد خواص پرکنندگی، انتشار در روغن،

نمی‌گردد. یک اتصال دیگر می‌تواند آنرا تبدیل به RHN-CO-NHR کند. اگر در عملیات بیشتری، یک یا دو مولکول دیگر به آن متصل شود، خاصیت جذب روغن خوبی بوجود آمده که برای ساخت گریس بسیار مناسب می‌شود.

صابون‌های کمپلکس

در طول سالیان متمادی، سازندگان گریس در تلاش برای به دست آوردن صابون‌هایی بودند که در برابر حرارت مقاوم باشد. تلاش آن‌ها منجر به کاربرد صابون‌های کمپلکس گردید. هر صابون نیاز به یک عامل کمپلکس دارد که همگی دارای یک مشخصه بوده و عامل کمپلکس، یک نمک، می‌باشد، در نتیجه صابون پرکننده تبدیل به یک پرکننده کمپلکس، نمک-صابون، می‌گردد.

در فرآیند تولید، اگر نمک، صابون و روغن با هم یکجا ترکیب شود، یک محصول غیر قابل استفاده بدست خواهد آمد. ولی اگر اسیدهای چرب، اسیدهای غیر چرب، قلیاها و روغن با یکدیگر با یک فرایند کنترل شده ترکیب شود، گریس کمپلکس بدست خواهد آمد. صابون و نمک تشکیل یک کریستال مشترک داده و پرکننده کمپلکس را به وجود می‌آورند. مکانیزم تشکیل این کمپلکس‌ها همیشه به خوبی مشخص نیست.

ساختار صابونی به صورت هیدراته، صابون پایه و صابون‌هاییکه با انواع مواد دیگر ترکیب شده است را کمپلکس تعریف کرده‌اند. در واقع ساخت گریس با صابون‌های کمپلکس را گریس کمپلکس می‌نامند. در تعریفی دیگر گریس کمپلکس عبارت است از گریسی که حداقل دو نوع فلز در ساخت آن به کار برده شده باشد. گریس سازان یاد گرفته‌اند که اگر از صابون‌های کمپلکس برای ساخت گریس استفاده کنند، گریس دارای نقطه افت بالاتر، کارکرد در دماهای بیشتر و خواص تحمل بیشتر فشار کار مکانیکی را پیدا می‌کند.

¹ montmorillonite

² hydrophilic

³ hydrofobic

⁴ olefilic

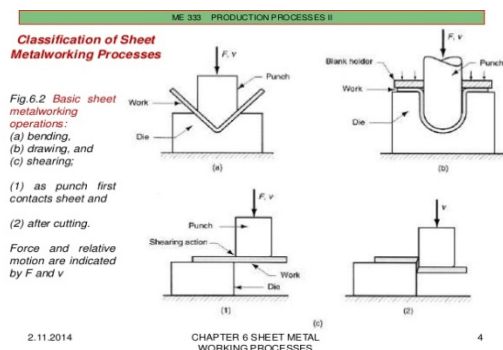
⁵ Organo-Clay

⁶ Urea Derivatives

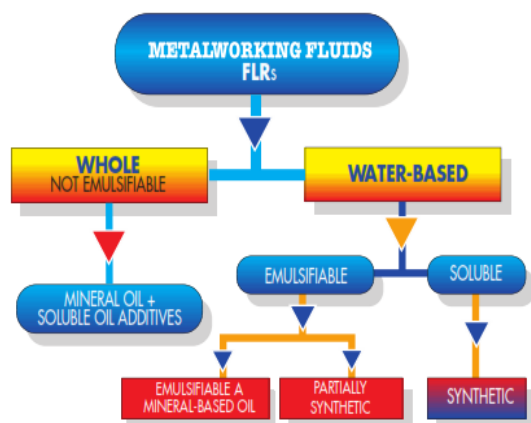
عبارت کمپلکس نخستین مرتبه توسط شیمی دانان در مورد ساختار صابونی گریس استفاده گردید. صابون‌های کمپلکس نه بخاطر ساختار شیمیایی بلکه کریستال‌های ساخته شده، توسط دو نوع الیاف متفاوت در هم پیچیده شده، که از دو مواد مختلف، صابون نرمال و یک یا چند عامل دیگر می باشد، شناخته شده است. آنها گریس‌های کریستالی مشترک می‌باشند. در ابتدای ساخت گریس‌های لیتیم کمپلکس، آن‌ها را گریس لیتیم کریستال مشترک می‌نامیدند که بعدها آن را گریس لیتیم کمپلکس نام نهادند. صابون کمپلکس عبارت است از کریستال و یا الیاف صابونی که توسط مجموع کریستال‌های دو ماده صابون نرمال مانند استنارات فلزی و عامل کمپلکس ساخته شده باشد. عامل کمپلکس می‌تواند نمک‌های فلزی، اسیدهای آلی با زنجیر کوتاه، کربنات‌ها، کلریدها و یا آب باشد.

