اویل ایندا‌استری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

شرکت ملی پالایش وپخش فرآورده های نفتی ایران
شرکت پالایش نفت اصفهان (سهامی خاص)

اداره آموزش شرکت پالایش نفت اصفهان

روغن های روانکار صنعتی

شناخت انواع ,روش تولید,خواص طبقه بندي, سطح کیفیت,کاربرد, تصفیه وآنالیزروغن

تهیه وتنظیم:

مهندس مهدی نصرآزادانی

ویرایش اول-اسفندماه۱۳۸۷

بسمه تعالی

فهرست مطالب

مقدمه	۳
تعریف روانکاری ووظایف روانکارها	۶
تقسیم بندی روانکارها	۱۰
عملیات پالایش نفت خام	۱۳
اصول کارکارخانه های روغن سازی	۲۳
خواص فیزیکی وشیمیائی روغن ها	۳۶
روش ساخت روغن های روانکار	۵۷
انواع موادافزودنی مورداستفاده در روغن های روانکار	۵۹
طبقه بندی روغن های روانکار(گرانروی-سطح کیفیت)	۷۲
تست های ارزیابی وعملکردروغن ها	۸۵
شاخص های کیفی وتست های آزمایشگاهی روغن	۸۷
تست های موتوری ودستگاهی روغن	۹۷
روغن های دنده	۱۰۱
طبقه بندی روغن های دنده	۱۰۷
روغن توربین	۱۱۳
فیلترهای روغن(انواع وطبقه بندی)	۱۱۹
گریس ها	۱۲۳
طبقه بندی گریس ها	۱۳٤
روش های تصفیه روغن های کارکرده	۱٤۰
چگونگی کنترل روغن هادرحین کار	۱٤۸
روش های آنالیزروغن	۱٤۹
سیستم های روغنکاری	۱۶۹
ضمائم	۱۸٤

مقدمه

باعنایت به نقش حائزاهمیت روغن های روان کننده درافزایش طـول عمردسـتگاه هاوماشـین آلات و لزوم انتخاب واستفاده صحیح وبجای آنها لازم است کلیه مهندسین تکنسین ها وکلیه کسانی که بـه هـر نحو با ماشین آلات وروغن ها سـروکاردارند ویاآزماشـین آلات اسـتفاده مـی کنندبخـصوص پرسـنل تعمیر و نگهداری وعملیاتی وحتی مدیران خرید,اطلاعات وشناخت لازم و کـافی ازروغـن هـای مختلـف داشته باشند تا بتوانند نسبت بـه خریـد وانتخـاب روغـن بـا گریـد وکیفیـت مناسـب موردنیازدسـتگاه هاوماشین آلات خود اقدام نمایندو حداکثرکارائی و راندمان رااز ماشین بدست آورند.

باعنایت به ناشناخته بودن روغن ونقش های متعددآن درماشین آلات وعدم امکان تمیزدادن کیفیـت انواع روغن های خوب وبد ازیکدیگر,انتخاب روغن مناسب برای دسـتگاه پارامتربـسیارمهمی محـسوب می شودکه نیازبه دانش مختصری رادراین زمینه برای همگان طلب می کنـد. باتوجـه بـه کمبودمنـابع اطلاعاتی مناسب دراین زمینه به فضل خدای متعال توفیقی حاصل گردیدتابتوانم درادامه تهیـه جـزوات وکتب آموزشی نسبت به گردآوری, تنظیم وچاپ این مقوله اقدام نمایم که امیداسـت شـروعی باشـد در جهت شناخت و استفاده بهینه ازروانکارهاوقدمی هرچندناچیزدرجهت انجام وظیفه وکاهش وابستگی ها برای ساختن ایرانی آبادوآزادباشد واگراجـری داشـته باشـد آن راتقـدیم روح ملکـوتی امـام راحـل وروح شهدای بخون خفته وطن و تمامی کسانی کـه درجهـت آبـادانی و اعـتلای ایـن آب وخـاک قـدم برداشته اندوحتی عزیزترین گوهر هستی خود را درطبق اخلاص تقدیم پروردگار خود نمودنـدوتلاش کرده انـد تـا امـروز مـابتوانیم مفتخـر و سـر بلنـد زنـدگی کنـیم مـی نمـایم . امیداسـت ایـن مقولـه مورداستفاده کلیه علاقه مندان در این زمینه واقع گردد و اینجانب رانیزازدعـای خیـر خـود فرامـوش نفرمایند. البته این مقوله خالی از اشکال نبوده وبی صبرانه منتظر دریافت نقطه نظرات کلیه خوانندگان ,دوستان وعلاقه منـدان عزیـز هـستیم تاانـشاا.....بتـوانیم درچـاپ هـای بعـدی مـدنظرقراردهیم وآن راتصحیح نمائیم.

درپایان فرصت راغنیمت شمرده وبرخود لازم می دانم ازمـسئولین محتـرم اداره آمـوزش شـرکت پالایش نفت اصفهان کـه درامرتهیـه وچـاپ ایـن مقولـه ودیگرجـزوات زحمـات زیـادی راتقبـل نمـوده اندوهمچنین کلیه کسانی که به انحـا مختلـف دراین امـر بااینجانـب همکـاری نمـوده انـدکمال تـشکر وقدردانی رابنمایم و از خداوند متعال توفیق روز افزون همگان را طلب می نمایم.

شهریورماه۱۳۸٤

مهدی نصرآزادانی

تاریخچه روغن

تاقبل ازسال ۱۸۵۶ روغن موردنیاز, برای روانکاری چرخ های ارابه هاو..... ازمنابع روغن های حیوانی مثل روغن نهنگ,گاو,خوک و... وهمچنین روغن های گیاهی بدست می امدولی به دلیل این که مقاومت آنهاپایین بود وسریعاتجزیه وفاسدمی شدندمورداستفاده آنهامحدودبود. هر چه کارها سنگین‌تر شد صنعت نیازبیشتری به مواد جدیدتر پیدامی کرد تاقادرباشند اصطکاک بین سطوح متحرک راکاهش دهند. ولی پس ازاستخراج نفت و پیشرفت سریع صنعت نفت در سا ل ۱۸۸۳ وبهبود فرآیندهای تقطیروتصفیه نفت خام روغن های نفتی تولیدشده جایگزین روغن های چرب گردیدو امکان استفاده از روغن های صنعتی در روغن‌کاری مقدور شد و روغن های نفتی خیلی سریع برتری خود را نسبت به انواع دیگر روغن ثابت نمودندو در نتیجه استفاده از روغن های حیوانی.نباتی.ماهی و برای روغنکاری به تدریج منسوخ شد.

همگام باپیشرفت صنایع نیازبه روغن های باکیفیت بالاتربیشترشد. درابتداسعی گردید با تصفیه بهتر روغن وافزودن مواد افزودنی جدیدتروباکیفیت بالاتر,روغن مناسب باطول عمر بیشترتولیدشود ولی باز با افزایش نیازهای زندگی و پیشرفت علم وتکنولوژی و دست یابی بشر به تکنولوژی های جدید و تسخیرفضا و کرات دیگر نیازبه تولید روغن های متعددگردید که باتهیه وساخت روغن های مصنوعی که ازطریق فعل وانفعالات شیمیائی پیچیده ای بدست می آیندروغن هائی ساخته شده که قادربه تحمل رنج وسیعی ازفشارهاودرجه حرارت هابرای کاربردهای خاص خودباشند.

همچنین ظهورانرژی هسته ای نیز بعددیگری به نیازهای روان کننده هاودیگرمحصولات نفتی افزوده است.وسایل موجوددرصنایع هسته ای اعم ازراکتورهای تحقیقاتی وتولیدنیرو ,ماشین آلات فرآیندسوخت, حمل کنندها,جرثقیل های تاسیسات تولیدتشعشع و.....به روغن هاوگریس هاومایعات آلی خاصی برای انجام روانکاری دارندوازآنجائی که صنعت نیروگاه هسته ای هنوزدرحال توسعه می باشندونمونه های طراحی شده وشرایط عملیاتی درحال تغییرهستندراه طولانی درپیش روی مهندسین ومحققین شاغل درساخت روانکارهاقرارداده است.

انواع روغن

روغن سیالی است کـه کاربردهـای بـسیارمتنوع ونتیجتـا انـواع بـسیارگوناگون ومتفـاوتی داردولـی در نظرعده زیادی ازمردم همه اینها یک نوع کالا جلوه می کندوفرقی بین آنهاگذاشته نمی شـود. یکـی از دلایل این امراحتمالا این است که روغن ها دارای ماده مشترکی هستندکه روغن پایه نامیده می شـود. ولی با کاربردهای جدیدو امروزی,دیگر نام روانکار بازگوکننـده تمـام وظـایف روغـن هـا نیـست و از روغن هابرای موارد متعدد استفاده می شـودکه عـلاوه برروانکـاری نقـش هـای خیلـی بیـشتری را در دستگاه ها وماشین الات ایفامی کنند.

انواع روغن هاعبارتنداز:

۱-روغنهای روان کنندهLubricating Oilsکه شامل:

الف-روغن های موتورMotor Oil

ب- روغن های توربینTurbine Oil

پ-روغن های دندهGear Oil

ت-روغن های صنعتیIndustrial Oil

۲-روغن های انتقال حرارتHeat Transfer Oil

۳-روغن های انتقال قدرتHydraulic Oil

٤-روغن های خنک کننده تراشکاری Coolant Oil

۵- روغن های محافظProtecting Oil

۶-روغن های عایق کنندهInsulation Oil

۷-روغن های عملیات حرارتی وابکاریQuenching Oil

۸-روغن های عملیات نوردوشکل دهی فلزات

روغن های فرآیندی شامل:

الف-روغن های فرآیند نساجی(روانکاری نرم کنندگی حفاظت جلوگیری ازالکتریسیته ساکن)

ب-روغن های فرآیند لاستیک

پ-روغن های فرآیندچرم

ت-روغن های فرآیند کنف و.....

باعنایت به اهمیت نقش روغن درروانکاری بیشترین حجم این مقوله در بـاره روانکارهـا خواهـد بـود و دربخش های انتهائی نیزبحث های مختصری راجع به دیگرروغن ها خواهد شد.

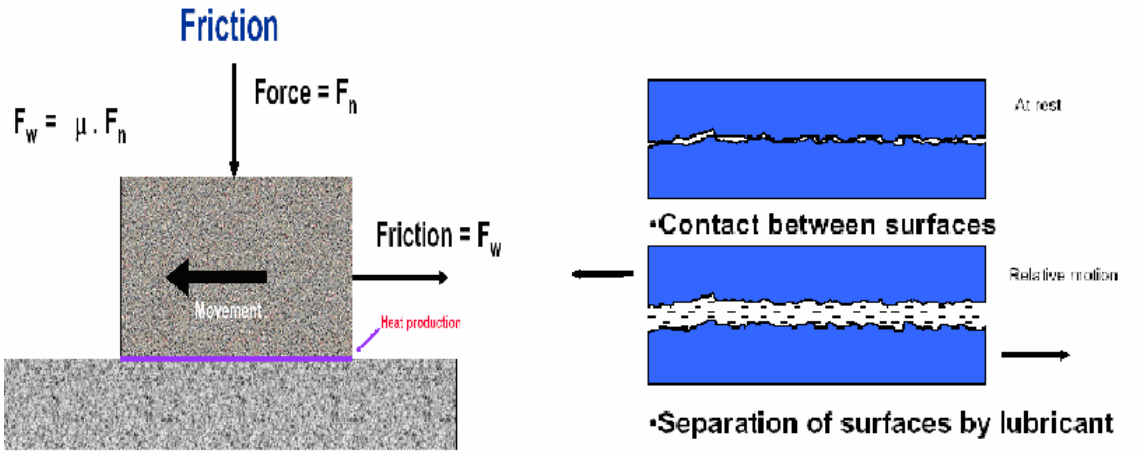
روانکاری

روانکاری علم تسهیل حرکت نسبی سطوح درتماس بایکدیگرمی باشدوروانکارماده ای است که به منظور کاهش اصطکاک بین دوسطحی که نسبت به هم دارای حرکت هستندقرارمی گیرد وبا ایجاد فیلمی ازروغن از تماس فلزبافلزجلوگیری می نماید.

وظایف روغن های روانکار

روغن های روان کننده بسته به شرایط کار دستگاه وظایف زیر راانجام می دهند:

۱-روان کنندگی وکاهش اصطکاک باتشکیل فیلم روغن بین قطعات ثابت ومتحرک به منظوربه حداقل رساندن اصطکاک وجلوگیری وتقلیل و تاخیردرسایش درحین کار.



۲-جذب وانتقال حرارت وخنک کردن وکنترل دمای قطعات.

۳-جلو گیری ازاثرات ضربه قطعات بریکدیگردرحین حرکات مکانیکی قطعات.

٤-آب بندی فواصل بین قطعات.

۵-جلوگیری از فساد و خورندگی.

۶-از ته‌نشین شدن مواد لجنی در موتور جلوگیری کند.

۷-عمل کننده به عنوان حاملCarrierمواد شیمیایی یاذرات ساییده شده موجوددرروغن وانتقال آنها از محوطه یاتاقان هاودیگرنقاط روانکاری شونده به داخل مخزن روغن وجداکردن این ناخالصی ها درداخل فیلتر روغن.

۸-شستشو وتمیزکردن قطعات وجلوگیری ازته نشین شدن وآلودگی روغن(بخصوص درموتورهای احتراق داخلی).

۹- صرفه جوئی درمصرف انرژی (کاهش توان مصرفی)باکاهش اصطکاک.

۱۰-بالا نگه‌داشتن راندمان و قدرت موتور.

۱۱-معلق نگه داشتن موادزائدوجلوگیری ازرسوب آنهابرروی قطعات.

۱۲-حفاظت ازسطوح درمقابل زنگ زدگی وخوردگی شیمیائی.

۱۳-کاهش توان موردنیاز.

که نتایج(توجیحات اقتصادی) آن شامل موارد زیراست:

۱-افزایش طول عمرمفیدقطعات تحت نیروهای اصطکاک.

۲-کاهش قیمت تمام شده تولیدات دراثرکارکردبیشترماشین آلات.

۳-کاهش نیروی انسانی تعمیرات وهزینه تعویض قطعات دستگاه ها.

٤-کاهش هزینه های مصروفه جهت تامین توان موردنیاز(کاهش توان مصرفی).

ثمرات آن می باشد.

لازم به توضیح است که برای روان کنندگی وایجادفیلم مایع بین دوقطعه متحرک تنهاازروغن های روان کننده استفاده نمی شودبلکه دربسیاری ازمواردازمایعات دیگرنیزاستفاده می شودبه عنوان مثال برای روانکاری پکینگ های پمپ های گریزازمرکزازمایع پمپ شونده که هرسیالی می تواندباشد(به غیرازسیالات خیلی خورنده وکثیف)برای روانکاری وممانعت ازتماس قطعات داخلی پمپ ها نظیررینگ های فرسایشی بوش ها رینگ های داخلی و.....ازمایع داخل پمپ وهمچنین برای روانکاری قطعات ثابت ومتحرک مکانیکال سیل هاRotory&Stationaryازمایع آب بندشونده داخل استافینگ باکس نظیراب موادنفتی یاهرمایع دیگری استفاده می شودوبه همین دلیل توصیه می شودکه این دستگاه هابه هیچ عنوان بدون مایع راه اندازی نشوند و حتی باانجام عملیات هواگیری شرایط مناسبی برای روانکاری رابوجودمی آورند.

خواص ضروری روغن های روان کننده

روغن های روان کننده باید:

۱-دارای گرانروی یا ویسکوزیته مناسبی باشند تافیلم روغن باضخامت مناسبی تشکیل وباعث کم شدن اصطکاک وسایید گی وانتقال حرارت وضربه گیری وآب بندی وانتقال نیرو را بخوبی انجام دهند.

۲-گرانروی خود رادرمحدوده درجه حرارت کاری درحد کافی حفظ کنندتا لطمه ای به انجام وظایف آنهاوارد نشود(در اصطلاح گفته می شود شاخص گرانروی Viscosity Index به اندازه کافی و بالایی داشته باشند).

۳-درمقابل تجزیه حرارتی و اکسید اسیون (سوختن) به حد کافی مقاوم باشند.

٤-باعث زنگ زدگی وخورد گی بیش از حد قطعات ,که توسط مواداسیدی وساینده بوجود می آید نشود.

۵-دارای مواد پاک کننده ومعلق مناسب باشند تا از ته نشین شدن رسوبات درلابلای قطعات جلو گیری نماید.

۶-درسرما به اندازه کافی روان باشند تاشروع وادامه حرکت قطعات آسان شود.

۷- اثر نا مطلوبی روی قطعات غیر فلزی مثل کاسه نمد ها و... نداشته باشند.

۸-روی قطعاتی که باآنهادر تماس است وهمچنین روی اجزای درونی خودشان اثرنا مطلوب نداشته باشند وبین آنها واجزا سازگاری وجود داشته باشد.

۹-از نظرعواملی نظیر فراریت آتش گیری ونظایر آن در شرایط مناسبی قرار داشته باشند.

۱۰-روغن ها باید بتوانند اثرات نامطلوب ناشی از کار دستگاه مثل احتراق ویا مخلوط شدن با آب در توربین های بخارو.... راتاحد ممکن خنثی نمایند.

۱۱-موادآلوده کننده خارجی مثل گردوخاک و.....همراه نداشته باشند.

۱۲-درحین کارایجادکف نکنند.

۱۳ـ در شرایط عملیات و طول زمان سرویس خواص خودرا محفوظ نگه‌دارند.

۱٤ـ خاصیت ضد زنگ‌زدگی داشته باشد به خصوص وقتی که در محیط عمل ممکن است رطوبت وجود داشته باشد.

۱۵ـ خاصیت ضدفرسودگی داشته باشند.

۱۶ـ در درجه حرارت عملیات، سرعت و بار غلظت مناسبی داشته باشند.

اکثر ویژگی های فوق الذکرتقریبا درتمام روغن ها بطور مشترک ضروری است ولی ممکن است در هر مورد خاص, مواردمعینی از آنها اولویت بالاتری داشته باشد. علاوه بر این ممکن است هرروغن مخصوص ویژگی های مشخص نیزبرایش ضروری باشد مثلا قدرت پاک کنندگی که جزخواص ضروری روغن موتور های بنزینی ودیزلی ونظایر آن است ویا تشکیل شدن یک امولسیون پایدار روغن و آب برای روغن های حل شونده تراشکاری و جداشدن آب ازروغن در مدت زمان کوتاهی برای روغن های توربین های بخار (به همین دلیل روغن های توربین ها نباید با موادی مثل پاک کننده ها که باعث ایجاد امولسیون وجدانشدن آب وروغن می شوندمخلوط شوند) همچنین روغن ترا نسفور ما تورها ونظایر آن باید درحد بالایی عایق الکتریسیته باشند وروغن های هیدرولیک باید مقاومت مولکولی بالایی برای تحمل فشار های بالارا داشته باشند تا عمل انتقال نیرو را به نحو احسن انجام دهند که جهت دادن خواص ضروری به روغن ها بااضافه کردن مکمل هایAdditive مورد نیاز هر شرایط به روغن پایه باعث بهبود خواص آن می شودکه درفصل های آتی بطورمفصل راجع به آنها بحث خواهد شد.

البته تمامی این وظایف با شدت یکسان در همه موارد ,مورد نیاز نیست وبسته به مورد, نوع کار برد ومصرف روغن ممکن است بعضی از وظایف فوق از وظایف اصلی روغن وبقیه به عنوان وظایف فرعی مطرح باشد. لازمه لغزش بین دو سطح که توسط روغن روانکاری می شوند مولکولهای روغن است که بستگی به ضریب اصطکاک بین سطح لغزنده و روغن داردو برای لغزش با ضریب اصطکاک کم

باید روغن مناسب باشد و غلظت آن طوری باشد که در مقابل درجه حرارت های بالا و فشارهای وارده ثابت بماند و خاصیت روانکاری خود را از دست ندهند.

نکته حائز اهمیت این است که روغن ها برای این که بتوانندوظایف خود رابه درستی انجام دهند, باید دارای شرایط وویژگی های معینی باشند که در واقع همین خواص روغن ها است که روغن های مختلف وکیفیت آنها رامتمایز می کند. همچنین به دلیل ویسکوزیته روغن, در خود روغن نیز نیروی اصطکاک ایجاد می شودکه باید در محاسبات یاتاقانها منظور گردد.

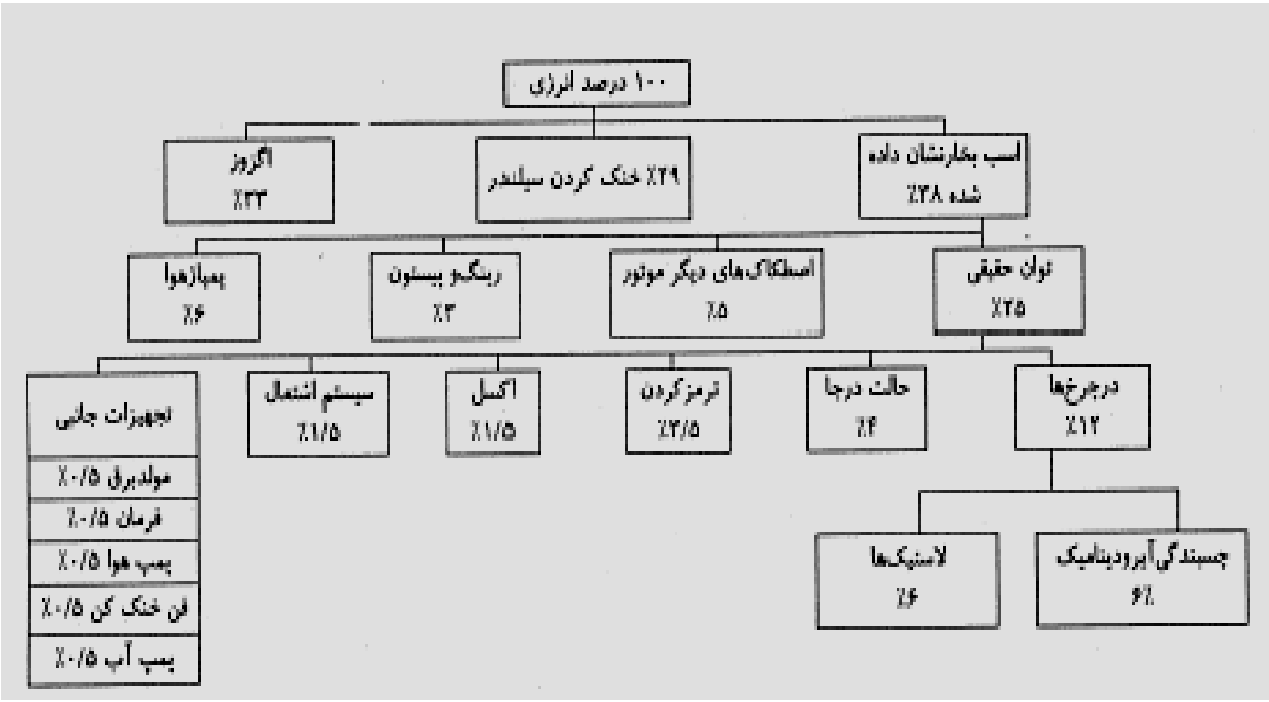
استفاده ازروغن مناسب می تواندمزایای زیررادربر داشته باشد:

۱-کم شدن مصرف سوخت.

۲-کاهش اصطکاک وتوان مصرفی .

۳-افزایش طول عمرماشین وقطعات آن .

درجدول زیر توزیع انرژی برای یک موتوربنزینی نمونه نشان داده شده است.همانطورکه ملاحظه می شودافت انرژی بخاطراصطکاک مربوط به روغن درناحیه رینگ هاوناحیه حرکت پیستون ۳درصداست وافت های دیگرمربوط به خاصیت اصطکاکی روغن دریاتاقان هاسوپاپ هاوخودروغن به تنهائی (در اثر گرانروی) مجموع٤/٥درصداست.اگرروغن ایده آلی (روغن بدون اصطکاک)وجودداشته باشدکه بتواند این ۸/٤ در صد افت اصطکاک رابرطرف نمایدتوان حقیقی موتورمی تواند تا حدود ۳۰ در صدافزایش پیداکندکه مبین نقش بسیار بالای روغن درعملکرددستگاه ها وماشین آلات است ودرطراحی موتورها ,یکی ازپارامترهای کلیدی بشمارمی رود.



تقسیم بندی روانکارها

بطورکلی روانکارهادرچهاردسته طبقه بندی می شوند:

۱-روانکارهای گازی

۲-روانکارهای جامد(روانکارهای نانو)

۳-روانکارهای نیمه جامد

٤-روانکارهای مایع

روانکارهای گازی دردرجه حرارت های خیلی زیاد(بالاتراز۸۰۰درجه سانتیگراد)یاخیلی پایین(حدود۲۰۰-درجه سانتیگراد)باشد مورداستفاده قرارمی گیرند.

مواردکاربردروانکارهای جامدبرای شرایط خاص است به عنوان مثال درراکتورهای هسته ای که روانکاربایددربرابرانرژی تشعشعی زیادمقاوم باشدویادرمواردی که لازم است روانکارتحت شرایط خلا فراریت کمی داشته باشد . یکی ازمهمترین روانکارهای جامد گرافیت است که ازلحاظ شیمیائی در مقابل اشعه رادیواکتیونیزبی تفاوت است وعلاوه برآن ازاین روانکاردردرجه حرارت های بالا نیز استفاده می شودزیراحتی دراثرسوختن نیزدی اکسیدکربن تولید نمی کنندوبدون این که ذراتی در محل باقی بگذاردازمحیط روانکاری خارج می شوند.

گریس هاجزموادروان کننده نیمه جامدی هستندکه ازمخلوط کردن یک عامل سفت کننده در روانکارمایع بدست می آیندودرمواقعی که نیازاست روان کننده دروضعیت اولیه دریک مکانیزم باقی بماندخصوصادرمحل هائی که امکان روانکاری مجددمحدودباشدیاازنظراقتصادی غیرقابل توجیه باشد از انواع گریس هابرای روانکاری استفاده می شود.

روانکارهای مایع بیشترین کاربردعمومی وتخصصی رادارندو درچنددسته زیرطبقه بندی می شوند:

الف- روغن های پایه طبیعی(حیوانی گیاهی)

ب- روغن های معدنیMineral Oils

ج- روغن های مصنوعیSynthetic Oils

د-روغن های نانوNanolub

هردو نوع روغن معدنی ومصنوعی وتصفیه به نوعی ازنفت خام مشتق می شوندبااین تفاوت که روغن های مصنوعی باانجام یک سری واکنش های شیمیائی دقیق وکنترل شده برروی محصولات مختلف پتروشیمی بدست می آیندودرنتیجه کارائی خیلی بالا ونهایتا قیمت تمام شده بالائی نیزدارندولی روغن های معدنی از تقطیر نفت خام وحداکثریک واکنش شیمیائی کنترل شده بدست می آیندبتابراین نسبت به روان کننده های مصنوعی دارای قیمت کمترومصرف بیشترمی باشند. روغن

های معدنی از بهترین و مناسب ترین مواد برای روانکاری هستند وآنهارامی توان بصورت خالص یـا بـا اضافه کردن مواد افزودنی Additive استفاده کرد.

روغن های مصنوعیSynthetic Oils

باتوجـه بـه قـدرت ورانـدمان بـالای موتورهـای مـدرن امـروزی کـه اکثرادرشـرایط سـختی کـارمی کنندروانکاری قطعات آنها توسط روغن های تولیدشده ازهیدروکربورهای معـدنی امکـان پذیرنیـست همچنین برای صنعت هواپیمائی کمبودروغن موتوربانقطه ریزش خیلی پایین وهمچنین نیازبـه روغـن های باکیفیت های بالا باعث استفاده روزافزون وتوسعه روغن های مصنوعی شده است.

مشخصه های بارزروغن های مصنوعی عبارتنداز:

۱-تغییرات کم گرانروی نسبت به افزایش درجه حرارت.

۲-ثبات شیمیائی پایدار.

۳-طول عمربالا.

٤-مقاومت زیاددربرابراکسیداسیون.

۵-مقاومت دربرابرپرتوهای رادیواکتیو.

۶-مقاومت بالادربرابرآتش گرفتن.

۷-حفظ ثبات درمقابل حرارت زیاد.

۸-فراریت کم

ولی به دلیل نیازبه فرآیندهای پیچیده وهزینه های تولیدبالا, روغن های مـصنوعی دارای قیمـت هـای بیشتری نسبت به روغن های معـدنی کـه ازمـوادنفتی بدسـت مـی آینـدمی باشـد وهمـین امرباعـث گردیده که روغن های معدنی هنوزبه وفوردراکثرصنایع وماشـین آلات مورداسـتفاده زیـادی داشـته باشند.

بعضی ازروغن ها و مواد مایع روانکاری نیزاز سایر مواد معدنی یا روغن های نباتی بدست می آیندولی اهمیت روغن های معدنی و موارد استفاده آنها بیشتر از انواع دیگر است .

مزایای روغن های معدنی

۱-خواص فیزیکی وشیمیائی آنهارامی توان دقیقاوبه دلخواه درهنگام تولیدکنترل کرد.

۲-قابلیت تحمل طیف تقریبا وسیعی ازدرجه حرارت رادارند.

۳-بامـوادشیمیائی آلی قابـل اخـتلاط هـستندکه همـین باعـث امکـان اضـافه کـردن مـوادافزودنی بـه آنهاوتغییرنحوه عملکردآنهابرطبق خواسته هاوشرایط کاری می شود.

٤-سازگاری آنهابالاستیک هاوپلاستیک هائی که درساخت کاسه نمدهاودیگرآب بندهااستفاده می شوندزیاداست.

۵-ارزان بودن ودردسترس بودن زیادآنها.

۶-دارابودن پایداری ومقاومت قابل قبول آنها.

۷-بی اثربودن وغیرخورنده بودن آنهاازنظرشیمیائی وقابلیت آنهادرحفاظت ازسطوح دربرابرعوامل خورنده شیمیائی وعوامل مخرب فیزیکی.

۸-قابلیت جذب وانتقال حرارت های ناخواسته.

۹-دارابودن شرایط اصلی موردنیازبرای یک روان کننده خوب که قبلا بیان شده است.

روش تهیه روغن های معدنی

امروزه اغلب روغن های مصرفی عمومی ازنفت خام که عمدتاً شامل عناصر هیدروژن و کربن می‌باشد بدست می آیند. برطبق نظریه دانشمندان، نفت طی صدها هزار سال فعالیت باکتری‌ها بر روی گیاهان دریایی بوجود آمده است.نفت خام پس ازاستخراج ازچاه وجداشدن گازهاونمک های محلول درآن توسط پمپ های مخصوص واردپالایشگاه های نفت می شودوباانجام عملیات تقطیرو تصفیه روی آنها فرآورده های مختلفی ازآن بدست می آیدکه یکی ازمحصولات آن برش روغن های معدنی Lube Cut است که این مواد به کارخانه های روغن سازی ارسال می گردندتاناخالصی های موجوددرآن گرفته شودوازآن روغن پایه بدست آیدوسپس بااضافه کردن موادافزودنی شیمیائی مناسب برای بهبود دادن خواص آنها روغن های صنعتی موردنیازراازآن بدست می آورند.

اصول کارپالایشگاه های نفت

اساس کارپالایشگاه های جداسازی موادمختلف نفتی برمبنای اختلاف نقطه جوش آنهااست که این کار دربرج های مخصوص تقطیرانجام می شود.روش کاربه این ترتیب است که ابتدا نفت خام تادرجه حرارت مناسبی گرم وواردبرج تقطیرمی شود.دربرج تقطیر کلیه مواد موجوددرآن بخارمی شود و بطرف بالای برج حرکت می کنند.سپس درقسمت های مختلف برج بخارات به تدریج سردوبه مایع تبدیل می شوند وازکف تابالای برج به ترتیب موادسنگین تا سبک تفکیک می شود.به عبارت دیگر فرآیندی را که در آن نفت خام او لیه در فشار اتمسفر یا خلاءِ تبدیل به محصولات خامRaw Product می شودراعملیات تقطیر می‌گویند.

تقطیر شامل دومرحله است:

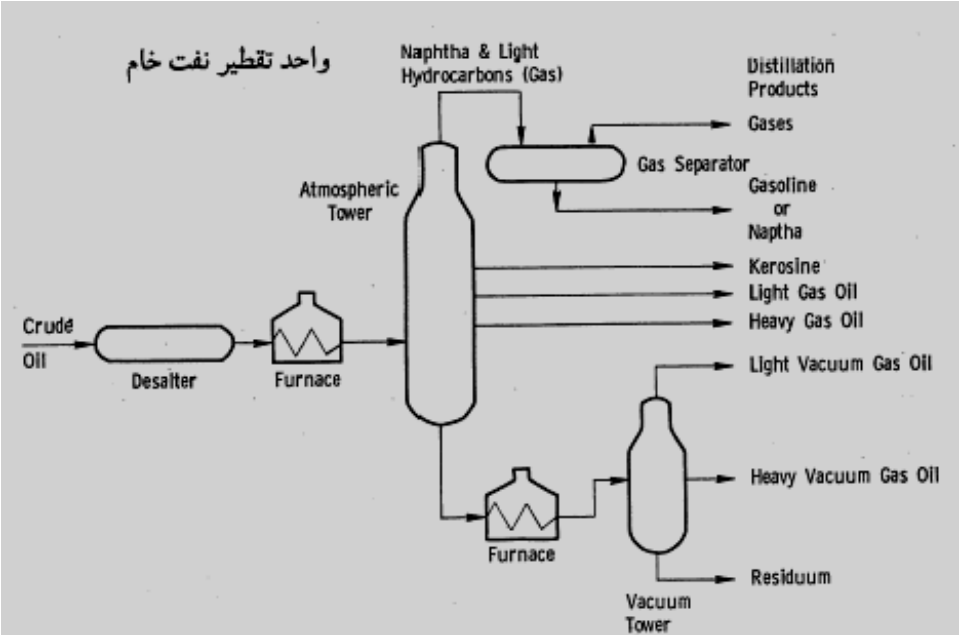
الف- تقطیر در فشار اتمسفرAtmospheric Distillation

ب- تقطیر در فشار خلاءِ Vacuum Distillation

تقطیر در فشار اتمسفرAtmospheric Distillation

نفت‌خام ورودی به واحدتقطیرابتداباآب مخلوط می شودتانمک های موجوددرآن باآب حل شوند و سپس واردظرف نمک گیرDesalterمی شود.نمک همراه نفت خام در آب حل می شودوآب نمک به دلیل دارابودن دانسیته بیشتر درقسمت کفDesalterازنفت خام جدامی شودوقطرات دیگراب همراه باروغن نیزبه روش الکتریکی ازآن جدامی شوند,وپس ازترک کردن مخزن نمک گیر توسط محصولات گرمی که ازواحد خارج می شوند(درمبدل های حرارتی) گرم ترمی شود و وارد ناحیه برج پخش خوراک Flash Drum می شود دراین برج یک نوع جداسازی اجمالی Rough Separation فاز گاز ازمایع صورت می‌گیرد تا با جدا نمودن گازهای همراه نفت خام از بالارفتن ظرفیت کوره ممانعت شود. سپس نفت خام توسط پمپ های خوراک واحد از قسمت پایین مخزنFlash Drum پمپاژ و واردکوره می شود و تا درجه حرارت حدود ۶۰۰الی ۶۵۰درجه فارینهایت حرارت داده می شودتاجهت جدا سازی برش های گوناگون به برج تقطیر درفشار اتمسفر وارد شود(اگرنفت خام بیشترازدرجه فوق گرم شودامکان تجزیه آن وجود دارد) نفت خام داغ خروجی ازکوره همراه گازهای جداشده در Flash Drumمخلوط می شوند و وارد برج تقطیردرفشارجو می شوند، بخارات حاوی مواد سبک بطرف بالای برج می‌روند و مایعات سنگین باقیمانده به سمت پائین ریزش می‌کنند.

برج های تقطیردارای تعدادی سینی فلزی سوراخ دارهستند که باعث می شود بین مایع تقطیرشده که ازبالا بطرف پایین می ریزدوبخارات موادنفتی که درحال بالارفتن هستند تبادل حرارت وجرم انجام شودوبه حالت تعادل برسندو غلظت ترکیبات سنگین‌تر که دارای نقطه جوش بالاتری هستند در ته برج افزایش می‌یابد درحالی که غلظت ترکیبات سبکترکه دارای نقطه جوش پایین‌تری هستند در بالای برج بیشترمی شود.



در برج تقطیردرفشار اتمسفر محصولات زیربدست می آید :

۱-برش موادسبک شامل گازهای سبک وسنگین.

۲-برش بنزین Gasoline سبک وسنگین.

۳-برش نفتاNaphta.

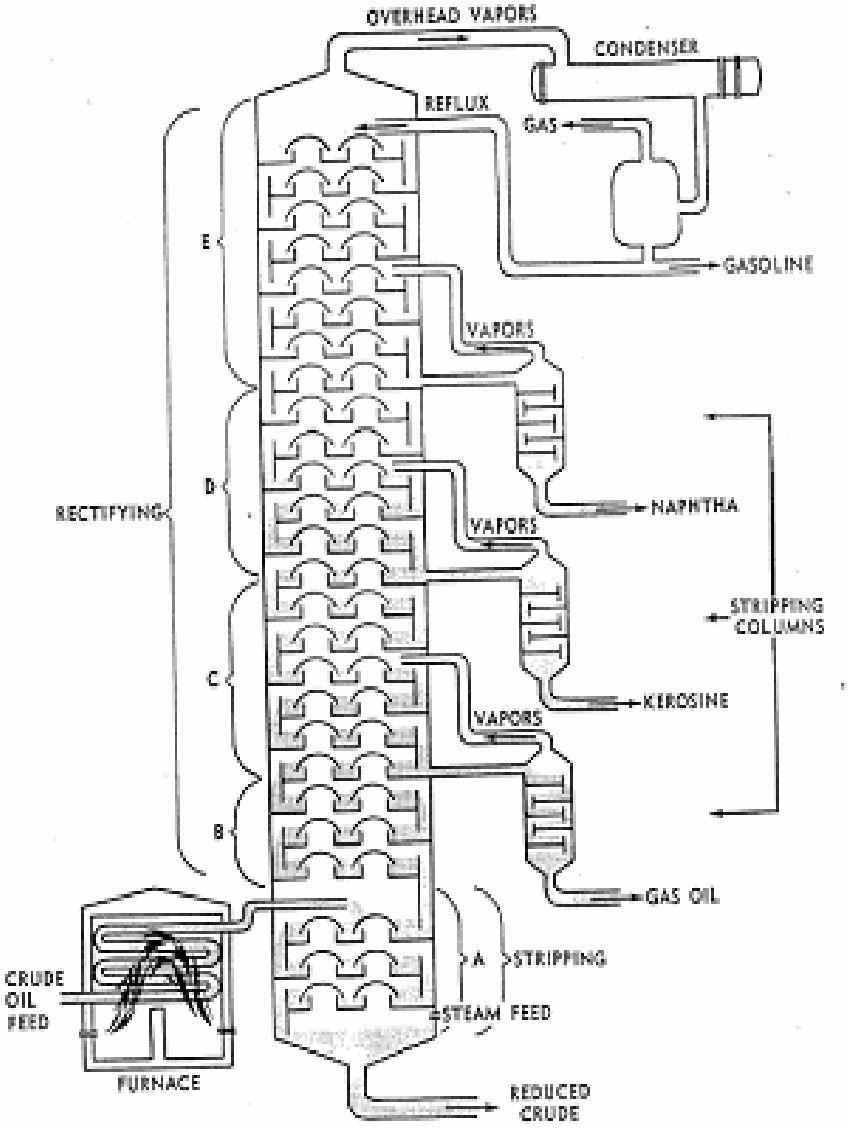
٤-برش نفت سفید Kerosine.

۵-برش نفت گازGas Oil سبک وسنگین .

۶- تەماندە برج اتمسفر Reduced Crude.

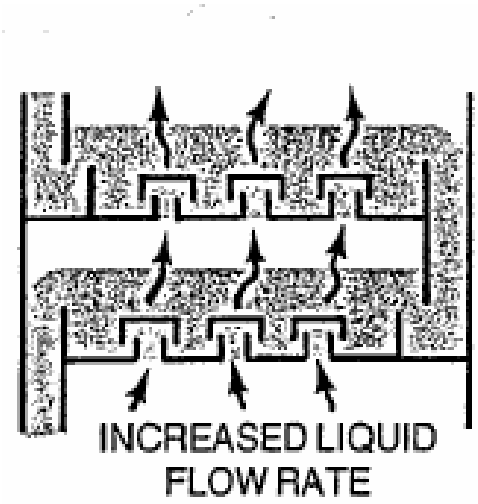
دمای سینی‌هائی که محصولات جانبی از آنها گرفته می‌شوند نشانه نسبتاً خوبی از نقطه جوش بالائی محصولات خروجی از آن سینی است که باکنترل دقیق مقدار جریان خروجی می توان دمای سینی ها راثابت و درحدمطلوب نگه داشت تا محصول مطابق درخواست Specification بدست آید.

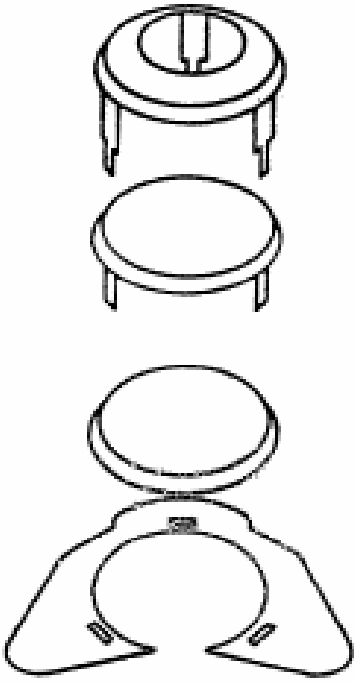
درشکل زیرشمای کلی یک برج تقطیردرفشارجونشان داده شده است.



با خارج کردن قسمتی از جریان برگشتی داخلی Internal Reflux از پهلوی برج می‌توان از محصول بالای برج محصولات سنگین‌تر بدست آوردو در مواقعی که به محصولات سنگین تری نیاز باشد می‌توان با استفاده از جریان برگشتی میان‌برج Intermediate Circulation Reflux مشکل را برطرف نمود. روش کاربه این صورت است که قسمتی از جریان برگشتی داخلی که از برج خارج می شود به کمک پمپ به کولرها و مبدل های حرارتی فرستاده می شودتاخنک شود و با دمای پایین تری به چند سینی بالاتر باز گردانده می شود .مایعات نفتی سردی که به این صورت به برج باز می‌گردندمی توانند بخارات اضافی را مایع نموده و نتیجتاً جریان برگشتی داخلی در سینی‌های زیرین افزایش پیدامی کند. نقطه جوش بالای این محصولات بستگی به میزان جریان خروجی دارد. هرگاه مقدار جریان محصول جانبی افزایش یابد، میزان جریان برگشتی داخلی نیز نسبت به شرایط قبلی کاهش می یابد.

انواع سینی های مورداستفاده یک برج ازنوع فنجانکی سوراخ دار شیردارو....است که درشکل زیر شمائی از برج نشان داده شده است.





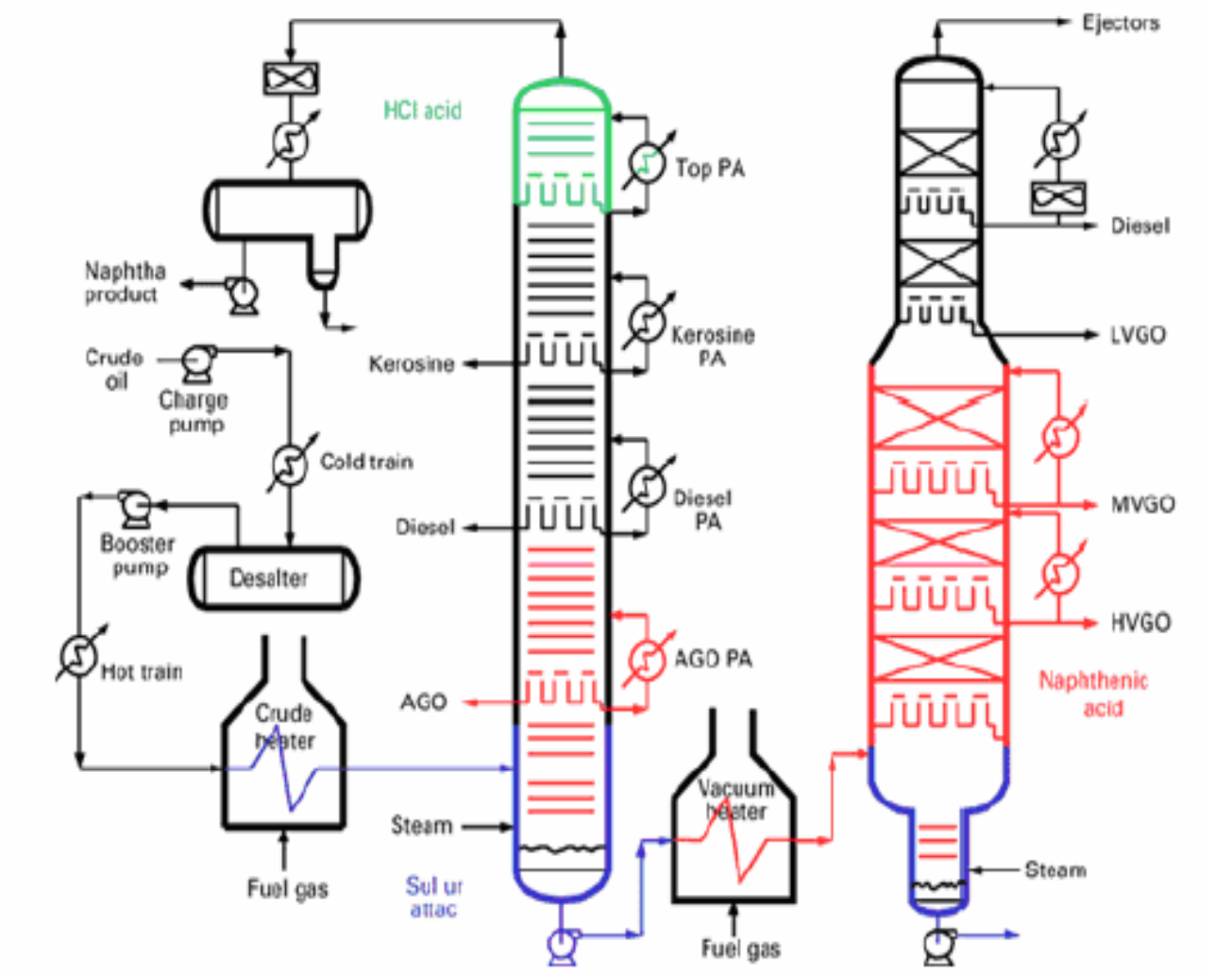
البته لازم به توضیح است که درطی سالهای اخیرپکینگ های مخصوص که دارای راندمان بالاتری هستند جایگزین سیستم های قدیمی شده است.

نفت خام های باترکیبات متغیرباعث ایجادمشکلات زیادی درپالایش می شوندزیراهرسیستم پالایشی برای محدوده مشخصی طراحی شده واگرنوع نفت خام تغییرزیادی داشته باشدنمی توان به شرایط پالایش طراحی شده دست یافت.

تقطیر در خلاء Vacuum Distillation

ازروش تقطیر در فشار خلاءِ برای پالایش مواد ته مانده برج اتمسفرکه دارای دامنه جوشی بالاتری هستند استفاده می شود. نقطه جوش یک ترکیب تحت تاثیر مستقیم فشاری است که روی سطح آن اعمال می شود. هر چه فشار کاهش پیداکند، فشار بخار مواد نفتی نیز کاهش پیدامی کند. بنابراین نقطه جوش کاهش می کند. در برج خلاءِ با فشار منفی(کمترازفشارجو) نقطه جوش تهمانده برج چنان کاهش می یابد که در دمایی پائین‌تر از دمای کراکینگ(به جای ٤٠٠c گرم در فشار اتمسفر)عمل تقطیر صورت گیرد.

پس از گرم کردن مجددمایعات ته مانده برج تقطیردرفشار اتمسفر آن را وارد برج خلاءِ می کنند واز محصولات آن برای عملیات بعدی پالایش در واحدهای هیدروکراکینگی وتهیه روغن استفاده می کنند.محصول ته مانده برج خلاءِ را نیز می توان به عنوان خوراک واحدروغنسازی Lube Cut,خوراک واحد قیر دمیده Asphalt Blowing و واحد تقلیل گرانروی Visbreakerویاتهیه Bright Stock استفاده نمود.



ازبرج تقطیردرخلا برش های زیربدست می آید:

۱-گازهای سبک .

۲-موادنفتی سبک که مشخصه های معینی ندارند.

۳-گازوئیل سنگین.

٤-خوراک واحدهای کراکینگیIsofeed.

٥-خوراک واحد روغنسازیLube Cut.

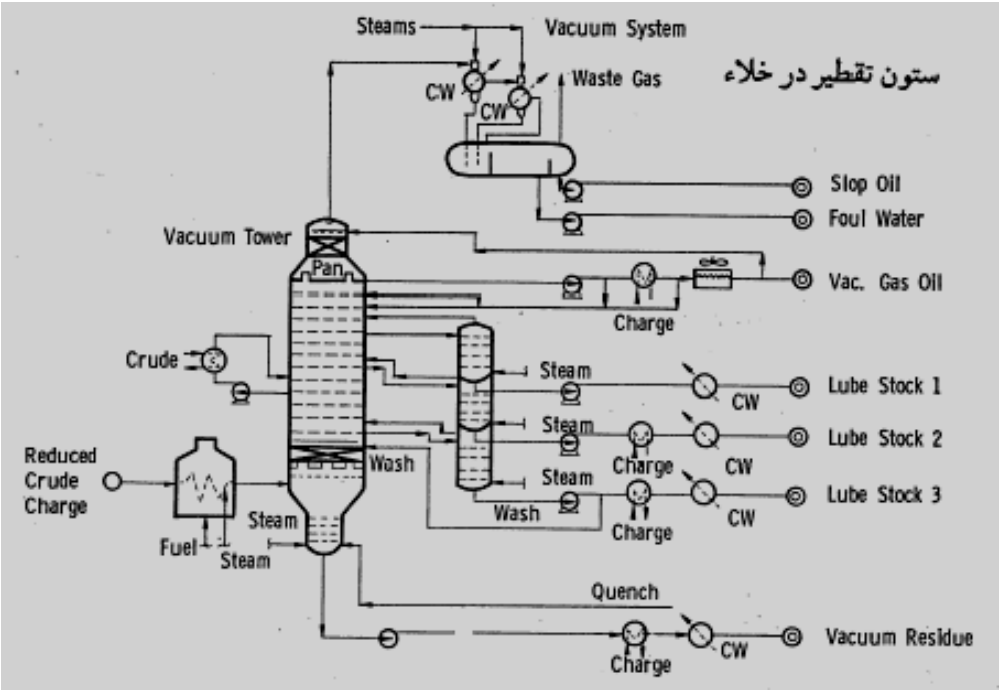
۶-ته مانده برج که می توان ازآن به عنوان:

الف- خوراک واحدقیر

ب-تولیدبرایت استاک استفاده نمود.

برج تقطیر روغنLube Tower

آن چه ازبرج تقطیردرخلا به عنوان خوراک کارخانه روغن سازی بدست می آید مخلوطی ازروغن های پایه سبک وسنگین است وچون برای تهیه روغن های باویسکوزیته متفاوت, نیازبه برش های متفاوت پایه های روغنی است دربیشترپالایشگاه هاLube Cut بدست آمده مجددادرشرایط دقیق تری پس از گرم شدن واردبرج تقطیر روغنLube Towerکه تحت خلا کارمی کندمی شودتاپایه های روغنی سبک و سنگین آن ازنظرگرانروی تفکیک گرددوامکان ساخت انواع روغن وروغن دنده و.....فراهم شود.



برش های بدست آمده ازبرج تقطیرروغن عبارتست از:

۱-گازهای سبک غیرمایع شونده.

۲-موادنفتی سبک که مشخصه معینی ندارند.

۳-برش روغن سبک(روغن ۱۰و۲۰) که به مصرف واحدروغن سازی می رسد.

٤-برش روغن سنگین که ازآن برای کنترل مختصات خوراک واحدهای آیزوماکس استفاده می شود.

۵-برش روغن سنگین(روغن۳۰و٤۰)که به مصرف واحدروغن سازی می رسد.

ماده اولیه روغن در کلیه نفت خام‌ها موجود می‌باشدولی کمیت و کیفیت روغن بستگی به نوع نفت خام دارد.برای تهیه یک بشکه روغن نیازبه ده بشگه نفت خام است.روغن تولیدی ازیک نفت خام نه تنها بایددارای خواص فیزیکی مناسب باشندبلکه بایدبامواد‌افزودنی که جهت ساخت روغن مورد نظر لازم است باآن مخلوط شود,نیز سازگاری داشته باشند.اگربرای یک روغن پایه جدیدنیازبه مواد افزودنی است که دربازازفعلی وجود نداردبایدمحاسبات اقتصادی دقیقی انجام گیردتامشخص شودکه ایاهزینه تهیه مواد‌افزودنی جدیدباسودحاصل ازفروش روغن تمام شده دارای رابطه معقولی می باشد یانه.

انتخاب نهائی نفت خام برای تهیه روغن به مسائل اقتصادی وتجاری نیزبستگی داردبطورمثال ممکن است دربعضی ازکشورهاروغن باویسکوزیته کم ودربعضی ازکشورها نیازبه روغن باویسوزیته بالاباشد.

ترکیبات اصلی شیمیائی روغن های پایه درسه دسته تقسیم می‌شوند:

الف- هیدروکربورهای پارافینک.

ب- هیدروکربورهای نفتینک (یا آسفالتی).

ج- هیدروکربورهای آروماتیک(حلقوی).

علاوه برهیدروکربورهاترکیبات دیگری نظیر مقادیر جزئی گوگرد(محلول یاازاد) اکسیژ ن نیتروژن وترکیبات فلزی درحدچندppmوجوددارد‌ولی مشخصات هرروغن پایه برحسب این که چه درصدی از ترکیبات شیمیائی فوق درروغن وجودداشته باشدتغییرمی کند .

هیدروکربن‌های پارافینیک

قسمت اعظم هیدروکربن‌های پارافینی$CnH2n+2$ از هیدروکربن‌های زنجیری تشکیل شده و دارای مواد مومی زیاد و مواد آسفالتی کم می‌باشندو به دو دسته زنجیری طولی و زنجیری شاخه‌ای تقسیم می‌شوند .پارافین های زنجیره ای خطی نقطه ریزش بالائی دارندولی هیدروکربن‌های پارافینی شاخه‌ای درمقابل تغییرات درجه حرارت تحمل بیشتری دارند(تغییرات ویسکوزیته آنهانسبت به دماکمتراست). هیدروکربن‌های زنجیری طولی به علت نقطه انجماد بالا از روغن جدا می شوندکه به این نوع هیدروکربن‌ها موم گفته می‌شود.

خواص روغن هائی که درآنهاهیدروکربورهای پارافینیک وجوددارد:

۱-درگرانروی معین دارای وزن مخصوص کمتری می باشند.

۲-تغییرات گرانروی آنها نسبت به تغییر درجه حرارت کم است (شاخص گرانروی بالا ئی دارند).

۳-برای گرانروی معین, دارای فراریت کمتر ی هستندکه باعث بالارفتن نقطه اشتعال آنهامی شود.

٤-قدرت حلا لیت آنها کم است(برای حل کردن موادحاصل ازاکسیداسیون مناسب نیستند).

۵-نقطه انیلین آنها بالا است.

هیدروکربن‌های نفتیک(سیکلوپارافین‌ها)

این دسته ازهیدروکربورهانیزاشباع شده هستندوازاتصال گروه های متیلن که دریک حلقه تنظیم شـده اندتشکیل شده اندودر بعضی از انواع نفت خام یافت می‌شـودوبه شـکل حلقـوی بـسته انـد کـه در آن اتم‌های کربن در یک مدار بسته به یکدیگر چسبیده‌اند. ساده‌ترین ترکیب, از این نـوع ترکیبـات اشـباع، سیکلوپروپان با یک حلقه سه‌کربنی است که به آن سه اتم هیدروژن متصل شده است. نفتن هـا دارای فرمول شبیه الفین‌ها هستند با این تفاوت که از خود خواص دیگری نشان می‌دهد.

درروغن هائی که درصدموادنفتنیک بیشتری دارندخواص زیرمشهوداست:

۱-برای گرانروی معین وزن مخصوص نسبی زیادی دارند.

۲-تغییرات گرانروی آنها نسبت به درجه حرارت زیاداست(به دلیل این که مواد مومی آن کم و مواد اسفالتی آن زیاد می‌باشد).

۳-شاخص گرانروی پایینی دارند.

٤-نقطه اشتعال آنهانسبتاپایین است.

۵-دارای قدرت حلالیت زیادی هستند که باعث می شوداجزحاصـل ازاکـسیداسیون را بیـشتر بتواننـد درخودحل کنند (کمک به عمل پاک کنندگی).

۶-نقطه انیلین پایینی دارند.

هیدروکربن‌های آروماتیک

این گروه شامل هیدروکربن های حلقوی غیر اشباع می باشند که گـروه بنـزن نیـز نامیـده مـی‌شـود ودارای حلقه شش کربنی با سه پیوند دوگانه و سه پیوند یگانه هستند، کـه اتـم‌هـای کـربن آنهـا را بـه یکدیگر متصل می‌کند. ساده‌ترین ایـن ترکیبـات آرومـاتیکی، کـه دارای پـایین‌تـرین نقطـه جـوش نیـز می‌باشد، بنزن با فرمول مولکولی C_6H_6 می‌باشد. این ترکیبات از نظر شکل ظاهری (بـه شـکل حلقـه) شبیه به ترکیبات نفتنی هستند با این تفاوت که در هیدروکربن هـای آرومـاتیکی بجـای اتـصال دو اتـم هیدروژن به اتم کربن یک اتم هیدروژن به کربن متصل است.

این گروه از هیدروکربن ها نسبتا "غیرفعال هستند ، ولی دارای بوی شـیرین Sweet Smellig بـوده و بعلت کیفیت بالای ضدتقه" Anti Knock Quantities بسیار گـران قیمـت مـی‌باشـتد. قـسمت اعظـم اروماتیک ها از هیدروکربن‌های حلقوی بسته تشکیل شده ومشخصه نیمه اشباع دارند.

در روغن هائی که درصدموادآروماتیک بیشتری دارندخواص زیرمشهوداست:

۱-نسبت به هیدروکربورهای پارافینی دارای کشش سطحی کمتری هستندوبه همین دلیل باآب راحت ترمی توانندتشکیل امولسیون دهند.

۲-قدرت حلالیت بالائی دارند.

۳-راحت ترازترکیبات پارافینیکی ونفتنیکی واکنش انجام می دهندوبه ترکیبات جانبی خورنده رزینی و آسفالتی تبدیل می شوند.

٤-نقطه آنیلین خیلی پایینی دارندوحل کننده لاستیک ها هستند.

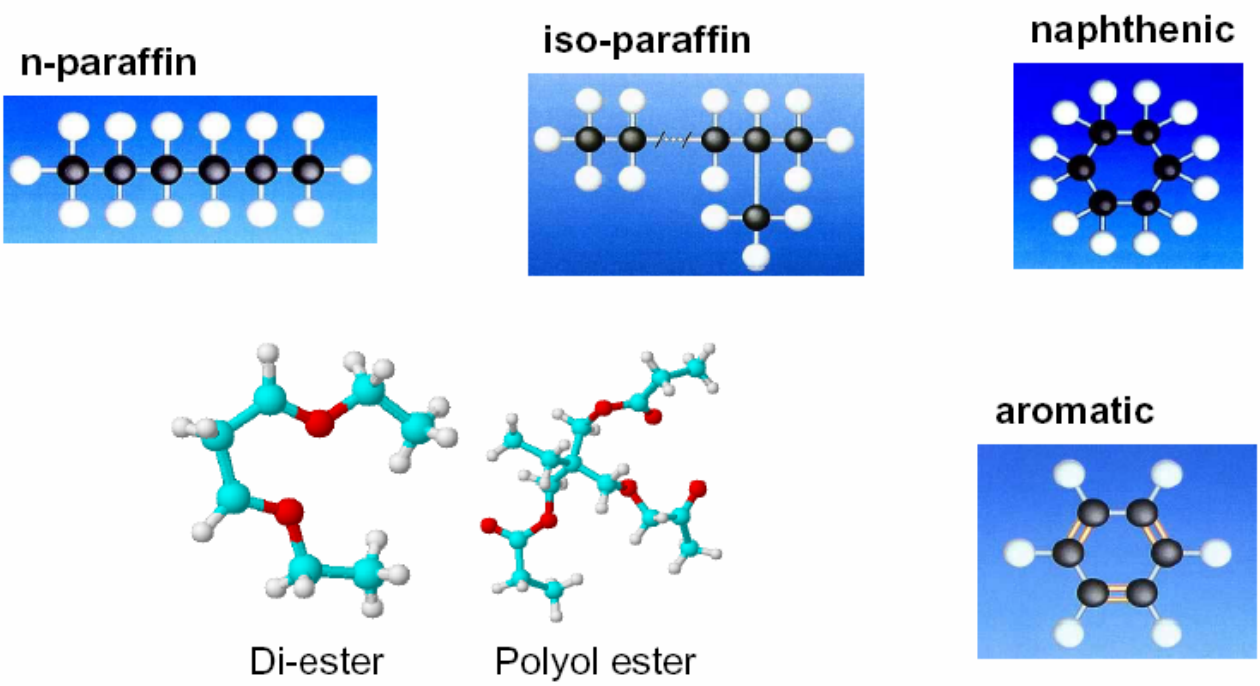
۵-برای اکسیداسیون بسیارمستعدهستندوهمراه بارسوبات نامحلول خواهندبود.

۶-شاخص گرانروی آنهاخیلی کم است.

۷-مقدارکربن باقیمانده آنها,درحین اکسیداسیون خیلی زیاداست.

نفت‌خام مرغوب برای ساختن مواد اولیه روغن در مرحله اول نفت‌خام پارافینک و در مرحله بعد نفت خام مخلوط است. هیدروکربن‌های مختلفی که در مواد اولیه روغن خام وجود دارند از قبیل پارافینک‌ها, نفتینک‌ها و آروماتیک‌ها از لحاظ مناسب بودنشان برای روغنکاری تفاوت فاحشی دارند.در این گروه به علت وجود گوگرد, نیتروژن و ترکیبات اکسیژن اثر تغییرات درجه حرارت روی گرانروی آنها بسیار زیاد است ولی مقاومت آنها در مقابل اکسیداسیون بسیار کم است واین مواد باید توسط جدا کردن با حلال از روغن خارج شوند.

لازم به توضیح است که اغلب نفت‌خام های ایران ترکیبی ازنوع پارافینیکی ونفتنیکی هستند.



اصول کارواحدهای روغن سازی

خوراک اولیه کارخانجات روغن سازی از برج تقطیردرخلأ واحدهای تقطیرنفت خام ویااز برج تقطیر روغن (درصورت وجود)با درجات مختلف گرانروی بدست می‌آید. ازبخشی از ته‌مانده برخ خلأ نیزبرای تهیه برایت‌استاک Bright Stockکه ماده شیمیائی بسیارمرغوبی برای تهیه روغن های سنگین(روغن های دنده) است استفاده می‌شود. برش های حاصل ازتقطیردارای ترکیبات نامطلوبی هستندکه برای روانکاری مناسب نیستند.به عنوان مثال وجودبعضی از ترکیبات درروغن باعث می شودکه روغن پس از مدت کوتاهی سیاه شود و گرانروی آن بالا برودوتولیداسیدکندودرداخل روغن بصورت نامحلول باقی بماندکه مطلوب نیست. وظیفه واحدهای روغن سازی جدا نمودن ناخالصی های موجوددرروغن وتولیدروغن پایه باکیفیت خوب است.

موادی که باید از روغن جدا شوند عبارتند از:

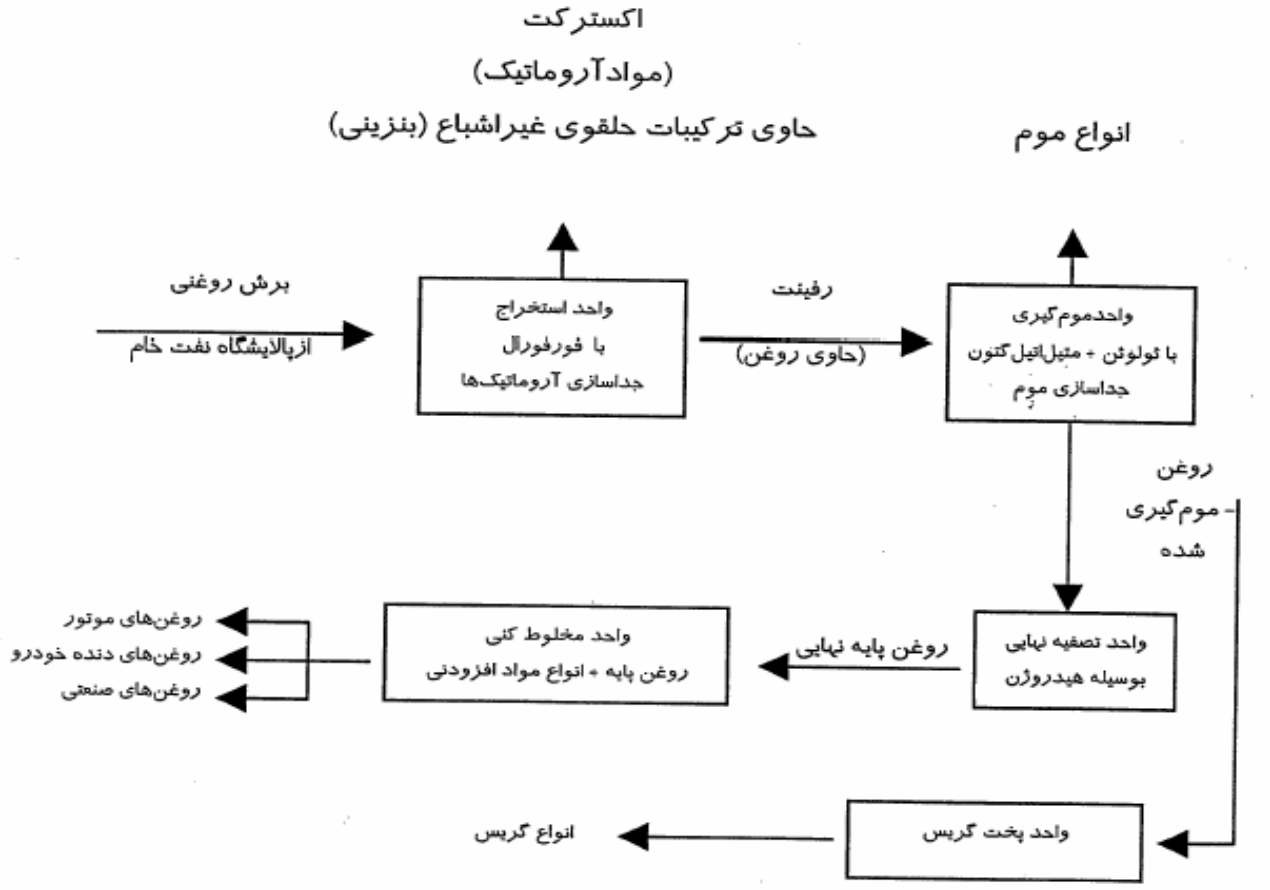
۱-مواد آسفالتی.

۲-مواد آروماتیک.

۳- پارافین‌های زنجیری طولی(باعمل موم گیری).

٤-تصفیه نهائی.

درشکل زیرشمای کلی یک واحدروغنسازی نشان داده شده است.

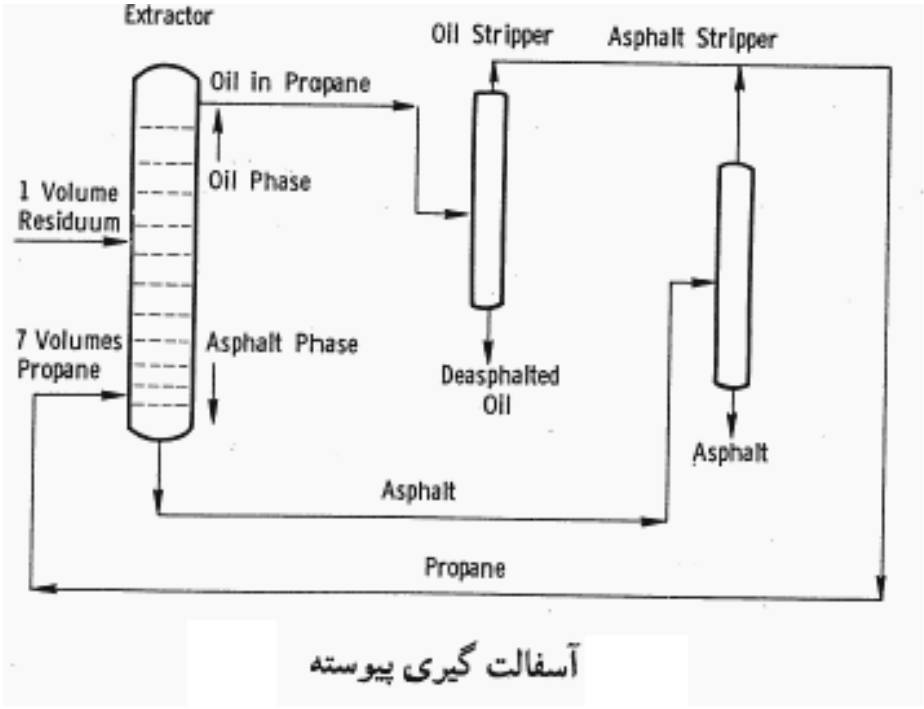


برای جداکردن این نوع ناخالصی‌ها از طریق عمل پالایش بخصوصی استفاده می‌شودکه ذیلا بـه شـرح آنهاپرداخته می شود

استخراج مواد آسفالتی ازروغن

برای خارج کردن مواد آسفالتی، صـمغی نفتینـی، آروماتیـک، هیـدروکربن‌هـای اشـباع نـشده، مـواد گوگردی و کربن، ذره‌های رنگی و سایر موادی که نباید در روغـن تـصفیه شـده وجـود داشـته باشـد ازیـک حـلال مناسـب(مـایع پروپـان) کـه بـه طریـق ترکیـب فیزیکـی مـوادرا در خـود حـل و خـارج می‌کنداستفاده می شود.

استفاده ازاین روش برای جدانمودن موادآسفالتی در جاهایی توصیه می‌شود که از طریق عمل تقطیر و سایر طرق ویا به دلایل اقتصادی یا عملی نبودن، نتوان ازآن استفاده کرد.



آسفالت گیری پیوسته

نحوه کاربه این صورت است که هم زمان تەمانده برج خلا را با مایع پروپان از دو جهت مختلـف از بـالا و پایین به برج جدا کننده وارد می کنند. پروپان در دمای ۱۷۰ درجه فارنهایـت و فـشار ۵۰۰ پانـد بـر اینچ مربع مواد روغنی را در خود حل کرده ودو سطح متمایز تشکیل می‌شود. سطح بـا مقـدار حجمـی پروپان بیشتر و مواد معدنی در بالا و سطح دیگر با مقدار حجمی کمتر پروپان و مواد آسـفالتی بیـشتر درقسمت پایین برج جداکننده قرار می‌گیرد. روغن و پروپان از بالای برج خارج می شودو پس از گرم کردن مجدد برای جداکردن پروپان از مواد روغنی به برج‌های عریان‌کننده وارد مـی‌شـودو بخـارات پروپان دو باره در مبدل‌های حرارتی به مایع تبدیل شده و برای استفاده مجـدد بـه مخـازن مربوطـه فرستاده می‌شوند. آنچه از پائین برج جداکننده بدست می‌آید پس از گرم شـدن در کـوره بـه بـرج

عریان کننده دیگری فرستاده می‌شود و پروپان جدا شده دراین مرحله نیزمورد استفاده مجـدد قـرار می‌گیرد، مواد آسفالتی نیزبرای عملیات بعدی به پالایشگاه پس فرستاده می‌شود.

استخراج مواد آروماتیک

وجودموادآروماتیک موجوددرروغن باعث می شودشاخص گرانروی روغن کـاهش پیداکندوپایـداری وثبات وکیفیت آن کم شودونهایتاروغن خاصیت روغنکاری مناسب رانداشته باشدپس بایـداین مـواد از روغن جدا شود.

درحال حاضرسه نوع فرآیندپالایشی برای جداکردن آروماتیک هاازروغن وجوددارد:

۱-استخراج موادآروماتیک باحلال.

۲-تصفیه بااسیدسولفوریک وجداسازی مواد.

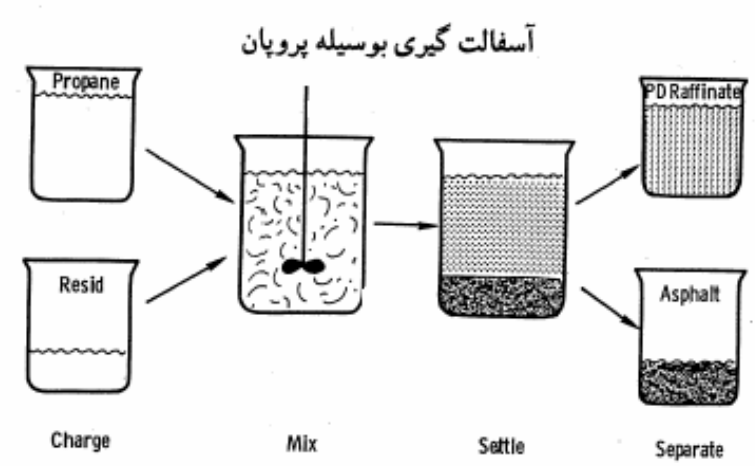
۳-عملیات هیدروژنه کردن.

استخراج موادآروماتیک موجوددرروغن بااستفاده ازحلال فورفورال

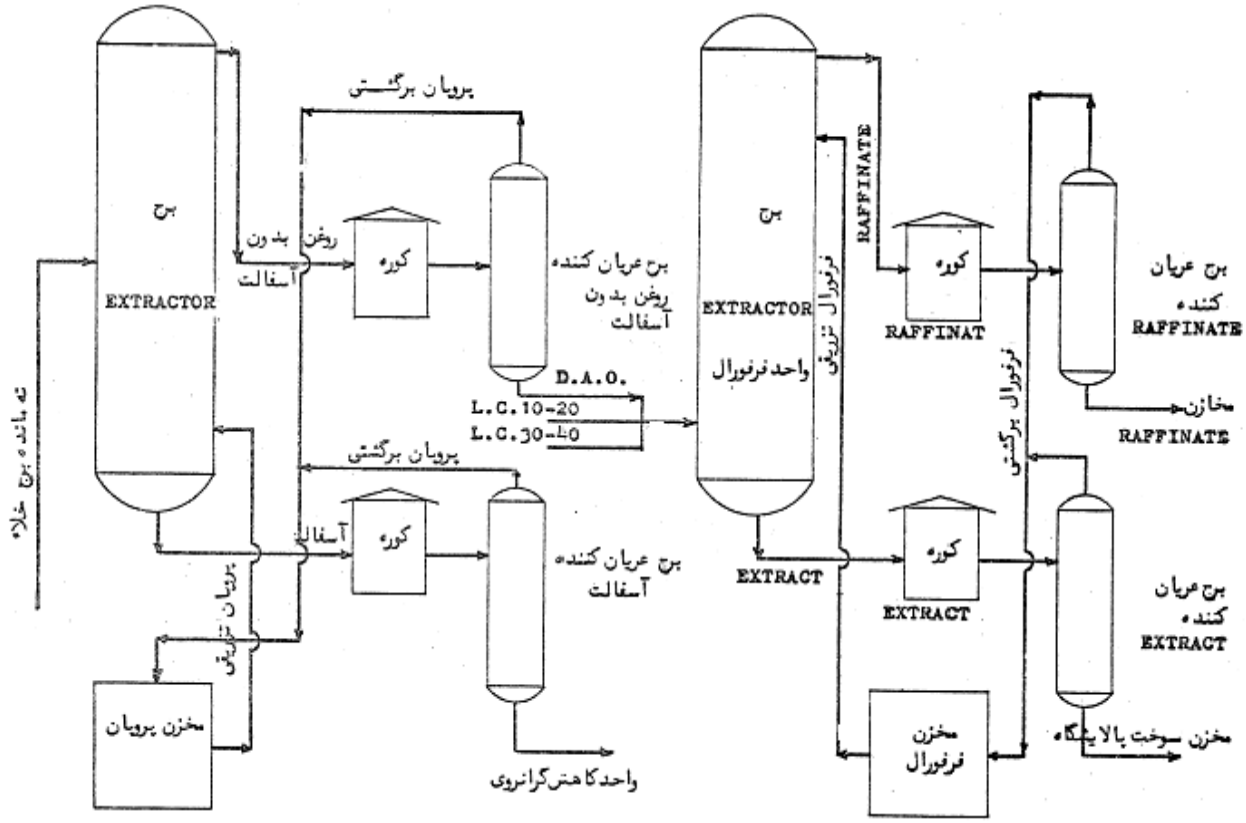
جداکردن موادآسفالتی باحلال یک عمل فیزیکی است ودرجه حرارت مهمترین عامل کنترل جـداکردن موادآسـفالتی اسـت. بـرای جـداکردن مـواد آرومـاتیکی ازروغـن از دسـتگاه جـدا کننـده, بـا مـایع فورفورالFerfuraldehyde با فرمول شیمیائی C5H4O2استفاده می‌شود .ترکیبات آروماتیکی کـه در مقابل عمل اکسیداسیون مقاومت ندارند و تشکیل لجن می‌دهند از این طریـق ازروغـن خـارج مـی شوند .

معمول ترین حلال های مورداستفاده دراین روش عبارتندازفنل, فورفـورال ودی اکـسید گوگردکـه از میان این حلال ها حلال فورفورال بطوروسیع تری برای تصفیه روغن های پـارافینی مورداسـتفاده قـرار می گیرد در این فرآیند مقداری فورفورال بـا خـوراک ورودیLube Cut درمخـزن مربوطـه بـاهم توسط میکسرمخلوط می شوند و برای مدتی این مخلوط ثابـت بـاقی مـی‌مانـد.ازاختـلاط فورفـورال و روغن دوفاز مختلف تشکیل می شود یک سطح در حلال حل نمی‌شود و نسبتاً از روغن غنی اسـت و بـه اسم رافینیت نامیده می‌شود و سطح دیگر کـه از حـلال غنـی اسـت کـه اکـستراکت Furfural Extract نامیده می‌شود و حامل آروماتیکها، نفتینها و مواد کربنی و ..... است. مسئله جدا کـردن موادآروماتیـک توسط حلال‌ها را می‌توان به جدا کـردن را فینیـت و اکـستراکت خلاصـه کـرد. فـازی کـه شـامل مـواد آروماتیک است دارای رنگ تیره بوده و فاز دیگر کـه بـه رافینیـت معـروف اسـت دارای رنـگ روشـن می‌باشد. رافینیت به دست آمده از این مرحله که جهت ساخت روغـن پایـه از آن اسـتفاده مـی‌شـود، دارای مقاومت حرارتی و اکسیداسیون خـوبی بـوده و شـاخص گرانـروی آن نیـز نـسبت بـه خـوراک ورودی به ستون بسیار بالاتر می‌باشد.

درشکل زیرشمای ساده ای ازآسفالت گیری ازروغن بااستفاده ازمایع پروپان نشان داده شده است.



اصول کار به این صورت است که خوراکLube Cut از قسمت میانی ستون استخراج و فورفورال نیز از قسمت فوقانی وارد ستون می‌شوند. اختلاف دانسیته بین فورفورال و خوراک باعث می‌شود که این دو ماده در خلاف جهت یکدیگر حرکت کرده، در نتیجه به خوبی با یکدیگر تماس پیداکنند و مخلوط شوند. حلال فورفورال مواد آروماتیک را در خود حل کرده و به طرف پایین ستون می‌برد و رافینیت همراه با مقدار کمی فورفورال به طرف بالای ستون حرکت کرده و از ناحیه بالای ستون خارج می‌شود. سپس این دو محصول به قسمت بازیابی فورفورال فرستاده می‌شوند. در این قسمت فورفورال از رافینیت و مواد آروماتیک جدا شده و مجدداً در ستون استخراج مورد استفاده قرار می‌گیرد.



برای جداکردن فورفورال موجوددرفازرافینیت این مخلوط پس ازگرم شـدن مجـددواردبرج عریـان کننده Stripperمی شودوبه وسیله ایجادخلا وبخارآب سوپرهیت حتـی مقـادیرجزئی فورفـورال نیـز از روغن جدامی شود. فازاکستراکت که درفورفورال حل می شودتاکمی بالاترازنقطـه جـوش فورفـورال گرم می شودووارد L.P Flash Tower می شـود.درایـن بـرج قـسمت زیـادی ازفورفـورال بـصورت بخارازبالای برج خارج می شود ومجدداپس ازگرم شدن دوباره واردبرج H.P-Flash Towerکه تحت فشار ۲۰تا۳۵ پوندبراینچ مربع فشاراست واردمی گردد, دراین برج مقادیرزیاد فورفورال ازبالای بـرج خارج می شودواکستراکتی کـه هنوزمقـدارکمی فورفـورال درآن وجوددارداز پـایین خـارج مـی شـود ووارد برج Flash Stripperکه درشرایط خلا قراردارد می گرددوآخرین قطـرات فورفـورال نیـزازآن جدامی شوندوفورفورال حاصل ازبرج Flash Tower درمخزن خاصـی جمـع اوری مـی شـودودوباره برای تغذیه به برج اختلاط وجداسازی اکستراکت آماده می شود.

واحد تصفیه روغن در زمان‌های مختلف، ممکن است از خوراک‌های مختلف استفاده نمایـد. بـه عنـوان مثال واحد استخراج به وسیله فورفورال نه تنها روی محصول حاصل از واحد آسفالت‌گیری کار می‌کند، بلکه روی برش‌های روغنی دیگری که از ستون تقطیر در خلاءِ به دسـت مـی‌آینـد نیـز کـار مـی‌کنـد. هریک از این محصولات دارای شرایط کارکرد خاص خود می‌باشند. وقتی یک بـرش روغنـی بـه واحـد فورفورال فرستاده می‌شود، برش‌های دیگر باید ذخیره شوند تا پس از اتمام عملیـات بـر روی بـرش قبلی، عملیات روی این برش‌ها شروع شود. عملیات روی یک برش روغنی بسته به تقاضای بازار، ممکن است تا چندین روز ادامه پیداکند.

عوامل موثردرجداکردن مواد آروماتیکی ازروغن پایه

تعدادمراحل اختلاط فورفورال باروغن.

۲-نسبت فورفورال به روغن.

۳- درجه حرارت اختلاط.

٤-اختلاف درجه حرارت درمقاطع مختلف برج.

۵-بازگرداندن مقداراکستراکت.

۶-طریقه تماس حلال و روغن.

مهم‌ترین اثری که عمل جدانمودن موادآروماتیکی به وسـیله فورفـورال روی خـواص فیزیکـی روغـن می‌گذارند،شامل بالا بردن شاخص گرانروی روغن ، باعث بالا رفتن مقاومـت روغـن در برابـر اکـسید اسیون از نظر خواص شیمیایی حرارت است.

شاخص گرانروی یکی از معیارهایی است که مشخص می‌کند آیا عملیات در واحد اسـتخراج بـه وسـیله فورفورال به درستی انجام گرفته یا خیر. همه روزه با نمونه‌گیری از محصولات به دست آمـده از ایـن واحد و اندازه‌گیری شاخص گرانروی آنها صحت عملیات مورد بررسی قرار می‌گیرد.

عملیات موم گیری ازروغن پایه Dewaxing

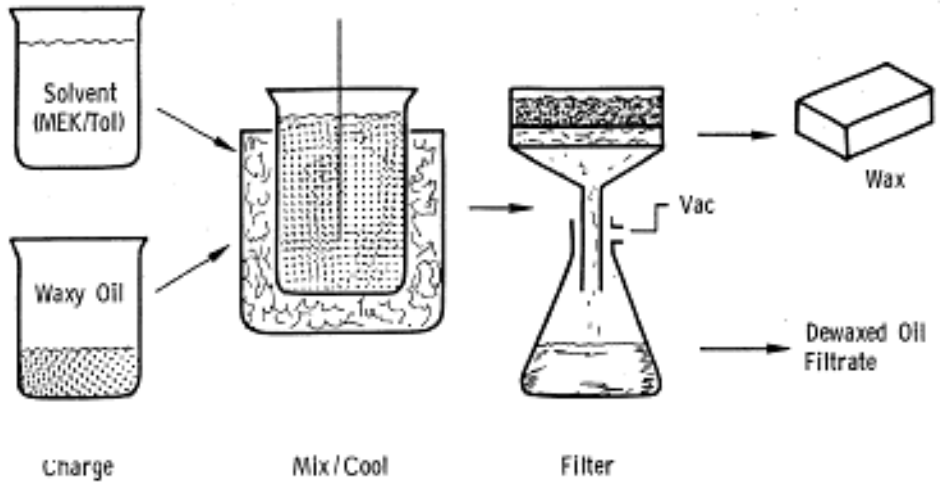
موم‌گیری به وسبله حلال .M.E.K(متیل ـ اتیل ـ کتن)و پس از جدا کردن مواد آروماتیک به وسیله حلال فورفورال از روغن انجام می شود. این عمل باعث پایین آوردن نقطه ریزش روغن می‌شود. روغنی که از نفت خام پارافینک تهیه می‌شود، دارای هیدروکربن‌های پارافینی و بعضا هیدروکربن‌های ایزومری حلقوی پارافینی است که دارای وزن ملکولی بالا می‌باشندو وقتی روغن سرد می شوند به صورت کریستال در می‌آید برای این‌که مشخصات مورد لزوم روغن از جهت نقطه ریزش به دست آید، این مواد مومی باید از روغن خارج شود.

روغن‌های روان‌کننده تصفیه نشده دارای نقطه ریزش متغیر می‌باشند. روغن‌های با پایه پارافینیک، قبل از عمل واکس‌گیری دارای نقطه ریزشی حدود ۲۷ـ۴۹°c می‌باشند، در حالی که نقطه ریزش روغن‌های با پایه نفتنیک حدود ۱۸°c- و حتی کمتر می‌باشد. مواد مومی شاخص گرانروی بالاتری دارند، ولی نقطه ریزش آنها پایین است.

عمل موم‌گیری را مثل تقطیر یا جدا کردن با حلال و غیره نمی‌توان انجام داد. به‌طور کلی هرچه نقطه ذوب هیدروکربن‌ها بالاتر باشد مقدار حل شدن انواع پارافین‌هادرآنها کمتر می‌شود از این لحاظ هنگام سرد کردن روغن آن دسته از هیدروکربن‌ها که نقطه ذوب بالاتری دارند قبل از همه کریستال می‌شوندکه مقدار تبلور و اندازه کریستال‌ها در موم‌گیری(واکس گیری) صنعتی بسیارمهم است.

درشکل زیرشمائی کلی ازواکس گیری ازروغن بااستفاده ازحلال MEKوحلال تولوئن نشان داده شده است.

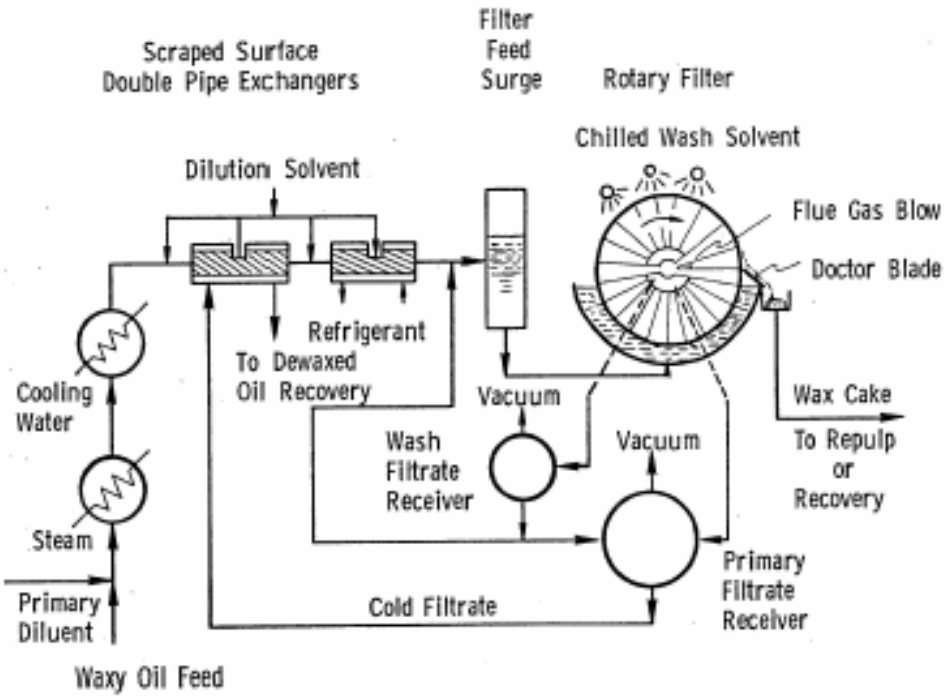
واکس گیری MEK و تولوئن



روغن خام معمولاً شامل هیدروکربن‌های پارافینی زنجیری و شاخه‌ای می‌باشدکه هنگام سرد کردن روغن خام هیدروکربن‌های پارافینی زنجیری کریستال می‌شوند و توسط صافی از محیط عمل خارج می‌گردند

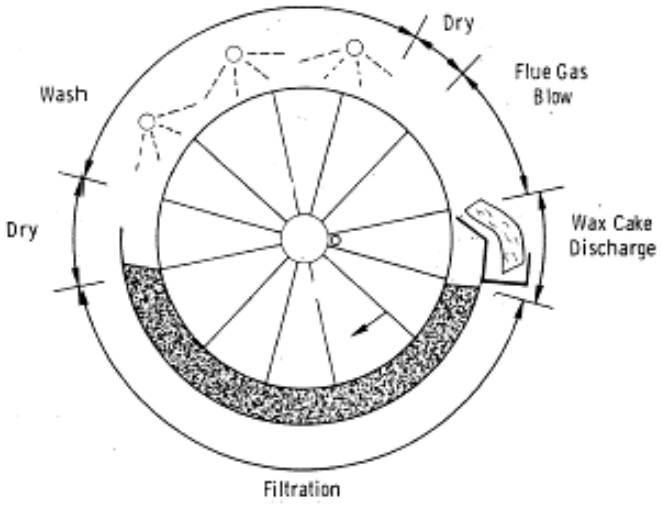
لازم به توضیح است که موم حاصله دارای ۱۰ تا ۲۰ درصد روغن است.
این حلال‌ها به نسبت تعیین شده باروغن مخلوط می شوندوباعث رسوب موم‌های موجوددرروغن می شوندوباعث می شود روغن در درجه حرارت پایین مقدار بسیار کمی از موم را در خودنگه دارد.
مراحل عملی موم گیری به این صورت است کـه رافینیـت بدسـت آمـده ازواحـدفورفورال کـه دارای واکس می‌باشد،ابتدا با حلال MEK و تولوئن مخلوط می‌شودوتوسط بخـاراب گـرم مـی شـودتاواکس موجوددرآن ازحالت کلوئیدی خارج شودوسپس آنرا سردمی کنند.عملیات سردشدن ابتـداءِ بوسـیله جریان آب سرد، سپس با محصولات سردبدست آمده از عمل واکس‌گیـری ودرمبـدل هـای حرارتـی منتهی به چیلرهاانجام می شود.
سردکردن نهایی بوسیله پروپان مایع ودرمبدل هـای حرارتـی(چیلرهـا) مخـصوص ایـن کارانجـام مـی شود.وقتی که روغن وحلال درمبدل های حرارتی سردمی شوندودمای آن تامنفی۲۱درجه سا نتیگر اد کاهش پیدامی کند(دمای آن باتنظیم مقدارپروپان ورودی به چیلرتنظیم می شود)کریستال هـای مـوم تشکیل شده درجداره لوله های مبدل های حرارتی جمع می شـوندکه موجـب کـاهش انتقـال حـرارت وگرفتگی لوله هاخواهندشد.برای این منظورازمبدل های حرارتی خاصـی بـه نـام Double Pipe Heat Exchangerاستفاده می شودکه ازدولوله داخل هم تشکیل شده است.درلولـه داخلـی مخلـوط روغـن وحلال جریان دارد و مجهزبه تیغه های گردانی است که موم هاراازجداره داخلـی لولـه مـی تراشـد تـا باعث افزایش نرخ تبادل حرارت گرددودرلوله بیرونی مواد سرد کننده (پروپان مایع)جریان دارد.
درشکل زیر فرآیندموم گیری صنعتی نشان داده شده است.

فرآیند صنعتی واکس گیری



روغن سردشده خروجی ازچیلرها مجددابامقداری حلال مخلوط می‌شودکه در اثر این عمل کریستال‌های واکس تشکیل می شوند,این کریستال‌ها به وسیله عمل صاف کردن درفیلترهای, مخصوص این کار از روغن جدا می‌شود.دستگاه فیلترازیک استوانه گردان Rotary Filterتشکیل شده که سطح جانبی آن از لایه پارچه مخصوصی پوشیده شده است.داخل این استوانه به چندین قسمت تقسیم شده است. درحالی که استوانه می چرخدهرقسمت درهرلحظه درمقابل قسمتی قرارمی گیردکه به لوله های ورودی وخروجی متصل می باشند ,که یک قسمت خلامی باشدکه مخلوط روغن وحلال رامکیده وازفیلترخارج می کند.قسمت های داخل استوانه به نحوی تقسیم شده است که قسمتی که درداخل مایع قرارگرفته وهمچنین قسمتی که از مایع خارج شده وحلال بر روی آن پاشیده می شودبه سیستم خلا(ورودی کمپرسورگازپروپان)متصل است وپس ازآن که به وسیله خلا موم ازروغن گرفته می شودلایه موم درمقابل قسمتی قرارمی گیردکه گازخنثی بافشار از داخل استوانه دمیده می شودتالایه موم راازفیلترجداکندوسپس موم ها بوسیله حلالی که بصورت اسپری روی آن پاشیده می شودوبااستفاده تیغه هایی که بافاصله کمی روی فیلترقراردارندوبااستفاده از فشارگازخنثی کننده در قسمت Bootفیلترهاجمع می شودوبرای جداسازی حلال از فیلتر خارج می شود.

انتقال واکس به واحد جداسازی حلال از واکس



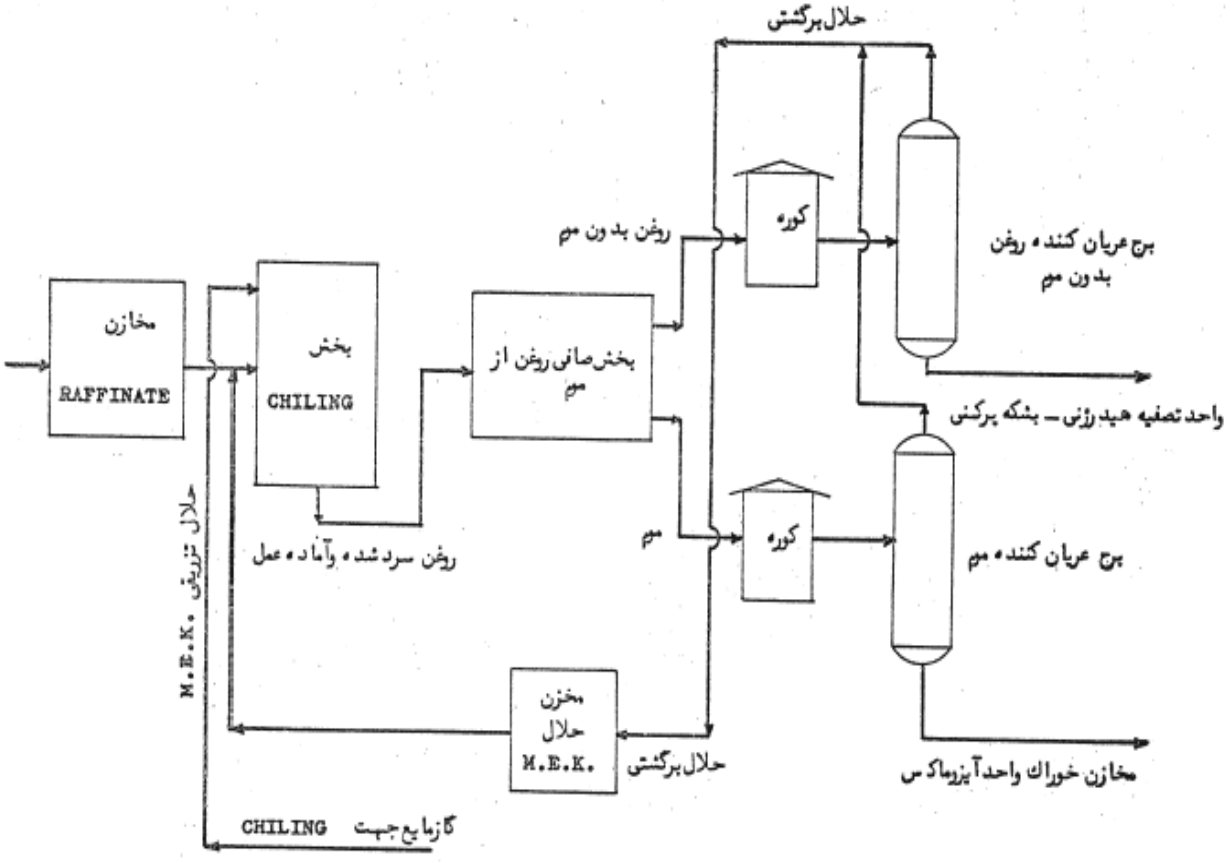
مخلوط حلال وروغن پس ازخروج ازمبدل های حرارتی وگرم شدن برای جداسازی حلال به برجLP.Flash Towerکه فشارآن درحدودفشارجواست منتقل می شود.دراین برج مقداری ازحلال موجوددرروغن بخارمی شودوازبالای برج خارج می شودوپس ازتبادل حرارت درمبدل های حرارتی خنک وبه مایع تبدیل می شود سپس باقیمانده حلال وروغن پس ازگرم شدن مجددبه برج HP.Flash Towerکه فشارش حدوددوباراست منتقل می شودومجدداروغنی که هنوزدارای مقدارکمی حلال است به وسیله بخاردربرج عریان کننده Stripper حلال آن گرفته می شودوپس ازخنک شدن به

مخزن مربوطه ارسال می شود. روغن بدون موم به دستگاه تصفیه با هیدروژن (درصورت وجود)فرستاده می شود

مخلوط موم وحلال نیزپس ازگرم شدن درمبدل های حرارتی که بوسیله بخارکارمی کنددراثرگرم شدن قسمتی ازحلال آن تبخیرودوباره درمبدل های حرارتی به مایع تبدیل می شودوباقیمانده حلال موجود در مخلوط حلال وموم نیزمشابه روغن بوسیله بخارآب ودربرج های عریان کننده ازموم جدامی شوند. مواد مومی به مخازن مربوطه فرستاده می‌شود که درصنایع زیردستی ازآن برای تهیه انواع پارافین جامدومایع شمع وساخت مواداولیه انواع پمادها کرم ها موادآرایشی و.....استفاده می شود.

ازآنجائی که مقدارروغن باقیمانده درموم تولیدی نشانگردرصدتولیدنهائی است سعی می شودموم نهائی درصدکمتری روغن داشته باشد.درکارخانجاتی که بصورت یک مرحله ای روغن فیلترمی شود مقدارروغن موجوددرموم بیشتراز۱۰تا۲۰درصداست ودربعضی ازمواردنیزبه علت روش های نادرست فرآیندازاین مقدار نیز بیشترخواهدشد.برای کاهش مقدارروغن درموم بعضی مواقع بصورت دومرحله ای عمل می شود بدین ترتیب که موم حاصل ازمرحله اول باحلال مخلوط گشته ودوباره ازفیلتردیگری عبورمی کند تادر صد روغن موجوددرموم نهائی کاهش پیداکند.

درشکل زیرمراحل توضیح داده شده فوق نشان داده شده است.



پس از عمل واکس‌گیری نقطه ریزش روغن‌های با پایه پارافینیک به حدود ۷- تا $18^{o}c$- خواهد رسید و اگر به روغنی با نقطه ریزش پایین‌تر نیاز باشد، باید از مواد افزودنی پایین آورنده نقطه ریزش استفاده نمود. از دید مصرف کنندگان روغن، اهمیت نقطه ریزش بستگی به شرایط کاربرد آن دارد. اگر روغن در فصل زمستان مورد مصرف قرار گیرد باید دارای نقطه ریزش پایین باشد، ولی اگر روغن در تابستان و یا در وسایلی که گرمای زیاد تولید می‌کنند به کار رود (مثل توربین‌های بخار) به نقطه ریزش پایین نیاز نمی‌باشد

متغیرهای عملیاتی برای جدا کردن بهتر و کامل‌تر موم عبارتند از:

۱-کیفیت خوراک ورودی به واحدکه برش های سبک ترلوب کات درصدمحصول بیشتری می دهند.

۲-هرچه درجه حرارت موم گیری کاهش پیداکندکیفیت بهترولی تولیدکمترمی شود.

۳-هرچه تعداددفعات افزودن حلال به روغن بیشترباشدجداسازی بهترانجام می شود .

٤-باافزایش مقدارحلال .M.E.Kدرحداپتیمم می توان به نقطه ریزش پایین تری دست یافت.

۵-هرچه سرعت چرخش صافی دواربیشترشودسرعت عبورروغن ازفیلتربیشترمی شود.

۶-هرچه سرعت سردکردن روغن بیشترباشداندازه کریستال هابزرگترمی شود.

۷-هرچه مقدارحلالی که به عنوان شوینده برروی لایه موم درفیلترپاشیده می شود بیشتر باشد مقدارروغن درموم کاهش پیدامی کند.

البته درطی سال های اخیرازروش های هیدروکراکینگی برای تبدیل پارافین های زنجیره ای درطی شکست مولکولی درکنارکاتالیست روغن هائی باشاخص گرانروی بالا ونقطه ریزش مطلوب تولیدشده است.

در روش تصفیه روغن با حلال، مقداری از ترکیبات گوگردار که به‌طور طبیعی دارای خاصیت ضداکسیداسیون هستند، در روغن باقی می‌ماند. درنتیجه، این روغن‌های پایه به طور طبیعی دارای مقدار زیادی خاصیت مقاومت در برابر اکسیداسیون می‌باشند. درصورتی که روغن پایه‌هایی که توسط روش هایدروکراکینگ به دست آمده‌اند، دارای این مواد طبیعی ضداکسیداسیون نمی‌باشند. در نتیجه برای ایجاد خاصیت پایداری بیشتر در برابر اکسیداسیون، باید مقدار زیادی ماده افزودنی ضداکسیداسیون به این روغن‌ها اضافه کرد.

نتایج حاصل ازعملیات موم‌گیری

این نتایج عبارتنداز:

۱-باعث می شودنقطه ریزش روغن پایین بیاید.

۲-باعث می شودشاخص گرانروی روغن پایین برود.

۳-باعث می شودگرانروی روغن بالابرود.

٤-باعث می شودوزن مخصوص روغن بالا برود.

درموقع سردکردن مولکول های نرمال پارافین هابصورت کریستال های معینی درمی آیندکه به سادگی قابل صاف کردن هستند.

حلال‌های دستگاه موم‌گیری عبارتند از:

۱-M.E.K (میتل ـ ایتل ـ کیتن)C2H5COCH3

۲-BENZENE (بنزن) C6H6

۳-TOLUENE (تولوئن) C6H5CH3

دستگاه تصفیه با گاز هیدروژن

روغنی که از دستگاه موم‌گیری به دست می‌آید به علت دارا بودن ترکیبات غیر مقاوم و رنگ تیره مرغوب بازار نیست و باید مواد زاید آن نظیر گوگرد مرکاپتان‌ها، سالفایدها، دایسا لفایدها در مجاورت گاز هیدروژن و کاتالیست تبدیل به گاز هیدروژن سولفوره شوند در دستگاه تصفیه با هیدروژن این موادزائد ازروغن جدا می‌شوندوباعث بالا رفتن مقاومت روغن دربرابراکسیداسیون می شود.