ادامه دارد...

روغنهای متال ورکینگ



روغنهای متال ورکینگ به دو دسته تقسیم میشوند



۱- روغنهای محلول در آب

این روغنها شامل سه گروه معدنی، نیمه سنتزی و تمام سنتزی میباشد و همگی این روغنها محلول در آب میباشد و دارای خواص روان کنندگی روغن و خواص خنک کنندگی آب میباشد اجزا تشکیل دهنده این روغنها شامل روغن پایه اعم از معدنی و سنتزی، امولسیفایرها، باز دارندهای خوردگی، مواد فشار پذیر، تنظیم کننده های PH، ضد کف، آنتی باکتریال میباشد.

گسترش روز افزون صنایع مس، فولاد، آلومینیوم و نیاز این صنایع به روانکارها در قسمتهای مختلف تولید، باعث تولید انواع مختلف روغنهای متال ورکینگ با خصوصیات عملکردی مختلف گردید و امروزه جزو پر مصرف کننده ترین روانکارها در کشورهای دارای صنایع ذکر شده محسوب میگردد

متال ورکینگ به دو دسته تقسیم بندی میشوند

۱- عملیات Metal forming

۲- عملیات Metal cutting

الف (عملیات متال فرمینگ شامل قسمتهای مختلفی میباشد که عبارتند از :

IRINING, WIRE DRAWING, PUNCHING, STAMPING, FORM ROLLING, CONING, SWAGING

ب (عملیات متال کاتینگ شامل قسمتهای مختلفی میباشد که عبارتند از :

BROACHING, TAPPING, DRILLING, REAMING, MILLING, TURNING, GRINDING, HONING

باید توجه داشت برای تمامی قسمتهای مختلف ۲ عملیات ذکر شده از روغنهای متال ورکینگ از استاندارد ISO 6743/7 یا DIN 51385 استفاده میشود.

تستهای آزمایشگاهی مربوط به روغنهای محلول در آب در جدول زیر نشان داده شده است

1	EMULSIONS/SOLUTION, 5% in tap water
2	Stability, 20 C / 24h, 7days
3	pH Value, ASTM D 1287
4	Corrosion, Herbert test, DIN 51360/I
5	Corrosion, Filter test, DIN 51360/II
6	Foam volume, mL,/after 5 min, mL
7	Wear scar diameter, mm, ASTM D 4172
8	Wear scar area, mm ² , Reichert balance
9	Viscosity, 40 C , mm ² /s, ISO 3104

آنتی باکتریالها:

یکی از خواص بد روغنهای حل شونده در آب، تمایل آنها به تجزیه توسط باکتری میباشد و باعث بوی بسیار بد و ایجاد حساسیتهای پوستی میشود که ترکیبات آنتی باکتریال موجب جلوگیری از رشد این باکتریها میشوند، مانند فنلها - تری آذینها



۲- روغنهای غیر محلول در آب:

این روغنها نیز شامل ۳ گروه معدنی، نیمه سنتزی و تمام سنتزی میباشد و دارا خواص روانکاری آلی میباشد، اجزا

برای روغنهای پایه مختلف باید از امولسیفایرهای مختلفی استفاده کرد، این ترکیبات (امولسیفایرها) قطبی بوده و در فصل مشترک روغن و آب ایجاد پل کرده و باعث حلالیت روغن در آب میشود

مانند فنی الکلهای اتوکسیله، سدیم پترولیوم سولفوناتها و غیره

باز دارندهای خوردگی:

این ترکیبات قطبی بوده با سطوح فلزی واکنش داده و یا جذب فلز شده و ایجاد لایه روی فلز کرده و از اکسیداسیون سطح فلز جلوگیری میکند مانند ایمیدازولینها، دی اسیدها- فسفات استرها، سولفاتها

مواد فشار پذیر:

این ترکیبات موجب بهبود خواص اصطکاکی، کاهش سایش، جلوگیری از چسبیدن سطوح به یکدیگر میشود، مانند فسفات استرها، آمیدها

تنظیم کنندهای PH

این ترکیبات خاصیت قلیائی را در حد کافی نگه میدارد تا تجزیه شدن روغن توسط باکتری را به تاخیر اندازد، مانند آمینها، کریناتها

آنتی فوم:

این ترکیبات حبابهای بزرگ هوا را از بین میبرند واز اکسیداسیون بیش از حد روغن جلوگیری میکند

مانند پلیمرهای سیلیکونی، پلیمرهای متیل آکریلیک

تشکیل دهنده های این روغنها شامل روغنهای پایه اعم از معدنی و سنتزی، بازدارندهای خوردگی، مواد فشار پذیر، آنتی فوم میباشند

لازم به ذکر میباشد که اجزا استفاده شده (ادتیوها) در این روغنها از لحاظ ساختار شیمیائی با ادتیوهای استفاده شده در روغنهای محلول در آب فرق میکند

تستهای آزمایشگاهی مربوط به روغنهای غیر محلول در آب در جدول زیر نشان داده شده است

PROPERTY	Method	
Viscosity kinematic at 40 °C / mm ² s ⁻¹	ASTM D 445	ISO 3104
Density at 15 °C (or 20) / g cm ⁻³	ASTM D 1298	ISO 3675
Flash point / °C	ASTM D 92	ISO 2592
Pour point / °C	ASTM D 97	ISO 3016
Corrosion on copper, 100 °C, 3h	ASTM D 130	ISO 2160
Foaming at 24, 94 & 24 °C	ASTM D 892	ISO 6247
LUBRICATION PROPERTIES:		
Weld point / N	ASTM D 2783	DIN 51350
4-Ball EP machine		
Wear scar diameter / mm	ASTM D 4172	-
4-Ball Wear machine		
Wear scar area / mm ²	REICHERT	-
Reichert balance machine		
Specific surface pressure / MN m ⁻²	REICHERT	-
Reichert balance machine		

سید حسین ثابتی فرد

کارشناس تحقیق و توسعه

پودرهای گرافیتی با خلوص بالا

Super fine natural graphite powder

مقدمه

هر ساله حجم زیادی از پودرهای گرافیتی با خلوص بالا در سراسر جهان استفاده می گردد. این کاربردها شامل سیستم های ذخیره ای برقی - شیمیایی مثل باتری ها و پیل های سوختی، زغال الکتریکی برای موتور های الکتریکی، مواد نسوز (دیر گدازها)، مواد روانساز و متالورژی گرد آهن استفاده می گردد.

۱- قابل استفاده در صنایع ریخته گری

سبب افزایش سختی فولاد و کاهش تخلخل های ایجاد شده در محصول می گردد.

۲- صنعت کوره و ریخته گری

برای داشتن عملکرد خوب و ساخت یک کوره، روان کاری مناسب نیاز است. روان ساز از چسبندگی قالب نمونه کاری جلوگیری می نماید. در حقیقت مانند یک عایق خوب حرارتی عمل و به کاهش ساییدگی قالب کمک می نماید.

۳- روان ساز

پودر گرافیت به عنوان روان کننده خشک با بالاترین بازده است. همچنین از این محصول در تولید روغن های روان ساز، گریس و چسب استفاده شده است. پودر گرافیتی به سادگی به جریان روان ساز اضافه و مخلوط می گردد.



۴- طراحی سیم

سیم کشی گرافیتی معمولاً مخلوطی از ۱۵٪ تا ۲۰٪ پودر گرافیت در روغن روان ساز یا گریس است.

روان کننده فیلم خشک:

روان کننده فیلم خشک سبب کاهش اصطکاک در دراز مدت می گردد. ویژگی انتخاب گرافیت به عنوان یک روان ساز زمانبست که روغن پایه و گریس نمی توانند در دماهای بالا مورد استفاده قرار گیرند. گرافیت به عنوان یک روان کننده فیلم خشک ارزان قیمت و مقروم به صرفه محسوب می گردد.