در اثر این واکنش مواد نامرغوب از روغن حذف می‌شوند(این فرآیند تقریباً شبیه فرآیند گوگرد گیری از نفت سفید و گازوئیل می‌باشد) حاصل این عملیات شامل:

۱-نیتروژن پایریدین وکوئیولین که در مجاورت گاز هیدروژن و کاتالیست به گاز آمونیاک تبدیل می‌شوند.

۲-اسیدهای نفتین که به کربورهای حلقوی تبدیل می‌شوند.

۳- بهبودرنگ وبووثبات وخاصیت مخلوط نشدن روغن باآب.

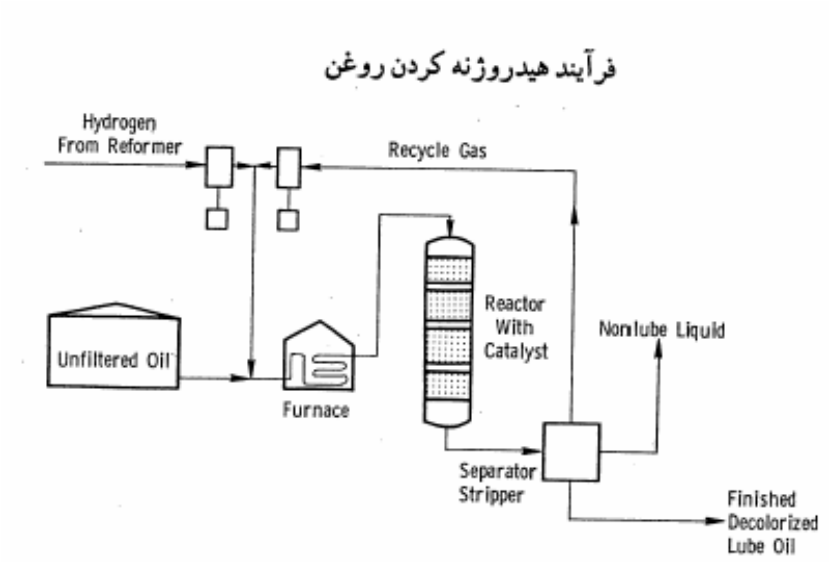
٤- آخرین ترکیبات نامطلوب حاصل ازفرآیندهای جداسازی خارج می شود.

٥- هیدروکربورهای حلقوی شکسته می شوند وبه نرمال پارافین ها باایزوپارافین ها تبدیل می شوند.

٦-باعث بالا رفتن مقاومت روغن در برابر اکسیداسیون می شوند.

اساس کاربه این صورت است که ابتداروغن تادمای معینی گرم می شودوهمراه باگازهیدروژن به یک بستر کاتالیستی بافشارمطلوب هدایت می شود در این دستگاه روغن با گاز هیدروژن مخلوط شده و از راکتوری که با کاتالیست پر شده عبور می‌کند وجود کاتالیست سبب ایجادواکنش بین مواد نامرغوب موجود در روغن با هیدروژن می‌شود. بوسیله این فرآیند مقدار زیادی از مواد آروماتیک، مواد گوگرددار، و تا حدودی نیز مواد نیتروژن‌دار حذف می‌شوند.

فرآیند هیدروژنه کردن روغن



روغنی که به دست می‌آید به عنوان روغن پایه بـه مخـازن مربوطـه فرسـتاده مـی‌شـود تـا پـس از مخلوط کردن با روغن های دیگر و اضافه نمودن مواد افزودنی طبق فرمول‌هـای مربوطـه در اختیـار مصرف‌کننده ها قرار گیرد.

درخلوص روغن های پایه بدست آمده ازروش های هیدروژناسیون جای هیچ گونه شکی نیست ولـی این روغن ها دارای معایبی نیزبه شرح زیرمی باشند:

۱-حلالیت این نوع روغن هابرای بعضی ازموادافزودنی کم مـی شـودودرنتیجه تمـامی مـوادافزودنی بطور کامل دراین روغن هاحل نمی شود.

۲-درروغن های حاصل ازروش تصفیه باحلال مقداری ترکیبات گوگردی درروغن بـاقی مـی ماندکـه این ترکیبات بطورطبیعی دارای خاصیت ضداکسیداسیون وضدسایش هستندولی درروغن هـای حاصـل ازروش هیدروکراکینگ ترکیبات گوگردی حذف می شوندوبرای ایجادپایداری حرارتـی ومقاومـت در برابراکسیداسیون باید موادافزودنی مناسب به آنها اضافه نمود.

۳-به دلیل حذف کامل موادآروماتیک دراین روش نیازبـه اسـتفاده ازمـوادافزودنی مـوثرروی سـیل هاکه باعث تورم واب بندی آنهامی شودالزامی است.

باتوجه به مواردفوق درانتخاب یـک روان کننـده بایـدنوع روغـن پایـه وروش تـصفیه آن خـصوصا در مواردی که روغن دارای کاربردغیرمعمول است درنظرگرفته شود.

البته هیدروژنه کردن تمام روغن‌های تولیدی مورد لزوم نبوده و بیشتر برای روغـن‌هـایی کـه مـورد استفاده صنعتی (روغن‌های غیر از روغن موتور) دارند از عمل هیدروژنه کردن استفاده می‌شود.

فرآینددیگری که می توان آن را جایگزین عمل هیدروژناسیون نمود، استفاده از خاک‌های رنگ بر مـی باشد. در این فرآیند خاک رنگ بر که بسیار نرم مـی‌باشـد، در درجـه‌حـرارت بـالا بـا روغـن مخلـوط می‌شود. مواد ناپایدار و تیره رنگ موجود در روغن جذب خاک‌رنگ بر شده و سپس بـا فیلتـر کـردن

خاک را از روغن جدا می‌کنند. خاک جداشده از روغن مجدداً قابل استفاده نبوده و باید یا آنرا احیاءِ نمود و یا برای عملیات بعدی از خاک تازه استفاده نمود. لازم به ذکر است که عمل احیاءِ باعث می‌شود که خاک بعضی از خواص خود را از دست بدهد و به همین دلیل در اکثر مواقع از خاک جدید استفاده می‌شود و تمایل کمی به استفاده از خاک احیاءِ شده می‌باشد. استفاده از خاک رنگ‌بر نسبت به فرآیند هیدروژنه‌کردن به علت پایین‌بودن راندمان فرآیند ،در حال حاضر چندان مورد استفاده قرار نمی گیرد و تقریباً همه جا از فرآیند هیدروژنه کردن استفاده می‌کنند.

روغن های مصنوعیSynthetic Oils

استفاده از روغن ها ی پا یه معد نی (روغن ها ی نفتی) بسته بـه نـوع نفـت خـام بکاررفتـه ،مـواد افزودنی به کار برده شده و شرایط کارکرد روغن دارا ی محدود یت ها ئی نظیر:

۱- بالا بودن نقطه ریزش بعلت وجود واکس ،

۲- مقاومت کم در برابر اکسیداسیون و تولید لجن واسید در روغن

۳- تغییرات زیاد ویسکوزیته در درجه حرارت های بسیار بالا و بسیار پائین و سـایر مـوارد مـی باشد.

تمامی این موارد و سا یر محدود یت ها سبب گرد یده است تا استفاده از روغن ها ی با پا یه غیر نفتی (روغن ها ی سینتتیک)در پاره ا ی از موارد مورد استقبال قرار گیرد . گروه ها ی مختلفـی از ترکیبات شیمیائی به عنوان روغن سینتتیک مورد استفاده قرار می گیرند کـه در ذ یـل بـه پـاره ای ازآنها اشاره می گردد.

۱-آروماتیک ها ی آلکیله شده

این هیدروکربن ها ی سنتزشده با روغن ها ی معدنی سازگار بوده و از آنها به عنوان روغـن پایـه در ساخت انواع روغن ها استفاده می گردد

۲-پلی آلفا الفین ها

این نوع روغن ها دارا ی شاخص گرانروی بالا ، نقطه ریزش بسیار پائین ، سازگاری بـا روغـن هـای معدنی و مقاومت ضعیف در برابرآتش می باشند ودر ساخت انواع روغـن هـا بـا شـرایط کـارکرد دمائی بسیار گرم و یا بسیار سرد مورد استفاده قرار می گیرند

۳-د ی استرها

خواص جر یان بسیار عا لی در درجه ها ی پا ئین ، شاخص گرانرو ی بـسیار بـالا ، مقاومـت حرارتـی خوب و پا یداری در برابر اکسیداسیون از مهمتر ین مشخصه ها ی این نوع روغن ها مـی باشـند و در تولید روغن های موتور و کمپرسورهای هوا پیما استفاده می گردد

٤-پلی استرها

مهمترین کاربرد ا ین نوع روغن ها در موتور هواپیماها ، توربین ها ی گاز با درجـه حـرارت ز یـاد سیستم ها ی هیدرولیک و تولید گر یس بر ای مصرف در درجه حرارت ها ی با لا می باشد.

۵-پلی گلیکول ها

این روغن ها به دو دسته محلول و نامحلول در آب تقسیم می گردند روغن هـا ی محلـول شـامل روغن ها ی مقاوم دربرابر آتش ، فلزکار ی و روغن ترمز می باشند روغن ها ی نـامحلول نیـز بـه

عنوان روغن ها ی انتقال حرارت در یاتاقانها ، کمپرسورها مورد استفاده قرار می گیرند . این روغن ها با روغن های نفتی ناسازگار می باشند

۶-فسفات استرها

مهمتر ین خاصیت این روغن ها مقاومت در برابر آتش می باشد. سیستم ها ی هیدرولیک ، کمپرسورهای با درجه عملکرد بالا و توربین ها ی گاز ی مهم تر ین محل های مورد استفاده این نوع روغن ها می باشد

۷-سیلیکون ها

شاخص گرانرو ی بسیاربالا ، خواص جر یان بسیار خوب در دماها ی پائین پایداری حرار تی و مقاومت خوب دربرابر اکسیداسیون این روغن ها باعث گردیده تا در ساخت گریس هائی که در دماها ی بالا کار می کنند مورد استفاده قرار گیرد . ضمن آنکه در تولید روغن دمپرها و کمپرسورها نیز کاربرد دارد . کشش سطحی بسیار کم ا ین روغن ها باعث گرد یده تا تحمل بارهای لغزشی این روغن ها بسیارکم باشد

۸-سیلیکات استرها

این روغن ها دارا ی شاخص گرانرو ی بالا و مقاومت حرارت بسیار خوب می باشند ودر سیستم های هیدرولیک ، انتقال حرارت ، مایع سرد کننده و روغن کمپرسورهای یخ سازی مورد استفاده قرار می گیرند

۹-فلوئوروکربن ها

مقاومت حرار تی و پا یداری بسیار خوب در برابر اکسیداسیون باعث گردیده است تا ا ین نوع روغن ها در سیستم ها ی خنک کننده ، عا یق ها ی الکتر یکی ، کمپرسورها ی اکسیژن ، پمپ ها ی انتقال اسیدهای معد نی ، هالوژن ها واکسیژن و همچنین در سردکننده ها و پمپ های توربینی مورد استفاده در موتورهای راکت بطور گسترده مورد استفاده قرار گیرد

۱۰-پلی فنیل اترها

روغن ها در موارد ی که درجه حرارت کارکرد بسیار بالا بوده و نیاز به مقاومت در برابر تشعشع باشد استفاده بسیار ز یادی دارد. ضمن آنکه به عنوان روغن ها ی انتقال حرارت و روغن پایه ساخت گریس نیز مورد استفاده قرار می گیرد

امروزه با مخلوط نمو دن انواع روغن پا یه ها ی سینتتیک و استفاده از انواع مواد افزودنی مختلف ، صدها نوع روغن سینتتیک تو لید می گردد که با توجه به خصوصیات ومشخصات وهمچنین سازگاری آنها با اجزاءِ سیستم مورد استفاده قرار می گیرد . بالا بودن قیمت تمام شده ا ین نوع روغن ها در

قیاس با روغن ها ی معد نی وهمچنین ملا حظات ز یست محیطی مانع از بکـارگیری گـسترده ایـن نوع روغن ها گردیده است

در جدول ذ یل خواص روغن ها ی سینتتیک با روغن ها ی معد نی مورد مقا یـسه گرفتـه و میـزان سازگاری آنها با اجزاءِ سیستم نیز مورد بررسی قرار گرفته است

جدول مقایسه خواص روغنهای معدنی با روغن های سینتتیک

خواص نوع روغن	روغن معدني	خواص گرانروي - درجه حرارت	متوسط	خواص در درجه حرارت هاي پائين	ضعيف	پايداري در برابر اكسيداسيون	متوسط	مخلوط شدن با روغن هاي معدني	------	ميزان عدم تبخير	متوسط	سازگاري با رنگ و جلا	عالي	مقاومت در برابر هيدروليز	عالي	باد كردن لاستيک بونا	كم	خواص روغن كاري	خوب	پايداري حرارتي	متوسط	مقاومت در برابر آتش	ضعيف	هزينه	كم
پليمر هاي الفيني	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	متوسط	عالي	عالي	عالي	خوب	خوب	عالي	عالي	عالي	عالي	هيچ	كم	خوب	خوب	متوسط	متوسط	ضعيف	عالي	متوسط	متوسط
آرومتهاي آلكيله	متوسط	متوسط	خوب	متوسط	خوب	متوسط	عالي	عالي	عالي	خوب	خوب	عالي	عالي	عالي	عالي	كم	متوسط	خيلي خوب	خيلي خوب	خوب	خوب	متوسط	علي	متوسط	متوسط
دي استرها	عالي	عالي	خوب	خوب	خوب	خيلي خوب	خوب	خوب	خوب	عالي	عالي	خوب	خوب	متوسط	متوسط	متوسط	خيلي زياد	خيلي خوب	خوب	خوب	متوسط	متوسط	علي	متوسط	زياد
پلي استرها	خيلي خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	عالي	عالي	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	خيلي زياد	كم	خوب	خوب	خوب	خوب	متوسط	خيلي خوب	متوسط	زياد
پلي گليکولها	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	ضعيف	ضعيف	ضعيف	ضعيف	خوب	خوب	متوسط	متوسط	خوب	خوب	خوب	كم	خوب	خوب	خوب	خوب	متوسط	خوب	متوسط	متوسط
فسفات استرها	ضعيف	ضعيف	متوسط	متوسط	متوسط	خوب	متوسط	متوسط	متوسط	خوب	خوب	ضعيف	متوسط	متوسط	متوسط	خيلي زياد	كم	علي	متوسط	خوب	خوب	ضعيف	علي	خوب	متوسط
سيليكون ها	عالي	عالي	خوب	خوب	خوب	خيلي خوب	ضعيف	ضعيف	ضعيف	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	كم	متوسط	متوسط	متوسط	خوب	خوب	خوب	خيلي خوب	خوب	متوسط
سيليكات استرها	عالي	عالي	خوب	خوب	خوب	خيلي خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	كم	متوسط	متوسط	متوسط	خوب	خوب	خوب	متوسط	متوسط	زياد
فلوئورو كربن ها	متوسط	متوسط	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	ضعيف	خوب	خوب	خوب	متوسط	خوب	خوب	خوب	متوسط	كم	علي	علي	خيلي خوب	علي	علي	علي	متوسط	خيلي زياد
پلي فنيل استرها	ضعيف	ضعيف	متوسط	متوسط	متوسط	خوب	ضعيف	ضعيف	ضعيف	خوب	خوب	متوسط	متوسط	خوب	خوب	خوب	متوسط	علي	علي	خيلي خوب	علي	علي	خيلي خوب	متوسط	خيلي زياد

کاربرد فناوری نآنو برای بهتر کردن روغن کاری سطوح لغزنده

روان سازهای جامد بر پایه فناوری نانو به طور مستقیم و یا به صورت افزودنی به روانسازهای مایع ، استفاده می شوند . در این بخش سعی شده است با بررسی مبحث روانکاری به اثـرات اسـتفاده از نانو تکنولوژی در روانکاری اشاره گردد.

اکثر روانکارهای مایع ، روغن و گریس هستند . در کاربردهائی مثل کاربردهـای فـضائی و نیـز در اجزای کوچک و دستگاه هائی که نیاز به اتاقهای بسیار تمیز (CLEAN ROOM)داشته باشند بجـای روان سازهای مایع از روان سازهای جامد استفاده می شود . آنها همچنین در خلاءِ های بـالا ، بـرای نگهداری بلندمدت و دوره ای و در شرایطی که نیاز به تحمل بار زیادی می باشد ، بکار می رونـد . روان سازهای جامد در شرایط دما و فشار بالا ، رادیواکتیویته و محیط فعال شیمیائی بخوبی عمل می کنند و به صورت پودر خشک ، پوشش و یا افزودنی به روان سازهای مایع مورد اسـتفاده قـرار مـی گیرند . مورد اصلی در استفاده از آنها پاسخ به افزایش تقاضاهای تجاری برای بهبـود عملکـرد روان سازها می باشد

روان سازهای جامد ، عموما " موادی لایه ای مانند گرافیـت ، دی سـولفید مولیبـدن و دی سـولفید تنگستن هستند لایه های مولکولی تحت نیرو ، اصطکاک را با لغزش روی همدیگر کاهش مـی دهنـد اما این لایه های مولکولی ممکن است به سطوح آسیب برسانند زیر ا واکنش شـیمیائی لایـه هـا بـا سطوح ، باعث تجزیه ، شکست و خمش سطوح فلزی می شوند . آنها بـا جمـع شـدن روی سـطوح باعث ایجاد اختلال در ماشین کاری و سائیده شدن بیشتر قطعه فلزی می شـوند .بنـابراین نیـاز بـه روان سازهای جامد پایدارتر و کوچکتر الزامی است.

کارخانه ها و نیروگاه ها و بقیه صنایع نیاز روزافزون بـه روان سـازهای پایـدار دارنـد کـه مشخـصا اصطکاک و فرسوده شدن را کاهش دهند . بخصوص در صنایع خودروسـازی احتیـاج بـه گـریس و روغنی است که به راحتی قابل نگهداری باشند . در هوافضا ، ابزارسازی ، حفاری و صنایع نیمه هادی ها به روان سازی جامد با کیفیت بیشتر نیازاست.

روان سازهای خشک که به روش فناوری نانو تولید می شوند ، ساختارهای معدنی کروی شکل دارند و قطر آنها در حدود ۲۰ nm تا ۵۰ nm است ساختار هندسی آنها به صورت مواد معـدنی فـولرین شکل می باشد که به نانو ذرات IF مشهور هستند . در مقایسه بـا صـفحه هـای پهـن روان سـازهای جامد مرسوم ، این ساختارهای فولرین شکل به طـرز قابـل تـوجهی کـوچکتر هـستند(در حـدود ۲۰ مرتبه یا بیشتر) . آنها مانند توپ های مینیاتوری عمل می کنند که در حـول سـطوح مـی چرخنـد و باعث راحتی حرکت قطعات تماسی می شوند

استفاده از روان سازهای جامد بر پایه فناوری نانو توسط گروه نانو مواد انستیتو علوم و ایزمن کشف شد . آنها فهمیدند روان سازهای جامد ترکیبات معدنی لایه ای هستند مانند دی سولفید تنگستن که می توانند به شکل فولرین در آیند . این گروه شرایط خاصی را اعمال کرد که لایه های این مواد بتوانند روی خودشان خم شوند و به صورت نانو ذرات در آیند

روان سازهای جامدIF نتایج زیادی در تولید صنعتی و تسهیل فرآیند واحدهای صنعتی دارند . اول این که آنهااصطکاک و فرسودگی قطعات را هفت برابر بهتر از روان سازهای تجاری کاهش می دهند به ویژه این که در بارگذاریهای زیاد ، آنها با افزایش بازدهی استاندارد روغن ، نیاز به روغن کاری را کاهش می دهند که باعث ذخیره انرژی ، کاهش هزینه های جاری ، نگهداری داخلی ارزان تر ، دقت بیشتر ماشین های بخش های مختلف و حفظ محیط زیست می شود همچنین به دلیل کم کردن اصطکاک ، با کاهش صدا ، ارتعاش و گرما مواجه هستیم

با استفاده از نانو ذرات IF به عنوان افزودنی به روغن و گریس ها ، تقاضای صنایع برای افز ایش عملکرد و حفظ محیط زیست برآورده می شود . خسارت فعلی ناشی از تعطیلی صنایع روزانه میلیون ها دلار می باشد . شرکتها تمایل دارند به منظور کمتر کردن هزینه ها ، از روان سازهای دایمی استفاده کنند.

روان سازهایIF نشان داده اند که نسبت به روانکارهای مرسوم اصطکاک را به مقدار زیادی پائین می آورند و از دوام طولانی تری برخوردارند . بنابراین برای کاربردهای دایمی مناسب تر ند کاربرد روان سازهای IF همچنین باعث کم کردن مقدار روغن کاری می شود . اضافه کردن روان سازهای جامد به روغن های ماشین بدون کاهش کیفیت عملکرد ، ، مقدار ماده روان ساز مورد احتیاج را کاهش می دهند .

دلیل دیگر اینکه مواد معدنی فولرین شکل در تحمل نیروهای با مقدار بزرگ بهتر عمل می کنند خواص ویژه این مواد مقاومت بالائی به آنها می دهد . گزارش شده است که نانوذرات دی سولفیدتنگستن به طور قابل توجهی بیشتر ازروان سازهای استاندارد در مقابل شوک فشار شدید مقاومت کرده اند

اثر دی سولفید تنگستن فولرین ، بر مقاومت خستگی شفت های تحت فشار در هنگام انجام کار در حال بررسی است ولی گزارشات دیگر نشان داده است اضافه کردن مقدار کمی از این مواد ، علاوه بر کاهش چشمگیر اصطکاک و فرسودگی ، باعث افزایش عمر قطعات حرکت کننده در ماشین کاری سنگین در مقایسه با روان سازهای معمول می شود.

تاکنون ، برای کاهش اصطکاک مجبور به صاف کردن زیاد سطوح و از بین بردن ناهمواری ها تا حد امکان بودیم ولی با تکنولوژی نوین ، دیگر لازم نیست سطوح را کاملا " صاف و صیقلی کنیم زیرا

ذرات کوچک در درزها و شکاف های کوچک سطوح ناهموار گیر می افتند و باعث لیز شـدن ، حـین انجام کار می شوند

پیشرفت های بیشتر در متالورژی پودر ، انواع قسمت های خود روغن کار را بهبود می دهد آغشته کردن حفره ها و درزهای با ذرات فلزهای پودر شده IF خواص سایشی آنها را در ، مقایسه با وقتی که به روغن یا سولفید تنگستن یا دی سولفید مولیبدن آغشته شوند ، بهبود می بخشد

با توجه به نیاز صنایع به فرآیند روان سازی در کاربردهای ویژه آنهـا و در نظـر گـرفتن ملاحظـات زیست محیطی ، سودآوری اقتصادی و کم کرد ن هزینه ، روان سازهای جامد بر پایـه فنـاوری نـانو یک گزینه ایده آل خواهد بود.

کاربرد نانوذراتWS_2 به عنوان افزودنی به روان کننده ها

روان کننده های رایج WS_2 دارای ساختاری شبیه به گرافیت بوده و با لغزیدن لایه ها روی همدیگر سبب کاهش اصطکاک می گردند . لبه های این لایه ها فعال بوده و سبب می شود که این مواد بـه آرامی تجزیه شده یا در اثر حرارت و فشار بالا از هم بپاشند و با سطح فلز ترکیب و واکنش دهند . همچنین به خاطر بزرگ بودن این لایه ها ، آنها نمی توانند در تـرک هـا و منافـذ موجـود در روی سطح وارد شوند و بنابراین بر روی هم انباشته شده و به سطح می چسبند و لـذا بعـد از مـدتی از روان کنندگی مناسب جلوگیری می کنند

این عوامل سبب می شوند که روان کننده ها توانائی خود را از دسـت داده و اصـطکاک مـا بـین دو سطح فلز افزایش یابد . بنابراین نیاز به ذرات کوچکتر و مقاومتر وجود دارد

نانو ذرات WS_2 به صورت جامدات کروی شکل می باشند . از این نانو ذرات در تولید محصولی به اسمNanolub استفاده می شود و بسیار بهتر از روان کننده های معمـولی سـبب کـاهش اصـطکاک سایش ، به خصوص در مواقع بارگیری زیاد شده و علاوه بر آن سبب افزایش طول عمـر دسـتگاه و کاهش هزینه نگهداری و تعمیرات می شوند . این روان کننده قابل استفاده در ماشین ها و دسـتگاه های صنعتی و هواپیما می باشند.

استرهای فتالات (دی استرها و تری استرها) ، شایع ترین روغن پایه های مـورد اسـتفاده در روغـن های کمپرسور فشار بالا محسوب می شوند . به تازگی آلودگی ها و مواد سمی که این روانکارهـا از خود بر جای می گذارند موجب نگرانی هائی شده است . با آزمایش های مختلف از تـاثیر ترکیبـات اتیل اکسل فتالات (گروهی از ترکیبات استر فتالات)به روی حیوانات مختلف در تمـامی آزمـایش هـا آسیب های جبران ناپذیر این مواد بر بافت های سلولی این موجودات که منجر به بروز سرطان در آنها می شود به اثبات رسیده است

نانوذرات کروی شکل موجود درNanoulub بسیار ریز هستند و می توان گفت که هنگام قرار گرفتن بین دو سطح بصورت بلبرینگ های بسیار کوچک عمل می کنند . آزمایش های بسیاری نشان می دهند که این روان کننده تا حد بسیار زیادی سبب کاهش اصطکاک ، سائیدگی و دما شده و بسیار بهتر از سایر روان کننده های جامد عمل می کنند به خصوص در مواقعی که بار زیادی روی سیستم وجود دارد . این روان کننده همچنین از سوختن و به هم چسبیدن و پوسته پوسته شدن سطح فلز جلوگیری می کند

روان کننده Nanolubبه صورت افزودنی به روان کننده های مایع ، گریس ها به صورت پودرجامد ، پوشش نازک کامپوزیتی روی فلز و به صورت لایه پلیمری کامپوزیتی می تواند مورد استفاده قرار گیرند در روان کننده دارای نانو ذراتWS2 روی سطوح زبر به خوبی عمل می نماید . این امر بدین معنی است که سطوحی که روی می لغزند را دیگر لازم نیست به صورت کاملا " یکنواخت صاف و جلا داد . چنانچه در روش های رایج برای کاهش اصطکاک نیاز به جلا دادن و صاف نمودن سطح تا حد بسیار زیاد لازم است که این امر نیا ز به صرف هزینه و وقت بالائی دارد با استفاده از روان کننده Nanolub در روی سطوح زبر این سطوح بعد از مدتی .خودشان به صورت خودکار سبب روان شدن سطح می گردند چرا که روان کننده در منافذ بین سطح به دام می افتد و به تدریج با سائیده شدن زبری های بزرگ سطح آزاد شده و عمل روان کنندگی را انجام می دهد و از ایجاد اصطکاک در بین سطوح تا حد زیادی جلوگیری می کنند.

برخی از خصوصیات و مزیت هایNanolub

۱- کاهش اصطکاک و سائیدگی به صورت بسیار بهتر از سایر روان کننده های رایج به خصوص در بارگذاری بالا.

۲- طولانی بودن طول عمر روان کننده

۳- توانائی تحمل بارگذاری بسیار زیاد

٤- پایداری شیمیائی و فیزیکی بالای نانوذرات

۵- صرفه جوئی در مصرف انرژی و کاهش آلودگی

۶- سازگار با محیط زیست

۷- حفظ دقت بالای اجزاءِ مختلف دستگاه بعد از کارکرد طولانی

۸-کاهش هزینه تهیه و ساخت اجزاءِ ماشین ها و دستگاهها به خاطر کارکرد مناسب در روی سطوح زبر.

۹-قابلیت نفوذ در منافذ ریز.

الف-جلوگیری ازBuild up سطوح

ب-امکان ایجاد سطوح خودروان کننده

مزایای ناشی از کروی شکل بودن نانو ذراتwps

۱- کاهش اصطکاک تا حد بسیار بیشتری از لایه های رایج روان کننده به خاطر قابلیت چرخیدن کره ها

۲- پایداری شیمیائی به خاطر عدم وجود لبه ها.

۳- عمر کاری طولانی تر

٤- پایداری فیزیکی بالا

۵-عدم چسبندگی به سطح

۶-عدم نیاز به نگهداری همیشگی دستگاه ها - هواپیمائی ، شاتل ها و توربین ها.

۷-مرتفع نمودن نیازمندی کارخانه های با محیط تمیز - نیمه رساناها

۸- تحمل بارگذاری زیاد ماشین ها و دستگاه های سنگین

۹- محیط های غیرعادی خلاهای بالا ، تشعشع و فضای بیرون جو

۱۰ کاربردهای نظامی موتورهای بدون صدا

۱۱- لایه های کامپوزیتی – پوشش های ضدخوردگی

خواص فیزیکی و شیمیایی روغن ها

خواص فیزیکی وشیمیایی پارامتر خوبی برای کنترل محصول تولیدی می‌باشد. با این آزمایشات می‌توان فهمید که آیا خط تولید دارای شرایط یکنواخت می‌باشد یا نه. همچنین این آزمایشات می‌توانند تغییرات ایجاد شده در روغن در اثر کارکردآن دردستگاه موردنظر، و علت آن را تعیین نمایند.

آزمایشات فیزیکی و شیمیایی بسیار زیادی وجود دارند که اطلاعات بسیار مفیدی در رابطه با خصوصیات روغن های روان کننده می‌دهند، ولی باید توجه داشت که نتایج این آزمایشات همیشه کافی نبوده و بسیاری از مصرف‌کنندگان عمده روغن، مانند ارتش و سازندگان ماشین‌آلات آزمایشات عملکرد Performance Tests خاصی را توصیه نموده‌اند.

این خواص شامل:

۱-گرانروی Viscosity

۲-شاخص گرانروی Viscosity Index

۳-دانسیته وچگالی Density

٤-گرانروی دینامیک Dynamic Viscosity

۵-نقطه اشتعال وآتش سوزی Flash&Fire Point

۶-نقطه ریزش ونقطه ابری شدن Pour&Cloud Point

۷-عددخنثی شدن Neutralization Number

۸-رنگ Color

۹-ظاهر Appearance

۱۰-وزن مخصوص نسبی Specific Gravity

۱۱-مقدارآب Water Content

۱۲-نقطه آنیلین Aniline Point

۱۳-خاکستر Ash

۱٤-باقیمانده کربنی Carbon Residue

۱۵-صابونی شدن Saponification

۱۶-گوگرد Sulphur

۱۷-خورندگی مس Copper Corrosion

۱۸-پایداری درمقابل اکسیداسیون Oxidation Stability

۱۹-عناصرشیمیائی

۲۰-تمایل به ایجادکف Foaming Tendency

۲۱-ضریب شکستReflactive Index

۲۲-کشش سطحیInterfacial Tension

۲۳-خاصیت امولسیون ودمولسیونEmulsion&Demulsibility Characteristies

۲٤-قدرت عایق بودنDielectric Strenght

۲۵-رقیق شدنDilution

ذیلا به توضیح برخی از مواردمهم تر خواص اشاره شده پرداخته می شود.

گرانروی Viscosity

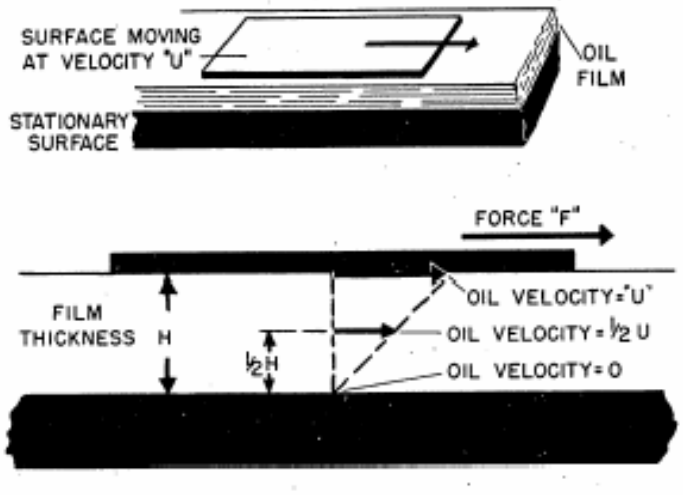
گرانروی یکی از مهمترین خواص روغن بوده که به شلی یاسفتی روغن مربوط می شود. به عبارت دیگربه مقاومت روغن در برابر جریان یافتن گرانروی یاویسکوزیته گفته می شودو یکی از مهمترین عوامل برای انتخاب صحیح روغن برای یک دستگاه است. از آن جایی که گرانروی عامل بسیار مهمی در روغن های صنعتی است، تمام مشخصات طراحی شده برای روغن های صنعتی، به گرانروی آن ها ارجاع داده می شود

گرانروی روغن در درجه حرارت کاری مشخص کننده خواص روغن در مقابل اصطکاک می‌باشد. هنگام انتخاب روغن لازم است که روغنی انتخاب شودکه به اندازه کافی غلیظ باشد تا تشکیل یک فیلم نازک بین دو سطح درگیر داده شود و از تماس مستقیم قطعات ثابت و متحرک جلوگیری به عمل آید. اصطکاک با ضخیم شدن فیلم روغن نسبت مستقیم داردبدین جهت نباید تصور شود که روغن‌های سبک تر نسبت به روغن های سنگین تربهتر روغنکاری می کنند. اگر روغن خیلی رقیق باشد ممکن است نتواند دو سطح متحرک فلزی را کاملاً از هم جدا نگه دارد(به دلیل کم شدن فیلم روغن) و نتیجتا در بعضی از نقاط دو سطح با هم تماس پیدا می‌کنند و گرمای حاصله از این تماس باعث کمتر شدن گرانروی روغن یعنی تماس بیشتر فلزبافلز می‌شود. هرچه تماس دو سطح فلزی بیشتر شودگرمای حاصله بالاتر خواهد رفت تا باعث جوش خوردن (گرپیاژکردن)وتوقف ماشین شود. در اتومبیل های‌سواری فاصله بین درجه حرارت شروع به کار و هنگام عملیات زیاد است بدین جهت باید در انتخاب روغن دقت کافی به عمل آید تا هنگام شروع به کار موتوردرهوای سرد, روغن جریان داشته باشد و از طرفی گرانروی آن در گرمای عملیات مناسب باشد.

گرانروی در ایجاد گرما در یاتاقان‌ها، سیلندرها و دنده‌ها نیزنقش مؤثری داردو اثر آب‌بندی Sealing Effect مقدار مصرف و کم شدن روغن در سیستم راکنترل می‌کند. آسان روشن شدن ماشین در هوای سرد بستگی زیادی به گرانروی روغن مورد استفاده داردو مهمترین عامل در انتخاب روغن، می‌باشد.

ایده اساسی درباره گرانروی بوسیله شکل زیر که یک قطعه با سرعت یکنواخت روی یک لایه روغن روی یک سطح ثابت دیگرکشیده می‌شود, نشان داده شده است. برای حرکت دادن قطعه باید نیرویی برابرF بکار برده شود تا اصطکاک بین سطح قطعه و لایه روغن را از بین ببردزیرا روغن تمایل دارد که به صفحات ثابت و متحرک بچسبدودربرابرحرکت مقاومت ایجادکند.

مفهوم گرانروی دینامیک



مقدارنیروی(F) لازم برای حرکت دادن دوقطعه نسبت به هم:

الف-تناسب مستقیم باسرعت(U) حرکت دارد.

ب-تناسب مستقیم باسطح(A)دوصفحه(قطعه) دارد.

پ-تناسب معکوس بافاصله بین دوصفحه(L) دارد.

اصطکاک بین قطعه و لایه روغن به علت وجود گرانروی روغن است. در نتیجه نیروی بکار رفته برای حرکت بستگی به ضریب مقاومت داخلی بین دوسطح (μ)که ناشی ازروغن است، و به آن گرانروی یاویسکوزیته گفته می شود دارد.

ازلحاظ ریاضی می توان آن رابصورت رابطه زیرنوشت:

$$F = \mu A \frac{U}{L}$$

گرانروی را که با اندازه‌گیری مقدار نیروی لازم برای غلبه بر نیروی اصطکاک بین دو لایه، با ابعاد مشخص، اندازه‌گیری می شود را گرانروی مطلق یا گرانروی دینامیک Dynamic Viscosity می‌گویند. گرانروی دینامیک فقط تابعی از اصطکاک داخلی مایع است،و یکی از اساسی‌ترین عوامل در محاسبات طراحی یاتاقان ها و جریان مایعات می‌باشد.

دررابطه فوق بعدویسکوزیته :

$$\frac{F \times T}{L^2}$$

است که اگرTزمان برحسب ثانیه وطولL برحسب سانتیمتردرنظرگرفته شودویسکوزیته برحسب پواز Poise بدست می آیدکه به واحد کوچکترآن که یک صدم پویز (0.01Poise)سانتی پویزCentipoise است وبا(cp=۰/۰۱p) و در سیستم بین‌المللیISO با واحد پاسکال ـ ثانیه (1pas= 10p) گزارش می‌شود.

گرانروی سینماتیکKinematic Viscosity

از تقسیم گرانروی دینامیک(مطلق) بر دانسیته روغن گرانروی سینماتیک بدست می‌آید گرانروی سینماتیک را می توان به عنوان مقاومت یک مایع دربرابرجریان آن تحت نیروی وزن تعریف کردونشان دهنده تأثیر دانسیته بر گرانروی دینامیک است که هر دو در یک درجه حرارت و سیستم واحد یکسان اندازه گرفته می شوند.

$$\text{Kinematic Viscosity} = \frac{\text{Dynamic Viscosity}}{\text{Density}}$$

بعدآن عبارتست از:

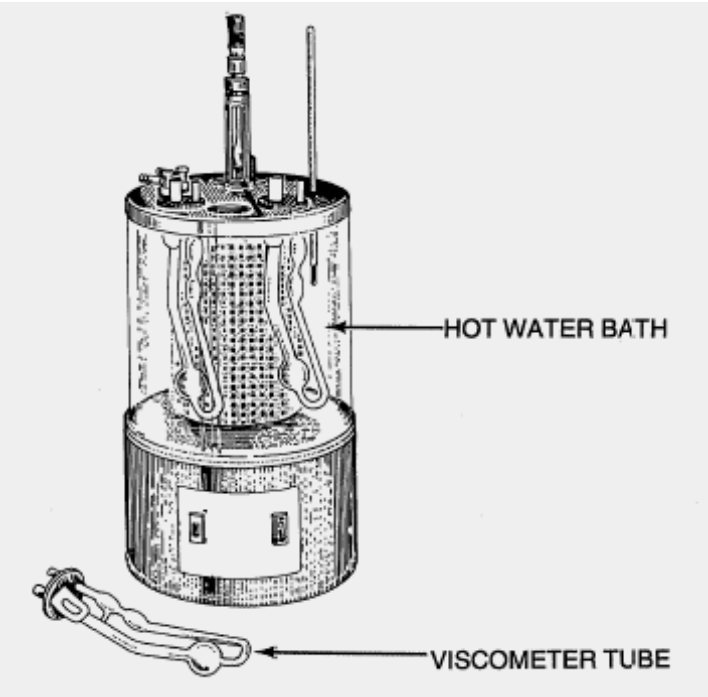
$$\frac{L^2}{T}$$

دررابطه فوق اگرطولL برحسب سانتیمتر وزمانT برحسب ثانیه باشدواحدگرانروی سینماتیک طبق قراردادبرحسب سانتیمترمربع برثانیه است که استوکStokeنامیده می شودوچون واحدآن برای اندازه گیری های مهندسی ومسائل روانکاری زیاداست ازواحدهای کوچکترآن که سانتی استوک (1cst= 0/01 st) است و در سیستم بین‌المللی ISO با میلی‌متر مربع بر ثانیه(1mm2/s =1 cst) بیان می شوداستفاده می شود.

باتوجه به این که طول یک عددثابت است می توان نتیجه گرفت که گرانروی سینماتیک فقط تابع زمان است و آسان ترودقیق تراندازه گیری می شود درآزمایشگاه نیزازاین پارامتراستفاده می شود.

برای اندازه گیری گرانروی سینماتیک ازدستگاه استانداردمخصوصی که شامل یک لوله موئینه که دارای یک اریفیس است و به آن ویسکومترگفته می شوداستفاده می شود.روش کاربه این صورت است که زمان عبور حجم معینی ازروغن بین دوعلامت تحت تاثیرنیروی ثقل زمین برحسب ثانیه اندازه گیری می شودوسپس این زمان درعددثابت ویسکومترضرب می شودتاویسکوزیته سینماتیک برحسب سانتی استوک دردرجه حرارت معین بدست آید. هرچه زمان تخلیه روغن بیشترباشدمبین بالاتر بودن گرانروی آن است وبرعکس هرچه این زمان کمترباشدگرانروی پایین تراست.

درشکل زیرشمائی ازیک ویسکومترکه درداخل یک حمام آب گرم است نشان داده شده است.

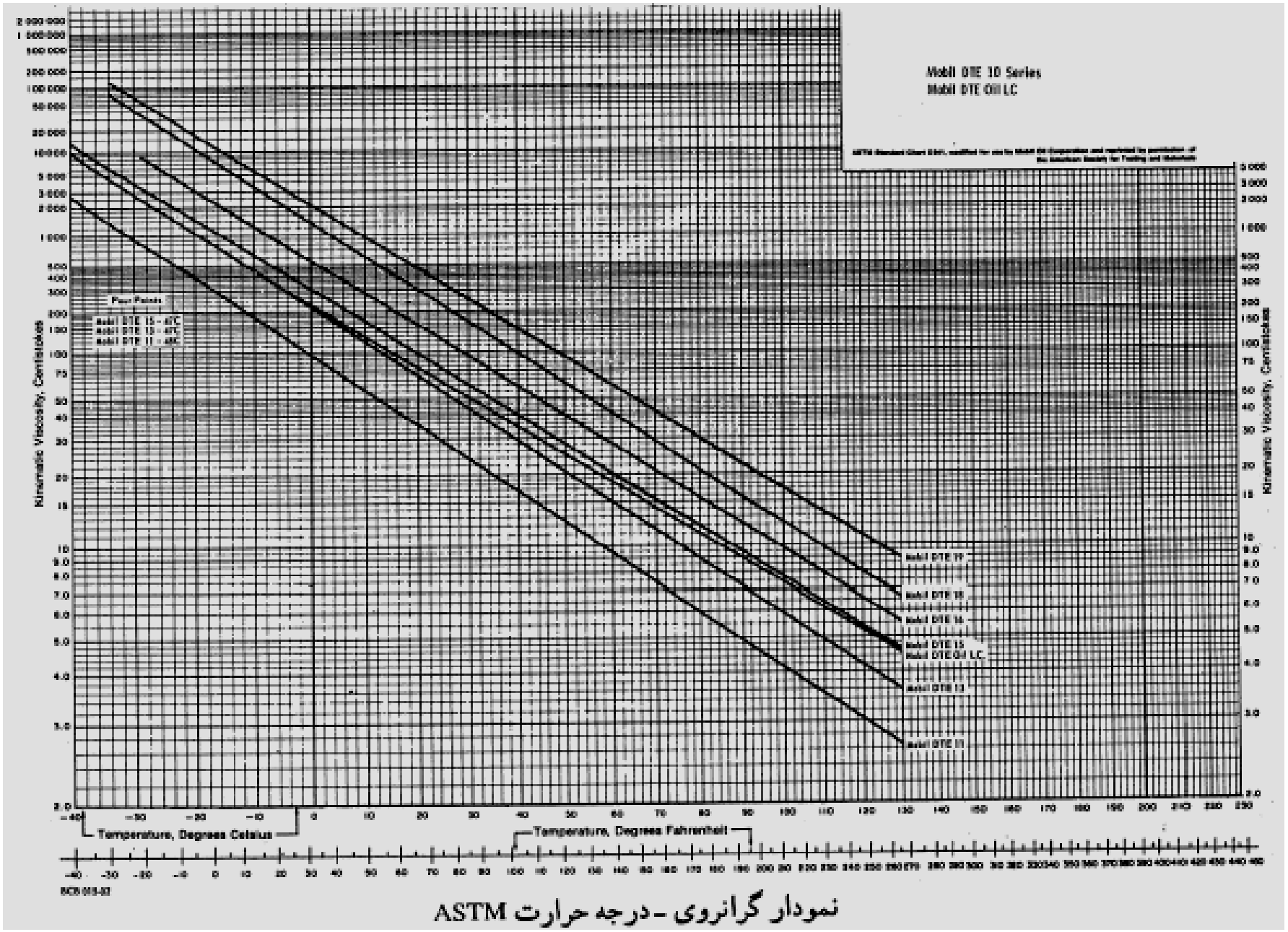


درآزمایشگاه هامعمولاً گرانروی سینماتیکی دریک دمای معین(٤٠درجه سانتیگراد) اندازه‌گیری می‌شود و سپس با استفاده از جداول استاندارد گرانروی به سیستم‌های دیگر تیدیل می‌شود.

برای اندازه گیری ویسکوزیته دینامیکی ازیک عددسیلندروپیستون که پیستون باسرعت ثابتی درداخل سیلندرحرکت می کندوفاصله بین آنهاباروغن پرشده است استفاده می شود.هرچه ویسکوزیته روغن بیشتر باشدمقدارنیروی لازم برای چرخاندن پیستون درداخل سیلندربیشترخواهدبودوهرچه روغن رقیق تر (ویسکوزیته کمتر)باشد نیرویاگشتاورموردنیازکمترخواهدبود.

براساس ساختمان دستگاه(قطرسطح مقطع جنس و.....)مقدارتورک لازم برای روغن های مختلف متفاوت است که باضرب کردن تورک خوانده شده ازروی دستگاه درعددثابت ویسکومتر,ویسکوزیته قابل محاسبه است

برای تعیین گرانروی روغن در درجه حرارت‌های مختلف از نمودارهایی که توسط ASTM تهیه شده ویک نمونه آن درشکل زیرنشان داده شده استفاده می شود.



نمودار گرانروی - درجه حرارت ASTM

سیستم‌های دیگر گرانروی که کاربرد زیادی نیزبرای اندازه گیری گرانـروی روغـن دارنـد عبارتنـد از سای بولت Saybolt و Redwood وانگلر Engler که درجداول زیرنحـوه ارتبـاط بـین آنهانـشان داده شده است.

جدول مقایسه گرانروی در واحدهای مختلف

Kinematic (Centistokes)	Saybolt Universal (Seconds)	Redwood NO. 1 (Seconds)	Engler (Degrees)	Saybolt Furol (Seconds)	Redwood No. 2 (Seconds)
96.8	450	397	12.8	47.0	-
102.2	475	419	13.5	49	-
107.6	500	441	14.2	51	-
118.4	550	485	15.6	56	-
129.2	600	529	17.0	61	-
140.3	650	573	18.5	66	-
151	700	617	19.8	71	-
162	750	661	21.3	76	-
173	800	705	22.7	81	-
183	850	749	24.2	86	-
194	900	793	25.6	91	-
205	950	837	27.0	96	-
215	1,000	882	28.4	100	-
259	1,200	1,058	34.1	121	104
302	1,400	1,234	39.8	141	122
345	1,600	1,411	45.5	160	138
388	1,800	1,587	51	180	153
432	2,000	1,763	57	200	170
541	2,500	2,204	71	250	215
650	3,000	2,646	85	300	255
758	3,500	3,087	99	350	300
866	4,000	3,526	114	400	345
974	4,500	3,967	128	450	390
1,082	5,000	4,408	142	500	435
1,190	5,500	4,849	156	550	475
,300	6,000	5,290	170	600	515
1,405	6,500	5,730	185	650	580
1,515	7,000	6,171	199	700	600
1,625	7,500	6,612	213	750	645
1,730	8,000	7,053	227	800	690
1,840	8,500	7,494	242	850	730
1,950	9,000	7,934	256	900	770
2,055	9,500	8,375	270	950	815
2,165	10,000	8,816	284	1,000	855

در انتخاب روغن برای یک کاربرد خاص، گرانروی اولین عامل انتخاب است. گرانروی باید به اندازه‌ای بالا باشد تا بتواند تشکیل یک لایه(فیلم) مناسب جهت جدانمودن دوسطح وانجام عملیات روانکاری بین قطعات را انجام دهد. از طرف دیگر گرانروی نباید آنقدرزیاد باشد که اصطکاک بین لایه های روغن بیش از حد زیاد شود زیراباعث افزایش چسبندگی,اصطکاک وبیشترشدن توان مصرفی می شود .

شاخص گرانروی Viscosity Index

تغییرات گرانروی بادرجه حرارت با شاخص گرانروی اندازه گیری وبیان می شود. اگر درجه حرارت کم شود، گرانروی افزایش خواهد یافت و بر عکس اگر درجه حرارت افزایش یابد، گرانروی کاهش می یابد. در مواقعی که تغییرات درجه حرارت عملکردروغن زیاد باشد،این پارامتراهمیت بیشتری پیدامی کند. به عبارت دیگرشاخص گرانروی یک ارزش عددی برای نشان دادن تغییرات گرانروی یک روغن‌با تغییر درجه حرارت است وهرچه عددشاخص گرانروی بزرگترباشدمبین این است که گرانروی روغن نسبت به تغییرات درجه حرارت تغییرکمتری دارد. برای بالا بردن شاخص گرانروی روغن از پلیمرهای با وزن مولکولی زیاد استفاده می‌شود.

روش تعیین شاخص گرانروی

شاخص گرانروی یک روغن رابااندازه گیری گرانروی آن دردودمای ٤٠و١٠٠درجه سانتیگرادومقایسه این گرانروی هاباگرانروی دوعددروغن مبناکه به ترتیب دارای شاخص گرانروی صفروصدمی باشند وهردوی آنهادر١٠٠درجه سانتی گراددارای گرانروی برابرباگرانروی روغن موردآزمایش هستند محاسبه می شود. برای اندازه گیری شاخص گرانروی ازروش استاندارد ASTM D2270استفاده می شود.

دونمونه روغن مبنا بامشخصات زیر می باشند.

الف-روغن مبنائی که از نفت خام Pennsylvenla تهیه می‌شود که نمودار تغییرات گرانروی و درجه حرارت آن مستقیم است و شاخص گرانروی V.I آن صد فرض می شود.

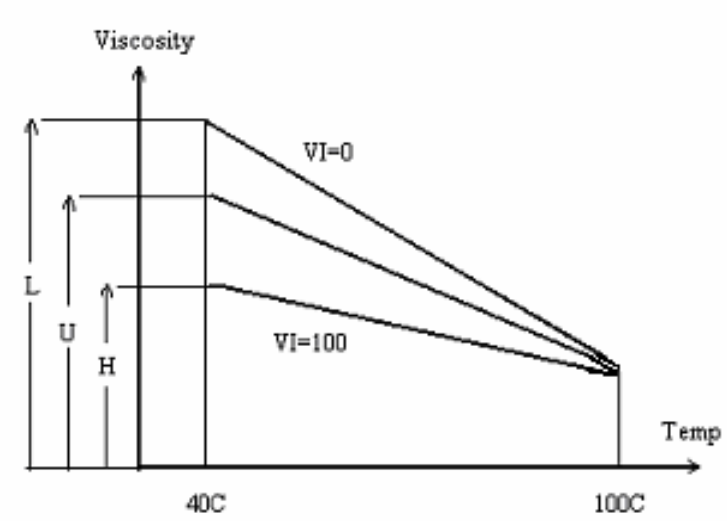
ب-روغن مبنائی که از نفت خام Texas به دست می‌آید و شاخص گرانروی V.I آن صفرفرض می شود.

شاخص گرانروی یک روغن با اندازه‌گیری گرانروی روغن در دو درجه حرارت ، $40^{\circ}C$ و $100^{\circ}C$ و با استفاده ازجداول یانوموگراف هائی که براساس گرانروی تعیین شده دردودرجه حرارت فوق تنظیم شدهاند توسط ASTM تهیه شده، محاسبه می‌شود.

برای محاسبه شاخص گرانروی V.I بااستفاده ازجداول استانداردبه روش زیرعمل می شود:

١-گرانروی روغن موردآزمایش آن دردودرجه ٤٠ و ١٠٠ درجه سانتیگراداندازه گیری می شود

۲-بامراجعه به جدول D2270اعدادمتناظر گرانروی دردمای ٤٠درجه Lوگرانروی اندازه گیری شده در ۱۰۰ درجه سانتیگراد H پیدامی شود.



سپس بااستفاده ازرابطه زیرشاخص گرانروی روغن مورد آزمایش محاسبه می شود

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

که درآن:

U= گرانروی روغن مورد آزمایش در ٤٠ درجه سانتیگراد

L= گرنروی روغن دارای V.I صفر در ٤٠ درجه سانتیگراد

H=گرانروی روغن دارای V.I صد در ٤٠ درجه سانتیگراد

بطورمثال;:اگر گرانروی روغنی در ٤٠درجه سانتیگرادبرابرCst ۳۵گرانروی آن در ۱۰۰درجه سانتیگراد Cst ۵/۲باشد شاخص گرانروی آن رامحاسبه کنید.

بااستفاده ازجدول زیربراساس ویسکوزیتهCst ۳۵ دردمای ٤٠درجه سانتیگراد٤۳/۷۶=L وبراساس گرانروی در۱۰۰درجه سانتیگراد ۳۰/٤۳ =Hبدست می آید.حال:

$$VI=\frac{43.76-35}{43.76-30.43}*100$$

که شاخص گرانروی روغن موردنظر۶۵/۷بدست می آید.

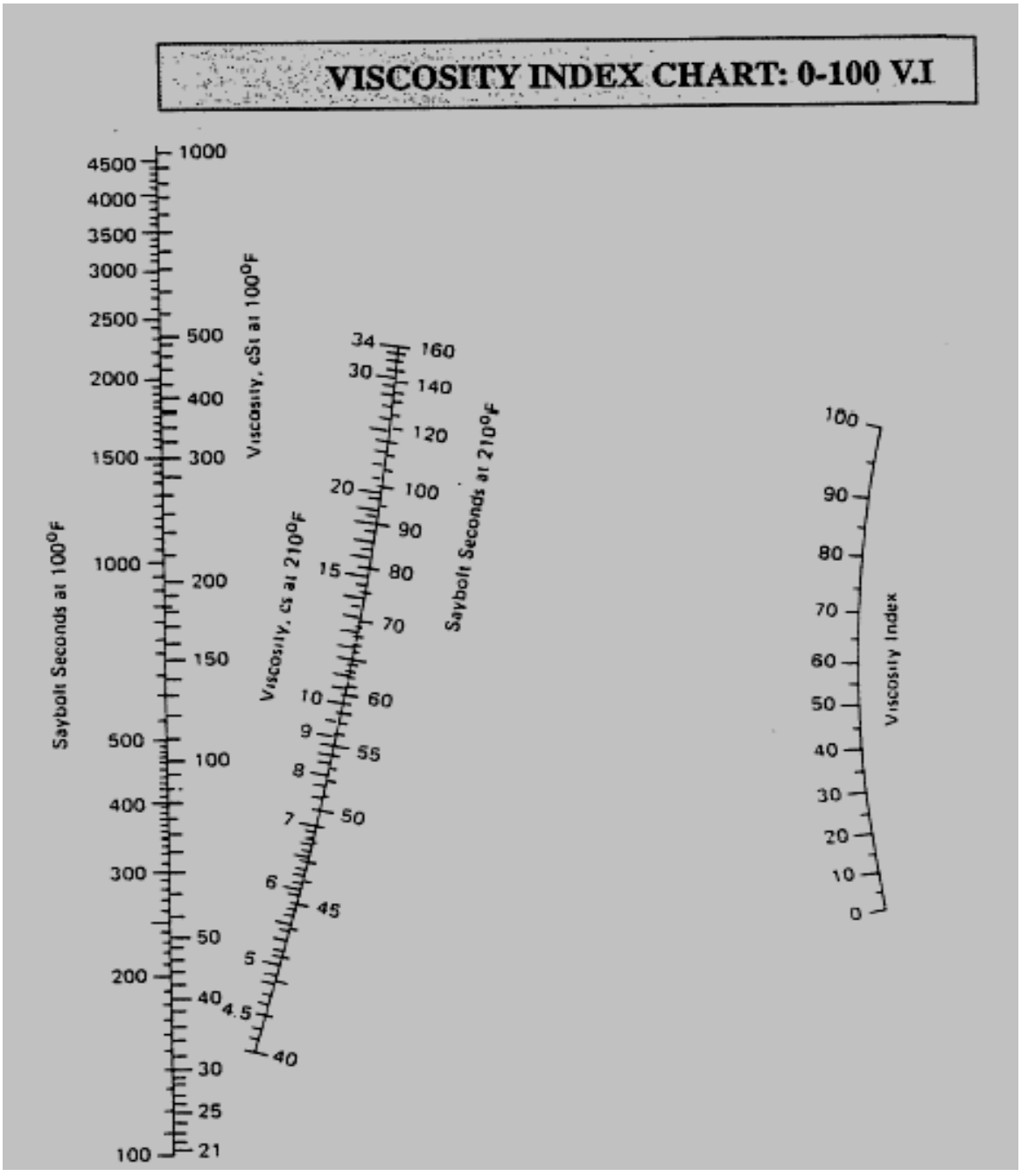
Basic Values for L and H for Kinematic Viscosity in 40–100°C System

Kinematic Viscosity at 100°C, cSt (mm^2/s)	L	H	Kinematic Viscosity at 100°C, cSt (mm^2/s)	L	H	Kinematic Viscosity at 100°C, cSt (mm^2/s)	L	H	Kinematic Viscosity at 100°C, cSt (mm^2/s)	L	H	Kinematic Viscosity at 100°C, cSt (mm^2/s)	L	H	Kinematic Viscosity at 100°C, cSt (mm^2/s)	L	H
2.00	7.994	6.394	7.00	78.00	46.57	12.0	201.9	108.0	17.0	389.4	180.2	24.0	683.9	301.8	42.5	1935	714.9
2.10	8.640	6.894	7.10	80.25	49.61	12.1	204.8	109.4	17.1	373.3	181.7	24.2	694.5	305.6	43.0	1978	728.2
2.20	9.309	7.410	7.20	82.39	50.69	12.2	207.8	110.7	17.2	377.1	183.3	24.4	704.2	309.4	43.5	2021	741.3
2.30	10.00	7.944	7.30	84.53	51.78	12.3	210.7	112.0	17.3	381.0	184.9	24.6	714.9	313.0	44.0	2064	754.4
2.40	10.71	8.496	7.40	86.66	52.88	12.4	213.6	113.3	17.4	384.9	186.5	24.8	725.7	317.0	44.5	2108	767.6
2.50	11.45	9.063	7.50	88.85	53.98	12.5	216.6	114.7	17.5	388.9	188.1	25.0	736.5	320.9	45.0	2152	780.9
2.60	12.21	9.647	7.60	91.04	55.09	12.6	219.6	116.0	17.6	392.7	189.7	25.2	747.2	324.9	45.5	2197	794.5
2.70	13.00	10.25	7.70	93.20	56.20	12.7	222.6	117.4	17.7	396.7	191.3	25.4	758.2	328.8	46.0	2243	808.2
2.80	13.80	10.87	7.80	95.43	57.31	12.8	225.7	118.7	17.8	400.7	192.9	25.6	769.3	332.7	46.5	2288	821.9
2.90	14.63	11.50	7.90	97.72	58.45	12.9	228.8	120.1	17.9	404.6	194.6	25.8	779.7	336.7	47.0	2333	835.5
3.00	15.49	12.15	8.00	100.0	59.60	13.0	231.9	121.5	18.0	408.6	196.2	26.0	790.4	340.5	47.5	2380	849.2
3.10	16.36	12.82	8.10	102.3	60.74	13.1	235.0	122.9	18.1	412.6	197.8	26.2	801.6	344.4	48.0	2426	863.0
3.20	17.26	13.51	8.20	104.6	61.89	13.2	238.1	124.2	18.2	416.7	199.4	26.4	812.8	348.4	48.5	2473	876.9
3.30	18.18	14.21	8.30	106.9	63.05	13.3	241.2	125.6	18.3	420.7	201.0	26.6	824.1	352.3	49.0	2521	890.9
3.40	19.12	14.93	8.40	109.2	64.18	13.4	244.3	127.0	18.4	424.9	202.6	26.8	835.5	356.4	49.5	2570	905.3
3.50	20.09	15.66	8.50	111.5	65.32	13.5	247.4	128.4	18.5	429.0	204.3	27.0	847.0	360.5	50.0	2618	919.6
3.60	21.08	16.42	8.60	113.9	66.48	13.6	250.6	129.8	18.6	433.2	205.9	27.2	857.5	364.6	50.5	2667	933.6
3.70	22.09	17.19	8.70	116.2	67.64	13.7	253.8	131.2	18.7	437.3	207.6	27.4	869.0	368.3	51.0	2717	948.2
3.80	23.13	17.97	8.80	118.5	68.79	13.8	257.0	132.6	18.8	441.5	209.3	27.6	880.6	372.3	51.5	2767	962.9
3.90	24.19	18.77	8.90	120.9	69.94	13.9	260.1	134.0	18.9	445.7	211.0	27.8	892.3	376.4	52.0	2817	977.5
4.00	25.32	19.56	9.00	123.3	71.10	14.0	263.3	135.4	19.0	449.9	212.7	28.0	904.1	380.6	52.5	2867	992.1
4.10	26.50	20.37	9.10	125.7	72.27	14.1	266.6	136.8	19.1	454.2	214.4	28.2	915.8	384.6	53.0	2918	1007
4.20	27.75	21.21	9.20	128.0	73.42	14.2	269.8	138.2	19.2	458.4	216.1	28.4	927.6	388.2	53.5	2969	1021
4.30	29.07	22.05	9.30	130.4	74.57	14.3	273.0	139.6	19.3	462.7	217.7	28.6	938.6	393.0	54.0	3020	1036
4.40	30.48	22.92	9.40	132.8	75.73	14.4	276.3	141.0	19.4	467.0	219.4	28.8	951.2	396.5	54.5	3073	1051
4.50	31.96	23.81	9.50	135.3	76.91	14.5	279.6	142.4	19.5	471.3	221.1	29.0	963.4	401.1	55.0	3126	1066
4.60	33.52	24.71	9.60	137.7	78.08	14.6	283.0	143.9	19.6	475.7	222.8	29.2	975.4	405.1	55.5	3180	1082
4.70	35.13	25.63	9.70	140.1	79.27	14.7	286.4	145.3	19.7	479.7	224.5	29.4	987.1	409.3	56.0	3233	1097
4.80	36.79	26.57	9.80	142.7	80.46	14.8	289.7	146.8	19.8	483.9	226.2	29.6	998.9	413.5	56.5	3286	1112
4.90	38.50	27.53	9.90	145.2	81.67	14.9	293.0	148.2	19.9	488.6	227.7	29.8	1011	417.6	57.0	3340	1127
5.00	40.23	28.49	10.0	147.7	82.87	15.0	296.5	149.7	20.0	493.2	229.5	30.0	1023	421.7	57.5	3396	1143
5.10	41.99	29.46	10.1	150.3	84.08	15.1	300.0	151.2	20.2	501.5	233.0	30.5	1055	432.4	58.0	3452	1159
5.20	43.76	30.43	10.2	152.9	85.30	15.2	303.4	152.6	20.4	510.6	236.4	31.0	1086	443.2	58.5	3507	1175
5.30	45.53	31.40	10.3	155.4	86.51	15.3	306.9	154.1	20.6	519.9	240.1	31.5	1119	454.0	59.0	3563	1190
5.40	47.31	32.37	10.4	158.0	87.72	15.4	310.3	155.6	20.8	528.8	243.5	32.0	1151	464.3	59.5	3619	1206
5.50	49.09	33.34	10.5	160.6	88.95	15.5	313.9	157.0	21.0	538.4	247.1	32.5	1184	475.9	60.0	3676	1222
5.60	50.87	34.32	10.6	163.2	90.19	15.6	317.5	158.6	21.2	547.5	250.7	33.0	1217	487.0	60.5	3734	1238
5.70	52.64	35.29	10.7	165.8	91.40	15.7	321.1	160.1	21.4	556.7	254.2	33.5	1251	498.1	61.0	3792	1254
5.80	54.42	36.26	10.8	168.5	92.65	15.8	324.6	161.6	21.6	566.4	257.8	34.0	1286	509.6	61.5	3850	1270
5.90	56.20	37.23	10.9	171.2	93.92	15.9	328.3	163.1	21.8	575.6	261.5	34.5	1321	521.1	62.0	3908	1286
6.00	57.97	38.19	11.0	173.9	95.19	16.0	331.9	164.6	22.0	585.2	264.9	35.0	1356	532.5	62.5	3966	1303
6.10	59.74	39.17	11.1	176.6	96.45	16.1	335.5	166.1	22.2	595.0	268.6	35.5	1391	544.0	63.0	4026	1319
6.20	61.52	40.15	11.2	179.4	97.71	16.2	339.2	167.7	22.4	604.3	272.3	36.0	1427	556.0	63.5	4087	1336
6.30	63.32	41.13	11.3	182.1	98.97	16.3	342.9	169.2	22.6	614.2	275.8	36.5	1464	567.1	64.0	4147	1352
6.40	65.18	42.14	11.4	184.9	100.2	16.4	346.6	170.7	22.8	623.7	279.6	37.0	1501	579.2	64.5	4207	1369
6.50	67.12	43.18	11.5	187.6	101.5	16.5	350.2	172.2	23.0	633.5	283.3	37.5	1538	591.3	65.0	4268	1386
6.60	69.16	44.24	11.6	190.4	102.8	16.6	354.1	173.8	23.2	643.4	286.8	38.0	1575	603.1	65.5	4329	1402
6.70	71.29	45.33	11.7	193.3	104.1	16.7	358.0	175.3	23.4	653.8	290.5	38.5	1613	615.0	66.0	4392	1419
6.80	73.48	46.44	11.8	196.2	105.4	16.8	361.7	177.0	23.6	663.3	294.4	39.0	1651	627.1	66.5	4455	1436
6.90	75.72	47.51	11.9	199.0	106.7	16.9	365.6	178.5	23.8	673.7	297.9	39.5	1691	639.2	67.0	4517	1454
												40.0	1730	651.9	67.5	4580	1471
												40.5	1770	664.2	68.0	4645	1488
												41.0	1810	676.6	68.5	4709	1506
												41.5	1851	689.1	69.0	4773	1523
												42.0	1892	701.9	69.5	4839	1541
															70.0	4905	1558

شاخص گرانروی روغن‌های روان‌کننده دارای دامنه‌ای از زیر صفر تا بالای صد می‌باشد. بعضی از روغن‌های سنتتیک ممکن است دارای دامنه‌ای پایین‌تر یا بالاتر از دامنه فوق باشند.

برای بدست آوردن سریع شاخص گرانروی از نمو گراف هائی که برای این منظورتهیه شده است نیز می توان استفاده کرد.

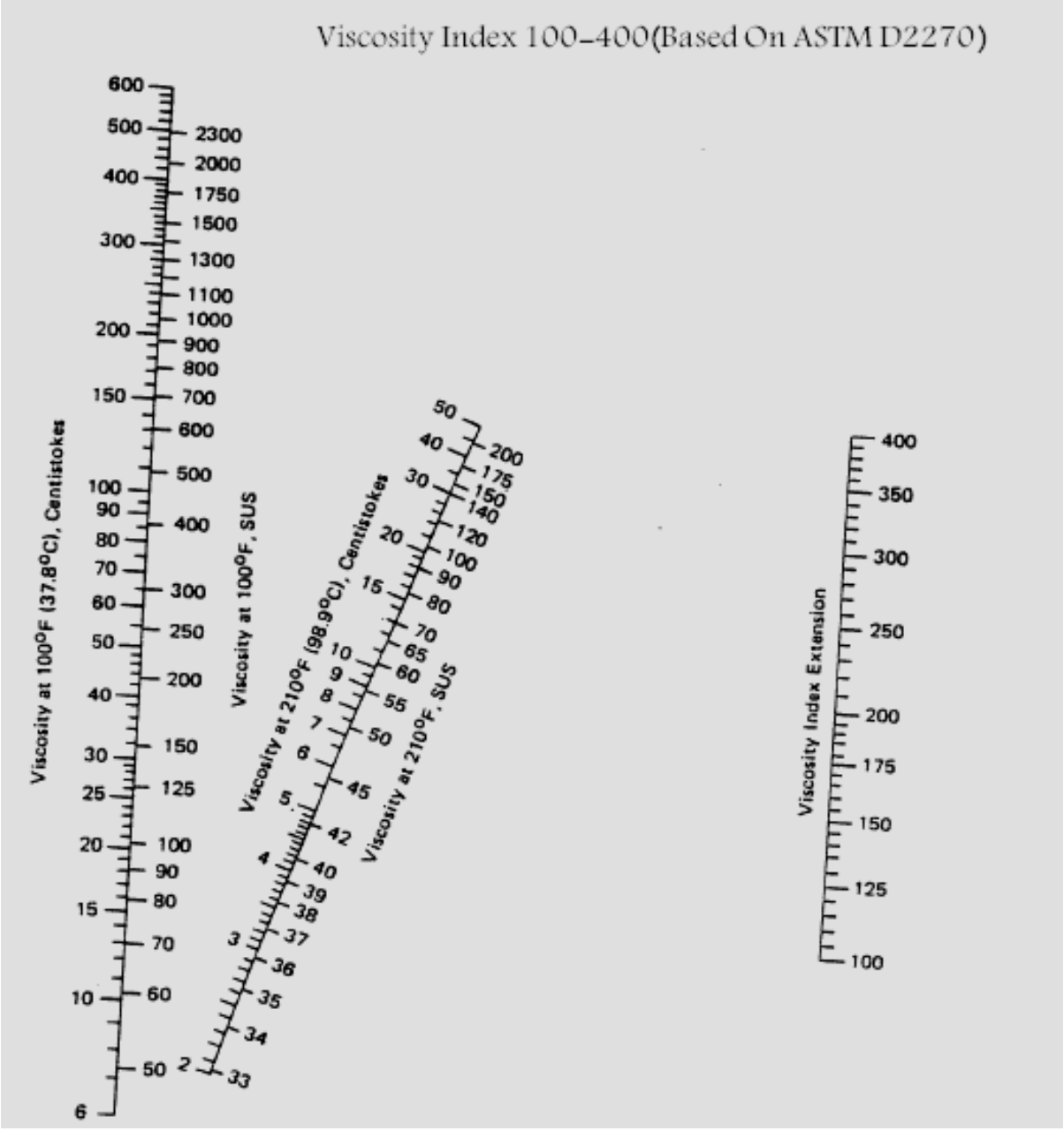
برای پیداکردن شاخص گرانروی روغن هایی که شاخص گرانروی آنهابین صفرتاصدباشدازنمو گراف زیراستفاده می شود.



روش کاربه این صورت است که باانداره گیری گرانروی روغن مورد نظر در دما های ٤٠ و ١٠٠درجه سانتیگراد این اعداد را روی نمودار برده می شودوبارسم یک خط مستقیم بین این نقاط

می‌توان شاخص گرانروی را بدست‌آورد این خط نباید تا زیر نقطه ریزش و یا بالاتر از تقریباً ۳۰۰°F (برای بیشتر روغن‌های روان کننده) رسم شود. زیرا در خارج از این دو محدوده ممکن است خط بصورت مستقیم نباشد.

برای بدست آوردن شاخص گرانروی روغن هائی که شاخص گرانروی آنهابین ۱۰۰تا۴۰۰ باشد از نموگراف زیراستفاده می شود.



در صنعت مرتباً سعی می‌شود که V.I بالا برده شود زیرا نیازبه روغن با V.I بالادر حال افزایش است. بطورمثال استفاده ازروغن های باشاخص گرانروی بالا در هواپیما و ترمزهای هیدرولیکی و Shock Absorber مصرف فراوان دارد.

برای بالا بردن شاخص گرانروی می‌توان از مواد افزودنی بهبوددهنده شاخص گرانروی استفاده نمود. در شرایطی که درجه حرارت روغن در حین کار تغییر چندانی نمی‌کند، استفاده از مواد افزودنی بهبوددهنده شاخص گرانروی کاربرد ندارد. ولی در شرایطی که درجه حرارت روغن در حین کار تغییرات زیادی می‌کند (مثل روغن موتور)، استفاده از مواد افزودنی بسیار مناسب می‌باشد چون این مواد از تغییرات زیاد گرانروی روغن که می تواندباعث اختلال درروانکاری شود جلوگیری می‌کنند.

ازآنجائی که گرانروی باتغییر درجه حرارت تغییر می‌کند، لازم است د رمحاسبات طراحی درجه حرارت واقعی که تحت آن درجه حرارت روغن مورد استفاده قرار می‌گیرد و همچنین پایین‌ترین درجه حرارت محیط, که ماشین در آن درجه حرارت روشن می‌شود، درنظر گرفته شود.

نقطه ریزش Pour point

نقطه ریزش یک روغن، پایین‌ترین درجه حرارتی است که در آن درجه حرارت (تحت شرایط استاندارد از قبل تعیین شده) روغن می‌تواند جریان داشته باشد. خیلی از روغن‌ها دارای مقداری واکس محلول می‌باشند. اگر این روغن‌ها سرد شوند، واکس‌های حل شده در روغن شروع به تشکیل کریستال و جدا شدن از روغن می‌کنند. شکل ساختمانی این کریستال‌ها به نحوی است که مقداری روغن در داخل شبکه‌های آنها به دام می‌افتد. وقتی این کریستال‌ها به اندازه کافی رشد کنند، باعث می‌شود که روغن از حالت مایع بودن خارج شود.البته هم‌زدن مکانیکی باعث شکسته شدن کریستال‌ها می شود و روغن را در درجه حرارت‌های پایین‌تر از نقطه ریزش نیز به صورت مایع نگه می‌دارد.

سرعت سرد شدن روغن روی کریستالیزه شدن واکس‌ها تأثیر می‌گذارد. اگر روغن بسیار سریع سرد شود واکس‌ها فرصت کافی برای تشکیل شبکه‌های کریستالی را پیدا نخواهند کردو در نتیجه روغن در درجه حرارت‌های پایین‌تر از نقطه ریزش نیز به صورت مایع باقی خواهد ماند.

در روغن‌های مخصوصی که واکس آنهابطورکامل جدا شده، با پایین رفتن درجه حرارت، مشکل زیاد شدن گرانروی بوجودمی ایدو با پایین تر بردن درجه حرارت دراین نوع روغن‌ها علی‌رغم آن‌که هیچ‌گونه واکسی در آنها وجود ندارد، به درجه حرارتی خواهیم رسید که در آن درجه حرارت روغن سیالیت خود را از دست می دهدکه این درجه حرارت همان نقطه ریزش روغن است. در روغن‌های بدون واکس به کار بردن مواد افزودنی پایین‌برنده نقطه ریزش هیچ‌گونه فایده‌ای ندارد، زیرا این مواد از رشد کریستال های واکس جلوگیری می‌کنند در صورتی که در این محصولات هیچ‌گونه واکسی وجود ندارد.

روش اندازه گیری نقطه ریزش

برای اندازه گیری نقطه ریزش ازروش استانداردASTM D97استفاده می شودطبق این روش مقدار مشخصی روغن درداخل یک لوله آزمایش مخصوص ریخته می شودو بصورت عمودی دریک حمام

سرد روغن قرارداده می شودتادرجه حرارت آن کاهش یابدسپس دردرجه حرارت های مختلف لوله آزمایش بیرون آورده می شودوبصورت افقی نگه داشته می شود. نقطه ریزش $3^{o}C$ بالاتر از درجه حرارتی است که در آن درجه حرارت اگر ظرف حاوی نمونه برای ۵ ثانیه به طور افقی نگه داشته شود، روغن هیچ گونه جریانی نداشته باشد. نقطه ریزش نشان دهنده یکی از خواص روغن در درجه حرارت های پایین می باشد. دو روغن مختلف که دارای نقطه ریزش یکسان هستند، ممکن است دارای خواص جریان کاملاً مختلف در درجه حرارت های بالاتر از نقطه ریزش باشندو هرگز یک روغن را نباید تنها بر اساس نقطه ریزش آن انتخاب کرد.

نقطه انجمادFreezing Point

نقطه انجماد یک روغن عبارت است از درجه حرارتی که پارافین‌های واکسی شروع به کریستال شدن می کنند. وقتی روغن تحت شرایط به خصوصی سرد شود در درجه حرارت معینی در ته لوله آزمایش ابر تشکیل می‌شود. این درجه حرارت به عنوان, نقطه انجماد شناخته می‌شود این آزمایش برای دانستن کمترین درجه حرارتی که کلیه مواد روغنی به صورت مایع باشد ضروری است. در روغن‌هائی که رنگ آنها تیره است نقطه انجماد را نمی‌توان دید بدین جهت نقطه ریزش بکار برده می‌شود.

علت تمایل روغن به انجماد در درجه حرارت‌های پایین وجود مقدار کمی پارافین‌های واکسی است که در درجه حرارت‌های بالا به صورت مایع در روغن باقی می‌مانند ولی در درجه‌های پایین منجمد می‌شوند.

روش اندازه گیری نقطه انجماد,مثل آزمایش اندازه گیری نقطه ریزش است وپایین ترین دمائی است که نمونه روغن موجوددرلوله آزمایش دراثرتشکیل واکس بصورت ابری درمی اید.

نقطه احتراق Flash Point

نقطهٔ اشتعال عبارتست از پائین‌ترین درجهٔ حرارتی که روغن را باید گرم کرد تا تحت شرایط مشخص بخار یا گاز کافی برای تشکیل مخلوط قابل اشتعال با هوا ایجاد شود و اگر شعلهٔ کوچک یا مشعل نزدیک آن برده شود سطح مایع برای لحظه‌ای مشتعل گردد. مقدار بخارات در این درجه حرارت به اندازه‌ای نیست که بتواند ایجاد شعله نماید و با دور کردن شعله از سطح روغن، احتراق ایجاد شده بلافاصله خاموش خواهد شد.

نقطه اشتعال Fire Point

اگر حرارت دادن به روغن ادامه داده شودتا مقدار بخارات قابل اشتعال روی سطح روغن، بیشتر افزایش پیداکندزمانی می رسدکه غلظت این بخارات به اندازه کافی زیادمی شوندکه،با نزدیک کردن یک شعله به سطح روغن احتراقی برای پنج ثانیه متوالی در سطح آن رخ می دهد این درجه حرارت به عنوان نقطه اشتعال گزارش می‌شود.

نقطه اشتعال نشان دهنده خطر آتش سوزی و انفجار در روغن است و با نقطه آتش گیری خود به خودی که در آن احتراق خود به خود و بدون هیچ گونه منبع آتش، رخ خواهد داد،متفاوت است. محصولاتی که دارای نقطه اشتعال بالائی هستند، ممکن است به طور نسبی دارای نقطه آتش گیری خود به خودی پایینی باشند. همچنین ممکن است یک محصول با نقطه اشتعال پایین دارای نقطه آتش گیری خود به خودی بالایی باشد. برای هر محصول، نقطه اشتعال و آتش‌سوزی بستگی زیادی به ظرف آزمایش و سرعت حرارت دادن دارد. نقطه اشتعال روغن‌های نو، با تغییر گرانروی تغییر می‌کندو معمولاً روغن‌های با پایه نفتنیک که دارای گرانروی بالا هستند، نسبت به روغن‌های با پایه پارافینیک(با گرانروی‌های یکسان)، دارای نقطه اشتعال پایین‌تری می‌باشند.

نقطه آتش گیری بالاتر از نقطه اشتعال می‌باشد برای اینکه درجهٔ حرارت بالاتری برای بخارکردن روغن به اندازهٔ کافی لازم است. نقطه اشتعال و آتش‌سوزی دو عامل مهم برای کنترل عملیات پالایش و رعایت مسایل ایمنی برای مصرف‌کنندگان است. در شرایطی که درجه حرارت عملیاتی روغن بالا باشد اگر از روغنی با نقطه اشتعال پایین استفاده شود، مقدار تبخیر روغن زیاد شده و در نتیجه مصرف روغن زیاد می‌شود.

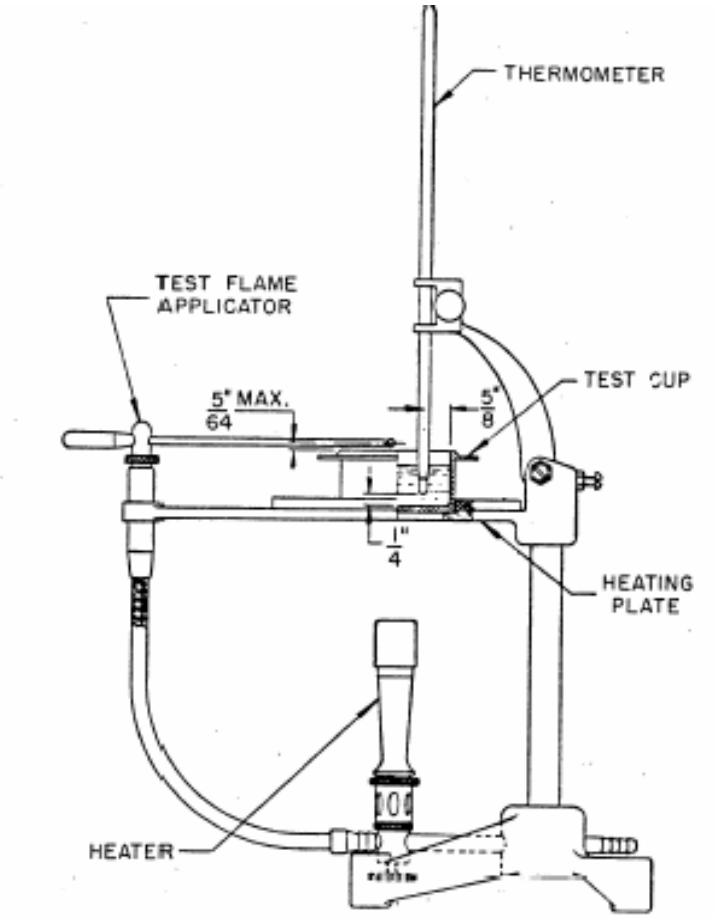
کم شدن نقطه اشتعال در روغن‌های کار کرده مبین این است که یاسوخت وارد روغن شده یا روغن برای مدت بسیار زیادی تحت شرایط درجه حرارت بالا کار کرده است که این باعث شکست حرارتی Thermal Crackingیا شکسته شدن مولکول‌های بزرگ وتبدیل شدن آنها به مولکول‌های کوچک‌تر با نقطه اشتعال پایین‌تر خواهدشد.

روش اندازه‌گیری نقطه اشتعال

برای اندازه‌گیری نقطه اشتعال روغن هاازظرف روباز کلیولندCleveland Open Cup استفاده می شود.

معمولا نقطه اشتعال روغن های روان کننده آنقدربالا هست که اتش سوزی آنهااسان نباشدولی در مورد روغن هائی که درعمل بادماهای زیاد یاسطوح داغ ,نظیرروغن های انتقال حرارت, روغن های مربوط به رولینگ فلزات وروغن های ابدیده کردن فلزات و.....نقطه اشتعال نقش مهمی دارد و بایددرحدبالائی باشد .همچنین ازاندازه گیری نقطه اشتعال گاهی مواقع می توان بطورتقریبی برای پیش بینی تبخیریابه اصطلاح کم شدن روغن نیزاستفاده کرد.

درشکل زیرشنائی ازاین دستگاه نشات داده شده است.



ظرف روباز کلیولند برای اندازه گیری نقطه اشتعال.

چگالی Density

چگالی یا دانسیته روغن عبارت ازوزن واحد حجم آن در درجه حرارت استاندارد است.وواحد آن واحدوزن برواحدحجم(گرم برسانتیمترمکعب و.....)است ومعمولادریک دمای استانداردراندازه گیری می شود.

برای اندازه گیری چگالی موادنفتی ازچگالی API که تابع خاصی از وزن مخصوص است و با معادله زیر بیان می‌شود استفاده می شود.

$$Gravity^{\circ}\,API = \frac{141.5}{SP.gr.@60/60^{\circ}F} - 131.5$$

بر اساس معادله فوق هرچه وزن مخصوص بیشتر باشد چگالی API کمتر خواهد شد. دانسیته و چگالی هر دو تابع درجه حرارت می‌باشند و باید در یک درجه حرارت کنترل شده اندازه‌گیری شوند.

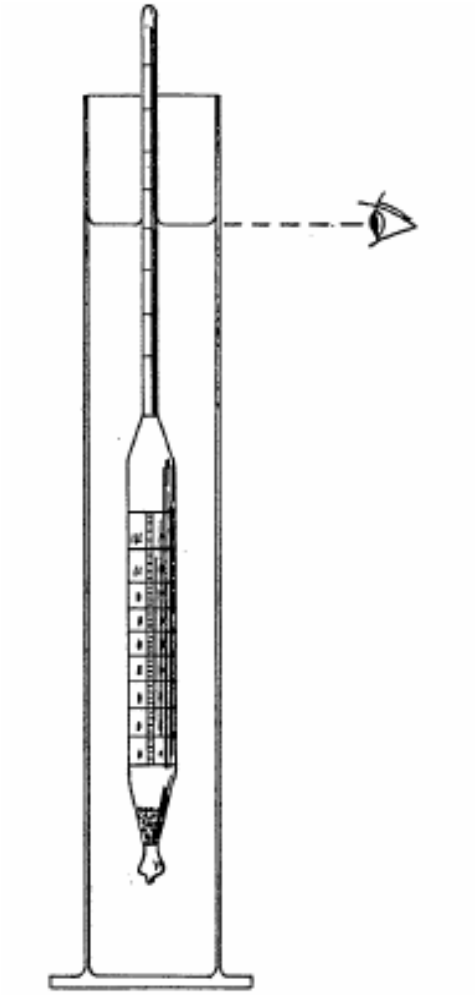
ولی با استفاده از جداول خاص می‌توان مقادیر اندازه‌گیری شده را به مقدار استاندارد(دانسیته و چگالی در درجه حرارت استاندارد) تبدیل نمود.

روش اندازه‌گیری دانسیته و چگالی

دانسیته و چگالی با هیدرومتر اندازه گیری می شوند. هیدرومتر را می‌توان طوری کالیبره نمود که هر سه خاصیت دانسیته، چگالی و یا چگالی API را با آن تعیین نمود اندازه‌گیری چگالی بااستفاده ازهیدرومتر بسیار سریع و آسان است. فرو رفتن بیشتر هیدرومتر در مایع مبین پایین بودن چگالی وکمترفرورفتن آن مبین بالاتر بودن چگالی مایع است.

اندازه‌گیری چگالی می‌تواند کمک زیادی در کنترل عملیات پالایش داشته باشد. همچنین این عامل وسیله مناسبی برای شناسایی روغن‌هایی است که دارای دامنه تقطیر یا گرانروی مشخصی می‌باشند

درشکل زیرشمائی ازیک هیدرومترنشان داده شده است.



در آزمایش روغن‌ها کار کرده خصوصاً روغن موتور، کم شدن وزن مخصوص (یا زیاد شدن درجه API) بیانگر این موضوع است که سوخت وارد روغن شده و در نتیجه باعث رقیق شدن روغن شده است. زیاد شدن وزن مخصوص نیز بیانگر این است که روغن اکسیده شده و یا احتمالاً آلودگی های

خارجی وارد آن شده است. البته برای این‌که علت تغییرات چگالی به خوبی روشن شود، نیاز به آزمایشات دیگری می‌باشد.

وزن مخصوص Specific Gravity

وزن مخصوص یک مایع، نسبت وزن حجم مشخصی از آن در یک درجه حرارت استاندارد، به وزن همان حجم آب و در همان درجه حرارت می‌باشدویک عددبدون بعداست. وزن مخصوص روغن از نظر مصرف‌کننده اهمیتی ندارد بلکه با دانستن وزن مخصوص روغن به ریشه و نوع نفت خامی که روغن از آن تهیه شده می‌توان پی برد وزن مخصوص روغن هائی که از پایه پارافین بدست می‌آید دارای درجهٔ A.P.I بین ۲۲ تا ۲۶ می‌باشد.

$$\text{Specific Gravity} = \frac{\text{Oil Density}}{\text{Water Density}}$$

رنگ روغن Oil Color

رنگ روغن یکی از عواملی است که در کنترل عملیات تصفیه کمک مؤثری می‌نماید و با اندازه‌گیری آن می‌توان نتیجه گرفت که آیا عملیات تصفیه روغن به درستی انجام شده یا نه.

رنگ روغن تابعی است از:

۱-نوع نفت خامی که روغن از آن به دست آمده است.

۲-گرانروی روغن

۳-روش و کیفیت تصفیه روغن

٤-طبیعت مواد افزودنی که به روغن اضافه شده‌است.

اهمیت رنگ درروغن های دارویی و صنعتی سفید خیلی بیشتر از روغن‌های دیگر است. چون این مواد معمولاً از ترکیباتی تشکیل شده‌اند که اگر بخواهیم آنها رابی‌رنگ کینم، ممکن است خواص آنها تغییر کند.

روش اندازه گیری رنگ روغن

رنگ روغن‌های روان‌کننده به وسیله نور انتقال داده شده توسط آنها مشاهده می‌شود،(ازروشن تا کدر متغیر می‌باشد) معمولاً روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری رنگ روغن هاوجود دارد. اساس این روش‌ها مقایسه مقدار نوری است که از عمق معینی از روغن عبور می‌کند،نسبت به مقدار نور عبور کرده از شیشه های رنگی مخصوص است. عددی که به رنگ روغن داده می‌شود برابر با شماره شیشه‌ای است که نور منتقله به وسیله آن برابر با نور انتقال داده شده توسط روغن می‌باشد.

روغنی که دارای رنگ تیره یا ابری است معمولاً مقداری مواد اکسید شده دارد که صمغ درست می‌کند و درمقایسه با روغن‌هائی که دارای یک گرانروی هستند و از یک نفت خام تهیه شده‌اند رنگ

تیره تری دارند.همچنین رنگ بازتر دلیل برتصفیه شدن کامل روغن است ولی هیچ نقشی درکیفیت روغن(بخصوص روغن کارنکرده)نداردزیرارنگ روغن ها به نوع ومقدارموادافزودنی به آن که از لحاظ رنگ بسیارمتنوع هستندبستگی داردولی بااین وجودرنگ روغن هااندازه گیری می شودزیرااولا بسیاری ازتولیدکنندگان برای شناساندن روغن خود به آن رنگ خاصی رااضافه می کنند و ثانیا در کارخانجات روغن سازی درضمن عملیات پالایش اختلاط ومظروف کردن روغن رنگ یکی ازتست های آسان وسریع برای کنترل نمودن یکنواختی تولید است چون یک بارکه ترکیب یک نمونه روغن معین می شودرنگ آن نیزدرمحدوده باریکی باقی خواهد ماند مگراین که باروغن یاماده دیگری الوده شده باشد.ازتست رنگ همچنین می توان درکنترل کیفیت ودرنتیجه تعیین عمرمفیدروغن ها در حین کار نیزاستفاده کرد.البته نه برای روغن های موتورزیراروغن های موتوربه علت دارابودن مواد افزودنی پاک کننده ومعلق کننده موادکربنی حاصل ازتجزیه سوخت وگاهی خودروغن سیاه می شوند ونمی توان ازتغییر رنگ آنهانتیجه مطلوبی گرفت.

دراینجا لازم است به نکته مهمی درمورد,سیاه شدن روغن اشاره شودبسیاری ازمردم به اشتباه فکرمی کنندهرچه روغن موتوردیرترسیاه شود بهتراست وبرعکس.ولی ازاین نکته غافل هستندکه روغن های موتوردارای موادپاک کننده ومعلق کننده دود,و....هستندوروغن موتوری که دیرسیاه می شوداین موادپاک کننده راندارندودراین حالت دوده هادرلابلای قطعات موتورته نشین وباعث فرسودگی آنهامی شوند.

روش ساخت روغن های روان کننده

برای ساختن روغن های روان کننده برای یک شرایط بخصوص پس ازتصفیه برش های روغن(لوب کت)وتولیدروغن پایه Base Oilبااضافه کردن مقادیرمشخصی ازموادافزودنی برای بهبوددادن وایجاد خواص مورد نیازبه روغن اضافه می شودتاروغن موردنیازبه دست مصرف کننده برسد.

مواد افزودنیAddetive به دلایل زیر به روغن‌های پایه اضافه می‌شود:

۱-اضافه نمودن خواص مورد نیاز در جایی که از طریق پالایش مقرون به صرفه نباشد.

۲-دادن بعضی از خواص که در روغن وجود ندارد.

۳-جایگزین کردن مواد مفیدی که هنگام پالایش از دست رفته است.

٤-بهتر نمودن مشخصات ذاتی روغن.

مقدار مواد افزودنی از یک قسمت در میلیون (1 PPM) تا ۳۰ درصد روغن مبنی متغیراست.

تمام روغن‌های با کیفیت بالا، شامل مجموعه مواد افزودنی هستند که با درصد وزنی یا حجمی مشخص به روغن پایه اضافه شده و با آن مخلوط می شوند تا بتواند موتور را براساس مشخصاتی که توسط سازندگان داده شده است، حفاظت کنند.

درجدول زیر یک نمونه روغن موتور SAE 15W 40، با سطح مرغوبیت API CE و درصدانواع مواد افزودنی موجوددرآن نشان داده شده است . یک روغن با سطح مرغوبیت API SH/CG 4حدود ۲۲ درصد ماده افزودنی داردو حتی ممکن است دارای درصد ماده افزودنی خیلی بیشتر از ماده افزودنی در روغن با سطح مرغوبیت API CE باشد تا بتواند موتورهای توربوشارژ و یا بنزینی را که تحت شرایط بسیار سخت کار می‌کنند، حفاظت کند.

ماده افزودنی پاک کننده	٪۶۲
ماده افزودنی متفرق‌کننده	٪۲۰
ماده افزودنی ضدسایش	٪۹
بهبوددهنده خواص اصطکاکی	٪۴
ماده افزودنی ضداکسیداسیون	٪۳
ماده افزودنی پایین آورنده نقطه ریزش	٪۰/۹
ماده افزودنی ضدخوردگی	٪۰/۹
ماده افزودنی دی‌مولی فایر	٪۰/۱
ماده افزودنی ضدکف	٪۰/۱

همان طور که از جدول فوق ملاحظه می شود، بیش از ۹٤ درصد از بسته ماده افزودنی را مواد افزودنی پاک کننده، متفرق کننده، ضدسایش و ضد اکسیداسیون تشکیل می دهد

تولیدکنندگان موادافزودنی برای بدست آوردن سودبیشتروهمچنین برای ممانعت ازلورفتن فرمولاسیون موادافزودنی غالباموادافزودنی خودرابصورت پکیج می فروشند(مخلوطی ازچندین ماده افزودنی دریک بسته)وتوصیه می کنند که مثلا برای ساختن روغن موتوردیزلی مثلا۵درصدازاین موادوبرای ساختن فلان روغن موتوربنزینی مثلا ۲درصداین موادرابه فرمولاسیون روغن پایه اضافه کنیدتاروغن باسطح کیفیت موردنظر بدست ایدوبتواندتست های موتوری موردنظرراپاس کند.البته صنعت ساخت موادافزودنی بصورت انحصاری وفقط دراختیارچندکشوراست و یک حالت استراتژیک دارد .این شرکت هاازنظرکارهای تحقیقاتی افرادبسیارمتخصص وهمچنین امکانات آزمایشگاهی وموتوری بسیارپیشرفته ای دارندوحتی همکاری های خیلی نزدیکی باشرکت های سازنده اتومبیل وماشین الات دارندوبرنامه های ساخت موادافزودنی آنهاپابه پای برنامه های ساخت اتومبیل پیش می رودوحتی می دانندرچندسال اینده چه نوع ماشین های جدیدی تولید می شودولذاازحالا اقدامات تحقیق وساخت موادافزودنی موردنیازبرای پنج سال اینده رابرنامه ریزی می کنند.

همچنین کارخانجات روغنسازی دنیابا این صنایع ارتباط نزدیکی دارندوبرای تهیه روغن های موردنظرخود نمونه روغن پایه کارخانه خودرادراختیاراین صنایع قرارمی دهندتابراساس نوع روغنی که می خواهندتولیدکنندموادافزودنی مناسبی که باروغن پایه آنهاهم خوانی لازم راداردبرای آنهاتهیه نمایندوپس ازانجام تست های موتوری متعددی که باروغن های ساخته شده انجام می دهندموادافزودنی باکیفیت ودرصدمناسب خودرابه آنهاارائه می دهند

البته لازم به توضیح است که مواد افزودنی در بعضی از مواقع نه تنها مفید نیستند، بلکه مضر نیز می‌باشند. به عنوان مثال اگر بیش از مقدار معینی ماده افزودنی به یک روغن اضافه شود و یا مواد افزودنی موجود در روغن از نظر شیمیایی با هم سازگاری نداشته باشند، باعث وارد آمدن صدمات زیادی به ماشین‌آلات خواهند شد همچنین ممکن است بعضی ازموادافزودنی به روغن درموتورهائی که مجهزبه تصفیه کاتالیستی در قسمت اگزوزآنهااست باکاتالیست های موجوددرآنهاواردواکنش شود و باعث عدم کارائی آن گردد بدین لحاظ درانتخاب وکاربردموادافزودنی حتما بایدتوصیه های سازند گان موتور رانیز مدنظر قرار داد.

همچنین نوع سوخت درانتخاب روغن مناسب برای موتورپارامتربسیارمهمی است بطورمثال به دلیل بالا بودن درجه حرارت درموتورهای گازطبیعی سوز(نسبت به موتورهای دیزلی وبنزینی)باعث تولیدNO_2می شودکه می تواندبامولکول های روغن واکنش شیمیائی انجام دهد(نیتراسیون)وباعث سفت شدن زیادروغن, افزایش رسوب روی بدنه پیستون وتولیدلجن درروغن شود.البته شرایط لازم

برای انجام واکنش نیتراسیون (وقتی درجه حرارت روغن داخل کارتل به حدود۵۷درجه برسد)باشرایط لازم برای عمل اکسیداسیون که در درجه حرارت بالاتری اتفاق می افتدمتفاوت است.

موادافزودنی به روغن

انواع موادافزودنی که به روغن های پایه اضافه می شودعبارتنداز:

انواع بسیار زیادی از مواد افزودنی در دسترس می‌باشند. این مواد براساس قابلیت‌های آنها در حفاظت از موتور، انتخاب می‌شوند. همچنین این مواد براساس توانایی آنها در رابطه با مخلوط شدن با روغن پایه‌های مورد استفاده در کارخانه‌های روغن‌سازی انتخاب می‌شوند

که ذیلا به توضیح نوع ومکانیزم عملکردانواع آنهاپرداخته می شود.

مواد افزودنی ممکن است یک یا چند دسته از انواع زیر باشد:

۱- موادپاک کننده ومعلق کنندهDetergents&Dispersants

۲- موادضداکسیداسیونAnti-Oxidant

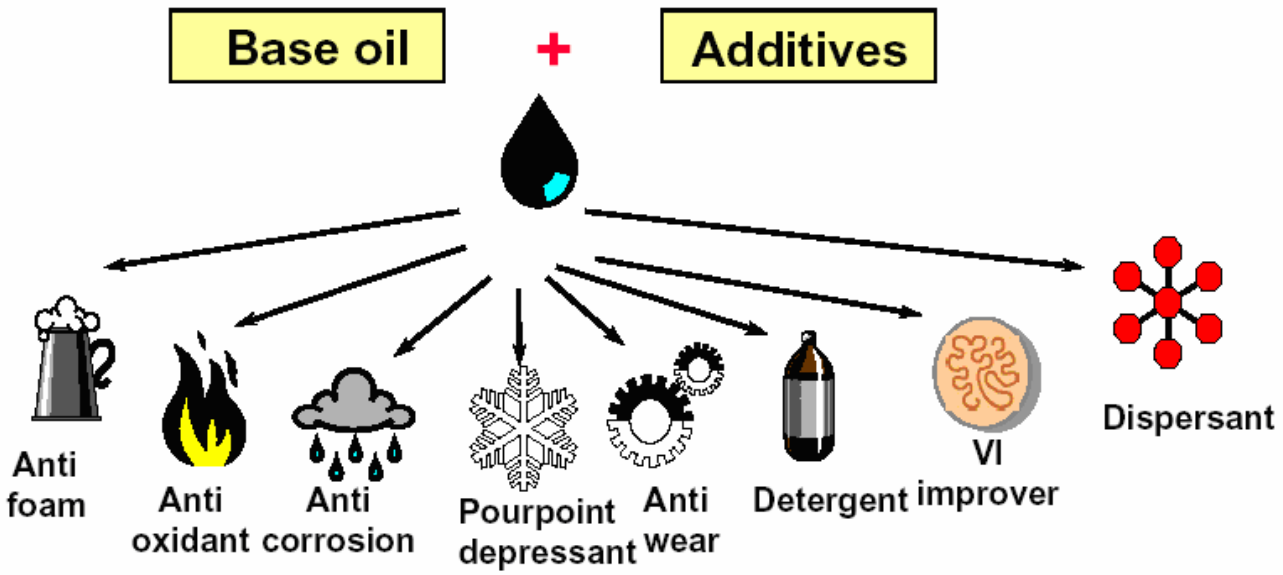
۳-مواد ضدکفAnti Foam.

٤-مواد ضدسائیدگیAnti Wear

۵-مواد بهبود دهنده شاخص گرانرویViscosity Index Improver

۶-موادپایین اورنده نقطه ریزشPour Point Depresants

۷-موادضدخورندگی وضدزنگAnti Corossion&Anti Rust



خصوصیات شیمیایی مواد افزودنیChemical Characteristics And Additive

موادپاک کننده Detergents

این مواد افزودنی با روغن پایه مخلوط می‌شوند تا قطعات موتور را تمیز کرده و آلودگی‌های ایجاد شده و ذرات حاصل از احتراق را به صورت معلق در روغن نگه دارندتابتوانندازبین قطعات خارج شوند. نتیجه این عمل جلوگیری از تشکیل لجن و ایجاد رسوب،درشیارهای رینگ ها و قطعات مختلف موتور می‌باشد. این مواد همچنین اسیدهای موجود در روغن را که در اثر اکسیداسیون روغن و همچنین احتراق سوخت‌های با کیفیت پایین ایجاد می‌شوند، خنثی می‌کنند. وقتی این مواد مقدار زیادی از آلودگی‌ها را در روغن معلق نگه می دارند و همچنین اسیدهای زیادی را خنثی می کنند ، به تدریج کیفیت آنها کاهش یافته و خاصیت خود را از دست خواهند داد. وجود این مواد در روغن، باعث ایجاد خاصیت قلیایی در آن می‌شودکه این خاصیت را با عدد بازی کل TBN نشان می‌دهند.به عبارت دیگر عدد بازی مبین توانائی روغن درخنثی سازی اسیدهای مضرموجوددرگازهای ناشی ازاحتراق است.

هرچهTBNیک روغن بالاترباشدقدرت پاک کنندگی ونمیزکنندگی آن بالاتراست.بطورمثال روغن موردنیازبرای موتورهای دیزلی سوپرشارژیاتوربوشارژحتمابایدبالاترازده باشد

موادپاک کننده شامل ترکیبات الی فلزی فناتها سولفونات هاوفسفونات های کلسیم باریم ومنیزیم هستند.خاصیت قلیائی آنهاباعث خنثی شدن اسیدهای موجوددرروغن می شودوازخوردگی ممانعت می کنند وازطرف دیگربالجن هاورسوبات واکنش انجام می دهندوآنهاراخنثی ودرروغن حل می کنندوازآنجابیرون می برند.بعضی ازانواع پاک کننده هانیزباعث باردارکردن آلودگی های موجوددرروغن ونهایتا دفع شدن آلودگی هاازیکدیگرونتیجتا ازتجمع آنهاوایجادلجن جلوگیری می کنند. از آن جایی که در اثر سوختن مواد آلی ـ فلزی ایجاد خاکستر می شود، در نتیجه ممکن است مواد افزودنی پاک کننده در درجه حرارت های بالا، در موتور تولید خاکستر نامطلوب کنند. به همین دلیل خیلی از سازندگان ماشین آلات، استفاده از روغن هایی که در اثر سوختن، خاکستر کمتری را تولید نمایند، توصیه می کنند.