نوعی استفاده دیگر:

گرافیت را با یک حلال فرار، امولوسیفاید می کنند و در اثر تبخیر سریع حلال، گرافیت به مانند پوشش روی سطح باقی می ماند.

از دیگر روان کننده های فیلم خشک می توان به مولیبدن دی سولفید (MoS_2) و تفلون (PTFE) اشاره نمود.

پودر های گرافیتی از ۲ خانواده اصلی متمایز می گردند:

۱- گرافیت طبیعی: این نوع گرافیت از استخراج و تغلیظ سنگ معدن که حاوی مقداری زیادی از گرافیت بوده، حاصل می گردد. این پودر گرافیتی بدست آمده، خلوص و

سایز دانه های متفاوتی دارد. برای دستیابی به خلوص بالاتر از روش خالص سازی گرمایی استفاده می گردد.

۲- گرافیت سنتزی (مصنوعی): سنتز اولیه پودر گرافیتی از مخلوط تشکیل دهنده کربن، شبیه نفت خام و یا قطران زغال سنگ بدست آمده است. زغال کک با اعمال حرارت بالای ۲۵۰۰ درجه سانتی گراد، بدون حضور هوا به گرافیت تبدیل می شود. در طول دوره گرمایش، زغال کک های غیر متبلور (غیر شفاف) خالص سازی و تبدیل به کریستال های کربن می شوند. یکی از فرآیندهای سنتزی، فرآیند کوره Acheson می باشد. در این فرآیند مواد خام میان ۲ الکتروود با مواد پودری دیر گداز (نسوز) برای محافظت از اکسیژن پوشانده می شود و جریان الکتریکی که از توده کربن عبور داده شده است، در واقع مقاومت الکتریکی میان ۲ الکتروود محسوب می گردد.

از خانواده گرافیت ها می توان به موارد زیر اشاره نمود.

۱- گرافیت مصنوعی (Synthetic Graphite)

۲- گرافیت ورقه ای طبیعی (Natural Flake Graphite)

۳- گرافیت غیر متبلور (Natural Amorphous Graphite)

۴- گرافیت ورید طبیعی (Natural Vein Graphite)

گریس های گرافیتی

این نوع گریس های حاوی گرافیت، بر پایه لیتیم هستند و دارای استحکام بسیار بالایی می باشند. ثبات مکانیکی خوبی دارند، مانع از زنگ زدگی و مقاوم در آب و دارای روان کنندگی بسیار خوبی می باشند. در گزارش زیر، تاثیرات عملکردی نوع، خلوص و درصد وزنی گرافیت های نام برده شده در گریس بر مبنای سایش ۴ ساچمه (Four - Ball) با ضرایب اصطکاک و شاخص بارگذاری سایش مورد ارزیابی قرار گرفته است. عملکرد اصطکاک و سایش با استفاده از ۲ روش ASTM D2266 و ASTM D2596 ارزیابی شده است. همچنین در این

بررسی علاوه بر تفاوت در نوع گرافیت، خلوص ۲ نوع از پودرهای گرافیتی نیز متفاوت انتخاب شده تا تاثیرات عملکرد محتویات خاکستر بوسیله هر دو روش فوق اندازه گیری شده است. تست بعدی بررسی عملکرد سایشی گریس با توجه به میزان درصد وزنی گرافیت مخلوط شده بر روی گریس بوده است (از ۴ نوع گرافیت فوق در بررسی ها استفاده شده است)

ادامه گزارش در قسمت بعدی ارائه خواهد گردید.

منابع:

<http://cn.linkedin.com/pub/eric-wang/34/601/1b6>

<http://sandblastingabrasives.com/hexagonal-boron-nitride-powder-order-page-781.html>

<http://www.exportersindia.com/kaiyuindustrial/products.htm?slno=428144>

<http://mineral-metals.exportersindia.com/products/industrial-minerals/graphite-powder.htm>



نشریه علمی، تخصصی و فنی

سال نخست، شماره چهار، تیر ماه ۱۳۹۶

رهیافت یارس

لطفا مقالات خود را به آدرس ایمیل radmagazine@parsoilco.com ارسال فرمایید.