موادمعلق کننده یامتفرق کننده Dispersants

نقش این مواد افزودنی شامل:

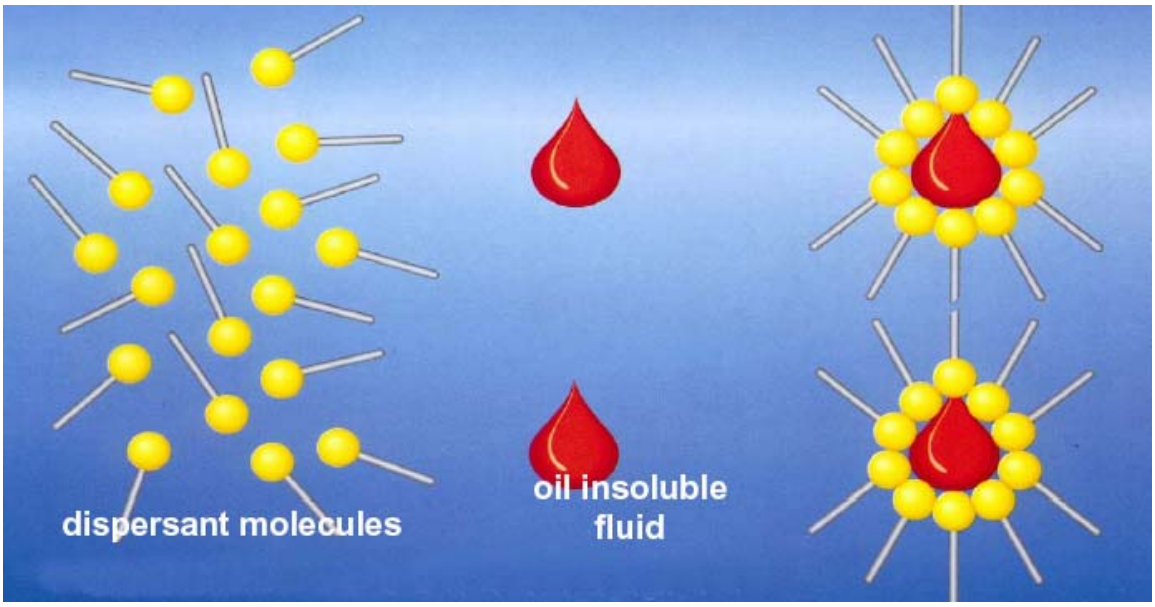
۱- باعث معلق نگه داشتن لجن و رسوبات در روغن می شوند. این عمل از تجمع لجن و دیگر ذرات که باعث تولید رسوب می شوند، جلوگیری می کند. در نتیجه، این ذرات در روغن معلق شده و توسط فیلترها از روغن جدا می شونداین مواددارای دوخاصیت هستنداول این که ازطریق سرقطبی خود آلودگی هاراجذب نموده باحل کردن اسیدهای موجوددرروغن خوردگی راکنترل می

کنندهمچنین باعث معلق نگـه داشـتن آلـودگی هـا ذرات کربنـی ولجـن هـامی شوندوازایجادرسـوب جلوگیری می کنند.

۲-اندازه ذرات رسوبات لجنی راکاهش می دهند

۳-اسیدهای ناشی ازاحتراق راخنثی می کنند

مواد متفرق کننده مورد استفاده در روغن موتور از نوع پلیمری بدون خاکستر می‌باشـندو بـر خـلاف مواد افزودنی پاک کننده، این مواد غیر فلزی بوده و در نتیجه در اثـر سـوختن، تولیـد خاکـستر نمـی کنند. باید توجه داشت که بسیاری از فیلترها توانایی جداسازی ذرات با انـدازه کمتـر از ۱۰ میکـرون را دارا نمی باشند.



استفاده از دو ماده افزودنی پاک‌کننده و متفرق‌کننده با هم، باعث می‌شود که خاصیت خنثی‌کننـدگی و معلق نگهداشتن آلودگی‌ها در روغن خیلی زیاد شود، به‌طوری که اثر آن نسبت به زمانی که فقط یکـی از این دو ماده افزودنی استفاده شود، بسیار زیادتر خواهد بود.

به عنوان نمونه از مواد متفـرق‌کننـده Ashless Dispersantپلیمـری بـدون فلـز کـه امـروزه مـورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توان از ساکسین ایمیدهای پلیمری Succinimides، مواد حاصـل از واکـنش بین الفین‌ها و P2S5، پلی‌استرها و بنزیل آمیدهاBenzylamides تیوفسفونات ها-الکیل ساکسینمید هـا وکمپلکس های الی شامل ترکیبات نیتروژن وپلیمرهارا.نام برد.

ساختمان اصلی این مواداز هیدروکربور های بلند زنجیری تشکیل شده که ابتدا اسیدی شـده و سـپس با ترکیبات بازی نیتروژن‌دار خنثی می‌شوند.

موادضداکسیداسیونAnti Oxidant

اکسیداسیون، در اثر واکنش شیمیایی روغن با اکسیژن در مجاورت هوا در طول کارکرد روغن در ماشین رخ می دهد. افزایش درجه حرارت و آلودگی های موجود در روغن از قبیل, هوا, آب و اسیدها، سرعت اکسیداسیون را افزایش می دهند.همچنین فلزات زیادی از قبیل مس و روی و اسیدهای الی و معدنی نیز ممکن است به عنوان کاتالیزور سرعت اکسیداسیون را افزایش دهند.اکسید شدن روغن باعث افزایش گرانروی و تولید اسیدهای الی در روغن می‌شود. اسیدهای آلی تولید شده سبب تشکیل رسوبات لاکی و صیقلی Varnish و ایجاد رسوبات کربنی روی سطوح فلزی داغی که با روغن در تماس هستند، می‌شود.بعضی از سطوح فلزی نیز به عنوان کاتالیزور، سرعت واکنش را افزایش می دهند.

نقش موادضداکسیداسیون

۱-اضافه کردن این موادبه روغن از حمله اکسیژن به روغن پایه که باعث اکسیده شدن روغن پایه و در نتیجه افزایش گرانروی آن (سفت شدن آن) ، پیر شدن یا کهنه شده (اکسید شدن) روغن می شود و باعث می گرددکه روغن نتواند به راحتی جریان پیداکند و به تمام قطعات برسدو منجر به افزایش سایش و درجه حرارت کارکرد ماشین خواهد شد جلوگیری می کنند.

۲-مواد افزودنی بازدارنده اکسیداسیون، باعث غیرفعال کردن سطوح فلزی و تجزیه پراکسیدها شده و از پیشرفت اکسیداسیون روغن جلوگیری می کنند.

۳-باعث کاهش خوردگی می شوند.

٤-باعث کاهش اکسیداسیون روغن می شوندوازافزایش عدداسیدی وگرانروی جلوگیری می کنند.

۵-تشکیل رسوبات صیقلی راکاهش می دهند.

اگر در حین کارکرد، روغن سفت شود، نشان دهنده این است که عمل اکسیداسیون رخ داده است. اکسیداسیون،همچین باعث ایجاد اسیدهای آلی می شودکه به یاتاقان های مسی و سربی حمله کرده و باعث خوردگی آنها می شود.مکانیزم پیچیده عمل اکسیداسیون هنوز به درستی مشخص نشده است، ولی اعتقاد کلی این است که این عمل از طریق واکنش های زنجیری رادیکال آزاد صورت می‌گیرد. شروع کننده‌های واکنش زنجیری اکسیداسیون، مولکولهای ناپایدار موجود در روغن می‌باشند, این مواد ابتدا با اکسیژن وارد واکنش شده و تولید پراکسید می‌نمایندو پراکسیدهای تولید شده به مولکول هایی که اکسید نشده‌اند حمله کرده و باعث اکسید کردن آنها و افزایش سرعت اکسیداسیون می‌شوند.

موادضداکسیداسیون شامل دی تیوفسفات روی,فنل های سولفوره ,فنل های استخلاف دارومین های آروماتیک می باشندونحوه عملکردآنهابه این صورت است که پراکسیدهاراتجزیه می کنندورادیکال

های آزادراازبین می برند. پراکسیدهای آلی که در اثر اکسیداسیون در روغن ایجاد می شوند، در اکسیداسیون بقیه روغن نقش موثری دارند. وقتی که شرایط عملکرد روغن سخت باشد، بازدارنده‌های اکسیداسیون دیگرنمی‌توانند به‌طور کامل از اکسید شدن روغن جلوگیری کنند.

لازم به ذکر است که مقاومت در برابر اکسیداسیون تنها به ماده افزودنی بازدارنده اکسیداسیون بستگی ندارد بلکه کیفیت تصفیه روغن نیز تأثیر زیادی در مقاومت روغن در برابر اکسیداسیون دارد. اگر روغن پایه ازکیفیت خوبی برخوردار باشد در صورت افزودن موادضد اکسیداسیون به آن، دارای مقاومت بسیار خوبی در برابر اکسیداسیون خواهد شد.

به منظورجلوگیری ازاکسیدشدن روغن بایدازهرعملی که باعث افزایش بیش ازحددرجه حرارت روغن می شودجلوگیری شود.بخصوص درمواردی که دوردستگاه ودرجه حرارت روغن زیاداست. ازخاموش کردن ناگهانی دستگاه ممانعت شودزیراباعث می شودروغن به سرعت اکسیده شودبطوری که ممکن است روغن بصورت کک یاچیزی شبیه قیردرایدکه می تواندباعث مسدودشدن مسیرهای عبورروغن دریاتاقان هاو...شودهمچنین اگرنسبت هوابه سوخت(درموتورهای احتراق داخلی)مناسب نباشددرموتورگازهائی تولید می شودوباعث افزایش مقداراکسیدنیتروژن می شودووروداین گازها به موتورباعث اکسیدشدن وسفت شدن روغن می شود.

جهت جلوگیری ازخسارات ناشی ازمقدارزیادگوگرد(که درسوخت هاوجوددارند)درجه حرارت اب درجداره سیلندربایدهمواره بالا(بالای ۸۰درجه سانتیگراد)نگه داشته شودبه عبارت دیگرهرگزنبایدیک موتوررابدون ترموستات یاباترموستات خراب مورداستفاده قرارداد.

مواد ضدکفAnti Foam

این موادبرای جلوگیری ازکف کردن روغن به آن اضافه می شودوشامل پلیمرهای سیلیکونی وکوپلیمرهای الی هستند. افزایش این مواد به روغن، باعث کاهش کشش سطحی روغن شده و در نتیجه اجازه می دهندتا حباب های هوای حبس شده درداخل روغن به راحتی شکسته شوند و از روغن خارج شوند. مواد افزودنی ضد کف سیلیکونی در روغن غیرمحلول بوده و به صورت ذرات بسیار ریزی در روغن معلق می شوند. اگر مقدار زیادی از این مواد به روغن اضافه شود، نتیجه معکوس داشته و باعث کف کردن زیاد روغن می شود. این مواد تاحدودزیادی ازاکسیداسیون روغن نیزجلوگیری می کنند.

مشکلی که استفاده از مواد افزودنی سیلیکون‌دار بوجود می‌آورد، وارد نمودن مقداری هوا در روغن است وهمچنین به دلیل دارابودن دانسیته زیاد ، می توانند در روغن رسوب کنند به همین دلیل امروزه برای رفع این مشکلات بیشتر استفاده از ضد کف های آلی توصیه می شود که البته درصد افزایش این نوع مواد به روغن بیش از مواد سیلکون‌دار می‌باشد.

مکانیزم عمل مواد ضد کف بدین صورت است که این مواد با چسباندن خود به حبابهای کف، در آنها ایجاد نقطه ضعف کرده و آنها را متلاشی و نهایتاً از روغن خارج می کنند.مقدارماده ضدکفی که به روغن افزوده می شودخیلی کم ودرحدPPM(تا۲۵۰جزدرمیلیون)است.

مواد بهبود دهنده شاخص گرانروی VI-Improver

این مواد باعث کم شدن تغییرات گرانروی در برابر تغییرات درجه حرارت می شوند. به عبارت دیگر با افزایش این مواد به روغن، از شل شدن زیاد روغن، در اثر افزایش درجه حرارت و سفت شدن زیاد آن دراثرکاهش درجه حرارت جلوگیری می شود. این مواد در ساخت روغن های چند درجه ای نیز مثل SAE 20.W 50 ، مورد استفاده قرار می گیرند.

توجه: منظور از افزایش گرانروی در درجه حرارت بالا این نیست که گرانروی روغن بیش از گرانروی آن در درجه حرارت پایین می‌شود، بلکه منظور این است که گرانروی روغن بیش از گرانروی آن بدون ماده افزودنی در درجه حرارت بالا می‌شود. افزایش این مواد به روغن سبب می‌شود تا بتوان از روغن در دامنه وسیع تری از تغییرات درجه حرارت استفاده نمود.

انواع مختلفی از مواد افزودنی بهبود دهنده شاخص گرانروی وجود دارد این مواد افزودنی، پلیمرهای با جرم مولکولی زیاد می باشندوشامل ترکیباتی نظیرپلی بوتن‌ها ، الفین کوپلیمرها، استرهای استایرن، پلی ایزوپرن پلیمرهاوکوپولیمرهای متااکریلات ها بوتادین الفین هاواستایرن های الکیله شده و ... هستند,که در کم کردن مصرف سوخت، بهبود خواص جریان روغن در درجه حرارت های پایین و جلوگیری از تشکیل کریستال های واکس در روغن نیزنقش دارند. در حال حاضر کوپلیمرهای الفین ها به خاطر ارزان قیمت بودن و راندمان بسیار خوب در موتورها، به طور وسیعی در فرمولاسیون روغن های موتور مورد استفاده قرار می گیرند.

ازاسترن های استایرن نیز به وفور، در فرمولاسیون روغن های دنده استفاده می شود. پلی متا اکریلات ها دارای خواص جریان بسیار خوب در درجه حرارت های پایین هستند و از تشکیل کریستال واکس نیز در روغن جلوگیری می کنند. در نتیجه باعث می شوند که نقطه ریزش روغن نیز پایین برود. پلیمرهادراثرافزایش درجه حرارت منبسط می شوندودرمقابل جاری شدن روغن مقاومت می کنندو مقدارتغییرات گرانروی با تغییرات درجه حرارت راکم می کنند.

موادپایین آورنده نقطه ریزش Pour Point Depresant

افزایش موادپایین اورنده نقطه ریزش به روغن، باعث بهبود جریان روغن در درجه حرارت های پایین خواهد شد. این مواد از رشد کریستال های واکس در روغن، جلوگیری می کنند (روغن های پارافینی دارای کریستال های واکس می باشندخصوصاً روغن هائی که عمل واکس گیری روی آن ها به خوبی انجام نشده باشد). خیلی از روغن ها وقتی سردمی شوند واکس های حل شده در آنها شروع به

تشکیل کریستال می کند. شکل ساختمانی این کریستال ها به نحوی است که مقداری روغن در داخل آن ها به دام می افتد. وقتی این کریستال ها به اندازه کافی رشد کنند، باعث می شود که روغن از حالت مایع بودن خارج شود. موادپایین اورنده نقطه ریزش شامل ترکیباتی نظیرنفتالین الکیله شده پلیمرهای فنلی وپلی متااکریلات هاهستندکه به روغن پایه اضافه می شوندو از تشکیل کریستال های واکس وتجمع آنهاکه باعث ماستیدن روغن می شودجلوگیری می کنند.بسته به نوع روغن پایه، این مواد افزودنی می‌توانند نقطه ریزش روغن را تا حدودمنفی ۲۸درجه سانتیگراد پایین ببرند.مواد پایین اورنده نقطه ریزش، عموماً پلیمری می باشند.

لازم به توضیح است که مقدار ماده پایین اورنده ریزش بین۵ ./ .تا۵/.درصدوزنی روغن راتشکیل می دهد.

موادضدخورندگی Anti Corrosion

این مواد سطوح فلزی را ,در مقابل حمله آب و مواد خورنده شیمیایی، محافظت می کنند. معمولاً دو نوع متفاوت از این مواد مورد استفاده قرار می گیرد:

الف- بازدارنده های شیمیایی که با سطوح فلزی واکنش انجام داده و یک لایه محافظ روی سطح ایجاد می نمایند. این مواد افزودنی می توانند با مواد افزودنی فعال سطحی دیگر تداخل نموده و از اثر یکدیگر بکاهند. در نتیجه هنگام استفاده از این مواد، باید دقت زیادی در ایجاد تعادل بین آن ها صورت گیرد.این مواد شامل ترکیباتی نظیردی تیوسولفات روی, فنات های فلزی, سولفونات های فلزی قلیائی, اسیدهای چرب وامین ها هستندکه باایجادیک لایه محافظ روی سطح فلزویاخنثی نمودن اسیدهای خورنده وظیفه خودراانجام می دهند.

ب-بازدارنده هائی که به طور فیزیکی عمل می کنند. این مواد شامل ترکیبات قطبی با یک زنجیر بلند هستند، که با جذب شدن به سطوح فلزی، باعث دفع کردن آب و دیگر مواد خورنده از این سطوح می شوند.

تعداد زیادی از انواع خوردگی ممکن است در سیستم‌های روغن‌کاری به وجود آید. یک نوع آن خوردگی حاصله از اسیدهای آلی که در روغن تشکیل شده‌اند، و دیگری خوردگی حاصله از آلودگی‌های محیط است که به وسیله روغن حمل می‌شود.

مواد افزودنی بازدارنده اززنگ‌زدگیAnti Rust

این مواد از ترکیبات قطبی هستند و تمایل زیادی به جذب شدن روی سطح فلزات دارندو به وسیله واکنش شیمیایی یا فیزیکی بین این مواد و سطح فلز یک لایه محکم و یکنواخت روی سطح فلز تشکیل می دهند. وجود این لایه باعث جلوگیری از رسیدن آب به سطح فلز شده و در نتیجه از زنگ‌زدگی جلوگیری می‌شود. از موادی که به عنوان بازدارنده زنگ‌زدگی مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توان

از آمین‌ساکسینات‌ها و سولفونات‌های فلزات قلیایی خاکی نام برد. این مواد را می‌توان در اکثر روغن‌های روان‌کننده مورد استفاده قرار داد. در انتخاب این مواد باید دقت زیادی به عمل آورد تا از مشکل خوردگی فلزات غیرآهنی و تشکیل امولسیون با آب جلوگیری شود. نتیجه انتخاب صحیح این مواد جهت جلوگیری مؤثر از زنگ‌زدگی است.

مواد ضدسائیدگی Anti Wear

این مواد افزودنی باکم کردن اصطکاک از سایش, خط افتادن وچسبیدن سطوح قطعات ماشین به یکدیگر که در اثر تماس فلز با فلز رخ می دهد، جلوگیری می کنند. همچنین قطعات موتور را از خوردگی توسط اسیدهای تولیدی در روغن نیز حفاظت می کنند.. این مواد با سطوح فلزی واکنش انجام داده و یک لایه روی سطح آن ایجاد می کنند. لایه ایجاد شده ، باعث می شود که روان کاری شرایط مرزی رخ ندهد و در نتیجه تماس فلز با فلز بوجود نیاید. این مواد نیزدر اثر کارکرد زیاد خاصیت خود را از دست می دهند و دیگر قادر به حفاظت قطعات نخواهند بود.. بعضی از مواد افزودنی ضد سایش در درجه حرارت های کارکرد بالای ۱۰۰°C تجزیه می شوند. به همین دلیل در شرایط کارکرد درجه حرارت های بالا باید از مواد افزودنی ضد سایش کمکی نیز استفاده شود.

درمواقعی که روغن تحت شرایط بار و درجه حرارت زیاد قرارمی گیرد، لایه روغن بسیار نازک شده و باعث تماس سطوح فلزی با یکدیگر می‌شود. نتیجه این کار زیاد شدن اصطکاک و نهایتاً جوشکاری موضعی است. در اثر لغزش‌های مداوم، این جوش‌های موضعی سریعاً شکسته شده و ایجاد ناهمواری‌هایی را روی سطح فلز می‌نمایند. حرکت سطوح ناهموار روی یکدیگر باعث سایش سطوح و تولید براده‌های فلزی می‌شود. براده‌های تولید شده نیز باعث ایجاد سر و صدا و خط انداختن روی قطعات دیگروتشدیدفرسایش می کنند.

بسته به شرایط کارکرد سیستم، دو نوع کلی از مواد افزودنی ضد سائیدگی مورد استفاده قرار می گیرند.

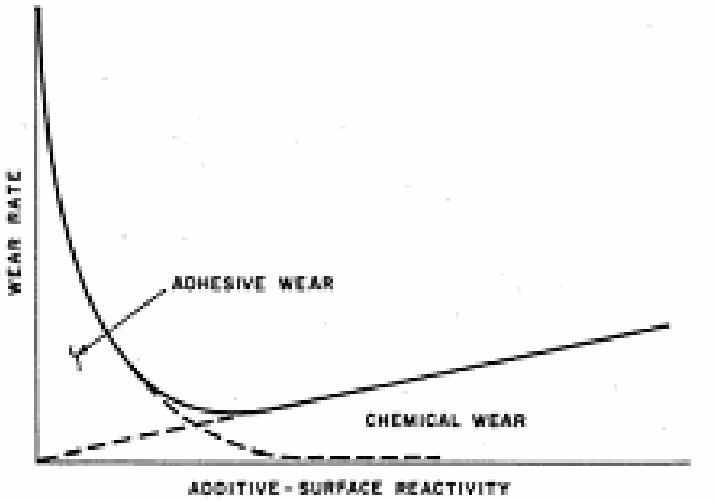
الف ـ مواد کاهش سائیدگی و اصطکاک Mild Wear And Friction Reduction Additive

ب ـ مواد افزودنی فشارپذیر Extreme Pressure (EP) Additive

مواد افزودنی کاهش دهنده سائیدگی و اصطکاک

این مواد که در بعضی مواقع، مواد افزودنی روان‌کاری مرزی نیز نامیده می‌شوند، شامل ترکیبات قطبی مثل چربی‌ها، اسیدها و استرها می‌باشند. این مواد دارای هیدروکربورهای زنجیری هستندکه جذب سطح فلز می‌شوند. در نتیجه این عمل، تماس بین دو سطح محدود به تماس دنباله‌های مولکول‌هایی که جذب سطوح شده‌اند گردیده و باعث کم شدن اصطکاک بین سطوح و راحتی حرکت آنها روی یکدیگر می‌شود.این مواد ضد سائیدگی در شرایط لغزش ملایم ,روانی حرکت دو سطح را

روی یکدیگر نیز کاهش می‌دهند. در شرایطی که دو سطح به سختی روی یکدیگر بلغزند، لایه روغنی روی سطوح پاک شده و اصطکاک بین آنهازیاد می‌شود.



تعادل بین سائیدگی در اثر چسبندگی و شیمیایی

همینطورکه درشکل فوق مشاهده می شودباافزایش دادن مقدارموادافزودنی کاهش دهنده سائیدگی سایش کاهش پیدامی کندولی درصورتی که ازحدمشخصی بیشترشودباعث ایجادچسبندگی ونهایتاسایش شیمیائی وایجادفرسایش زیادمی شود.

از مهمترین مواد افزودنی ضدسائیدگی می توان از ترکیبات فسفره روی که معمول ترین آنهادی تیوسولفات روی ZDDP (Zinc Dialkyl Dithiophos Phate) ، فسفات های الی واسیدفسفات ها ترکیبات الی گوگرد دار وکلر دارچربی های سولفوره شده اسیدهای چرب امین ها وسولفیدها ودی سولفیدها هستندنام بردکه با ایجادواکنش شیمیائی باسطوح وتولیدیک لایه بامقاومت برشی کمترازفلزباعث جلوگیری ازتماس فلزات می شوند.البته این ترکیبات در اثر تماس با سطوح و در درجه حرارت های بیشتر از $۱۰۰^{o}C$، تجزیه می شوند.

مواد افزودنی فشارپذیر

در مواقعی که دو سطح تحت شرایط بار و درجه حرارت زیاد روی یکدیگر می‌لغزند اصطکاک و سایش بین سطوح تماس آنها زیاد خواهد شد. برای جلوگیری از این امر باید از مواد افزودنی فشار پذیر Extreme Pressure استفاده شود. این مواد اصطکاک را کم کرده و سایش سطوح را کنترل می‌کنند. این موادهمچنین با سطح فلزات واکنش شیمیایی انجام داده و یک لایه غیرقابل حل در روغن، روی سطح فلز تشکیل می‌دهند. لازم به ذکر است که حرارت ایجاد شده در سطوح در اثر تماس قسمت‌های زبر وناصاف دو سطحی است که روی یکدیگر حرکت می‌کنندکه باعث ایجاد جوشهای موضعی سطوح می شود. در مواقعی که سطوح در تماس با یکدیگر نو می‌باشند، با وجود استفاده از مواد جلوگیری از سائیدگی در روغن، ممکن است سائیدگی اولیه شدیدی رخ دهد. زیرا علاوه بر

عامل سطح، دو عامل زمان و درجه حرارت کافی نیز لازم است تا یک لایه محافظ روی سطوح ایجادشود و از سائیدگی ممانعت نماید.

در اثر تداوم لغزیدن دو سطح روی یکدیگر، ممکن است دربعضی از قسمت‌ها لایه های تشکیل شده روی سطوح از بین بروند ولی در اثر واکنش شیمیایی مجددا، این لایه ترمیم شده و تا موقعی که ماده افزودنی در روغن وجود داشته باشد عمل ترمیم لایه از بین رفته مجددا صورت می‌گیرد.

شرایط سخت لغزیدن دو سطح روی یکدیگر، یکی از عوامل مؤثر بر میزان فعالیت ماده افزودنی فشارپذیر می‌باشد. مناسب‌ترین حد فعالیت ماده افزودنی جایی است که بدون این‌که خوردگی شیمیایی یا زنگ‌زدگی به وجود آورد، سائیدگی را حداقل کند. مواد افزودنی که بیش از حد فعال هستند، یک لایه ضخیم روی سطح فلز تشکیل می‌دهند. این لایه در برابر سائیدگی نسبت به لایه‌های با ضخامت کمتر مقاومت بسیار کمتری داشته و در اثر سائیدگی این لایه، اصطکاک زیاد شده و نهایتاً منجر به سائیدگی سطح فلز می‌شود.

مواد افزودنی خاص، با فلزات مختلف واکنش‌های مختلفی از خود نشان می‌دهند,به همین دلیل برای فلزات مختلف بهتر است از مواد افزودنی مناسب استفاده شود تا دارای فعالیت مناسب باشند. به عنوان مثال، یک ماده افزودنی که برای استفاده بین دو سطح لغزنده استیل بسیار مناسب است، در همان شرایط برای دو سطح لغزنده استیل برنز مناسب نمی‌باشد. از عوامل مهم دیگر در رابطه با مواد افزودنی فشارپذیر، واکنش شیمیایی زیاد این مواد با سطوح زبر در اثر حرارت‌های موضعی می‌باشد. این واکنش شیمیایی سبب می‌شود که سطوح زبروناصاف صیقلی شده و بار وارد بر آنها بطور یکنواخت در روی تمام سطح پخش شود. در نتیجه اصطکاک‌های موضعی از بین رفته و سایش کم می‌شود.

امولسی فایرهاEmulsifier Additives

این موادافزودنی دارای خاصیت حل شوندگی روغن دراب می باشند.امولسی فایرهائی که معمولا مورد استفاده قرارمی گیرندعبارتنداز:

۱-صابون های فلزی

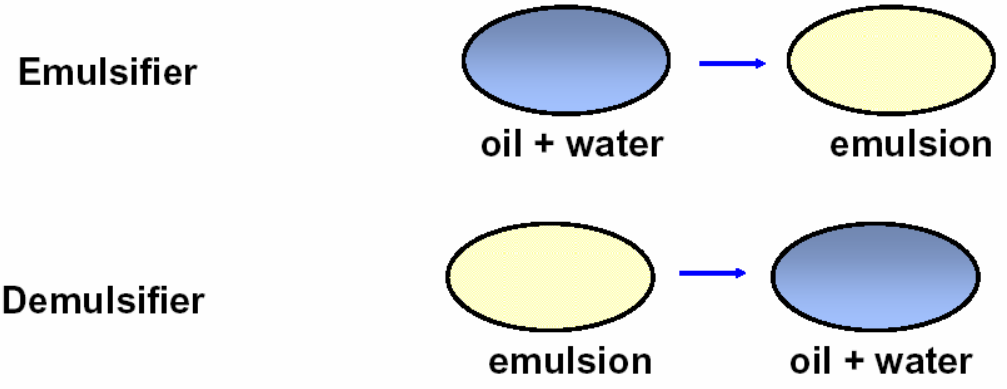
۲-روغن های ویژه حیوانی وگیاهی

۳-ترکیبات قطبی

دی مولسی فایرها Demolsifier Additive

این مواد، به علت ایجاد تغییر در کشش سطحی روغن، از تشکیل امولسیون پایدار در روغن جلوگیری کرده، در نتیجه باعث می شوند که امولسیون بین اب وروغن شکسته شودوآب به راحتی از روغن جدا

شود. جدا شدن آب و روغن از یکدیگر، یکی از مهمترین خصوصیات روغن هایی است که در تماس با آب یا بخار آب هستند.



موادغیرفعال کننده سطوح فلزی

این مواد اثرات کاتالیستی فلزات دراکسیداسیون روغن راکم می کنندوشامل ترکیباتی نظیرکمپلکس های الی نیتروژن یاگوگردامین ها سولفیدهاوفسفیت ها هستندکه دراثرایجادکمپلکس بایون های فلزی یک لایه غیرفعال روی سطح فلزایجادمی کنند.

بیوسایدها از رشد باکتری ها در روغن و سوخت های دیزلی جلوگیری می کنند.

طبقه بندی روغن های روان کننده

بطورکلی روغن های روان کننده موتورهاوماشین الات صنعتی رااازدولحاظ طبقه بندی می کنند:

۱-طبقه بندی براساس گرانروی Viscosity

۲-طبقه بندی براساس سطح کیفیت وکارائی Performance

لازم به توضیح است که در انتخاب روغن های معادل هردوپارامترفوق یعنی هم ویسکوزیته وهم کیفیت روغن بایدمدنظرقرارگیردزیراغالبا مشاهده می شودکه درانتخاب روغن تنها به ویسکوزیته آن توجه می شود درصورتی که کیفیت روغن نیزازاهمیت ویژه ای برخورداراست و در صورتی که روغن باکیفیت مناسب انتخاب نشودنمی تواندوظایف محوله درحین کارراانجام دهدوباعث ایجادخسارت وکاهش طول عمردستگاه و قطعات وخودروغن می شودکه نیازبه تعویض زودهنگام آن است.

طبقه‌بندی روغن ها برحسب گرانروی

برای طبقه بندی روغن ها براساس گرانروی استانداردهای زیادی وجوددارد که ذکرتمامی این استانداردهانه لازم ونه دراین مقوله امکان پذیراست. ولی ذیلا به طبقه بندی هائی که کاربرد بیشتری دارند اشاره می شود :

۱- طبقه بندی روغن براساس گرانروی درسیستم SAE

۲- طبقه بندی روغن براساس گرانروی درسیستم ISO

۳- طبقه بندی نظامی Military

طبقه بندی روغن ها براساس گرانروی بسته به نوع کاربردآنهادارد و شامل:

۱-روغن های موتور

۲-روغن های دنده

روغن های توربین و....

داردکه ذیلا ودربخش های بعدی به شرح ا نهاپرداخته می شود.

طبقه بندی روغن های موتوربراساس گرانروی درسیستم SAE

انجمن مهندسین موتوردرامریکا Society of Automotive Engineers یابطورمخفف S.A.E ، طبقه بندی کاربردی گرانروی SAEJ1300 را برای روغن های موتور پیشنهاد نموده است که موردقبول تمامی تولیدکنندگان ومصرف کنندگان روغن موتور درسطح جهان می باشد و سازندگان اتومبیل نیز از این سیستم برای تعیین گرانروی مناسب جهت روغن موتور استفاده می‌کنند در بازار فروش روغن نیز این سیستم بسیار معمول می‌باشد وامروزه به عنوان مرجع اصلی درخصوص گرانروی روغن های موتورتوسط تمامی دست اندرکاران مورداستفاده قرارمی گیرد.

API Engine Oil Classifications 2004

SAE Viscosity Grades For Engine Oils[1][2]					
SAE Viscosity Grade	Low Temperature (°C) Cranking Viscosity[3], mPa-s Max	Low Temperature (°C) Pumping Viscosity[4], mPa-s Max with No Yield Stress[4]	Low-Shear-Rate Kinematic Viscosity [5](mm2/s) at 100°C Min	Low-Shear-Rate Kinematic Viscosity [5](mm2/s) at 100°C Max	High-Shear-Rate Viscosity[6] (mPa-s) at 150°C Min
0W	6200 at -35	60000 at -40	3.8	-	-
5W	6600 at -30	60000 at -35	3.8	-	-
10W	7000 at -25	60000 at -30	4.1	-	-
15W	7000 at -20	60000 at -25	5.6	-	-
20W	9500 at -15	60000 at -20	5.6	-	-
25W	13000 at -10	60000 at -15	9.3	-	-
20	-	-	5.6	< 9.3	2.6
30	-	-	9.3	< 12.5	2.9
40	-	-	12.5	< 16.3	2.9 (0W-40, 5W-40, 10W-40 grades)
40	-	-	12.5	< 16.3	3.7 (15W-40, 20W-40, 25W-40, 40 grades)
50	-	-	16.3	< 21.9	3.7
60	-	-	21.9	< 26.1	3.7

(1) Notes-1cP = 1mPa-s; 1 cSt = 1mm^2/S

(2) All values are critical specifications as defined by ASTM D3244 (see text, Section 3).

(3) ASTM D5293

(4) ASTM D4684: Note that the presence of any yield stress detectable by this method constitutes a failure regardless of viscosity.

(5) ASTM D445

(6) ASTM D4683, CEC L-36-A-90 (ASTM D4741) or D5481

Reprinted with persmission form SAE J300© 2004 Society of Automotive Engineers, Inc.

جدول گرانروی طبقه‌بندی گرانروی روغن موتور

درجه گرانروی SAE	درجه حرارت حدی پمپ شدن	گرانروی مطلق روغن (CCS) برحسب سانتی‌پوآز در درجه‌حرارت	گرانروی کینماتیک (CSt) در ۱۰۰°C	
	حداکثر °C	حداکثر °C	حداقل	حداکثر
SAE۰W	-۳۵	۳۲۵۰ در -۳۰	۳/۸	-
SAE۵W	-۳۰	۳۵۰۰ در -۲۵	۳/۸	-
SAE۱۰W	-۲۵	۳۵۰۰ در -۲۰	۱/۴	-
SAE۱۵W	-۲۰	۳۵۰۰ در -۱۵	۵/۶	-
SAE۲۰W	-۱۵	۴۵۰۰ در -۱۰	۵/۶	-
SAE۲۵W	-۱۰	۶۰۰۰ در -۵	۹/۳	-
SAE۲۰	-	-	۵/۶	۹/۳
SAE۳۰	-	-	۹/۳	۱۲/۵
SAE۴۰	-	-	۱۲/۵	۱۶/۳
SAE۵۰	-	-	۱۶/۳	۲۱/۹

دراین طبقه‌بندی,گرانروی در دو درجه حرارت پایین ۱۸°C- وبالا۱۰۰°C تعیین می‌شود. دامنه تغییرات گرانروی بر اساس این طبقه‌بندی در جدول زیر نشان داده شده است. در این طبقه‌بندی پسوند W پس از هر درجه روغن نشان‌دهنده استفاده از آن روغن در شرایطی است که درجه حرارت محیط پایین است (زمستانی)و درجه‌های بدون W مناسب شرایطی هستند که درجه حرارت محیط پایین نباشد.

روغن های موتورازلحاظ تغییرات گرانروی دردودسته کلی زیر طبقه بندی می شوند:

۱-روغن های تک درجه ایMono Grade

۲-روغن های چنددرجه ای یاچهارفصلMulti Grade

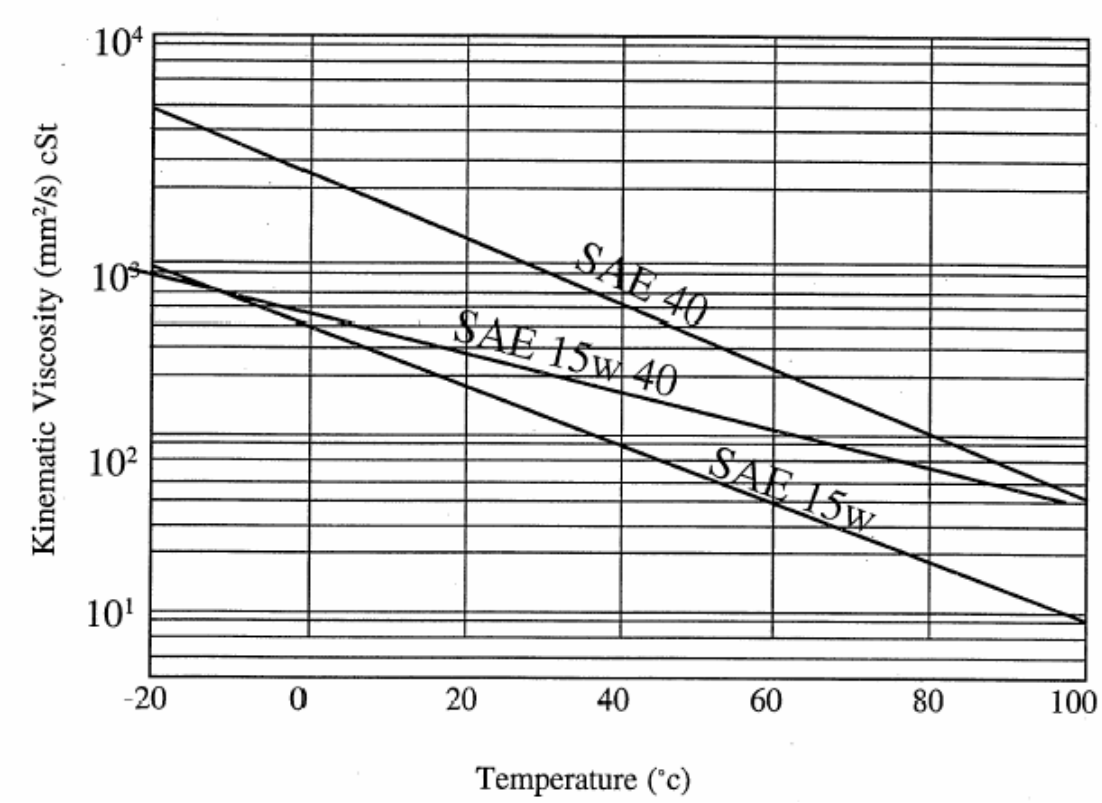
روغن های چنددرجه ایMultigrade

این روغن هابه دلیل داشتن موادافزودنی خاص درسرما(هنگام استارت موتور)مثل روغن های با گرانروی پایین(۱۰و۲۰) عمل می کنندوباگرم شدن موتورگرانروی آنهابه حدگرانروی روغن های با گرانروی بالاتر (۴۰تا۵۰)می رسدبه عبارت دیگرروغن های چنددرجه ای روغن هائی هستندکه بتوانند

دردامنه تقریباوسیعی ازدرجه حرارت بااطمینان مناسب کارکنند.روغن های چنددرجه ای ازمخلوط کردن یک درصدمناسب ازیک روغن باگرانروی کم باپلیمرهای بهبوددهنده شاخص گرانروی Viscosity Index Improver بدست می ایند.

بطورمثال روغن باعلامت SAE10W40دردرجه حرارت های پایین ۱۸°C-مانندروغن SAE10W عمل می کندامادردرجه حرارت ۱۰۰°c مانندیک روغن باگرانروی SAE40 عمل می کند .غالبا توصیه می شودکه از روغن های چنددرجه ای استفاده شود.

درمنحنی های زیررفتارروغن های چنددرجه ای دردرجه حرارت های مختلف باروغن های تک درجه ای مقایسه شده است.



مزایای روغن های چنددرجه ای

۱-امکان استفاده ازیک روغن برای تمام طول سال.

۲-بهترروشن شدن موتوردردرجه حرارت های پایین ورسیدن سریع روغن به قطعات.

۳-راندمان خوب دردرجه حرارت بالا.

٤-کم شدن مصرف سوخت.

۵-گرم شدن سریع روغن وبالارفتن سریع درجه حرارت.

۶-ازآنجائی که حدود۸۰درصدسائیدگی قطعات متحرک موتوردرمرحله استارت رخ می دهد لذا روانکاری قطعات درموقع سردبودن موتور اهمیت زیادی دارد ولازم است که ازروغن های چنددرجه

ای که در سرما دارای گرانروی پایین هستندوبراحتی به تمامی نقاط می رسند,استفاده شود.به عنوان مثال یک روغن بادرجه گرانروی SAE15W40دردرجه حرارت۲۵-درجه سانتیگراد,حدودیک دقیقه و ٤٥ثانیه طول می کشدتافشارش به حدلازم برسدوبطورکامل درسیستم جریان پیداکنددرصورتی که اگر ازیک روغن تک درجه ای SAE30در همان دمااستفاده شودحدودسه دقیقه و۱۵ثانیه طول خواهدکشیدتافشارش به حدلازم برسدکه استفاده ازاین روغن می توانداززمان استارت زدن تابالارفتن فشارروغن وایجادفیلم روغن باعث ایجادسایش گردد.

سازندگان خودروهاوماشین الات صنعتی که معتبرترین منابع برای توصیه روغن مورداستفاده هستندروغن موردنیازبرای دستگاه رادرکاتالوگ های مربوطه ماشین الات هم برحسب ویسکوزیته و هم براساس کارائی برحسب موردکاربردآن نوع متالوژی وطراحی ماشین نوع سوخت مصرفی نوع کارکردو.....معرفی می کنند ولی متاسفانه به دلیل عدم اشنائی مصرف کنندگان روغن به مواردفنی آن صرفا به نام ونشان تبلیغاتی آنها وبیشتراوقات فقط به گرانروی روغن توجه می شودولی به نوع و سطح کیفیت آنهاتوجه نمی شودوباعث مصرف روغن نامناسب و.....می گردد.درصورتی که ویسکوزیته روغن دلیل برخوبی وبدی کیفیت روغن نیست وفقط مصرف کنندگان روغن رادرانتخاب صحیح روغن فقط ازلحاظ ویسکوزیته مناسب کمک می کند.

طبقه بندی روغن هابرحسب گرانروی درسیستم ISO

این طبقه‌بندی با همکاری ASLE, ASTM[1] به وجود آمده است. ابتدا گرانروی‌های تعیین شده به وسیله این سیستم در ۱۰۰°F گزارش می‌شد، ولی پس از مدتی گرانروی در ٤۰°c جانشین گرانروی در ۱۰۰°F گردید (درجه حرارت ٤۰°c استاندارد بین‌المللی می‌باشد)

سازمان بین المللی استانداردباعلامت اختصاریISOروغن های صنعتی رابراساس گرانروی آنهاطبق جدول زیرطبقه بندی کرده است.دراین طبقه بندی محدوده گرانروی هرردیف براساس تفاوت ۱۰درصدنسبت به میانگین گرانروی آن ردیف تعریف شده است وگرانروی روغن دردمای ٤۰درجه سانتیگراداندازه گیری می شود.دراین طبقه بندی عددبعدازISOمبین ویسکوزیته روغن برحسب سانتی استوک دردمای ٤۰درجه سانتیگراداست.بطورمثال ویسکوزیته متوسط روغن بهران ۶۸دردمای ٤۰درجه سانتیگراد۶۸سانتی استوک است.

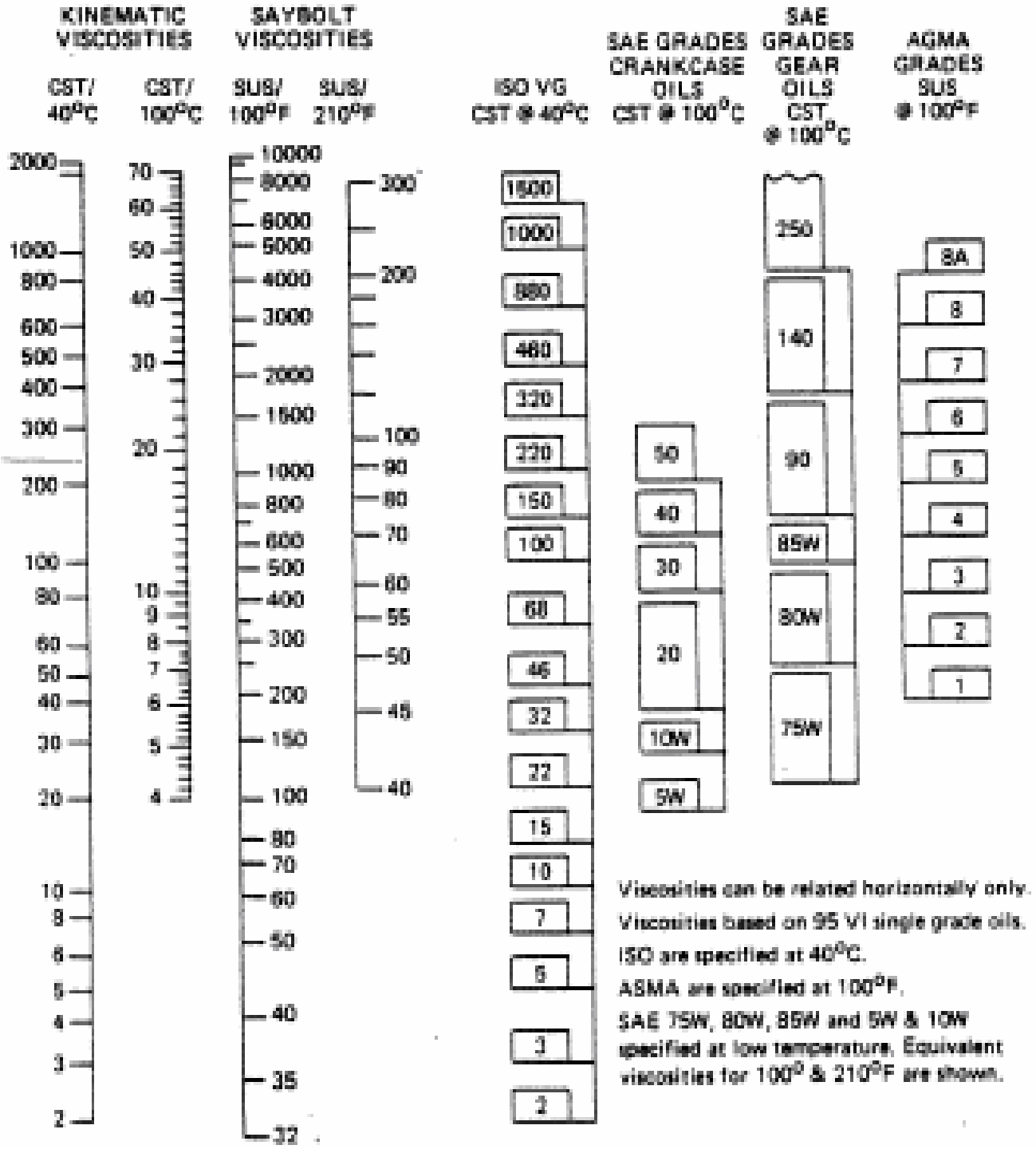
درجدول زیر درجات گرانروی ISO نشان داده شده است.

[1].American Society of Lubrication Engineers

طبقه بندی گرانروی ISO

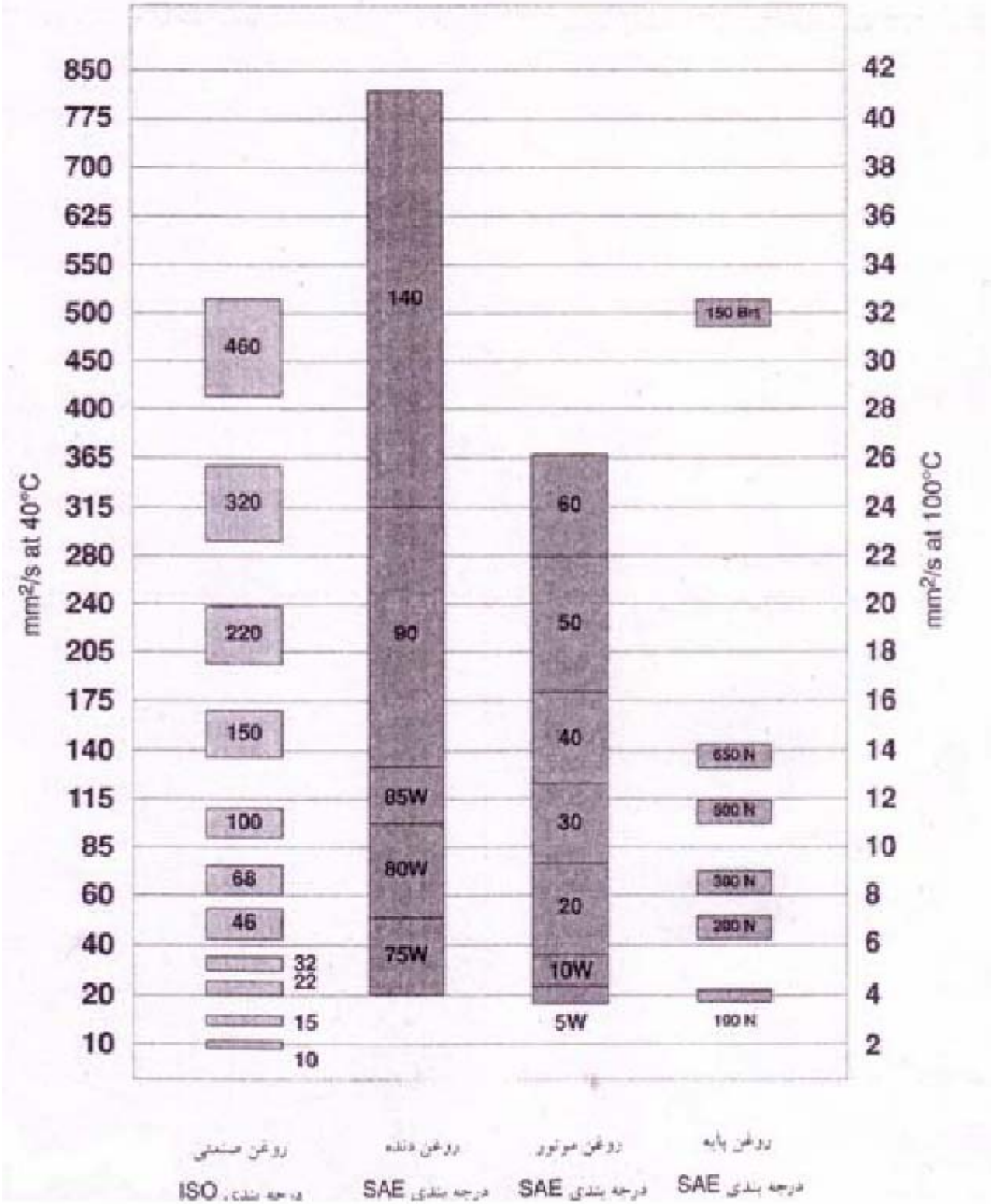
طبقه بندی گرانروی ISO	گرانروی کینماتیک (Cst) در ٤٠ درجه سانتی گراد	
	حداقل	حداکثر
ISO VG۲	۱,۹۸	۲,۴۲
ISO VG۳	۲,۸۸	۳,۵۲
ISO VG۵	۴,۱۴	۵,۰۶
ISO VG۷	۶,۱۲	۷,۴۸
ISO VG۱۰	۹	۱۱
ISO VG۱۵	۱۳,۵	۱۶,۵
ISO VG۲۲	۱۹,۸	۴۲,۲
ISO VG۳۲	۲۸,۸	۳۵,۲
ISO VG۴۶	۴۱,۴	۵۰,۶
ISO VG۶۸	۶۱,۲	۷۴,۸
ISO VG۱۰۰	۹۰	۱۱۰
ISO VG۱۵۰	۱۳۵	۱۶۵
ISO VG۲۲۰	۱۹۸	۲۴۲
ISO VG۳۲۰	۲۸۸	۳۵۲
ISO VG۴۶۰	۴۱۴	۵۰۶
ISO VG۶۸۰	۶۱۲	۷۴۸
ISO VG۱۰۰۰	۹۰۰	۱۱۰۰
ISO VG۱۵۰۰	۱۳۵۰	۱۶۵۰
ISO VG۲۲۰۰	۱۹۸۰	۲۴۲۰
ISO VG۳۲۰۰	۲۸۸۰	۳۵۲۰

درجدول زیر گرانروی روغن هادرسیستم های استانداردمختلف بطورتقریبی باهم مقایسه شده است.


KINEMATIC VISCOSITIES
CST/ 40°C
CST/ 100°C
SAYBOLT VISCOSITIES
SUS/ 100°F
SUS/ 210°F
ISO VG CST @ 40°C
SAE GRADES CRANKCASE OILS CST @ 100°C
SAE GRADES GEAR OILS CST @ 100°C
AGMA GRADES SUS @ 100°F
2000
1000
800
600
500
400
300
200
100
80
60
50
40
30
20
10
8
6
5
4
3
2
70
60
50
40
30
20
10
9
8
7
6
5
4
10000
8000
6000
5000
4000
3000
2000
1500
1000
800
600
500
400
300
200
150
100
80
70
60
50
40
35
32
300
200
100
90
80
70
60
55
50
45
40
1500
1000
680
460
320
220
150
100
68
46
32
22
15
10
7
5
3
2
50
40
30
20
10W
5W
250
140
90
85W
80W
75W
8A
8
7
6
5
4
3
2
1
Viscosities can be related horizontally only.
Viscosities based on 95 VI single grade oils.
ISO are specified at 40°C.
ASMA are specified at 100°F.
SAE 75W, 80W, 85W and 5W & 10W specified at low temperature. Equivalent viscosities for 100° & 210°F are shown.

مقایسه معادل تقریبی درجه گرانروی روغن‌ها

(روغن‌پایه ، موتور ، دنده و صنعتی) در دمای ۴۰°c و ۱۰۰ °c



درجداول زیرنیزطبقه بندی روغن های پایه وبرایت استاک برحسب ویسکوزیته دردماهای ٤٠ و١٠٠درجه سانتیگرادآورده شده است.

BASE STOCKS - APPROXIMATE VISCOSITIES

	NEUTRALS			
	40°C		100°C	
	cSt	SUS	cSt	SUS
70N	13.3	70.8	3.0	37.0
80N	15.6	80.3	3.35	37.3
90N	18.0	89.0	3.4	37.5
100N	21.5	104.0	4.0	39.0
140N	30.7	144.0	4.5	41.0
150N	31.6	148.0	4.9	42.4
160N	33.7	158.0	5.2	43.3
170N	34.0	159.0	5.4	44.0
180N	38.5	181.0	5.7	44.9
200N	44.5	204.0	6.2	46.0
250N	56.1	257.0	6.5	47.0
300N	61.3	285.0	7.0	49.0
315N	70.0	315.0	7.9	52.0
330N	70.9	328.0	8.4	53.7
350N	76.0	358.0	8.8	55.0
400N	86.0	398.6	9.8	58.0
450N	98.0	454.0	10.5	61.0
500N	107.0	496.0	11.0	64.0
600N	130.4	604.0	12.1	66.0
650N	141.0	665.0	13.8	71.0
700N	151.0	668.0	14.0	73.0

	BRIGHTS			
	40°C		100°C	
	cSt	SUS	cSt	SUS
135 Brt	413.2	1875.0	28.6	135.0
145 Brt	523.3	2425.0	30.9	145.0
150 Brt	568.0	2632.0	33.0	155.0
160 Brt	600.0	2800.0	35.2	166.0
175 Brt	654.7	3034.0	36.0	169.7
185 Brt	616.0	2855.0	37.6	177.0
225 Brt	1030.0	4800.0	49.3	229.0

البته روغن های صنعتی دیگرنظیرروغن توربین وروغن های دنده نیزازلحاظ گرانروی در استاندارد های مختلفی طبقه بندی می شوندکه دربخش های بعدی راجع به خواص روش ساخت انواع آنها بحث خواهدشد.

طبقه بندی روغن هابرحسب گرانروی درسیستم Military

این طبقه بندی درارتش امریکاوانگلیس بنیان گذاری شده وکیفیت روغن هاباستانداردهای خاصی مثل: Mil-l-2105Dو Mil-l-46152Bو Mil-H-5606و.....کیفیت های باسطوح دیگربیان می شوند.

درجدول زیرنیزطبقه بندی روغن های موتور برحسب گرانروی آن درسیستم هـای نظـامی باسـطح کیفیتMil-l-2105Dاورده شده است.

MIL-L-2105D SPECIFICATION

	75W	80W - 90	85W - 140
Viscosity at 100°C Min. (cSt) Max. (cSt)	4.1 -	13.5 <24.0	24.0 <41.0
Viscosity of 150,000 cP Max . Temp. °C	-40	-26	-12
Channel Point, Min. °C	-45	-35	-20
Flash Point, Min. °C	150	165	180

طبقه‌بندی روغن ها برحسب سطح کیفیت آنها

طبقه بندی روغن های موردمصرف درماشین الات صنعتی برحسب سطح کیفیت که درواقع مهمتـرین ابزاربرای شناختن ومعرفی کیفیت روغن هااست بسیارگسترده ووسیع است وموسـسات گونـاگونی آن راطبقه بندی کرده اند که ذیلا به شرح بعضی ازآنهاپرداخته می شود:

۱-انجمن نفت امریکاAPI

۲-سازندگان ماشین الاتOriginal Equipment Manufacture

۳-موسسات رسمی دولتی و ارگان های نظامیMilitay

٤-انجمن های علمی بین المللی

باتوجه به مقبولیت طبقه بندی های کـارائیAPIوMilitaryوCCMCاسـتانداردهای دیگرنیزسـعی مـی کنندبه نحوی معادل طبقه بندی های خودراازمراجع فوق الذکرتعیین ومعرفی نمایندکه این باعث شده باوجودتنوع استانداردها شناخت آنها اسان شود.

طبقه بندی روغن هابرحسب کیفیت براساس استاندارد API

به دلیل تعددزیادروغن های صنعتی وبه تبع تنوع آن سطح کیفیت آنها برای هرمحصول درهنگام معرفی وارائه مشخصات آن سطوح کیفیت مربوطه ذکرخواهدشد.درسال ۱۹۷۰انستیتوی نفت امریکا APIانجمن امریکائی آزمایش موادASTMوانجمن مهندسین اتومبیلSAEباهمکاری سازندگان موتور EMAسیستم طبقه بندی کیفیت APIرابرای روغن موتوربوجوداوردند.

درحال حاضرسیستم طبقه بندیAPIدارای ۱۸طبقه بندی کیفی می باشد. ازاین مجموعه۸طبقه با حرف Sمشخص شده اندکه برای موتورهای بنزینی مشخص شده اندو ۱۰طبقه بندی دیگرکه باحرف Cمشخص شده اندبرای استفاده درموتورهای دیزل می باشد.

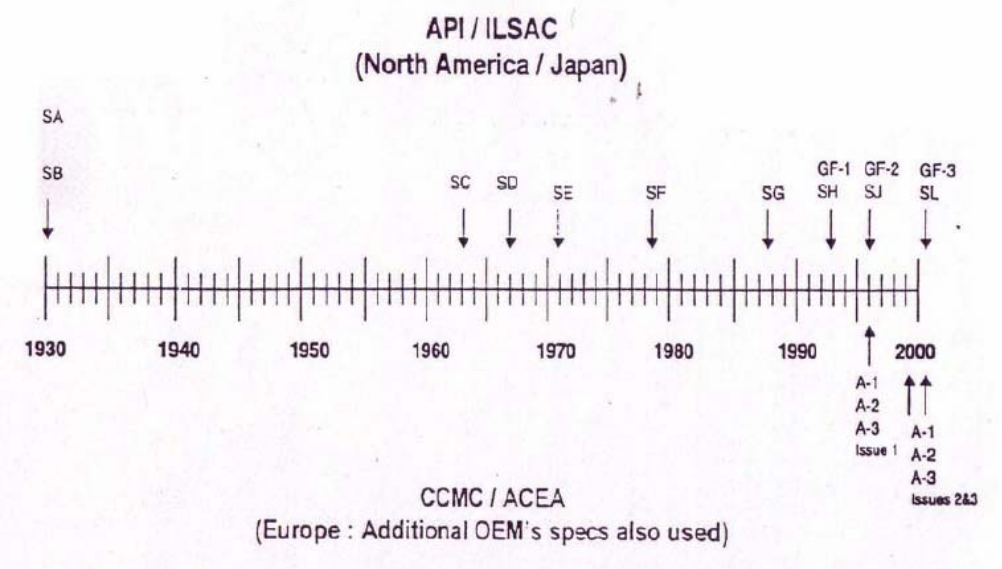
(کیفیت بالاتر ⟵ کیفیت پایین تر)

روغن‌های بنزینی ⟵ SA-SB-SC-SD-SE-SF-SG-SH-SJ

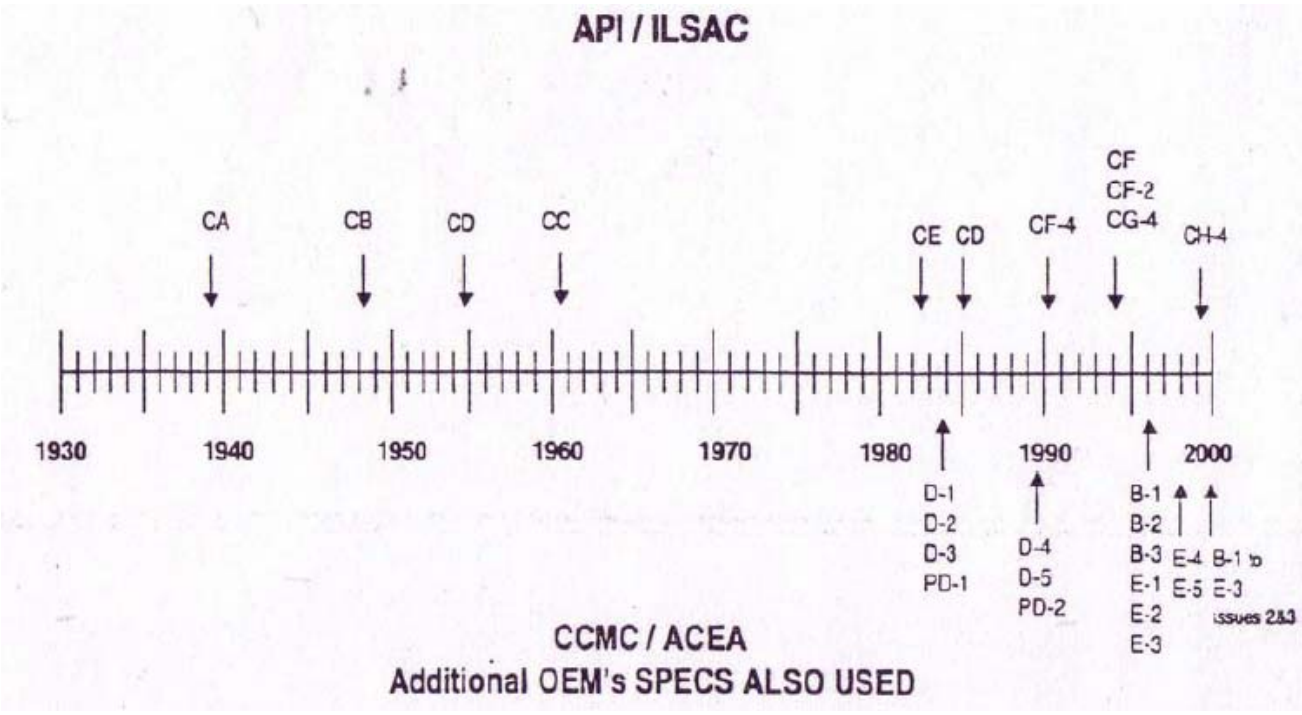
روغن‌های دیزلی ⟵ CA-CB-CC-CD-CE-CF_4-CG-CH_4

همانطورکه ملاحظه می شودهرچه بطرف چپ می رویم سطح کیفیت روغن نیزافزایش پیدامی کند به عبارت دیگرروغن مرغوب تروتوانائی انجام وظایف آن بالاتربیشترمی شود.

درجداول زیرتحولات مشخصه های سطوح کیفیت روغن های موتوراورده شده است همانطور که ملاحظه می شود.سطح کیفیت روغن ها ازسال ۱۹۳۰ تاسال ۲۰۰۰درکشورژاپن وشمال امریکا پایه گذاری شده وروزبه روز بااضافه نمودن موادافزودنی مناسب شرایط روغن بهبودپیداکرده وامکان افزایش بهبودآن نیزدراینده به موازات یاپیش از طراحی وساخت دستگاه هاوماشین الات جدید وجود داردکه دراین جداول جائی برای آنها پیش بینی شده است.شایان ذکراست که دراروپامشخصه های این استانداردهابرای موتورهای بنزینی از جانب CCMC/ACEAوسازندگان اصلی تجهیزات و خودروها تعیین شده است.

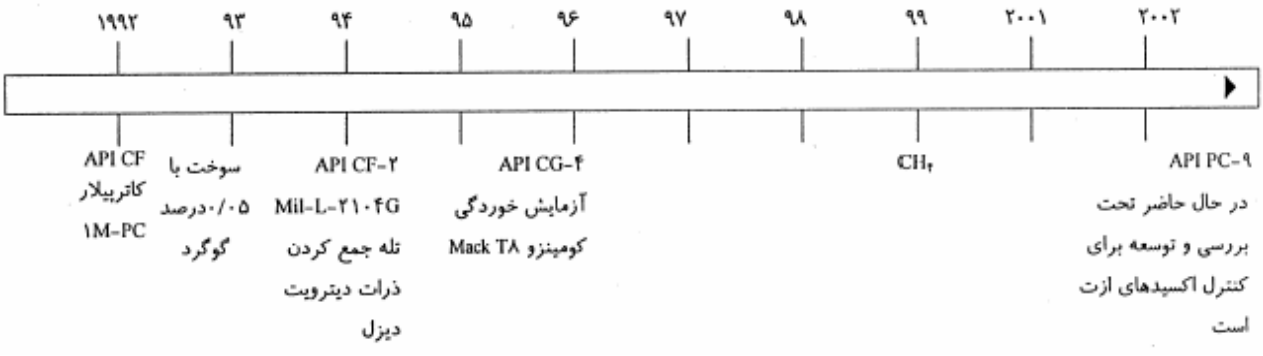


درجدول زیرسطح کیفیت روغن موتور های دیزلی وروندتوسعه آن ازسال۱۹۳۰تاسال۲۰۰۰ازطـرف موسسات نفتی امریکای شمالی وژاپنAPI/ILSAC اورده شده است.



تفاوت سطح کیفیت روغن هابستگی به انـواع مـوادافزودنی داردکـه بـرای متظورهـای مختلـف بـرای بالابردن کیفیت روغن هابه آنهااضافه می شودتابتوانددرشرایط سخت کـاری وظـایف خودرابـاطولانی ترکردن طول عمرقطعات و خود روغن افزایش دهدوباعث کاهش هزینه های تعمیراتی وکاهش توان مصرفی گردد..

روند تغییر سطح مرغوبیت روغن در موتورهای دیزلی با شرایط کارکرد سخت



درجدول زیرروغن های موتور باکیفیت های مختلف ونوع ترکیبات اضافه شده به آنهابرای بـالابردن کیفیت ومقایسه نمودن استاندارد های کیفی آورده شده است

طبقه‌بندی API برای روغن‌های موتور

الف) روغن موتورهای بنزینی

API	توضیحات
SA	روغن پایه
SB	SA + مواد ضدخوردگی و ضداکسیداسیون (۱۹۳۰)
SC	SB + مواد ضدزنگ و ضدسائیدگی + پاک کنندگی (۱۹٦٤ – ۱۹٦۷)
SD	مشابه SC ، دارای مقدار بیشتری از مواد افزودنی (۱۹٦۸ – ۱۹۷۰)
SE	مشابه SD ، دارای مقدار بیشتری از مواد افزودنی (۱۹۷۱ – ۱۹۸۰) معادل MIL-L-46152 A
SF	مشابه SE اما دارای مواد ضداکسیداسیون و ضدسائیدگی بیشتر (۱۹۸۰ – ۱۹۸۹) معادل MIL-L-46152B,C
SG	مشابه SF با دارابودن کیفیتی برتر از آن با مقدار بیشتری از موادافزودنی (۱۹۸۹-۱۹۹۲) معادل MIL-L-46152D,E
SH	مشابه SG تست شده با روش CMA بادارابودن کیفیتی که آزمون‌های آزمایشگاهی متعددی شامل‌آزمون‌فراریت (Noack) و قابلیت فیلترشدن را بخوبی جواب می‌دهد . (۱۹۹۳– ۱۹۹٦)
SJ	مشخصات مشابه SH تست شده با روش CMA با دارابودن کیفیتی برتر که آزمون‌های Gelatin Index, TEOST Homogenity / Miscibility را جواب می‌دهد (۱۹۹٦- ۲۰۰۱)
SL	سطح کیفیت روغن‌های تولید شده در سال ۲۰۰۲ تست شده با روش Acc code برای مصرف طبق خط مش و قابلیت‌های مورد انتظار API و آزمون درجه گرانروی SAE در موتورهای بنزینی مدرن .

درجدول زیرنیزماهیت وموارد‌مصرف روغن موتورهای دیزلی برحسب سطوح مختلف کیفیت آنها راطبق استاندارد انستیتوی نفت امریکاAPIآورده شده است.

ب) روغن موتورهای دیزلی

API	توضیحـــات
CA	روغن مخصوص خودروهای مدل ۱۹٤۰ تا ۱۹۵۰ با سوخت دیزل (سوخت با درصد گوگرد پائین)
CB	روغن مخصوص خودروهای مدل ۱۹٤۹ –۱۹٦۰ با سوخت دیزلی (سوخت حاوی درصد بیشتری از گوگرد) برای شرایط معمولی کار موتور دیزلی
CC	روغن مخصوص خودروهای مدل ۱۹٦۱ برای استفاده در خودروهای دیزلی درشرایط کاری متوسط تا سخت . مطابق با استاندارد MIL-L 2104B
CD	روغن مخصوص خودروهای دیزلی مدل ۱۹۵۵ به بعد . برای استفاده درخودروهای دیزلی با سوخت نامرغوب (درصد گوگرد بالا حدود ۰/۵٪) و شرایط کاری سخت موتورهای دارای سیستم سوپر شارژ و توربوشارژ و موتورهای بنزینی که در شرایط سخت کار می‌کنند مطابق با استاندارد MIL-L 2104C , D
CD-II	روغن‌مخصوص دیزل‌های دو زمانه مدل ۱۹۸۷ این روغن با مشخصات سطح کیفیت CD نیز مطابقت دارد .
CE	روغن مخصوص دیزل‌های مدل ۱۹۸۷ این روغن برای موتور بعضی ازدیزلهای سوپرشارژ و توربوشارژ طراحی شده است که این شرایط سرعت پائین و باربالا و همچنین سرعت بالا ، باربالا کار می‌کنند . مطابق با استاندارد MIL-L 2104E
CF-4	روغن مخصوص دیزل‌های چهار زمانه مدل ۱۹۹۰ که با دور بالا حرکت می‌کنند . قابل استفاده بجای روغن با سطوح کیفیت CE , CD . مطابق با استاندارد MIL-L 2104F
CF	روغن مخصوص دیزل‌های سوپرشارژ و توربوشارژ مدل‌های ۱۹۹٤ . این روغن با کارایی سطح کیفیت CD نیز مطابقت دارد .
CF-2	روغن مخصوص دیزل‌های دوزمانه مدل‌های ۱۹۹٤ با سطح کیفیت CD-II نیز مطابقت دارد .
CG-4	روغن مخصوص دیزل‌های چهارزمانه طراحی ۱۹۹۵ که با دور بالا حرکت می‌کنند این روغن‌ها با سطح کیفیت CF-4, CE, CD نیز مطابقت دارند .
CH-4	روغن مخصوص دیزل‌های چهارزمانه طراحی ۱۹۹۸ که با دور بالا حرکت می‌کنند . این روغن‌ها نیاز سطوح کیفیت CF-4, CG-4 را نیز تامین می‌نمایند .
CI-4	روغن مخصوص موتورهای دیزلی سبک ، متوسط و سنگین با ویژگی کاهش اکسیدهای نیتروژن (NOx) تا حد ۵۰٪ با استفاده از گازهای خروجی خنک شده از اگزوز ، بعنوان جایگزین اکسیژن . این روغن‌ها به منظور مقابله با اسیدهای حاصل از NOx دارای قابلیت قلیائی ذخیره بالاتری هستند .

ارتش امریکاباعلامت اختصاری (Military Lubricant)MIL-Lوشمار هائی که به دنبال آن می ایدوسازندگان خودروی کشورهای بازارمشترک اروپاباعلامت اختصاریCCMCکه بهACEAتبدیل شده است وهمچنین موسسات تعیین استانداردهای بین المللی وموسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی

ایران نیزبطورموازی باسازندگان معتبرخودروهاOEM(Original Equipment Manufacture)در دنیا ازقبیل شرکت,MB,Ford,GM,Toyota,Man,VWو.....استانداردهای ویژه خودرابرای طول عمرودوره های تعویض روغن هامشخص نموده اند.

اخیرانیزبرروی بسته های روغن های موتوردرکنارمشخصه های سطح کیفیتAPIمشخصه های مربوط بهILSAC(International Lubricant Standardization And Approval Committee)ساز مان بین المللی استانداردوتائیدکیفیت روانکارهاست.این سازمان ازسال۱۹۹٤درزمره موسسات بررسی تعریف وتائیدسطوح کیفیت روغن های موتوربنزینی قرارگرفته وبیشترسازندگان خودروهادرکتابچه های جدیدراهنمای خودروان راذکرمی کنندوبرچسب تائیدکیفیتAPIرابرحسب تعاریفILSACنیزبرروی بسته های روغن های موتوربرای انتخاب روغن مشخص می کنند.

تست های ارزیابی وعملکرد روغن ها

کارائی وسطح کیفیت روغن های روان کننده رانمی توان مانندسایرکالاهافقط ازروی نتایج آزمایش های فیزیکی یاشیمیائی پیش بینی کردهمچنین ارزیابی کیفیت آنها درعمل نیز به علت دخالت عوامل متعددیگر مستقیما برای مصرف کننده امکان پذیرنیست. به همین دلیل روش های ازمون مخصوصی توسط ارگان ها انجمن ها وموسسات بین المللی برای کنترل کیفیت روغن های روان کننده بوجودامده است.

انواع آزمون هائی که برای کنترل کیفی روغن هااستفاده می شودرامی توان به پنج دسته تقسیم بندی کرد:

۱-تست های فیزیکی ازطریق اندازه گیری خواص فیزیکی مانندانداره گیری ویسکوزیته, نقطه اشتعال وزن مخصوص, رنگ و.....

۲-تست های شیمیائی (آنالیزشیمیائی)برای مشخص نمودن ترکیبات شیمیائی روغن ازطریق اندازه گیری عناصری مانندگوگردکلرفسفرو.....برای کنترل ساختمان شیمیائی آنها.

۳-تست های فیزیکی شیمیائی برای اندازه گیری عناصرشیمیائی موجوددرروغن ازلحاظ اندازه, نوع و....

٤-تست های رومیزی یاBench Test

دراین تست روغن های روان کننده رادرمعرض شرایطی شبیه شرایط کارواقعی روغن(منتهی باشدت بیشتر)قرارمی دهندوپس ازگذشت زمان مشخصی تغییرات حاصل شده درروغن ونیزاثرات آن برقطعات استانداردموردبررسی قرارمی گیرد.آزمایشاتی نظیر پایداری حرارتی پایداری اکسیداسیون خوردگی زنگ زدگی و.....جز این تست هاهستند. به عبارتی این تست ها حدوسطی هستندبین تست های فیزیکی وشیمیائی وتست های موتوری.

۵-تست های موتوری

برای انجام تست های موتوری پس ازانجام چهارتست اول روغن موردآزمایش درداخل موتورهاویادستگاه های استانداردشده خاصی (برای روغن های صنعتی)ریخته می شودوموتوریادستگاه تحت شرایط ازپیش تعیین شده خاصی درآزمایشگاه بکارمی افتدوپس ازمدت زمان معینی روغن کارکرده دوباره تحت ازمون های فیزیکی وشیمیائی قرارمی گیردونتایج آزمایشات بانتایج حاصل ازتست های روغن کارنکرده مقایسه می شود. کلیه قطعات موتوریادستگاه صنعتی نیزباز می شوندوازلحاظ سائیدگی خوردگی تمیزی و.....موردبررسی قرارمی گیرند.براساس این بررسی هاومقایسه نتایج تست های موتوری ودستگاهی روغن بادرجه بندی های خاص استانداردقبول یاردمی شود.

لازم به توضیح است که اگریک روغن ناشناس موردآزمایشات فیزیکی وشیمیائی قرارگیردونتایج این آزمایشات تصادفامثل نتایج ازمون های مشابه روغن دیگری باشدبه هیچ وجه نمی توان بااطمینان حکم کردکه روغن ناشناس نیزدرتست های موتوری یادستگاهی نیزقبول خواهدشدزیراانواع موادافزودنی ونوع روغن پایه ای که برای ساخت روغن ها مورداستفاده قرارمی گیردآنقدرمتنوع هستندکه عموما نمی توان رابطه ای پایدار, منظم, فراگیروعمومی بین نتایج تست های فیزیکی وآزمایشگاهی وازمون های موتوری پیش بینی کرد.حتی بعضی ازسازنده های دستگاه هاوماشین الات صنعتی نوع ومقداربرخی ازموادافزودنی به روغن های مناسب خودرویادستگاه راجزتوصیه های ضروری قرارمی دهندتافقط روغن موردنظرطراح استفاده شود.ولی علی رغم مواردفوق تست های فیزیکی وشیمیائی ابزاری بسیاربباارزش ونیرومند برای کنترل کیفیت روغن هامی باشد

شاخص های کیفی و تست های آزمایشگاهی روغن

برای ارزیابی روغن ها تحت شرایط واقعی کارشان تست های مکانیکی معینی برای بررسی اثرات خواص گوناگون روغن انجام می شود.این تست هامعمولا درآزمایشگاه هاروی موتورها ودستگاه های استانداردشده بخصوصی تحت شرایط کاملا معین وکنترل شده دردفعات متعددی انجام می شودوپس ازپایان آزمایشات تغییرات خواص روغن واثرات آن برقطعات موتورگیرباکس یاتاقان و.....موردارزیابی قرارمی گیرد.البته تست های موتوری بسیارگران تمام می شوندوبه همین دلیل برای سرعت کنترل یک بارکه یک روغن پایه معینی با موادافزودنی مشخص این تست هاراباچهارمرتبه تکرارباموفقیت می گذرانندمی توان اطمینان حاصل نمودکه روغن باهمان کیفیتی که قبول شده است ساخته شده وبه بازارعرضه می گردد.

با اندازه گیری بعضی از خواص روغن های کارکرده هم می توان تاحدی راجع به آنها اطلاعاتی بدست آورد مثلا بالا رفتن اسیدیتی روغن نشانی از اکسیداسیون آن است که به دلیل کارکرد روغن در دمای

بالا یا در معرض هوا بودن آن بوجودمی ایدو باعث افزایش ویسکوزیته روغن ,تشکیل لجن و رسوبات روی قطعات باعث تیره شدن رنگ روغن می شودکه مبین عملکرد نامناسب روغن درحین کار است . البته روغن باید در حین کار تغییر رنگ و خواص بدهد و روغنی که تغییر خواص ندهد مبین این است که وظایف محوله را بخوبی انجام نمی دهد .

تعدادآزمایش هائی که برای کنترل کیفیت روغن هامورداستفاده قرارمی گیرندخیلی زیاداست که هرکدام از این آزمایش ها درشرایط مخصوصی انجام می شودومحدوده تاثیرات روغن روی قطعات بامعیارهای استاندارد خاصی با شماره آزمایش مشخص شده, که توسط مراجع ذیصلاح بین المللی توصیه گردیده وکلیه شرایط درآن دستورالعمل ذکر شده است انجام می شود.

برای به دست آوردن اطلاعات بیشتر در این زمینه می‌توان به منابع ASTM[2]، ASPPL[3]، BIP[4]، SMTPP[5] و روش آزمایش استاندارد شماره ۷۹۱ ایالات متحده آمریکا و روش‌های مشابه دیگر مراجعه نمود ولی ذیلا به ازمون های مهمی که برای اکثرروغن هابکاربرده می شود به طور مختصر اشاره می‌شود.

تست های فیزیکی وشیمیائی روغن ها

این تست ها شامل مواردزیراست:

۱-تست ویسکوزیته یاگرانروی طبق استاندارد ASTMD445,D2161,D2983,....

۲-تست شاخص گرانروی طبق استانداردASTM D2270

۳-تست رنگ طبق روش استانداردASTM D1500

٤-تست عددخنثی شدن طبق استانداردASTM D974,D664,D2896

۵-تست قابلیت جداشدن اب ازروغن طبق استاندارد ASTM D95,D1744,D1533,....

۶-تست وزن مخصوص طبق روش استانداردASTM D941,D1217,D1298

۷-تست نقطه اشتعال ونقطه احتراق طبق روش استانداردASTM D92,D93,D1310

۸-تست نقطه ریزش ونقطه ابری شدن طبق روش استانداردASTM D2500

۹-تست نقطه آنیلین طبق روش استانداردASTM D611

۱۰-تست خاکسترشدن طبق روش استانداردASTM D482,D847

۱۱-تست عددصابونی طبق روش استانداردASTM D94,D939

۱۲-تست باقیمانده کربنی طبق روش استاندارد ASTM D189,D524

۱۳-تست عناصرشیمیائی موجوددرروغن

---

[2]. American Society for testing & Materials

[3]. Annual standards for petroleum products & Lubricants

British Institute of petroleum.[4]

[5]. Ssandard Method For Testing petroleum & Products

۱٤-تست خوردگی مس طبق روش استاندارد ASTM D130,D1275

۱۵-تست پایداری دربرابراکسیداسیون طبق روش استاندارد....,ASTM D943,D2272

۱۶-تست تمایل به ایجادکف طبق روش استاندارد ASTM D892,D3519,D3601

۱۷-تست ضریب شکست طبق روش استانداردASTM D1218,D1747

۱۸-تست کشش سطحی طبق روش استاندارد ASTM D971,D2285

۱۹-تست خاصیت امولسیون ودمولسیون طبق روش استانداردASTM D1401,D2711

۲۰-تست قدرت عایق بودن طبق روش استانداردASTM D877,D1816

۲۱-تست رقیق شدن روغن طبق روش استانداردASTM D3525,D3607

۲۲-تست ممانعت اززنگ زدن طبق روش استانداردASTM D665

وآزمایشات متعددیگرکه که با گرفتن نمونه های متعددروغن طبق روش های خاصی انجام می شود که تعدادی ازآنهاقبلا بیان شده و ذیلا به شرح تعدادیگری از آنهاپرداخته می شود.

آزمایش پایداری روغن در برابر اکسیداسیون

روغن خوب باید در مقابل اکسیداسیون در مجاورت هوا و در درجه حرارت بالا مقاوم باشد. اکسیداسیون باعث از بین رفتن روغن و بالا رفتن گرانروی و اضافه شدن مواد لجنی خوردگی و فساد روغن نیز می‌شود..

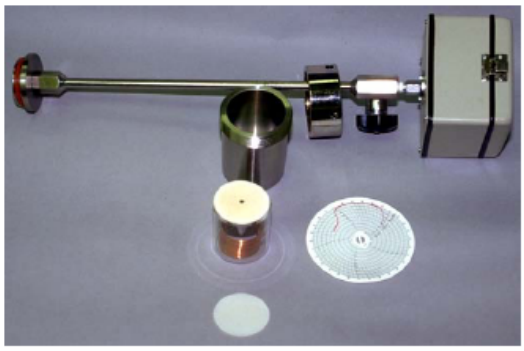
روش‌های متعددی برای ارزیابی مقاومت روغن در برابر اکسیداسیون مورد استفاده قرار می گیرد. در این روش‌ها معمولاً زمانی که طول می‌کشد تا گرانروی روغن به مقدار قابل توجهی افزایش یابد و یا عدد اسیدی روغن تا حد معینی افزایش یابد، به عنوان نتیجه آزمایش مقاومت در برابر اکسیداسیون، گزارش می‌شود.

برای آزمایش روغن توربین ها ازروش IP280استفاده می شود.دراین روش ابتدابه نمونه روغن کاتالیست مس واهن(بصورت مایع)افزوده می شودوسپس ازداخل نمونه جریان اکسیژن عبورداده می شود.درجه حرارت نمونه درطول آزمایش برابر۱۲۰درجه ومدت آزمایش۱۶٤ساعت است درطول آزمایش اسیدهای تبخیرشده که دراثراکسیداسیون بوجودآمده اند دریک لوله جذب کننده جذب می شوند.درپایان آزمایش بااندازه گیری عدداسیدی نمونه روغن وماده جذب کننده وترکیب این دومقدار,عدداسیدی کل بدست می اید.همچنین مقدارلجن نیزبرحسب درصدوزنی تعیین می شود.ازترکیب عدداسیدی ومقدارلجن کل محصولات اکسیدشده بدست می آید.

Rotating Pressure Vessel Oxidation Test - RPVOT (ASTM D 2272)

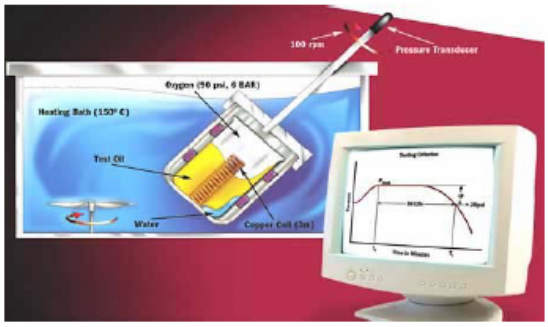
Conditions

- Oil at 150°C + oxygen at 620 kPa (90 psi)
  + water
  + metal (Cu)



Report

- Time (minutes) to achieve pressure drop of 175 kPa (25 psi)



سرعت واکنش اکسیداسیون به وسیله افزایش درجه حرارت، وجود آب، اسیدها و کاتالیزورهای فلزی زیاد می شود. همچنین سرعت اکسیداسیون، با گذشت زمان نیز افزایش می یابد. درجه حرارت های بالا موجب کاهش طول عمر کارکرد روغن می شود. اکسید شدن روغن، باعث افزایش گرانروی و تولید رسوب در سیستم می شود.

سرعت اکسیداسیون به کیفیت و نوع روغن پایه و مواد افزودنی به کار برده شده بستگی دارد. بعضی از روغن های سینتتیک، مانند پلی آلفااولفین‌ها PAO، نسبت به روغن های پایه معدنی، دارای پایداری بهتری در برابر اکسیداسیون می باشند. به همین دلیل، وقتی درجه حرارت عملکرد بالا باشد، بهتر است از روغن های سینتیک استفاده شود. به طور کلی اکسیداسیون، طول عمر کارکرد روغن را تا نصف کاهش می دهدوبرای هر ۱۰C افزایش درجه حرارت(دردمای بالاتر از ۶۰C) سرعت اکسیداسیون دو برابر می شود.

درباره پایداری در برابر اکسیداسیون روغن های پایه معدنی که توسط روش های مختلف پالایش بدست می آیند، بحث های مختلفی وجود دارد, عده ای معتقدند روغن پایه هایی که به وسیله روش هایدروکراکینگ به دست می آیند، دارای پایداری بیشتری در برابر اکسیداسیون هستند و همچنین مقاومت حرارتی بهتری نسبت به روغن هایی که به وسیله روش حلال تولید شده اند، دارندوعده دیگری ،معتقدند از آن جایی که در روش هایدروکراکینگ کلیه ترکیبات غیرمفید از روغن حذف می

شوند در نتیجه روغن به طور اتوماتیک تمایل کمتری نسبت به ایجاد رسوب و نهایتاً پایداری بهتری نیز در برابر اکسیداسیون پیدامی کند.

درصورتی که حذف بعضی از موادی که به عنوان غیرمفید در نظر گرفته شده اند، می‌توانند نقش بسیار مهمی در کیفیت روغن داشته باشدو حذف آنهانیز از روغن تأثیرات بسیار بدی روی کیفیت روغن ایجاد می‌کند.

ازآن‌جایی که مواد افزودنی ضداکسیداسیون در اثر کارکرد تجزیه شده و از بین می‌روند، درنتیجه اکسیداسیون بعضی از روغن‌هایی که توسط روش‌هایدروکراکینگ به دست آمده‌اند، می‌توانند خیلی سریع اتفاق بیفتد.

روغن‌پایه‌هایی که به‌وسیله روش‌هایدروکرکینگ با شرایط سخت به‌دست آمده‌اند، دارای حلالیت کمی برای مواد افزودنی می‌باشند, در نتیجه اگر فرمولاسیون مناسب نباشد، ممکن است مواد افزودنی به کار برده شده در آنها، پس از مدتی از روغن جدا شده و نهایتاً رسوب کنند.

اکسیداسیون ونیتراسیون روغن هاتوسط آزمایش IRقابل بررسی است دراین آزمایش نورمادون قرمزازداخل نمونه روغن عبورداده می شودبااندازه گیری مقدارنورجذب شده(جذب درسانتیمتر) توسط روغن اکسیداسیون ونیتراسیون روغن اندازه گیری می شود.

عدد خنثی شدن Neutralization Number

عددخنثائی, شاخصی است برای میزان اسیدی بودن روغن وافزایش ناگهانی آن مبین اکسیده شدن روغن در اثرالوده شدن روغن بایک ماده خارجی درحین کاراست. در عملیات تصفیه روغن با اسید (برای روغن های تصفیه شده) لازم است که باقیمانده اسید در روغن خنثی شود. تا بحال روش‌های مختلفی جهت اندازه‌گیری مقدار اسید موجود در روغن پیشنهاد شده است. در این روش‌ها اسید موجود در روغن را به وسیله خنثی کردن آن با یک باز اندازه می‌گیرند. مقدار اسید موجود در روغن برحسب میلیگرم بازی که برای خنثی کردن اسید موجود در یک گرم روغن مصرف شده است بیان می‌شود. به مقدار باز مصرف شده، عدد خنثی شدن می‌گویند.

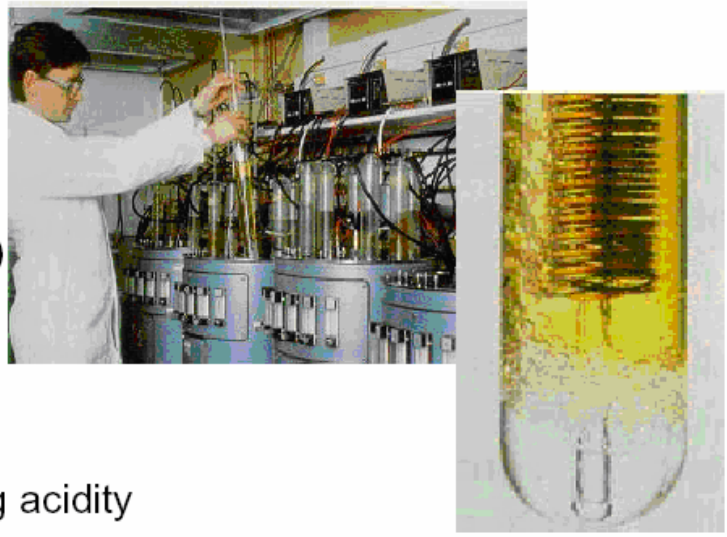
بیشتر محصولات حاصل از اکسیداسیون, هیدروکربورهای نفتنی،و اسیدهای آلی هستندو وقتی یک روغن تحت شرایط درجه حرارت بالا کار کند قسمتی از آن اکسید شده و تبدیل به اسیدهای آلی می‌شود. با اندازه‌گیری اسید موجود در روغن، می‌توان پیشرفت اکسیداسیون در روغن را مورد مطالعه قرار داد. بررسی پیشرفت اکسیداسیون کاربردهای زیادی در روغن توربین‌های بخار و روغن‌های عایق (مثل روغن ترانسفورمر) دارد. خیلی از مواد افزودنی که امروزه در روغن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، بسته به ساختمان شیمیایی آنها، ممکن است روغن را اسیدی یا بازی و یا, هم اسیدی و هم بازی نمایند. مورد اخیر وقتی اتفاق می‌افتد که ماده افزودنی مورد مصرف هم دارای

اسیدهای ضعیف و هم بازهای ضعیف باشد و چون هم اسید و هم باز ضعیف هستند، نمی‌توانند در روغن با یکدیگر وارد واکنش شوندو در نتیجه یکدیگر را خنثی نمی‌کنند. ولی اگر اسید یا باز قوی به روغن اضافه شود می‌تواند با باز یا اسید ضعیف موجود در روغن وارد واکنش شود.

هنگام اندازه‌گیری عدد اسیدی بعضی از مواد افزودنی موجود در روغن به وسیله یک باز، با آن وارد واکنش شده و در نتیجه عدد اسیدی که به دست می‌آید، بیشتر از عدد اسیدی واقعی روغن خواهدشد در نتیجه اندازه‌گیری عدد اسیدی روغن‌هایی که دارای این‌گونه مواد افزودنی می‌باشند اهمیت چندانی ندارد.

Conditions

- Duration oil dependent
- Oil at 95°C + oxygen
  + water
  + metals (Cu, Fe)



Report

- Time to reach 2.0 mg KOH/g acidity

عدد خنثی شدن بر حسب میلی گرم اسید یا بازی KOH , HCL که برای خنثی کردن یک مقدار مشخص از نمونه روغن مصرف می شود، گزارش می گردد. وقتی که از یک باز برای خنثی کردن خاصیت اسیدی روغن استفاده شود، نتیجه به وسیله عدد اسیدی کل Total Acid Number یا TAN بیان می شودکه برابر است با مقدار هیدروکسید پتاسیم KOH مصرف شده برای خنثی کردن نمونه روغن، بر حسب میلی گرم. برای مشخص کردن خاصیت قلیایی روغن از اسیدکلریدریک و یا پرکلریک HCLO4 استفاده می شود و نتیجه آن با عدد بازی کلی Total Base Number یا به اختصار TBN نشان داده می شود.برای یکنواختی گزارش ها، عدد بازی کل را بر حسب میلی گرم KOH معادل مقدار اسیدی که برای خنثی کردن خاصیت قلیایی روغن مصرف شده است، گزارش می کنند.

برای روغن های تازه، این اعداد یکنواختی کیفیت محصول را نشان می دهند. ولی در روغن های کار کرده، ممکن است این اعداد بیان کننده مقدار خراب شدن روغن باشد. به طور کلی افزایش عدد اسیدی و یا کاهش عدد بازی روغن، نشان دهنده‌ی اکسیداسیون روغن و از بین رفتن کیفیت مواد افزودنی موجود در آن می باشد. بطورمثال حداقل TBN روغن موتوردیزلی باید ۱۰ باشد.

برای یک روغن ممکن است هم عدد بازی و هم عدد اسیدی گزارش شود (اسیدها و بازهای موجود در روغن خیلی ضعیف هستند و قادر به خنثی کردن یکدیگر نمی باشند)عددهای اسیدی و بازی به وسیله یکی از روش های استاندارد ASTM :D ۶۶۴ و D ۹۷٤ و D ۲۸۹۶ و D ٤۷۳۹ اندازه گیری می شود. ولی دقیق ترین روش آزمایش برای اندازه گیری عدد بازی، روش ASTM D ۲۸۹۶ می باشد.

بیشتر مواد افزودنی که امروزه در روغن‌های موتور مورد استفاده قرار می‌گیرند دارای خاصیت بازی می‌باشند. این خاصیت باعث خنثی کردن اسیدهای حاصل از احتراق در موتور می‌شود. در نتیجه این عمل، عدد بازی روغن به مرور کم می‌شودو سرعت کم شدن عدد بازی نشان دهنده مدتی است که می‌توان از روغن استفاده کرد. پس از رسیدن عدد بازی روغن به حد مشخصی، دیگر استفاده از آن روغن جایز نمی‌باشد و روغن بایدتعویض شود.

تست خاکستر سولفاته

خاکستر سولفاته یک روغن درصد خاکستری است که پس ازسوختن روغن بجا می ماند.روش آزمایش به این صورت است که پس از این‌که مقدار مشخصی روغن سوزانده شد روی موادباقیمانده حاصل از سوختن روغن اسیدسولفوریک اضافه می شود و سپس این مخلوط مجدداً سوزانده می شود تا در صد خاکسترسولفاته روغن به دست آید. به وسیله این آزمایش می‌توان مقدار مواد غیرقابل احتراق و مواد قابل احتراق در روغن (معمولاً عناصر فلزی) را اندازه‌گیری نمود.

روغن‌های نو بدون ماده افزودنی دارای خاکستر سولفاته نمی‌باشند. خیلی از مواد افزودنی که در روغن‌های موتور مورد استفاده قرار می‌گیرند، دارای عناصر فلزی بوده و در نتیجه روغن‌های ساخته شده با این مواد دارای خاکستر سولفاته خواهند بود. در هنگام ساخت مواد افزودنی، اندازه‌گیری خاکستر سولفاته وسیله مناسبی جهت تشخیص صحت انجام کامل واکنش می‌باشد. این آزمایش تمام عناصر فلزی را با هم در یک باقیمانده به صورت ترکیب سولفاته جمع‌آوری می‌کند و اگر بخواهیم مقدار هر عنصر را به تنهایی به دست بیاوریم، باید آزمایشات دیگری بر روی این خاکستر انجام شود.

امروزه بسیاری از کارخانجات سازنده ماشین یک مقدار حداکثر برای ,خاکستر سولفاته روغنی که درماشین ساخت آنها باید مصرف شود، معین کرده‌اند. زیرا اعتقاد بر این است که اگر سازندگان مواد افزودنی برای بالا بردن کیفیت محصول خود مقدار زیادی عناصر فلزی در ساختمان شیمیایی ماده افزودنی خود به کار ببرند، این امر مشکلات زیادی رامی تواند بوجودمی اورد، بنابراین حداکثر مقدار خاکستر سولفاته برای روغن ها باید تعیین شود.

افزایش خاکستر سولفاته در روغن کار کرده معمولاً نشان دهنده آلـوده شـدن روغـن ,بـه مـوادی از قبیل گردوخاک، براده‌های تشکیل شده در اثر سائیدگی و احتمالاً نمک‌های سرب (که از سرب موجـود در بنزین به وجود می‌آیند) می‌باشد.

تست باقیمانده کربنی Carbon Deposit

باقیمانده کربنی، مقدار رسوب باقیمانده (برحسب درصد وزنی) یک روغن پس از تبخیر و پیرولیز آن تحت شرایط استاندارد می‌باشد. روغن‌های به دست آمده از نفت خام‌هـای مختلـف، دارای باقیمانـده کربنی متفاوت می‌باشند. هرچه گرانروی روغن بیشتر باشـد مقـدار باقیمانـده کربنـی آن نیـز بیـشتر خواهد بود.

کربن یکی از اجزاءِ اصلی ترکیبات شیمیایی نفتی می‌باشد. یک ماده آلی ممکن است در درجـه حـرارت بالا و در غیاب اکسیژن تجزیه شود و عنصر کربن آزاد کند. اغلب روغن‌هـا در تحـت شـرایط عملیـات ممکن است در معرض درجه حرارت بالا و عدم وجود اکسیژن قرار گیرند در نتیجه امکان دارد روغـن به کربن تجزیه و ته نشین شود در موتورهای درون‌سوز امکان تجزیه‌شدن روغن زیاد اسـت. تـشکیل کربن بالای سیلندر روی پیستون و یا سوپاپ‌ها ,باعث زیان های قابل ملاحظه‌ای می‌شود. بـدین جهـت لازم است که مقدار و نوع کربنی که ته‌نشین می‌شود شناخته شود. آزمایش رسوبات نشان نمـی‌دهنـد که مقداری از فلز زنگ‌زدگی توأم با گرد و خاک و سایر ناخـالص‌هـای هـوا از جملـه مـواد تـه‌نـشینی هستند وتمام رسوبات روغن از تجزیه شدن آن حاصل نمی‌شود.

مقدارکربن موجوددر روغن نفت خام اسفالتی کمتر از کربن نفت خـام پارافینـک اسـت و ایـن تفـاوت کربن ربطی به درجه تصفیه روغن خام ندارد بلکه بـستگی بـه سـاختمان شـیمیائی هیـدرو کـربن‌هـای سازنده روغن دارد. نوع کربنی که از روغن‌های مختلف تشکیل می‌شود, متفاوت است. کربنـی کـه از روغن پارافینک بدست می‌آید دارای کریستال‌های سخت و آنچه از روغن‌هائی که از نفت خام اسفالتی بدست می‌آیددارای کریستال های نرم می‌باشند. هرچه گرانروی و نقطه اشـتعال روغـن بـالاتر باشـد تعداد کربن‌ها در یک ملکول بیشتر خواهد شد.

در یک موتور معمولی مقداری از روغن از طریق رینگ های پیستون داخل سیلندر نشت و تولید کربن می کند تفاوت تشکیل کربن در موقعی که روغن‌های مختلف مصرف می‌شود ناچیز است.

بطور کلی روغن‌ها دارای گرانروی مختلفی در درجه حرارت های مختلف هستند. روغنی که گرانروی کمتری دارد مقدار بیشتری از آن به داخل سیلندر نشت می کند و نتیجتا مقدار تشکیل کـربن تـشدید می‌شود.

در حال حاضر باقیمانده کربنی (از طرف سازندگان روغن) فقط برای روغن پایه یعنی روغن بدون ماده افزودنی تعیین می‌شودو باقیمانده کربنی تعیین شده، نشان دهنده کیفیت تصفیه روغن می‌باشد و همان‌طور که قبلاً گفته شد هرچه کیفیت تصفیه بهتر باشد، باقیمانده کربنی آن کمتر خواهد بود.

تست پایداری روغن دربرابر کف

کف کردن، نتیجه آزاد شدن حباب‌های هوا در سطح روغن است. ایجاد کف در روغن می‌تواندباعث عدم روانکاری, سررفتن روغن, عدم انتقال نیرو(درروغن های هیدرولیک),محبوس نگه داشتن هوادرسطح روغن وکمک به تسریع اکسیداسیون روغن و.....شود,که این مشکلات ممکن است نهایتاً منجر به صدمه زدن به ماشین وقطعات آن گردد. کف کردن مربوط به گرانروی و کشش سطحی روغن و همچنین مواد افزودنی موجود در روغن است.باتوجه به شرایط کارمکانیکی, کارقطعاتی که روغن باآنهاتماس داردوشدت ایجاد چرخش(توربولانس)ممکن است هواباروغن مخلوط شودوایجادکف نماید.وجودموادفعال سطحی مثل موادافزودنی ضدزنگ پاک کننده وموادناشی ازاکسیداسیون گردوخاک و.....به ویژه درحضوراب به ایجادکف پایدارکمک می کنند.

به طور کلی، روغن‌های پایه معدنی که ماده افزودنی به آن‌ها اضافه نشده است، تمایل بیشتری به کف کردن دارند.تست پایداری یک روغن دربرابرکف، به وسیله‌ی دمیدن هوا به داخل روغن بافشاروفلوی مشخص ,در یک زمان و درجه حرارت معین اندازه‌گیری می‌شود. حجم کف بلافاصله پس از زمان هوادهی اندازه‌گیری می‌شود و پس از یک زمان ده دقیقه‌ای (پس از قطع جریان هوا)، مجدداً مقدار کف اندازه‌گیری شده و هر دو عدد گزارش می‌گردد. عدد اول به عنوان تمایل به کف و عدد دوم به عنوان پایداری کف می‌باشد.

- Foaming tested by foam sequence I, II, III, ASTM D892 (IP 146)
200 ml of oil at 24 C is blown with air at a constant rate for 5 mins, then allowed to settle for 10 mins. The volume of foam is measured at the end of both times (values called tendency and stability respectively). The test is repeated on a second sample at 93.5 C, & then, after collapsing the foam, at 24 C.

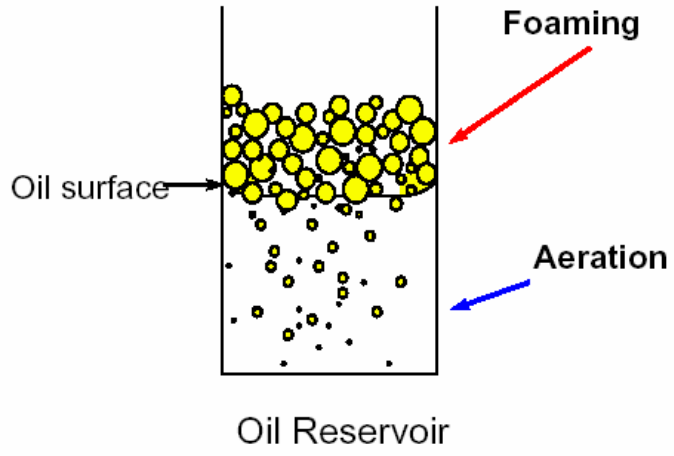
پایداری کف، پس از ده دقیقه، یکی از مهمترین نتایجی است که نشان دهنده, رها شدن سریع هوا از سطح روغن می‌باشد. برای اکثر روغن‌ها، حجم کف باقیمانده باید صفر باشد. وجود کف پس از پایان ده دقیقه، نشان دهنده این موضوع است که روغن می‌تواند مشکلاتی را در ماشین ایجاد نماید. روش استاندارد اندازه‌گیری کف، روشTM D-۸۹۲ می‌باشد.

Conditions

Compressed air is blown through the oil, which has been heated to 25, 50, or 75 C.

Report

Time is measured in minutes to a reduction of entrained gas to 0.2%.



تست خوردگی مس

برای ارزیابی قدرت خورندگی روغن ازورقه‌های مسی و آلیاژهای مس استفاده می شود. روغن‌های پایه بدون مواد افزودنی روی مس و آلیاژهای مسی تاثیری ندارند. ولی بعضی از مواد افزودنی، مثل بعضی از مواد افزودنی فشارپذیر EP، خصوصاً آن‌هایی که دارای گوگرد هستند، نسبت به مس و آلیاژهای مسی خورنده می‌باشند. آزمایش استاندارد برای ارزیابی قدرت خورندگی ورقه‌های مسی و آلیاژهای مس، روش ASTM D-130 می‌باشد. بر اساس این روش، ورقه‌های استاندارد مس برای مدتی درون روغن قرار می‌گیرند وسپس اثرات خوردگی روغن روی این ورقه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

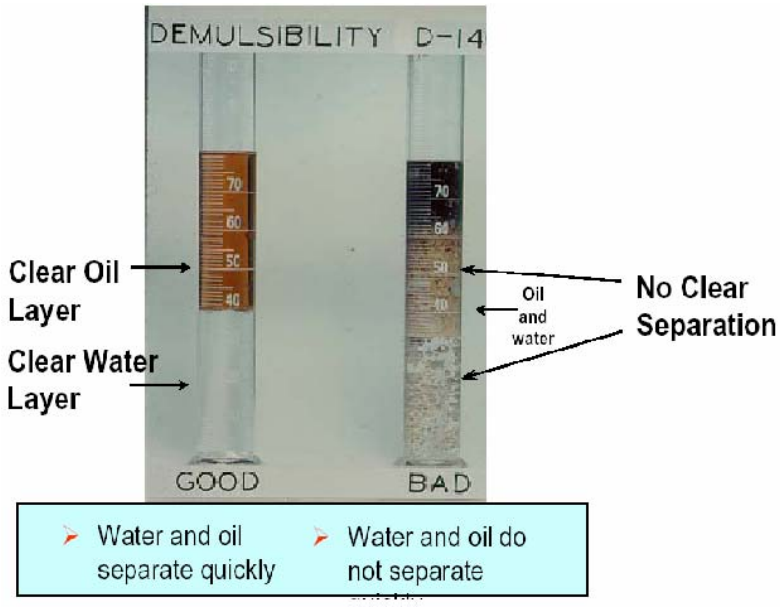
این آزمایش نباید با آزمایش‌های زنگ‌زدگی و خوردگی اشتباه گرفته شود، زیرادر آزمایشات زنگ زدگی از آلودگی‌های دیگر آب در روغن نیز استفاده می‌شود، در حالی‌که در آزمایش خوردگی مس، صرفاً از روغن استفاده می‌شود.

آزمایش قابلیت جداشدن آب ازروغن

دمولسی بیلیتی Demolsibilityیک روغن، نشان‌دهنده توانایی یک روغن نسبت به جدا شدن از آب می‌باشد. این خاصیت در محصولاتی مثل روغن توربین که در تماس با بخار آب قرار دارند، از خواص بسیار مهم آن می‌باشد. اگر آب به سرعت از روغن جدا نشود، منجر به زنگ‌زدگی سطوح فلزی و افزایش سرعت اکسید اسیون روغن می‌شود. علاوه بر روغن توربین، در روان‌کننده‌های دیگری نیزمثل روغن موتور،هیدرولیک کمپرسور، دنده، ماشین‌های کاغذسازی و روغن‌های ایزولاسیون خاصیت جداشدن از آب، از خواص بسیار مهم برای روغن است ودرصورت ایجادامولسیون پایدارمنجربه تولیدلجن درسیستم خواهدشد.تجمع لجن درلوله ها,کولرهاومسیرهای روغن ممکن است ازگردش روغن درسیستم جلوگیری کندوباعث بالارفتن درجه حرارت روغن ویاتاقان هاشودوهمچنین می تواندتاثرات نامطلوبی نیزروی کارکرد شیرهاوگاورنرهاداشته باشدوباعث عملکردنامناسب کلی سیستم شود . برخلاف موارد فوق، محصولاتی مانند روغن‌های فلز کاری (روغن صابون)نیاز دارند که به خوبی با آب امولسیون تشکیل دهند تا آب و روغن از یکدیگر جدا نشوند.

نکته قابل توجه این که روغن های توربین ونظایرآن نبایدبا روغن هائی که شامل موادقلیایی وامولسیفایرطبیعی هستند(مثل روغن موتور)مخلوط شوندزیرادرآن صورت اب مخلوط شده احتمالا ازآنهاجدانخواهدشد.

برای اندازه گیری خاصیت جداپذیری اب ازروغن برای روغن توربین های بخار40mlاب وروغن (به اندازه مساوی)دردرجه حرارت آزمایش باهم مخلوط می شوندوبه مدت ۵دقیقه هم زده می شوندسپس درصداب موجوددرروغن, درصداب ودرصدامولسیون باقیمانده, اندازه گیری وگزارش می شوند.



- ASTM D 1401
- 40 ml oil, 40 ml water at 54 °C
- reported as time to £ 3 ml emulsion (nearest 5 min)
- 40 - 40 - 0 (5 min)

برای اندازه گیری عددجداشدن اب ازروغن برای روغن توربین های بخارااستفاده ازروش IP19روغن تا۹۰درجه گرم می شودوبافرستادن بخارخشک به داخل آن امولسیون تشکیل می شودوامولسیون تشکیل شده را دریک حمام روغن قرارمی دهند,مدت زمانی که طول می کشد(برحسب ثانیه)تاروغن ازاب جداشودبه عنوان عددجداشدن گزارش می شود.ازاین روش برای روغن هائی که سرعت جداشدن آنهاازاب زیاداست استفاده می شود.

تست های موتوری ودستگاهی روغن

ازاین تست ها برای قابلیت تحمل باروخواص سائیدگی روغن ها استفاده می شود.زیرابرای اجزائی ازماشین الات که درمعرض بارهای زیادقرارمی گیرندروغن بایدقادرباشدباضخامتی مناسب بین دوسطح قرارگیردوازتماس فلزبه فلز وسائیدگی جلوگیری کندکه برای چنین کاربردهائی روغن بایددارای موادافزودنی کاهش دهنده اثرفشارزیادExterm Pressureباشدتابتواندباایجادفیلم روغن ازتماس قطعات ممانعت نماید.

برای تعیین خواص فوق الذکرروغن ها,تعدادزیادی آزمایشRig Testوجوددارد که همگی آنهادردستگاه هاوموتورهای آزمایشگاهی انجام می شودکه دراین مقوله فقط به تعدادی ازآنهااشاره می شودوعلاقه مندان می توانندبرای کسب اطلاعات بیشتربه روش های تست مربوطه درکتاب هایASTMمراجعه نمایند.

آزمایشات موتوری رامی توان درگروه های زیرطبقه بندی کرد:

۱-آزمایشات مقاومت روغن دربرابراکسیداسیون وخوردگی یاتاقان ها.

۲- آزمایش روغن دربرابرسایش.

۳- آزمایش توانائی تحمل بارروغن.

٤- آزمایش ارزیابی روغن درمقابل خوردگی وزنگ زدگی.

٥- آزمایش ارزیابی روغن دردرجه حرارت های پایین.

البته موتورهاوماشین های متعددی برای تست این خاصیت روغن هاساخته شده است که نتایج تست روغن بااین دستگاه هامی تواند,وضعیت واقعی روغن, کارروغن وتطابق یاعدم تطابق کیفیت روغن باسطح کیفیت موردنیازرامشخص می کند.

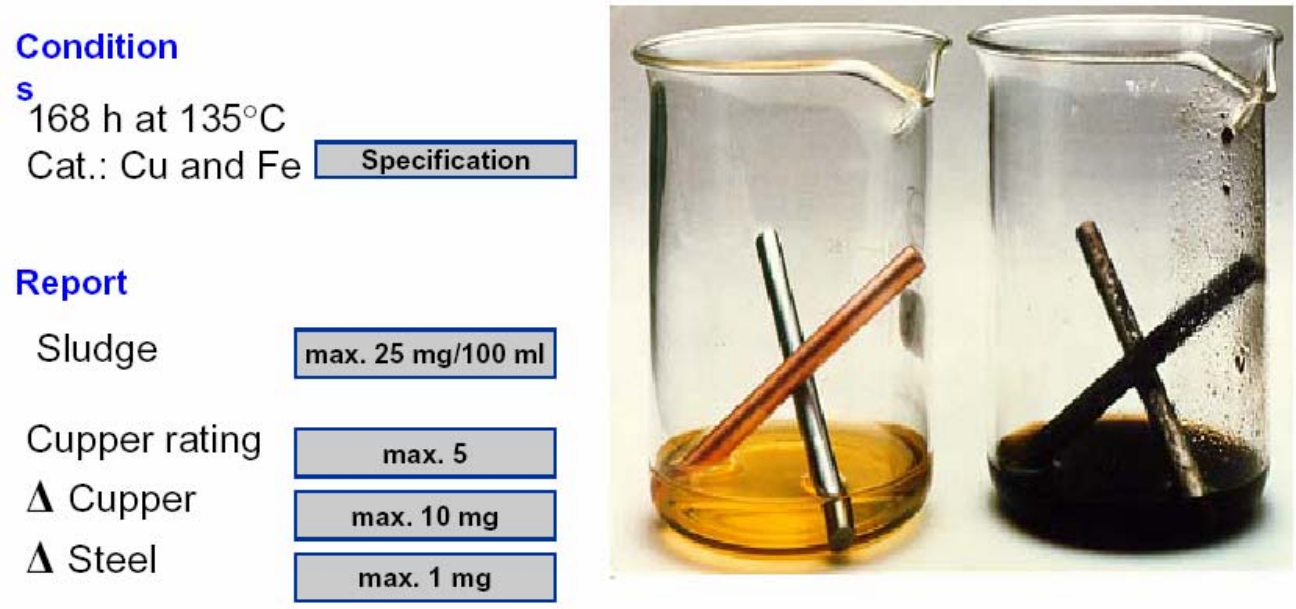
این آزمایشات درموتورهای تک سیلندریاچندسیلندردیزلی که دردرجه حرارت های بالاکارمی کنند انجام می شودوپس ازتمام شدن آزمایش قطعات مختلف موتوربازمی شوندوطبق شرایط گفته شده در آزمایش موردارزیابی قرارمی گیرند.

ذیلا به شرح چندنمونه ازاین آزمایشات پرداخته می شود.

آزمایشات مقاومت روغن دربرابراکسیداسیون وخوردگی یاتاقان ها

برای ارزیابی مقاومت روغن دربرابراکسیداسیون وخوردگی فلزیاتاقان ها,دردرجه حرارت بالا دوآزمایش وجوددارد.دراین آزمایشات شرایط برای اکسیداسیون روغن فراهم می شود.بدبن صورت که روغن دردستگاه ریخته می شودوموتوردرشرایط عملیاتی توصیه شده درروش آزمایش بکارمی افتدوپس ازگذشت زمان مشخص روغن های اکسیدشده تحت این شرایط می توانندباعث خوردگی یاتاقان هاشوند.یاتاقان های مورد استفاده دراین آزمایش هاازجنس مس وسرب می باشندوپس

ازخاتمه آزمایش یاتاقان هاازنظرشکل ظاهری سطح ومقدارکاهش وزن دراثرخوردگی موردارزیابی قرارمی گیردهمچنین پیستون وقسمت های دیگر موتورازنظرتشکیل رسوبات صیقلی ورسوبات لجنی و..... ارزیابی می شوندکه میزان خورندگی ها باید در حد مجازروش آزمایش قرارداشته باشد.



آزمایش سایش

برای ارزیابی مقاومت روغن ها دربرابرسایش آزمایشات متعددی وجوددارد که هم برای اندازه گیری خاصیت فشارپذیری روغن وهم برای تحمل سایش روغن استفاده می شوندو شامل:

۱-آزمایش تیمکنTimken Test

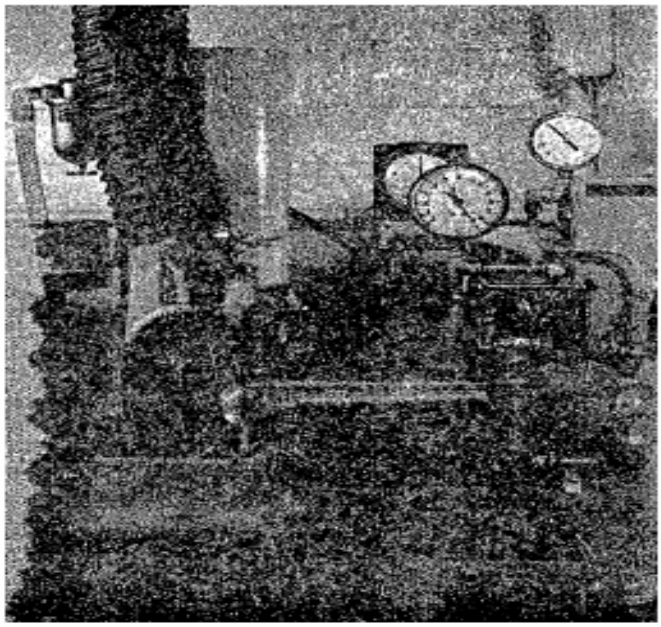
۲-آزمایش چهارساچمه فشارپذیرFour Ball Test

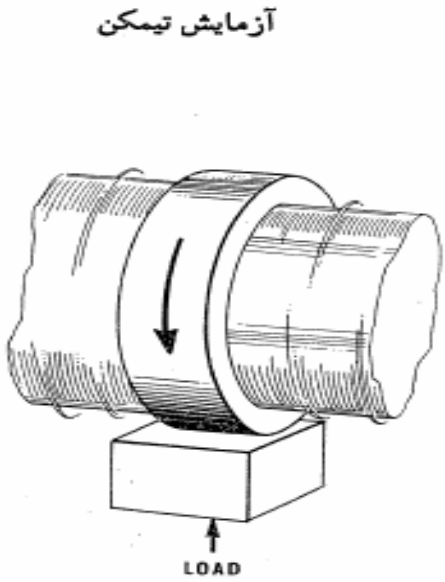
۳-Four Square Gear Oil Test

آزمایش تیمکنTimken Test

این آزمایش که طبق روشASTM D2509انجام می شودبیشتربرای اندازه گیری خواص فشارپذیری روغن هابرای جلوگیری ازسایش استفاده می شود.این آزمایش شامل یک ماشین است که درآن یک قطعه ثابت بوسیله یک بازوکه روی آن می توان وزنه های مختلف قرارداد(برای بالابردن نیروی بین سطوح)و یک رینگ که برروی یک شافت دوارسوارشده و برروی یک قطعه ثابت که به شکل مکعب مستطیل است وهرکدام دارای جنس های مخصوصی هستندمی چرخد وبین آنها به وسیله روغن یاگریس مورد آزمایش روان‌کاری می‌شود تشکیل شده است، طبق دستورالعمل آزمایش اضافه کردن بارتازمانی ادامه پیدامی کندکه یک سایش قابل اندازه گیری (خط افتادن یاجوش خوردن)روی قطعه ثابت نتیجه گزارش شود. مقدار آخرین نیروی به کار برده شدهTimken OK Load قبل از وقوع چسبیدن دو سطح به یکدیگر می‌باشد.

درشکل زیرشمائی ازاین دستگاه نشان داده شده است.





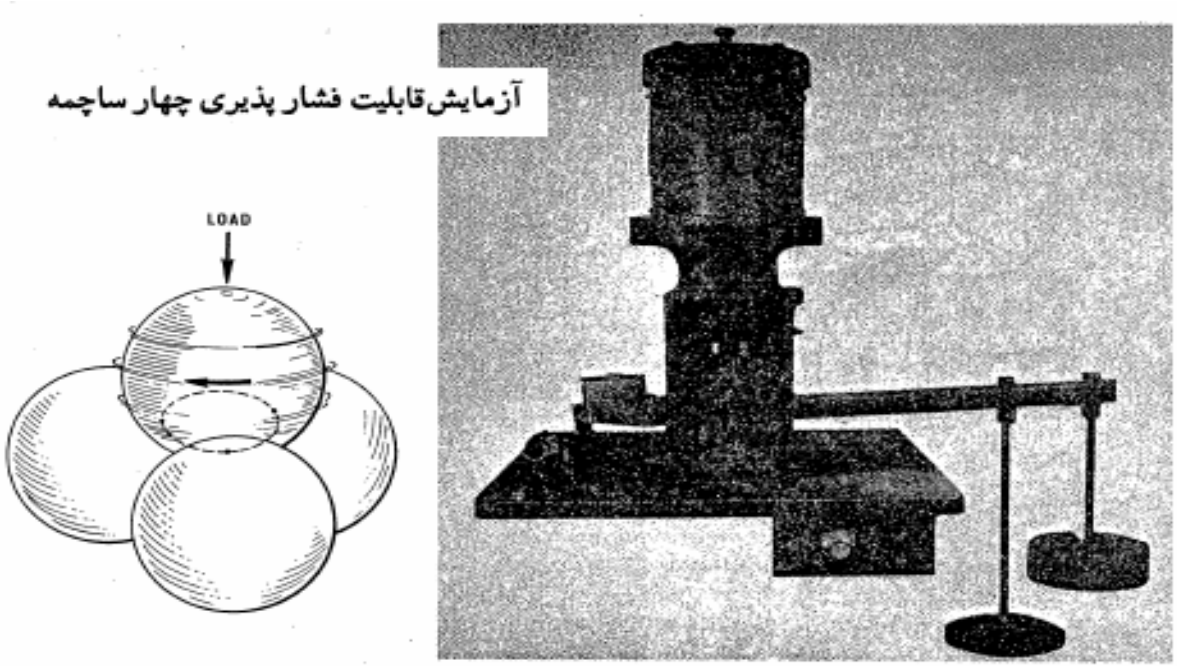
آزمایش چهار ساچمه فشارپذیرFour Ball Test

ازاین آزمایش هم برای اندازه گیری توانائی روغن برای جلوگیری ازسایش قطعات وهم برای ارزیابی راندمان روغن دربارهای خیلی زیاد استفاده می شود.دراین آزمایش سه ساچمه درپایین قرارمی گیردودریک محفظه محکم روی یکدیگرنگه داشته می شوندوساچمه چهارم روی این سه ساچمه بوسیله یک محور با سرعت ۱۷۷۰دوردردقیقه می چرخد.این ساچمه هادرروغن موردآزمایش غوطه ورهستند.این آزمایش دریک سرعت دورانی, درجه حرارت وبارمشخص انجام می شودوپس از هر ده ثانیه بار را افزایش می‌دهند تا جایی که چهار ساچمه به هم جوش بخورندپس ازپایان آزمایش میانگین قطراثرسایش روی سه ساچمه ثابت به عنوان نتیجه آزمایش گزارش می شود.بطورکلی نتیجه این آزمایش به صورت دوعددیکی نقطه جوش خوردن یعنی مقداربارى که باعث جوش خوردن ساچمه ها شده)ودیگری به عنوان شاخص بارسایش گزارش می شود.

شاخص بار سایش، برابر متوسط بارهای به کار برده شده برای ده آزمایش قبل از رسیدن به نقطه جوش خوردن چهار ساچمه به یکدیگراست.

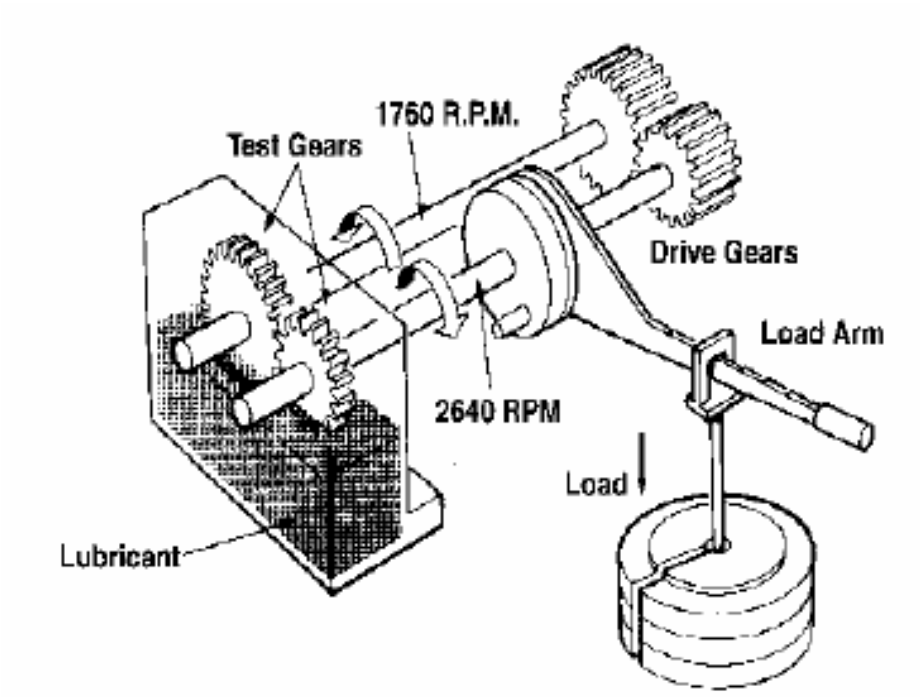
این آزمایش طبق دستورالغمل های ASTM D- ۲۲۶۶ وASTM D- ۲۵۹۶انجام می شود.

این موضوع را باید در نظر داشت که یک روغن با خاصیت ضعیف ضد سایش، ممکن است دارای خاصیت فشارپذیری بسیار عالی باشد و یا برعکس، یک روغن با خاصیت ضد سایش بسیار خوب، ممکن است دارای خاصیت فشارپذیری خوبی نباشد.



آزمایش چهار چرخ دنده Four Square Gear Oil Test

ازاین آزمایش برای فرمولاسیون روغن دنده های صنعتی استفاده مـی شـودتاخواص موردنیازماشـین الات راتامین کنند.دسـتگاهFZGشـامل زوج چـرخ دنـده هـای اسـتانداردی اسـت کـه بـه وسـیله یـک موتورالکتریکی می چرخند.دنده هاداخل روغن موردآزمایش قرارمـی گیرنـدوبارروی آنهابـه تـدریج وطی مراحل مختلف اضافه می شود تاجائی که باعث خرابـی چـرخ دنـده هاشـود.خرابـی چـرخ دنـده هاموقعی اتفاق می افتدکه ۱۰میلی گرم کاهش وزن(سائیدگی)درچرخ دنده ایجادشود.



روغن دنده هاGear Oils

مشخصات کلی روغن های روان کننده موردنیازچرخ دنده هاعباتنداز:

۱-دارابودن گرانروی مناسب دردرجه حرارت عملکردبرای تضمین توزیع روغن به تمام سطوح روان شونده وتشکیل لایه های روغن درسرعت هاوفشارهای عملکرد.

۲-دارابودن سیالیت کافی دردرجه حرارت پایین تاعمل چرخش روغن درپایین ترین درجه حرارت نیزمیسرباشد.

۳-پایداری خوب شیمیائی به منظوربه حداقل رساندن اکسیداسیون تحت شرایط درجه حرارت های بالا .

٤-تامین عمرسرویس دهی طولانی برای روغن.

۵-قدرت جداشدن سریع روغن ازاب وحفاظت دربرابرتشکیل امولسیون های مضر.

۶-دارابودن خاصیت ضدزنگ زدگی برای محافظت ازدنده ها وسطوح یاتاقان هاازززنگ زدگی درحضوراب دراثررطوبت جذب شده ویاهوای مرطوب.

۷-غیرخورنده بودن روغن برای ممانعت ازخوردگی دنده هاویاتاقان هادراثرحمله شیمیائی به آنها.

۸-پایداری دربرابرکف کردن به منظورجلوگیری ازتشکیل مقادیربیش ازحدکف درمخازن وجعبه دنده ها.

۹-دارابودن خاصیت فشارپذیری بالا برای به حداقل رساندن فرسایش وسائیدگی چرخ دنده ها برای دنده هائی که درشرایط سخت کارمی کنند

درانتخاب روان کننده برای چرخ دنده ها علاوه برنیازبه مقاومت کافی دربرابراکسیداسیون عوامل طراحی وعملیاتی زیرنیزبایددرنظرگرفته شود:

۱-نوع چرخ دنده.

۲-سرعت چرخ دنده.

۳-نسبت کاهش یاافزایش دور .

٤-درجه حرارت کاری قدرت منتقل شده.

۵-پرداخت کاری سطح دنده ها.

۶=مشخصات بار(ضربه ای سنگین و.....).

انواع چرخ دنده

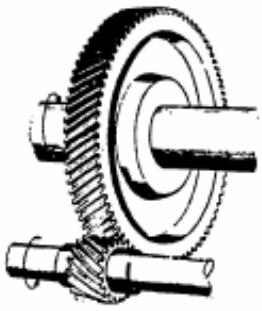
چرخ دنده‌ها قطعاتی از ماشین الات هستند که باعث تغییردورو انتقال حرکت از یک شفت دوار به محور دیگر، از طریق درگیر شدن دنده‌ها با یکدیگر است. به دنده‌کوچکتر پینیون گفته می شود.وقتی که پینیون روی شفت حرکت دهنده‌Driver قرار دارد، مجموعه دنده به عنوان کاهش دهنده سرعت عمل می‌کند ولی زمانی که پینیون روی شفت حرکت کننده‌Drivenباشد، مجموعه‌ی دنده به عنوان افزاینده سرعت عمل می‌کنند. اصلی‌ترین نوع دنده، چرخ دنده ساده‌Spur Gear است که دنده‌های آن موازی هم هستند. این نوع دنده‌ها برای انتقال قدرت در شفت‌های موازی به کار برده می‌شوند. در این نوع چرخ دنده‌ها، دندانه‌ها باعث انتقال بارهای ناگهانی از یک دندانه به دندانه بعدی شده و در نتیجه تولید صدا و ارتعاش می‌کنند. این مشکل با استفاده از دنده‌های مارپیچی‌Helical حل شده است. در دنده‌های مارپیچی، دنده‌ها با یک زاویه همدیگر را قطع می‌کنند و این عمل باعث انتقال آرام بار در طول یک دندانه به دندانه بعدی می‌شود

در مواقعی که شفت‌ها موازی نباشند، معمولی‌ترین نوع دنده که مورد استفاده قرار می‌گیرد، دنده مخروطی‌Bevel Gear است. دنده‌های مخروطی مارپیچی باعث کاهش صدا و ارتعاشات می‌شوند. یک دنده هیپوئید، شبیه دنده مخروطی مارپیچ‌Sprial Bevel است، به استثنای این که در دنده‌های هیپوئید، محور پینیون نمی‌تواند محور دنده‌های بزرگ را قطع کند. این نوع دنده‌ها بیشتر در دیفرانسیل اتومبیل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. شکل خاص دنده‌های هیپوئید باعث ایجاد یک لغزش اضافی بین دنده‌هایی که تحت بارهای سنگین قرار دارند می‌شود. به همین دلیل، در این نوع دنده‌ها نیاز به استفاده از روغن‌های فشارپذیر می‌باشد.

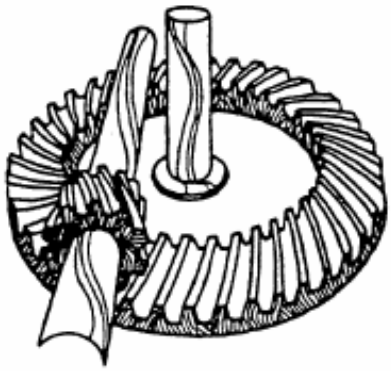
یک دنده حلزونی‌Worm Gear شامل یک پیچ یا شیار مارپیچی است که روی یک چرخ دنده حرکت می‌کند. در این نوع دنده‌ها، چون در هنگام انتقال بار، حرکت لغزشی زیادی وجود دارد، باید از روغن‌های ترکیب شده و یا روغن‌های با خاصیت فشارپذیر استفاده شود تا روغن کاری موثری را ایجاد کند.

با توجه به کاربرد انواع دنده‌ها، به راحتی می‌توان فهمید که چرا پنجاه درصد از خرابی دنده‌ها، به علت استفاده از روغن‌های نامناسب و یا بارهای زیاد می‌باشد.

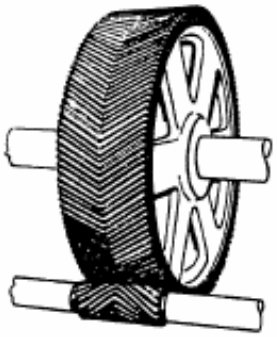
دنده مخروطی مارپیچ



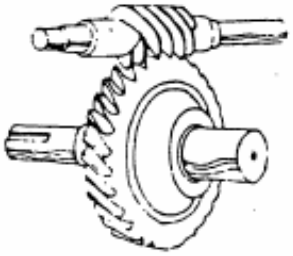
دنده ی مارپیچی و پینیون آن



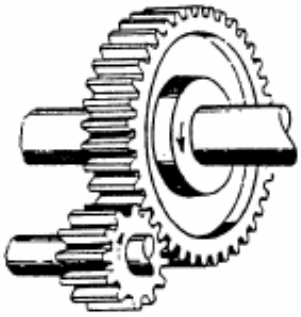
دنده هیپوئید



دنده ی جناغی و پینیون آن

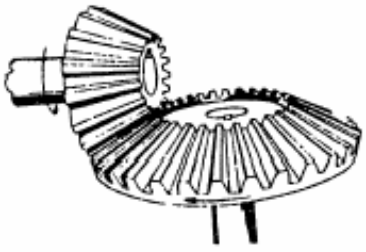


دنده حلزونی



دنده ی ساده

دنده مارپیچ



دنده ی مخروطی

انواع روغن های دنده

به خاطر اختلاف در طراحی و کاربردهای مختلف چرخ دنده‌ها، روغن‌های مختلفی نیز در آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روغن‌ها در سه دسته طبقه دسته بندی می شوند:

۱-روغن‌های فشارپذیر Exterm Pressure Oil .

۲-روغن‌های بدون خاصیت فشارپذیری .

۳-روغن‌های ترکیب شده Compounded .

روغن‌های فشارپذیر Exterm Pressure Oil

این روغن‌ها در مجموعه دنده‌هایی که برای بارهای بسیار سنگین مورد استفاده قرار می‌گیرند (مثل دنده‌های جناغی)، یا دنده‌های مخروطی مارپیچ که جهت دور را ۹۰ درجه تغییر می‌دهند. روغن دنده‌های صنعتی EP، دارای مقدار کمی ماده افزودنی فشارپذیر هستند به همین دلیل هرگز نباید از این روغن‌ها در جعبه دنده‌های اتومبیل استفاده کرد.

روغن‌های بدون خاصیت فشارپذیری

این روغن‌ها معمولاً دارای خاصیت جلوگیری از زنگ‌زدگی و اکسیداسیون می باشند و در مجموعه دنده‌هایی که دارای سرعت زیاد و بار کم هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. بعضی از این روغن‌ها ممکن است دارای خاصیت ضدسایش نیز باشند.

روغن‌هایی که دارای خاصیت ضدسایش هستند، شامل ترکیبات روی می‌باشند و در مواردی که مجموعه دنده تحت بارهای متوسط باشد و یا تغییر سرعت در آن‌ها رخ می‌دهد، می‌توان از این روغن‌ها استفاده کرد همچنین روغن‌هایی که دارای خاصیت ضدسایش هستند ولی خاصیت فشارپذیری ندارند، را نباید با روغن‌های فشارپذیر مخلوط کرد.

روغن‌های مرکب Compounded Oil

این روغن ها شامل اسیدهای چرب، از قبیل Tallow و یا اسیدهای چرب سنتز شده مثل پلی بوتن‌ها می‌باشند. این روغن‌ها، ابتدا در مجموعه دنده‌های حلزونی که تماس اصطکاکی بین نوک دنده‌ها رخ می‌دهد، به صورت حرکت لغزشی یا پیچشی است، مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند.

کلر، برات پتاسیم، گوگرد و فسفر، از اولین ترکیباتی هستندکه به عنوان مواد افزودنی فشارپذیر در فرمولاسیون روغن‌های دنده‌صنعتی مورد استفاده قرار می گیرند (روغن‌هایی که دارای گوگرد و فسفر هستند، بوی بدی می‌دهند) این مواد افزودنی با افزایش درجه حرارت, فعال شده و با سطوح فلزی وارد واکنش می‌شوند. در نتیجه این واکنش، یک لایه روی سطوح فلز ایجاد می‌شودکه باعث جلوگیری از سایش سطوح فلزی می‌شود. حرارت لازم جهت فعال کردن این مواد افزودنی، در اثر بارهای ناگهانی و روان‌کاری شرایط مرزی ایجاد می‌شود.

روغن‌دنده‌های صنعتی که دارای مواد افزودنی فشارپذیر هستند، دارای محدودیت هایی نیزبه شرح زیر می‌باشند:

۱_ اگر سرعت دنده ها کم باشد (کمتر از دقیقه / فوت ۱۰) باعث افزایش شدید سایش و نهایتاً آیینه‌ای شدن سطح دنده ها می‌شود.

۲_ مواد افزودنی فشارپذیر که دارای گوگرد و فسفر می‌باشند، از نظر شیمیایی بسیار فعال هستندو باعث سایش و آیینه‌ای شدن سطح دنده می‌شوند. این نوع سایش بسیار نامطلوب بوده و باعث کاهش دقت کار کرد دنده‌ها می‌گردد. در این موارد می‌توان از برات پتاسیم استفاده کرد. این ماده با ایجاد رسوب روی سطح، بدون انجام واکنش شیمیایی، یک لایه فشارپذیر روی سطوح ایجاد می‌کنند.

۳_ هر چه درجه حرارت در تماس نوک دنده‌ها بیشتر باشد، سرعت واکنش مواد افزودنی فشارپذیر با سطح فلز ,بیشتر می‌شود. مشکلی که در درجه حرارت‌های پایین وجود دارد، این است که اگر درجه حرارت به اندازه کافی زیاد نباشد، مواد افزودنی فشارپذیر فعال نشده و در نتیجه واکنشی با سطح انجام نمی‌شود. اگر واکنشی با سطح انجام نشود، لایه‌ای نیز روی سطح ایجاد نخواهد شدودرعملیات روانکاری اختلال بوجودمی اید درروغن‌های فشارپذیر، گرانروی نیز نقش بسیار مهمی دارد. هر عاملی که باعث کاهش زیاد درجه حرارت روغن در مخزن و یا پایین آوردن درجه حرارت محل تماس نوک دنده‌ها شود، باعث افزایش سایش می‌شود. اگر درجه حرارت تماس نوک دنده‌ها به اندازه کافی نباشد، مواد افزودنی فشارپذیر نمی‌توانند به اندازه کافی فعال شوند و در نتیجه لایه مناسبی روی سطح ایجاد نخواهد شد.

٤_ در مواردی که درجه حرارت عملکرد خیلی زیاد و یا خیلی کم است، می‌توان از روان‌کننده‌های جامد مثل دی‌سولفید مولیبدن، گرافیت، تفلون و یا دی‌سولفیدتنگستن استفاده کرد.در هر حال لایه ایجاد شده توسط این مواد ممکن است در طولانی مدت نتوانند بارهای زیاد روی دنده‌های بزرگ را تحمل کند.

۵_ حد بالای درجه حرارت عملکرد مواد افزودنی فشارپذیر که دارای گوگرد و فسفر می‌باشند، حدود ۹۵^{o} C می‌باشدولذااستفاده از این مواد برای درجه حرارت‌های کمتر از ۹۵^{o} C توصیه می‌شود.

۶_ مواد افزودنی فشارپذیر که دارای گوگرد و فسفر می‌باشند، نسبت به فلزات رنگی، مثل آلیاژهای فسفر برنز خصوصاً در درجه حرارت‌های بالاتر از ۶۰^{o} C، بسیار خورنده هستند. مجموعه دنده‌های حلزونی معمولاً شامل آلیاژهای فسفر برنز بوده و به همین دلیل، روغن‌هایی که دارای مواد افزودنی فشارپذیر گوگردفسفردار هستند، عملکرد نامطلوبی در این دنده‌ها دارند.

۷_ بسته به مقدار ماده افزودنی فشارپذیر, گوگرد ,فسفردار، در یک روغن، ممکن است این روغن با روغن‌هایی که دارای ماده افزودنی ضد سایش ZDDP می‌باشند، سازگار نباشد. به همین دلیل نباید

روغن‌هایی که دارای خاصیت ضدسایش هستند را با روغن‌هایی که دارای خاصیت فشارپذیری هستند، مخلوط کرد.

۸_ مواد افزودنی فشارپذیر که دارای کلر و برات پتاسیم، ممکن است کاملاً موثر نباشندو در شرایطی که در سیستم آب وجود داشته باشد، ممکن است باعث ایجاد خوردگی کنند.

نقش روغن‌های دنده

مهمترین نقش روغن‌های دنده به شرح زیر می‌باشد.

۱_ تعویض راحت دنده در درجه حرارت‌های پایین (عملکرد برای دنده‌های غیر اتوماتیک).

۲_ فراهم آوردن شرایط نرم و آسان برای انتقال قدرت توسط دنده‌ها.

۳_ جدا نگه داشتن سطوح فلزی که روی یکدیگر حرکت می‌کنند.

٤_ کاهش اصطکاک و سایش.

۵_ جلوگیری از خط افتادن روی اجزایی که تحت فشار زیاد هستند.

طبقه بندی روغن های دنده

روغن دنده‌هانیزاز نظر طبقه‌بندی، خیلی شبیه روغن‌های موتور می‌باشندوازلحاظ کیفی وگرانروی در دوطبقه‌بندی تقسیم می شوند.

الف-سیستم طبقه بندی گرانروی.

ب-سیستم طبقه بندی سطح کیفیت.

سیستم طبقه‌بندی روغن دنده هابرحسب گرانروی براساس طبقه‌بندی انجمن مهندسین اتومبیل SAE و ISO ونظامی صورت گرفته و سیستم طبقه‌بندی کیفی توسط API وAGMAتعریف شده است. البته این دو سیستم دارای اعداد و حروف متفاوتی باطبقه بندی روغن های موتور می‌باشند، تا اشتباهی در مصرف آنها رخ ندهد.ولی درانتخاب روغن دنده نیزبایدهم به گرانروی وهم به سطح کیفیت آن توجه داشت.

طبقه‌بندی روغن های دنده براساس گرانروی

برای طبقه بندی روغن های دنده براساس گرانروی نیزمانندروغن های موتور استانداردهای زیادی وجود داردکه ذیلا به مواردی که کاربرد بیشتری دارندمثل سیستم SAE وسیستم ISOاشاره می شود.

طبقه‌بندی روغن های دنده برحسب گرانروی درسیستم SAE

سیستم طبقه‌بندی گرانروی انجمن مهندسین اتومبیل SAE، روغن‌های دنده را براساس گرانروی طبقه‌بندی کرده است. این طبقه‌بندی براساس اندازه‌گیری گرانروی سینماتیکی روغن در دو درجه حرارت بالا ۱۰۰°C و پایین ٤٠ °C بنا شده است. گرانروی های اندازه‌گیری شده در درجه حرارت‌های بالا مربوط به خواص سایشی، صدا و نشتی روغن می‌باشد. گرانروی‌های در درجه حرارت‌های پایین به وسیله روش بروکفیلد اندازه‌گیری می‌شود و مربوط به بررسی خواص جریان در درجه حرارت‌های پایین می‌باشد.

درجه‌های گرانروی SAE طراحی شده برای روغن‌های دنده اتومبیل معمولاً W ۷۵، ۸۵W، ۹۰، ١٤٠ و ۲۵۰ می‌باشد.درجه‌های گرانروی که با حرف W همراه می‌باشند، برای کاربرد در درجه حرارت‌های پایین (فصل زمستان) و درجه‌های گرانروی بدون حرف W، برای کاربرد در درجه حرارت‌های بالا (تابستان) طراحی شده‌اند.

جدول زیر گرانروی روغن‌های دنده اتومبیل را توضیح می‌دهد.

PHYSICAL REQUIREMENTS FOR GEAR LUBRICANTS

(Intended for Axle and Manual Transmission Applications)

SAE J306 Viscosity Grade	75W	80W	85W	90	140	250
Viscosity @ 100°C[a] Min. (cSt)	4.1	7.0	11.0	13.5	24.0	41.0
Max. (cSt)	no req.	no req.	no req.	<24	<41	no req.
Max. Temp. for Vis. of 150,000 cP, °C[b]	-40	-26	-12	no req.	no req.	no req.

Notes: [a] Viscosities determined by ASTM D 445 procedure
[b] Viscosities determined by ASTM D 2983 procedure

یک روغن دنده چند درجه‌ای مثل SAE75 W/90 ترکیبی از خواص روغن برای درجه حرارت‌های پایین مثل یک روغن SAE 75 Wعمل می کند و برای درجه حرارت‌های بالامثل خواص روغن تک

درجه SAE 90 عمل می کند. استفاده از یک روغن چند درجه‌ای SAE75 W/90 برای استفاده در کل سال توصیه شده است. (برای جاهایی که حتی درجه حرارت تا ٤٠° C _ نیز پایین می‌رود).

مهمترین نقش روغن های دنده بشرح زیر می باشند:

۱ -تعویض راحت دنده در درجه حرارت های پائین برای دنده های غیر اتوماتیک

۲ -فراهم آوردن شرایط نرم وآسان برای انتقال قدرت توسط دنده ها

۳ -جدا نگهداشتن سطوح فلزی که روی یکدیگر حرکت می کنند.

٤ -کاهش اصطکاک و سایش و جلوگیری از مخدوش شدن اجزای تحت فشار زیاد

طبقه بندی روغن دنده براساس گرانروی درسیستم ISO

طبقه‌بندی براساس اندازه‌گیری گرانروی سینماتیکی روغن در درجه حرارت ٤٠°C بنا شده است در جدول زیر طبقه‌بندی ISO برای روغن‌های دنده صنعتی و معادل آن در سیستم اگما آورده شده است.

به عنوان مثال، اگر سیستم مورد استفاده، آگما باشد، استفاده از یک روغن دنده صنعتی EP و با گرانروی ISO 150 را می‌توان با AGMA 4 EP نشان داد، و اگر روغن ISO 150 غیر فشارپذیر باشد، آن را می‌توان AGMA 4 نشان داد. اگر یک مجموعه دنده صنعتی در داخل یک محیط بسته واقع شده باشد و گرانروی توصیه شده برای آن ۲۲۰ یا ۱۵۰ ISO باشد، در صورتی که همان مجموعه دنده در محیط باز واقع شد ه باشد، ممکن است نیاز به روغن چند درجه ۱۰۰ یا ۶۸ و ٤٦ ISO داشته باشد. وقتی که یک روغن دنده صنعتی چند درجه ایMultigrade انتخاب کردید، باید ابتدا شاخص گرانروی آن را مشخص شود. اگر شاخص گرانروی ۱۲۰ و یا بیشتر باشد، نشان دهنده این است که روغن انتخاب شده، یک روغن چند درجه است

طبقه بندی روغنهای دنده صنعتی براساس سیستم AGMA ,ISO

AGMA CLASSIFICATION	ISO CLASSIFICATION
AGMA ۰	ISO ۳۲
AGMA ۱	ISO ۴۶
AGMA ۲	ISO ۶۸
AGMA ۳	ISO ۱۰۰
AGMA ۴	ISO ۱۵۰
AGMA ۵	ISO ۲۲۰
AGMA ۶	ISO ۳۲۰
AGMA ۷	ISO ۴۶۰
AGMA ۸	ISO ۶۸۰
AGMA ۸A	ISO ۱۰۰۰

طبقه‌بندی AGMA 250.04 و مقایسه گرانروی آن با گرانروی ISO

روغن‌های دنده دارای مواد بازدارنده اکسیداسیون و زنگ‌زدگی	محدودهٔ گرانروی	معادل گرانروی ISO [۲]	روغن دنده EPدار	محدوده گرانروی قبلی درجات AGMA
شماره روانکار AGMA	cSt(mm²/s)@40°c		شماره روانکار AGMA	SSU @ 100°F
۱	۴۱/۴-۵۰/۶	۴۶	۲-EP	۱۹۳-۲۳۵
۲	۶۱/۲-۷۴/۸	۶۸		۲۸۴-۳۴۷
۳	۹۰-۱۱۰	۱۰۰	۳-EP	۴۱۷-۵۱۰
۴	۱۳۵-۱۶۵	۱۵۰	۴-EP	۶۲۶-۷۶۵
۵	۱۹۸-۲۴۲	۲۲۰	۵-EP	۹۱۸-۱۱۲۲
۶	۲۸۸-۳۵۲	۳۲۰	۶-EP	۱۳۳۵-۱۶۳۲
* ۷ ترکیب شده	۴۱۴-۵۰۶	۴۶۰	۷-EP	۱۹۱۹-۲۳۴۶
* ۸ ترکیب شده	۶۱۲-۷۴۸	۶۸۰	۸-EP	۲۸۳۷-۳۴۶۷
* ۸a ترکیب شده	۹۰۰-۱۱۰۰	۱۰۰۰	۸A-EP	۴۱۷۱-۵۰۹۸

درجدول زیرنیزمشخصات روغن های دنده درطبقه بندی نظامی اورده شده است

مشخصات روغن‌های دنده در طبقه‌بندی MIL-L2105E

مشخصات / درجه‌روغن	۷۵W	۸۰W-۹۰	۸۵W-۱۴۰
گرانروی در°c۱۰۰			
حداقل (cSt)	۴/۱	۱۳/۵	۲۴
حداکثر (cSt)	-	< ۲۴/۰	< ۴۱/۰
حداکثر دمای رسیدن به گرانروی cP ۱۵۰۰۰۰ . °c	-۴۰	-۲۶	-۱۲
حداقل دمای نقطه ایجاد شیار °c	-۴۵	-۳۵	-۲۰
حداقل نقطه اشتعال . °c	۱۵۰	۱۶۵	۱۸۰

طبقه‌بندی کیفی روغن‌های دنده در سیستم API

طبقه‌بندی کیفی انستیتو نفت آمریکا API، براساس نوع سرویسی که اجزای مورد استفاده در آن قرار می‌گیرند، تعریف شده است. براساس این تعریف، سازندگان دنده، براساس نوع دنده و شرایط عملکرد آن، روغن مناسب را انتخاب می‌کنند. در این طبقه‌بندی روی خواص فیزیکی یا آزمایشات عملکرد توجه نشده است و بعضی از این روغن‌ها، مناسب استفاده در یک دامنه وسیعی از شرایط مختلف عملکرد بوده و ممکن است آنها را برای بیش از یک شرایط کاری تعریف شده، به‌کار برد.

طبقه بندی روغنهای دنده اتومبیل براساس سیستم API

ردیف	سطح کیفیت	مشخصات	موارد کاربرد	شرایط عملکرد
۱	API - GL - ۱	روغن پایه (بدون مواد افزودنی)	انتقال دهنده های دستی اتوموبیل دنده های مخروطی مارپیچ و حلزونی	فشار و لغزندگی کم
۲	API - GL - ۲	دارای مواد چربی (Fatty)	دنده های حلزونی و جعبه دنده های صنعتی	فشار و لغزندگی کم
۳	API - GL - ۳	دارای مواد افزودنی EP ملایم	دنده های مخروطی مارپیچی و انتقال دهنده های دستی	شرایط بار متوسط
۴	API - GL - ۴	دارای مواد افزودنی EP	دنده های هیپوئید ، مخروطی مارپیچ و محورهای انتقال	شرایط بار متوسط بدون شوک ناگهانی
۵	API - GL - ۵	دارای مواد افزودنی EP با غلظت بالا	انواع دنده ها	سخت ترین شرایط کاری با شوک های ناگهانی

سیستم طبقه‌بندی API وقتی مفید خواهد بود که علاوه بر توصیه‌های کلی API توصیه‌های سازندگان دنده را نیز با آن مطابقت داد. این کار برای این منظور انجام می‌شود تا اطمینان حاصل شود که از نظر سازنده دنده، منعی برای استفاده از روغن توصیه شده توسط API وجود نداشته باشد.

در زیر طبقه‌بندی سطوح کیفی روغن های دنده خودرودرسیستم API و ماهیت وموارد‌مصرف کلی آنها آورده شده است.

طبقه‌بندی‌سطوح کیفیت روغن‌های دندهٔ‌خودرو (طبقه‌بندیAPI)

علامت طبقه‌بندی API	ماهیت و مورد مصرف
GL-1	روغن پایه بدون موادافزودنی برای استفاده در دنده‌های مخروطی و مارپیچی تحت شرایط ساده‌کار
GL-2	روغن دنده با ماده‌افزودنی ضدسائیدگی برای شرایط کاری دنده‌های مارپیچی و محورهای تحت شرایط کار سنگین‌تر از شرایط GL-1 .
GL-3	روغن با ماده‌افزودنی فشارپذیری بالا (Extreme Pressure) برای شرایط کاری دنده‌های مخروطی ، محورها و سیستم انتقال نیروی دنده‌های دستی با سرعت و فشار بار بالاتر .
GL-4	روغن مناسب برای جعبه دنده‌های دستی همزمان (Synchronized) بسیاری از خودروهای سبک وسنگین که در آنها از دنده‌های هیپوئید استفاده شده معادلMIL-L-2105 B است .
GL-5	روغن بامقدار بیشتری ازماده‌افزودنی EP ،مناسب برای دنده‌های هیپوئید و دیفرانسیل خودروهای سبک و سنگین که در شرایط بسیار سخت کار می‌کنند . معادل MIL-L-2105C/D
GL-6	روغن دنده مخصوص نوع خاصی دنده هیپوئید که هم اکنون کمتر ساخته می‌شود و خارج از رده است .
MT-1	روغن دنده برای دنده‌های دستی ناهمزمان (non synchronized) که در اتوبوس‌ها و کامیون‌های سنگین وجود دارد . حاوی موادافزودنی پایداری دربرابر حرارت و سایش و مواد ممانعت کننده ازتخریب واشرهای روغن بسته به نیاز شرایط کاربرد، با ماده افزودنیEP یا بدون آن تولید می‌شود.

خلاصه‌ای از آزمایشات مورد نیاز برای روغن دنده صنعتی

آزمایش عملکرد	US steel ۲۲۴	US steel ۲۲۲	AGMA ۵EP	DIN۵۱۵۱۷ part ۳	David Brown ۱۰۱,۵۳(۵EP) SL	Cincinnati Milacron p.۵۹(C-۳۲۰)	Ford Motor C(۶EP) M-۲C۱۳۲ (۶EP)
تیمکن (ASTM D-۲۷۸۲) Ok Load.Ibs.Min	۶۰	۶۰	۶۰		گزارش‌شود	۴۵	۶۰[1]
چهارساچمه (ASTM D-۲۷۸۳) Weld,Kg.Min LW۱,Kg.Min	۲۵۰ ۴۵	۲۵۰ ۴۵					
چهارساچمه (ASTM D-۲۲۶۶) (۵۴°C/۱۸۰۰rpm/۲۰Kg/۱Hr) حداکثرقطرخراش(برحسب‌میلیمتر)	۰/۳۵						
FZG-A/۸/۳/۹۰ حداقل مرحله‌ای که آزمایش می‌گذراند	۱۱	۹	۱۱	۱۱	۱۱		
خاصیت‌جدا شدن‌از آب ۱۹ IPو۱ ASTM D۱۴۰۱					گزارش شود		
خوردگی‌ورقه‌مس حداکثر سه ساعت در دمای ۱۰۰°C(ASTM D۱۳۰)	۱B	۱A	۱	گزارش شود	۱		۲A
زنگ زدگی ۱۳۵-IPو ASTM D۶۶۵ الف) آب مقطر ب) آب دریا فرموله شده	گذرانده شود		گذرانده شود	گذرانده شود	گذرانده‌شود گذرانده‌شود	گذرانده شود	
مقاومت‌دربرابراکسیداسیون (ASTM - D۲۸۹۳) حداکثرافزایش‌ویسکوزیته‌در ۹۵°C		۷	۱۰	گزارش شود	۱۰		۱۰

روغن توربینTurbine Oil

روغن مورداستفاده در توربین های بخار, بایدازروغن پایه ای انتخاب شودکه, نسبت به روغن های دیگر زمان تصفیه طولانی تری را گذرانده باشدزیرا درتوربین های بخارعلاوه برحرارت ناشی ازاصطکاک بین قطعات ,حرارت ناشی ازگرمای بخارنیزبه روغن منتقل می گرددوباتوجه به نفوذبخارات نشت شده ازتوربین که بصورت اجتناب ناپذیرواردروغن می شوندشرایط اکسیداسیون به راحتی فراهم است وبدین دلیل روغن توربین بایدازکیفیت بالائی برخوردارباشدکه بااضافه کردن موادافزودنی مناسب برای شرایط کاری توربین مقاومت لازم به روغن دربرابراکسیداسیون داده می شود.

خصوصیات روغن توربین ها

روغن مناسب برای توربین های بخارروغنی است که دارای خواص زیرباشد:

۱-داشتن گرانروی مناسب دردرجه حرارت عملکردتوربین برای فراهم کردن فیلم روغن مناسب.

۲-قدرت تحمل بارراداشته باشد.

۳-مقاومت آن دربرابراکسیداسیون زیادباشد.

٤-قدرت جداشدن ازاب راداشته باشد.

۵- دربرابرکف کردن مقاومت کند.

۶- هوای واردشده درروغن بتواندازآن خارج شود.

۷- دربرابراتش گرفتن مقاومت کند.

۸-طول عمرآن بالاباشدوزمان تعویض طولانی تری داشته باشد.

وارد شدن بخاراب به محفظه های هوزینگ برینگ ها وتشکیل آب ومی تواند باعث مخلوط شدن آن با روغن شودومسائل متعددی رابوجودآورد.

عواقب عدم جداپذیری آب ازروغن

اثرمشخص وروشن عدم جداپذیری آب ازروغن, زنگ زدگی قطعات است .اگرچه موادبازدارنده به منظورجلوگیری اززنگ زدگی درروغن وجوددارداماانفوذاب باعث کاهش تاثیرآنهامی شود.لذاانجام تست های لازم جهت تعیین میزان خاصیت ممانعت اززنگ زدگی هنگام نفوذاب وحذف آن ضروری است.

مسائلی که ورودآب داخل روغن می تواندبوجودآوردشامل:

۱- مخلوط آب وروغن باعث ایجاد اختلال درسیستم روانکاری (مسدودنمودن اریفیس هاوفیلترها)یاتاقان هاوخرابی وکاهش طول عمر آنهامی شود.

۲-آب بامواد‌شیمیائی مخلوط می شودوباعث خورندگی می شود.

۳-آب مخلوط شده باروغن تشکیل یک محلول چرب وغلیظی رامی دهدکه می تواندباعث مسدودشدن فیلترهای روغن گرفتگی وکاهش طول عمرآنها شود.

٤-تشدیداکسیداسون وکاهش طول عمرروغن

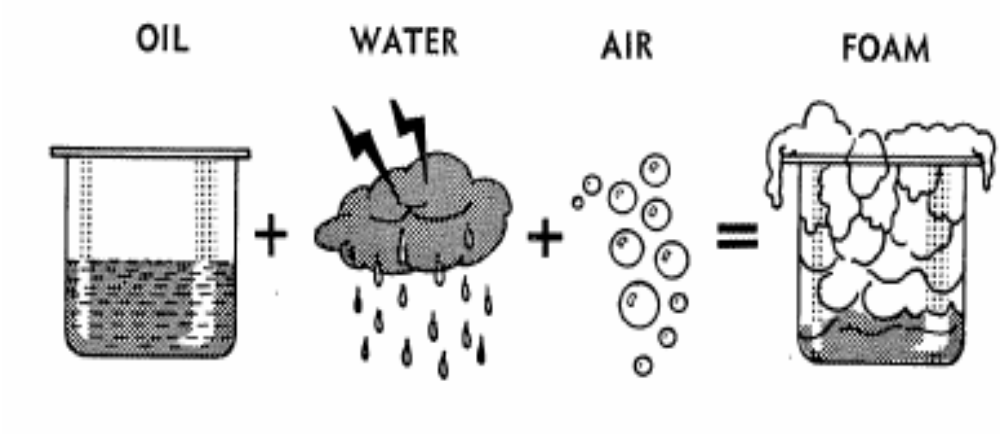
۵-کاهش دادن ویسکوزیته روغن ونهایتاکم شدن فیلم روغن بین سطوح.

۶-بالابردن احتمال رشدباکتری هادرروغن

۷-افزایش دادن کف روغن وازادنشدن هوای داخل روغن

۸-دراثرمخلوط شدن آب, روغن وهواکفFoamبوجودمی ایدکه درصورت بیرون امدن آن ازهوزینگ برینگ ونفوذآن در عایق های توربین درصورتی که درجه حرارت به درجه مناسبی برسد ممکن است اتش بگیردوایجاداتش سوزی نماید.

۹- آب باعث زنگ زدگی سطوح بدون پوشش مسیرها می شود.



باتوجه به اجتناب ناپذیربودن نفوذ آب به داخل روغن, به روغن توربین های بخارموادافزودنی مخصوصی به نام دمولسی فایرها Demolsifier Additiveاضافه می کنند.این مواد، به علت ایجاد تغییر در کشش سطحی روغن، از تشکیل امولسیون پایدار در روغن جلوگیری کرده، در نتیجه باعث می شوند که امولسیون بین آب وروغن شکسته شودوآب به راحتی از روغن جدا شود. جدا شدن آب و روغن از یکدیگر، یکی از مهمترین خصوصیات روغن هایی است که در تماس با آب یا بخار آب هستند.

باعنایت به وجودنشتی های اجتناب ناپذیرو زیادبودن مقدارآب درروغن لازم است درسیستم روانکاری توربین سیستم برای حذف آب درنظرگرفته شودچون تجمع آب وبالا امدن سطح آب تاقسمت مکش پمپ باعث سائیدگی قطعات وبروزمشکلات دیگر مثل رشدقارچ وباکتری و انسدادلوله ها ومجاری خواهدشد.درتوربین های بزرگ که دارای مخزن روغن می باشندبااستفاده ازدستگاه های جداکننده آب وروغن که باعمل نیروی گریزازمرکز کارمی کند طی پریودهای زمانی معین روغن

قسمت کف مخزن روغن واردد‌ستگاه می شود وپس از جداشـدن آب ومـواد دیگـران مجـددا,روغـن تمیزشده وارد مخزن روغن می شود.

خطرات ناشی از محبوس شدن هوادرروغن

یکی دیگر ازمتداول ترین مسائل درموردتوربین های بخـارمحبوس شـدن هـوادرروغن(کـف کـردن) آنهااست,که دراثرمخلوط شـدن هوادرداخـل روغـن بوجـودمی آیـدو مـی توانـدباعث ایجادمـسائل متعددی شود.

محبوس شدن هوادرروغن باعث:

۱- ایجاداختلاف فشاربین دوطرف فیلتر ومختل نمودن فیلتراسیون می شود.

۲- اکسیدشدن روغن درمجاورت مستمرباهوا وبالارفتن دمای روغن می شود.

۳-کاهش فشارمکش پمپ وکاهش بازدهی آن می شود

یکی ازعوامل اساسی درعملکردخوب توربین های بخاروجودیک سیستم روغنکاری مناسب است.

عوامل تضعیف کننده خاصیت جداپذیری هواازروغن عبارتست از:

۱-جریان سیرکولیشن بیش ازحدوتلاطم زیادروغن.

۲-برگشت جریان روغن به داخل مخزن بصورت آبشاری .

۳-وجودنشتی درورودی پمپ روغن یانشت هوابه روغن.

٤-عدم وجودتهویه مناسبVent روی مخزن روغن.

۵-فشاربیش ازحدروغن.

۶-گرانروی ودمای نامناسب روغن.

۷-بالابودن بیش ازحدسطح روغن وغوطه ورشدن بیش ازحدقطعات درروغن.

۸- نفوذسیلیکون به روغن ازطریق منابع زیر:

الف-کاغذفیلترآغشته به سیلیکون ..

ب-عایق های الکتریکی سیلیکونی .

ج-شیلنگ های نوانتقال روغن حاوی ماده سیلیکون درساختمان آنها .

علاوه برمواردفوق ,موادقلیائی مانندموادپاک کننده روغن های موتور, آب سخت وذرات موادعـایق لوله ها, گردوخاک گریس ,روغن های محـافظ, موادحاصـل اززنـگ زدگـی فلـزات نیزپدیـده کـف را تشدید می کنند.

طول عمرروغن توربین براساس آزمـایشASTM D943بـرای انـدازه گیـری خاصـیت اکـسیداسیون روغن تعیین مـی شودوخـصوصیتی کـه ازطـرف سـازندگان تـوربین پیـشنهادشده اسـت رسـیدن بـه

عدداسیدی۲پس از حداقل هزارساعت کارکردمی باشد.امروزه روغن های توربین که دارای موادبازدارنده می باشندمی توانند بدون نیازبه تعویض کارکنند.

نیازهای روغن توربین‌های صنعتی (بدون خاصیت فشارپذیری)

نوع آزمایش	Us steel ۱۲۰	BS ۴۸۹	DIN ۵۱۵۱۵	General Electric GEK۳۲۵۶۸ A
شاخص گرانروی (حداقل)	۱۰۰	۸۰	-	-
نقطه اشتعال (حداقل) °C	۱۹۰	۱۶۸	۱۶۰-۲۱۵**	۲۱۵
نقطه ریزش (حداکثر) °C	-۶	-۶	-۶	-۱۲
عدد خنثی شدن	-	۰/۲	گزارش شود	-
آزاد کردن هوا DIN۵۱۳۸۱/D۳۴۲۷	-	۵-۱۰**	۵-۶**	-
پایداری کف/تمایل به‌کف				
در ۲۴°C		۴۵۰/۰		۱۰/۰
در ۹۳°C		۵۰/۰*		۲۰/۰
جدا شدن از آب				
روش بخار ـ ثانیه(حداکثر)	-	۳۰۰	۳۰۰	-
روش D۱۴۰۱ (حداکثر)	۴۰/۳۷/۳ (۲۰)	-	-	-
پایداری‌دربرابراکسیداسیون TAN D۹۴۳	۱ در هزارساعت	-	۲ در ۲۰۰۰ ساعت	۲*** در ۲۰۰۰ ساعت
حداکثر IP۲۸۰ TOP	-	۱	-	-
حداکثر لجن	-	۰/۴	-	-
ROBT IP ۲۲۷۲	-	-	-	حداقل ۴۵۰
خوردگی مس D۱۳۰/۱۰۰°C/۳Hr max	-	۲	۲	۱
زنگ‌زدگی ASTM D ۶۶۵A	بگذراند	-	بگذراند	بگذراند
B	-	****بگذراند	-	-

*برای گرانروی‌های ۱۰۰ و ۶۸ ISO VG مقدارپایداری/تمایل‌در ۲۴°C برابربا ۴۵۰/۴۰ و در ۹۳°C برابر ۱۰۰/۱۰ می‌باشد.

** بستگی به‌درجه گرانروی دارد.

*** علاوه بر آزمایش اکسیداسیون ۶-۵۳۰۸ FTMS درصدتغییرات گرانروی از ۵- درصد تا ۲۰+ درصد، و افزایش عدد اسیدی کل تا حداکثر ۳

**** دستورالعمل بهبود یافته

طبقه بندی روغن توربین های بخاربراساس ویسکوزیته

در صنعت روانکاری به منظور شناخت و کاربرد صحیح روغن ها از چند گونه طبقه بندی استفاده می شود

الف : طبقه بندی روغن ها بر حسب درجه گرانروی

ب : طبقه بندی روغن ها بر حسب سطوح کیفیت و استانداردهای مربوط

ج : طبقه بندی روغن ها بر حسب استاندارد DIN۵۱۵۰۲ .

روغن های مورداستفاده درتوربین های بخاردارای خواصی هستندکه آنهاراازدیگرروغن هامتمایزمی کندوبه همین دلیل سیستم طبقه بندی آنهانیزباسیستم طبقه بندی دیگرروغن ها متفاوت است.

در جدول زیر طبقه‌بندی .H.B برای روغن‌های توربین و معادل آن در سیستم ایزوومشخصه های موردنیازروغن توربین آورده شده است.

ISO VISCOSITY GRADES

Shell Turbo Oil T	32	46	68	100
Viscosity (ASTM D445) cSt @ 40 °C cSt @ 100 °C	 32 5.1	 46 7,0	 68 8.5	 100 11.4
Colour (ASTM D1500)	<0.5	<0.5	<0.5	0.5
Pour Point °C (ASTM D97)	-12	-12	-9	-9
Flash Point - COC (ASTM D92, °C)	210	215	220	240
Total Acid Number (ASTM D974, mg KOH/g)	0.05	0.05	0.05	0.05
Foaming (ASTM D1500, ml/ml) Sequence I Sequence II Sequence III	 30/Nil 20/Nil 30/Nil	 30/Nil 20/Nil 30/Nil	 30/Nil 20/Nil 30/Nil	 30/Nil 20/Nil 30/Nil
Air Release (ASTM D3427, min)	3	3	6	8
Water Demulsibility (ASTM D1401, min)	15	15	20	20
Steam Demulsibility (IP19, secs)	100	120	150	170
Copper Corrosion (ASTM D130, 100°C/3hr)	1A	1A	1A	1A
Rust Control (ASTM D665B, after water washing)	Pass	Pass	Pass	Pass
Oxidation Control Tests- A) TOST Life (ASTM D943, hr) B) TOST 1000hr Sludge (ASTM D943, mg) RBOT (ASTM D2272, min)	 >8000 20 >750	 >8000 20 >750	 >8000 20 >750	 >8000 20 >750

روغن های محافظProtective Oil

ازاین نوع روغن ها برای محافظت ازقطعات درحین عملیات تولیدوهمچنین درانباروبسته بندی و یا درحفاظت ازقسمت های داخلی برخی ازماشین الات استفاده می شود.این روغن ها, روغن های معدنی بامواد‌افزودنی هستندکه دارای ویسکوزیته پایین یامتوسطی هستندومی تو انند بصورت غوطه وری,

پاششی(برای قطعات حجیم) ویابااستفاده ازبرس ویک قطعه پارچه بکاربرده شوندکه بابکاربردن مقدارلازم روغن محافظ درزمان معقول کلیه قسمت های موردنیازپوشش داده می شود.
غالبانیازی به جداکردن این روغن هاازروی سطوح نمی باشد(چون درروغن های فلاش حل می شوند)ولی اگرلازم باشدپاک شوندبایدازمحلول های قلیائی استفاده کرد.ضخامت لایه روغن محافظ بستگی به اجزاسازنده ومودافزودنی به آن ,درجه حرارت روغن ,گرانروی, شکل قطعه, زمان غوطه وری, روش پاشش ونحوه سردکردن آن و..... دارد.

روغن عملیات برشکاری

۱-روانکاری وکاهش اصطکاک.

۲-خنک کنندگی وکاهش گرمای ناشی ازاصطکاک.

۳-ممانعت ازخوردگی سیستم .

٤-تمیزکردن منطقه برش ازبراده ها.

۵-پردازش خوب برروی سطح قطعه.

۶- مقاومت دربرابراکسیداسیون.

۷- ثابت نگه داشتن گرانروی.

۸- مقاومت دربرابرتشکیل لجن, رسوب ومواداکسیدشده.

۹- ثابت نگه داشتن قدرت جداشدن.

بایددقت نمودکه انتخاب سیال ماشین کاری صرفاباتوجه به قیمت انجام نشودزیرایک سیال باقیمت کم وکیفیت پایین ممکن است باعث پایین آمدن کیفیت محصول, استهلاک ابزاربرش ,خوردگی دستگاه ,کوتاه شدن دوره مصرف ودرنتیجه افزایش زمان توقف وافزایش حجم ضایعات سیال گرددکه نهایتا منجربه افزایش هزینه وقیمت اجناس تولیدشده می شود.

روغن ها ی هیدرولیک

این نوع روغنها برا ی انتقال قدرت و حرکت بوسیله فشار وجریان مورد استفاده قرار می گیرند بطوری که با افزا یش فشار هیدرولیک ، جر یان کاهش یافته و وسیله به آهستگی پائین می رود و بالعکس . در یک سیستم هیدرولیکی ، روغن هیدرولیک از اهمیت بسیار بالا ئی برخوردار بوده و تاثیر بسیار ز یادی بر راندمان سیستم دارد .بطور کلی مهمتر ین و یژگیها ی روغن ها ی هیدرولیک با کیفیت عالی به شرح ز یر می باشد

۱ -در برابر اکسیداسیون و گرما مقاوم باشد.

۲ -دربرابر هیدرولیز مقاوم باشد.

۳ -دارای خاصیت حفاظت از زنگ زدگ ی و همچنـین خاصـیت جداشـدن از آب Demulsification باشد .

٤ -دارای خاصیت ضد سایش بخصوص در فشارهای بالا و خاصیت ضدخوردگی باشد.

۵ -دارای خاصیت ضدکف و قابلیت خارج نمودن هوا از خود باشد.

۶ -امکان فیلتر شدن و زدایش آلودگی های حداقل ۵ میکرون را داشته باشد.

۷ -در مقابل نیروهای برشی مقاوم باشد.

۸ -با آب بندها وقطعات سیستم سازگار بوده و دارای طول عمر کارکرد زیادی باشد.

بایستی توجه داشت که خوا ص فوق الذکر عمدتا با اضافه نمودن مواد افزودنی تامین می گردد .

فیلترهای روغن

جهت جداسازی ذرات معلق از روغن در سیستم روانکاری کمپرسور از یک صافی و یک فیلتر ، استفاده می شود .صافی به صورت توری با دانه بندی نسب تًا درشت در قسمت مکش پمپ نصب شده و مانع ازورود ذرات درشت بدرون پمپ می گردد .در هر نوبت تعویض روغن ، صافی فوق را باید بطور کامل تمیز نمود.

وظیفه فیلترهای روغن جدانمودن آلودگی هایی است دراثرمواردزیربه روغن واردشده اند:

۱-آلودگی هائی که توسط خودسیستم ایجادمی شودنظیرذرات حاصل ازسایش که ممکن است به علت کیفیت بدقطعات, نامناسب بودن کلرنس قطعات, طراحی بدآنها, خستگی, افزایش درجه حرارت و.....ایجادشود.

۲-آلودگی هائی که به سیستم واردمی شوندنظیربراده های جوشکاری, بسته بندی نامناسب, حمل ونقل نامناسب قطعات وروغن که قبل ازنصب قطعات به سیستم واردمی شوند.

۳-آلودگی هائی که توسط افرادواردسیستم می شوندنظیرعدم دقت درتعمیرونگهداری ,تمیزنکردن قطعات درحین نصب وعدم رعایت دستورالعمل هایی که توسط سازندگان توصیه شده است.

٤-آلودگی های واردشده به سیستم نظیرعدم استفاده ازفیلترباکیفیت مناسب طراحی نامناسب فیلتر که ازطریق آب بندهای نامناسب (اورینگ هاوکاسه نمدها)باکیفیت پایین ولقی زیادواردسیستم می شوند.

انواع فیلترها

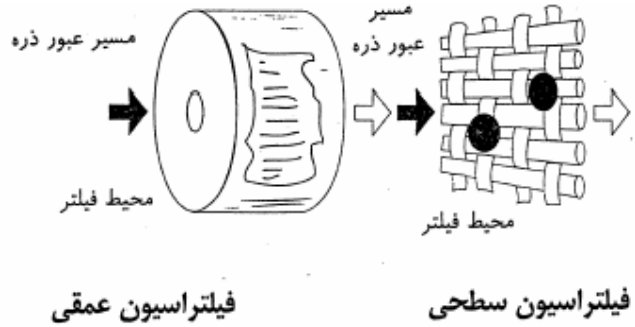
فیلترهای روغن براساس نوع رفتار دردونوع زیرطبقه بندی می شوند:

الف فیلترهای نوع سطحی

ب-فیلترهای نوع عمقی

فیلترهای سطحی

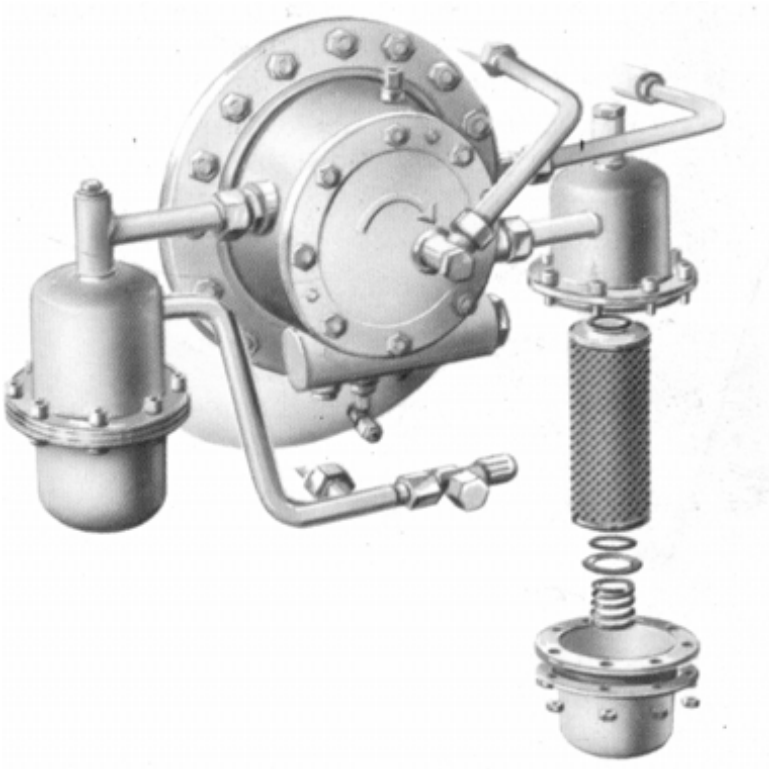
درفیلترهای سطحی روغن ازیک لایه ماده فیلترکننده عبورمی کندکه این ماده اغلب ازصفحات کاغذی یافایبرگلاس باانداره سوراخ های خاصی(٤٠تا١٠میکرون)ساخته شده است..دربعضی ازآنهانیزازکاغذهائی که روی آنهاعملیات شیمیائی انجام شده استفاده می شود.



استفاده ازفیلترهای فلزی یاسیم های فلزی بافته شده فقط ذرات درشت راازروغن جدامی کنندوازنظرهزینه های اولیه نیزبسیارپایین هستندوعیب آنهااین است که قادربه جداکردن آب وآلودگی های حل شده درروغن نیستند.البته فیلترهای مخصوصی وجوددارد که می توانندمقادیرکم آب ومواد افزوده شده به روغن رانیزجداکنندکه دارای هزینه اولیه وعملیاتی زیادی می باشند.

فیلترهای نوع عمقی

درفیلترهای نوع عمقی ازموادجاذبی نظیرضایعات کتان کاغذپارچه و...استفاده می شوداین فیلترهاحتی قادرندآلودگی های بااندازه۱ تا۱۰میکرون رانیزازروغن جداکنندودربعضی ازآنهانیزازکاغذهائی که روی آنهاعملیات شیمیائی انجام شده استفاده می شوداین فیلترهادراثرواکنش شیمیائی باآلودگی هاآنهاراازروغن جدامی کنندوممکن است بعضی ازموادافزودنی موجوددرروغن نیزازروغن جداشود.



فیلترهای نوع عمقی بیشترین کاربردرادرصنایع دارندوبعضی ازآنهادارای لوله های مقوائی قابل تعویض می باشندکه می توانندباموادمختلف پرشوند.

فیلترهای عمقی درچنددسته طبقه بندی می شوند:

۱- فیلترهای نوع رزینی.

۲- فیلترهای نوع سلولزی.

فیلترهای رزینی برای جذب آلودگی های متوسط باسرعت بالاوافت فشار پایین توصیه می شوندوکاربردآنهابرای جدانمودن ذرات باقطر۵تا۲۰میکرون قابل استفاده اند.

فیلترهای جذبی پرشده ازگل سرشوی که درپارچه مخصوصی قرارمی گیرند برای جداکردن آلودگی های حل شده درروغن ازقبیل اسیدها,اسفالتین ها,صمغ ها, رزین ها, ذرات کلوئیدی ,مقادیرکم آب وذرات جامدریزتوصیه شده است.همچنین این ماده, موادافزودنی موجوددرروغن راکه دارای خاصیت قطبی باشند راازروغن جدامی کنند.

فیلترهای نوع سلولزی معمولاترکیبی از ضایعات کتان الیاف چوب(چوب درخت ماموت)و....می باشندوبرای تخلیص روغن هائی که دارای مقادیرزیادی آلودگی جامدهستندتوصیه می شود.این فیلترهاآب وموادافزودنی رانمی توانندازروغن جداکنندودرحضورآب وامولسیون های آبی فعالیتشان زیادشده وبخاطرزیادشدن خلل وفرج جریان بیشتری راازخودعبورمی دهند.

طبقه بندی میکرونی فیلترها

فیلترها ازلحاظ سایزمیکرونی دردودسته طبقه بندی می شوند:

الف-طبقه بندی اسمی فیلترها

ب-طبقه بندی مطلق فیلتر

اگر فیلترقادربه حذف ۹۶درصدوزنی آلودگی های بایک اندازه خاص راداشته باشدازلحاظ استاندارد اندازه آن رااندازه اسمی فیلترمی گویند.آزمایشات نشان داده که ازیک فیلترباندازه اسمی ۱۰میکرون ذراتی بااندازه بزرگتراز۲۰۰میکرون نیز می تواندعبورکند.

در طبقه بندی مطلق فیلترهاذرات بااندازه بزرگترازاندازه مطلق نمی تواندازفیلترعبورکنند.

عوامل موثردرفیلتراسیون

۱-میزان افت فشار.

۲-روشن کردن دستگاه باروغن سردوگرانروی بالا.

۳-تغییرات سرعت درجریان روغن.

٤-لرزش های مکانیکی.

۵-ذرات زیادحاصل ازاحتراق.

مراقبت های ویژه ازفیلترهای روغن

۱-تعویض فیلتردرزمان پیشنهادشده توسط سازنده آن وحتی تعویض زودترآن درمواقعی که فیلتردرفضای غبارالودکارمی کند.

۲-جهت اطمینان بیشترازعملکردفیلترومیزان آلودگی هابطورمرتب روغن بایدموردآنالیزقرارگیرد.

۳-برای دستیابی به فیلترباطول عمربیشترهرگزازفیلترهای باسایزبیشتراستفاده نشود.درصورت نیازبه فیلترباظرفیت بیشترازفیلترهای باحجم بزرگتروباکیفیت بالاتراستفاده شود.

٤- بـــدون تعـــویض فیلتـــر روغـــن عـــوض نـــشوداگربایدبین تعـــویض روغـــن وفیلتریکـــی انتخـــاب شودحتماتعویض فیلترانتخاب شود.

۵-هرگزقیمت خریدفیلتررامبنای تعویض آن قرارندهید.

۶-همیشه ازفیلترهای باسایزمش پیشنهادشده توسط کارخانه سازنده دستگاه استفاده شود.

فیلترهائی که بصورت موازی درسیستم نصب می شوندمعمولا مجهزبه یک شیرسه طرفه هـستندکه بدون خاموش کردن دستگاه باتعویض جریان ازیک فیلتربـه فیلتردیگرمـی تـوان فیلترکثیـف راتعـویض نمود.

مواردی که درحین تعویض فیلترهای روغن بایدانجام شود:

۱-ازسرویس خارج کردن فیلتر.

۲-انداختن فشار Depressure فیلتر روغن با بازکردن مسیر Vent روی فیلتر .

۳-تخلیه محفظه فیلتر با استفاده از ولو Drain قسمت انتهایی محفظه فیلتر .

٤-تمیزکردن داخل محفظه فیلتر.

۵-نصب فیلتر جدید .

۶- هواگیری از محفظه فیلترباباز کردن مسیرورودی روغن ومسیرVentوتخلیه هوا .

اقتصادروغن

روغن هایکی ازمنابع تجدیدناپذیروازسرمایه های بزرگ ملی یک کشورهستندکه بایدحداکثراستفاده رازآن نمودکه می تواندباعث صرفه جوئی های زیاداقتصادی شودکه بدنیست به مواردزیرتوجه گردد:

۱-عدم استفاده ازظروف کثیف وسوراخ برای حمل روغن.

۲-جلوگیری ازالوده شدن روغن درمحیط های نامناسب وپرگردوخاک.

۳-انبارنکردن آنهادرجاهای خیلی سردیاخیلی گرم.

٤-جلوگیری ازانبارکردن طولانی مدت آنها.

۵-مخلوط نکردن روغن هائی که بایکدیگرسازگاری ندارند.

۶-جلوگیری ازریخت وپاش.

۷-باقی نگذاشتن روغن درته ظروف هنگام بازگشت ظرف.

۸-استفاده ازتکنولوژی جدیدآنالیزروغن.

مواردی که باعث افزایش مصرف بی رویه روغن ها می شود:

۱--مصرف روغن دراتومبیل های غیراستاندارد.

۲-پایین بودن کیفیت سوخت و.....

۳-پایین بودن سطح اطلاعات عمومی جامعه نسبت به روغن.

٤-عدم امکان تشخیص روغن خوب ازروغن بدباانجام آزمایشات عمومی.

۵-ایجادتبلیغات سو توسط برخی ازتعویض کاران روغن.

۶- توزیع روغن های نامرغوب وروغن های فله ای.

مواردی که باعث افزایش طول عمرو کاهش مصرف روغن می گردد:

۱- تولیدروغن پایه مرغوب بااستفاده ازتکنولوژی های نوین.

۲-ایجادفرهنگ اگاه سازی دارندگان وسایل نقلیه درموردکاربردصحیح روغن.

۳-بهینه سازی وسایل نقلیه برای راندمان بالاتر.

٤-بهبودبخشیدن کیفیت روغن بااستفاده ازموادافزودنی باکیفیت که باعث افزایش طول عمرروغن وماشین می شود.

۵- استفاده مجدداصولی ازروغن های کارکرده.

تاثیر برنامه روانکاری نوین در افزایش کارآئی ماشین آلات

تجربیات کشورهای پیشرفته و صنعتی نشان می دهد که برای حضور در بازار رقابت یکی از مهمترین عوامل ، تمرکز بر روی هزینه های تعمیرات و نگهداری و کاهش آنها با انجام برنامه و حداکثر سرمایه گذاری در این بخش (Lubrication Reliability Program) روانکاری پایدار می باشد

تعریف و مفهوم روانکاری در دنیای مدرن مانند دیگر تعاریف و مفاهیم دستخوش تغییرات بنیادی شده است . در گذشته ای نه چندان دور اغلب متخصصین ، کارشناسان و صاحب نظران علم تریبولوژی و روانکاری ، متفق القول ، روانکاری و هزینه های مرتبط را در قالب چهارضلعی روانکار مناسب ، مقدار مناسب ، زمان مناسب و مکان مناسب ترسیم کرده و شرط موفقیت یک برنامه روانکاری را که منجر به کاهش هزینه ها می شود ، منوط به اجرای دقیق و پیاده سازی توامان اضلاع مربع یاد شده می دانستند . اما امروزه" مربع جامع دیروز " مقدمه ای بیش محسوب نمی شود . براساس نظریه های جدید علاوه بر لز وم اجرای مربع یاد شده ، لحاظ هزینه هائی مانند هزینه سایش ، هزینه های تعمیرات و نگهداری ، هزینه های عملیاتی و از همه مهمتر قوانین ، ملاحظات و الزامات زیست محیطی از چنان اهمیت فوق العاده ای برخوردار شده اند که بدون در نظر گرفتن تاثیرات مستقیم و غیرمستقیم آنها در محاسبات هزینه های روانکاری ، عملا "برنامه روانکاری ناقص خواهد بود

در این بخش علاوه بر پرداختن هدف های" برنامه روانکاری پایدار " که بیشتر مشتمل بر ارائه راهکارهای آزمون شده توسط شرکتهای معتبر جهانی است ، سعی در گسترش بحث از سطح کلان به خرد و از تولید کننده به مصرف کننده را دارد و می کوشد با بیان مثالی ملموس در مورد خودرو ، ا همیت و منافع اقتصادی تغییر نگرش به روانکاری در یک سیستم مکانیکی کوچک را نشان دهد.

براساس مطالعات آماری ، چنانچه ترنی با طول معا دل ۱۳۰ خودروی سواری فاصله بین تبریز تا مشهد را رفت و برگشت طی کند ، میزان ذرات فولاد ناشی از سایش قطعات مختلف به ویژه ما بین ریل و چرخ های ترن ، حدود یک تن خواهد بود . بطور کلی بیش از ۸۰ درصد از ۱۵۰۰ میلیارد دلار خسارت سالانه ناشی از روانکاری نامناسب یعنی ۱۲۰۰ میلیارد دلار ، نتیجه سایش است.

در سال ۱۹۹۰ ، کشور کانادا بابت آسیب های ناشی از سایش و اصطکاک ، متحمل۲/۵ میلیارددلار زیان شد ، که در همان سال این رقم برای ایالات متحده به دلیل تعدد بیشتر صنایع و کارخانه ها ۲۰۰ میلیارد دلار ذکر شده است

وظائف عمده هر روانکار به دو بخش تقسیم میگردد:

۱ -کاهش سایش ، اصطکاک و حرارت و....
۲ -محافظت از قطعات و بخشهای مختلف دستگاه در مقابل عوامل مخرب.
بررسی ها نشان می دهد که یکی از پارامترهای اصلی تشدید کننده سایش در موتور ، عدم استفاده از روانکار مناسب و آلودگی آن است . در موتور خودروها ، بیش از ۷۰ درصد سایش در لحظات اولیه شروع به کار حاصل می شود که عدم انتخاب ویسکوزیته مناسب روغن به تشدید این پدیده کمک می کند.
نتایج یک بررسی بر روی ۱۱۵۰ خودروی سنگین ، متوسط هزینه های عملیاتی آنها را بصورت زیر نشان می دهد:
هزینه سوخت ۳۷ درصد ، هزینه تعمیرات ۲۷ درصد ، استهلاک ۱۶ درصد ، هزینه های بالاسری۱۳ درصد ، تایر ۶ درصد و روانکار یک درصد . طی یک برنامه مدون روانکاری ۲ ساله که شامل تغییر نوع روغن و استفاده از سطح کیفی بالاتر ، آنالیز روغن و کنترل آلودگی های موجود در روانکار با استفاده ا ز فیلترهای مناسب تر بود ، متوسط هزینه سوخت ۱۰ درصد و هزینه تعمیرات حدود ۵۰ درصد تقلیل یافته است به بیان دیگر هزینه سوخت ار ۳۷ به ۳۳/۵درصدوهزینه تعمیرات از۲۷به۵/۱۳درصدکاهش پیدا کرد و این در حالی بود که هزینه روانکار تنها از یک درصد به ۲ تا حداکثر ۳ د رصد افزایش یافته بود . با نتایج یاد شده مشخص می شود که در نهایت ، سالانه ۱۵ درصد از کل هزینه های یک خودرو قابل تبدیل به سود است علاوه بر این ، به علت استفاده از روانکار بهتر ، فاصله زمانی تعویض روغن افزایش یافته که این موضوع کمک قابل ملاحظه ای به حفظ محیط زیست و در سطح کلان ، حفظ منابع تجدید ناپذیر می کند
کیفیت برتر ، هزینه کمتر
همانطور که پیش تر ذکر شد ، دو هدف عمده از بکارگیری" برنامه روانکاری پایدار " ، کاهش هزینه ها و حفظ محیط زیست است و این دو هدف حاصل نمی شود مگر با اصلاح کیفیت محصول کیفیت بهتر نتیجه مستقیم فرآیند تولید بهتر است و کلید حصول به این مهم ، شناخت دقیق پارامترهای موثر بر بخش تعمیرات و نگهداری خواهد بود . برنامه روانکاری پایدار ارتباط تنگاتنگی با برنامه تعمیرات دارد و از بیشترین اثرگذاری برخوردار است.
امروزه روانکاری تنها روغن کاری ماشین آلات نیست ، بلکه مفاهیم نوینی مانند حفظ هزاران نقطه در دستگاه در برابر آسیب ها با استفاده از روانکار مناسب و در زمان مناسب برای محافظت از قطعات و تداوم تولید با کیفیت بالاتر ، تعریف جدید روانکاری را تشکیل می دهند . در این تعریف مواردی مانند:
۱ -صرفه جوئی در مصرف انرژی و روانکار
۲ -صرفه جوئی در هزینه های کارگر

۳ -حفظ منابع تجدید ناپذیر

٤ -کاهش هزینه تعمیرات و قطعات یدکی

۵ -بهبود کمی و کیفی تولید

۶ -آلودگی کمتر محیط زیست

از جمله هدف های برنامه محسوب می شوند که باید به آنها دست یافت.

بطور کلی ، اجرای" برنامه روانکاری پایدار "که از آن با عنوان" مدیریت جامع سیستم " نیز یاد می شود ، در سه حوزه مجزا شکل می گیرد و در نهایت به یک هدف نهائی یعنی " کیفیت برتر ، هزینه کمتر و محیط زیست سالم تر " منجر می شود.

یک شرکت فعال در زمینه استخراج سنگ آهن که عمده ترین وحساس ترین ماشین های مورد استفاده در معدن آن ، ٤ عدد بیل مکانیکی است سالیان متمادی با هزینه یک میلیون دلاری به منظور تعمیرات سیستم های هیدرولیک بیل های مکانیکی در گیر بود ه است . نزدیک به ۷۱ درصد این هزینه یعنی ۷۱۰ هزار دلار آن برای تعمیر پمپ ها ، شیرها و سیلندرها به مصرف رسیده و این هزینه به جز خسارت ناشی از توقف بیل ها است که به طور متوسط دو هزار دلار در ساعت برآورد می گردد.

تیم روانکاری تشکیل شده در سال ۲۰۰۰ با هدف کشف و ریشه یابی علت خرابی های متعدد سیستم های هیدرولیک این شرکت فعالیت خود را بر روی پمپ ها ، شیرها و سیلندرها متمرکزکرد.

با بررسی نتایج پراکنده آنالیز روغن طی سه سال به این نتیجه رسیدند که ذرات سایشی ، فرسایشی موجود در روغن برحسب استانداردISO٤٤٠۶ بطور متوسط ۱۶ و۲۰ و ۲۱ بوده در حالی که استاندارد ، حد مجاز آلودگی را ۱۱ و۱٤, ۱۶ ذکر می کند . این نتایج در کنار اظهارات مکانیک ها و اپراتورها ، اعضای تیم را به سرعت متوجه فیلترهای موجود در سیستم کرد.

پس از مشورت با سازنده دستگاه و متخصصین فیلترا سیون ، مقرر شد که بدون تغییر نوع فیلترهای موجود که از نوع کاغذی ۱۰ میکرون بود ، به صورت موازی دو فیلتر مشابه نصب شود . پس از ۱۸ ماه از این تغییر و بهبود کیفیت روانکار مصرفی ، گزارش آلودگی ذرات روغن ،۱۵ و ۱۸ را نشان می داد که به معنای ۱۲ بار آلودگی کمتر می باشد . این تیم انتظار که در سال ۲۰۰٤ این اعداد ، به۱٤,۱۲ و ۱۶ برسد .

گرچه هنوز برای قضاوت نهائی و نتیجه گیری قطعی زمان مناسبی نیست ، اما در همین مدت اجرای برنامه ، عمر اجزای سیستم هیدرولیک ۲ تا ٤ برابر افزایش یافته است و صرفه جوئی حاصل از تعمیرات ، حدود ۲٤۰ هزار دلار یعنی ۲۵ درصد کل هزینه تعمیرات سالانه بوده است. این رقم تنها صرفه جوئی حاصل از هزینه های کارگر ، قطعات و نگهداری می باشد و شامل فواید حاصل از افزایش تولید و بهبود راندمان عملیاتی نبوده است

علل اضمحلال روغن ها

روغن های روانکاری معمولا به دودلیل خواص خودراازدست می دهند:

۱-آلودگی ها.

۲-کاهش خواص روغن که توسط موادافزودنی به روغن داده شده است.

آلودگی هامهمترین عامل ایجادسائیدگی هاهستندومنابع آن می تواند خارجی یعنی موادی باشد که ازمحیط بیرون واردروغن می شوند, باشدمثل گردوغباراب ,موادنشت شده و.... که باعوامل داخلی یعنی وجودفلزات سائیده شده درروغن باعث افزایش سایش وفرسایش می شوند.این آلودگی هادرطی مرورزمان درروغن جمع می شوندودرصورتی که شرایط کاری سخت نباشدمتناوباتوسط فیلتراسیون روغن ازبین می روند و روغن می تواندبرای مدت زمان طولانی قابل استفاده بمانندولی درصورتی که شرایط کارسخت باشدبه تدریج برمیزان آلودگی هاافزوده می شودوتجمع آنهاباعث بروزخطراتی می شود.

موادافزودنی به دوصورت ازبین می روند:

۱-مصرف می شوند.

۲-تغییرشیمیائی می دهند.

که درصورت بروزهریک ازمواردفوق درروغن دیگرنمی توان ازروغن استفاده کردوباید آن را تعویض نمود.بعضی ازموادافزودنی دراثربالارفتن درجه حرارت ممکن است تبخیرشوندیاساختمان مولکولی آنهاشکسته شودوباوجودحرارت وآلودگی وکاهش اثرموادافزودنی ,باعث اضمحلال روغن پایه می شوندوروغن رابه پایان عمرمفیدخودنزدیک می کنند.به عبارت دیگرباکاهش هرکدام از مواد افزودنی اضافه شده به روغن که هرکدام برای منظورهای خاصی بوده است روغن آن خاصیت مورد نظر(ازقبیل کاهش اثربازدارندگی از اکسیداسیون زنگ زدگی ضدسائیدگی و.....)راازدست می دهد و قادربه انجام وظیفه وظیفه محوله نمی باشد.

روش های تصفیه روغن های کارکرده

آنچه که باعث کاهش عمروازدست رفتن خواص روغن هاوسیالات روانکارمی باشد.حضورانواع آلودگی هاشامل: ذرات خارجی, رطوبت آلودگی های ناشی ازتجزیه واکسیداسیون روغن وگاهااختلاط روغن باسایرروغن هااست.وجودآلودگی هادرروغن عواقبی نظیرتغییردرویسکوزیته ,تولیدلجن, رسوب مواداسیدی وافزایش اسیدیته, رشدمیکروبی, ازبین رفتن خواص موادافزودنی, ایجادخوردگی درمخزن ودستگاه ونهایتاتبدیل زودهنگام روغن به ضایعات رابه دنبال خواهدداشت.لذاباجداسازی این آلودگی ها وافزودن موادافزودنی مناسب می توان مجدداروغن رابه کیفیت اولیه مورداستفاده

رساندکه امروزه درسراسردنیاازسیستم های تخلیص واحیای روغن های روان کننده, سیالات هیدرولیک, روغن های عایق حرارتی و..... استفاده می شود.
البته روغن دستگاه باید طوری انتخاب شودکه دارای طول عمرکاری زیادی باشدوپس ازکارکردبتوان آن رابه عنوان یک محصول فرعی به فروش رساند.بیشتر روغن هاراپس از استفاده درشرایط کارکردسخت می توان برای مواردی که دارای شرایط کارکردآسانتری هستندیا به عنوان سوخت یاماده اولیه برای کارخانجات تصفیه روغن مجدداستفاده کرد.درنتیجه درانتخاب روغن باید مسائل بعدی آن ومسائل زیست محیطی نیز درنظرگرفته شود.
باتوجه به تولیدبیش ازیک میلیون خودرودرسال وافزایش سریع مصرف انواع روغن های موتوروصنعتی وپیش بینی مصرف آن دراینده پیامدهائی ازنظرتامین خوراک اولیه واردات موادافزودنی موازنه منفی بین تولیدوعرضه ونهایتا افزایش مصرف روغن بوجودخواهدامدکه لازم است اقدامات جدی انجام گردد.
با توجه به قیمت بالای روغن هاکه به عنوان سرمایه های ملی هرکشوری محسوب می شونداستفاده بهینه و استفاده حداکثری ازآن امری ملزم وقابل ملاحظه است درغیراین صورت ازبین بردن ویاسوزاندن آن هیچ گونه توجیه علمی وعملی نداردومی تواندباعث آلودگی های زیست محیطی واتلاف مقادیرزیادی انرژی باشد .یکی ازراه های تولیدروغن استفاده ازروغن های مصرف شده (روغن سوخته) واحیا آنهابه منظوراستفاده مجدداست .زیرابرخلاف اکثرفراورده های نفتی که تنهایک بارقابل استفاده اندچنان چه روغن مصرف شده بطورصحیح بازیابی شودقابل استفاده مجددخواهدبود.
بسیاری ازکشورهاکه نیازبه واردات روغن دارندبیشترروغن های موتوروصنعتی خودراازطریق تصفیه مجددروغن های کارکرده تامین می کنندوحتی دربعضی ازکشورهامثل المان این کاراجباری است وبیش از۲۰درصدروغن مصرفی آنها ازروغن های تصفیه مجددتامین می شود.همچنین شرکت جنرال موتورزامریکانیزاستفاده ازروغن های تصفیه مجددراتائیدکرده واعلام نموده که هرنوع روغن موتوری که بتواندآزمایشات موتوری استاندارد راباموفقیت بگذراندرموتورهای ساخت این شرکت قابل استفاده است.این آزمایشات درموردروغن های ساخته شده باروغن های پایه حاصل ازتصفیه اول, تصفیه مجددوسنتتیک باسطح مرغوبیت مشابه یکسان است.
درتصفیه مجددروغن های کارکرده حدود۷۵تا۸۰درصدازروغن اولیه قابل بازیابی است وحتی آزمایشات انجام شده توسط آزمایشگاه های مستقل نشان داده است که دربعضی ازمواردکیفیت روغن پایه حاصل ازتصفیه مجددحتی ازروغن های پایه اصلی بهترمی باشند.البته این موضوع برای روغن هائی که توسط روش های مدرن وبااستفاده ازگازهیدروژن وتقطیردرخلا تصفیه شده باشندصادق است نه روش های سنتی که ازروش شستشو با اسید سولفوریک و..... استفاده می شود.

روغن های کارکرده بارهاوبارهاقابل تصفیه مجددبوده و این امرمی تواندعلاوه براستفاده حداکثری از روغن وکاهش هزینه هاازآلودگی محیط زیست نیزجلوگیری نماید.البته درصورتی که بطورصحیح واصولی بخصوص استفاده ازروش های مدرن تصفیه باهیدروژن وتقطیردرخلا که باعث می شوداولا کلیه هیدروکربورهای غیر اشباع شده اشباع شوندوثانیاکلیه عناصراضافی وموادنامطلوب موجوددرروغن ازآن حذف گردد.

بیشترین مشکلی که دررابطه با تصفیه روغن های کارکرده وجوددارد‌عبارتنداز:

۱-مخلوط شدن انواع روغن وواسگازین باپایه های روغنی ومکمل های متعددبایکدیگردرحین جمع اوری آنهاازکارگاه های مختلف.

۲-مخلوط کردن دستی گازوئیل و... باروغن به دلیل اختلاف قیمت آنهابرای بیشترکردن حجم روغن.

۳-تصفیه غیراصولی روغن که توسط افرادغیرمتخصص وتجهیزات ابتدائی انجام می شود.

٤-عدم وجود آزمایشگاه های تخصصی جهت تست روغن تولیدشده.

۵-نبودن سیستم مسئول برای جلوگیری ازتولیدات روغن نامرغوب.

۶-عدم وجودسیستم نظارت برانجام تولیدکه باعث صلب اطمینان مصرف کننده گان روغن می شود.

۷-استفاده ازموادافزودنی نامرغوب وغیراستاندارد.

لازم به توضیح است که درصورت پایین بودن کیفیت روغن پایه تصفیه شده ,حتی بااضافه نمودن مواد افزودنی خیلی خوب هم نمی توان به یک روغن مرغوب دست پیداکرد.

پس ازجداشدن آلودگی هابه روغن پایه بدست امده بسته به نوع سطح کیفیت وکاربردموردنیاز مواد افزودنی موردنیازاضافه می شودوواردبازارفروش می شود.

انواع روش های تخلیص روغن

برای حذف بهتروسریعتر آلودگی های موجوددرروغن های کارکرده ابتداروغن گرم می شودسپس وارد مخازن ته نشینی بزرگی می شودتامواد‌جامدموجوددرآن رسوب کنندومجددا‌ذرات جامد,رطوبت وآلودگی ها توسط فیلترهای مخصوص این کارازروغن جدا می شوندودوباره برای جداکردن گازهای محلول درروغن وارد جداکننده های گاز و....می شوند.

کلابرای تصفیه روغن ها ازمتدهای متعددی استفاده می شودکه شامل:

۱-روش ته نشینی

۲-روش فیلترکردن

۳- تصفیه بااسیدسولفوریک

٤- خنثی نمودن بااهک وتصفیه باخاک مخصوص

است که ذیلا به شرح آنهاپرداخته می شود:

روش ته نشینی

ازاین روش درصنایع سنتی برای تخلیص روغن استفاده می شودراین روش روغن برای مدت زمان کافی بطورساکن قرارمی گیردتااب وآلودگی های دیگرجامدسنگین موجوددرآن به وسیله نیروی وزن ته نشین شوند. برای بالابردن سرعت ته نشین شدن معمولا روغن راتادرجه حرارت۷۲تا۸۱درجه سانتیگرادگرم می کنندتاگرانروی روغن کم شودو موادموجوددرروغن راحت ترته نشین شوند.درعمل معمولا ازدومخزن استفاده می شودابتدادرمخزن بالائی تخلیص اولیه صورت می گیردوسپس روغن به ارامی به یکی ازمخازن پایینی واردمی شودتاازبه هم خوردن روغن جلوگیری شوددربالای سطح مخزن نیزیک عددشناورتعبیه می شود تاروغن تمیزراازبالای مخزن خارج کندوآلودگی های جامدواب نیزازانتهای مخزن خارج می شود.

تصفیه بااسیدسولفوریک

دراین روش ابتداروغن گرم می شودتااب وناخالصی های غیرمحلول ازآن جداشودسپس روغن بااسیدسولفوریک غلیظ مخلوط می شودوبه آن فرصت داده می شودتامواداناخالص آن ته نشین شوندپس ازجداسازی لجن های اسیدی ازروغن آن راحرارت می دهندو ازصافی های متخلخل عبورمی دهند. بعضی اوقات روغن راقبل ازفیلترکردن باخاک مخصوص واهک مخلوط نموده وسپس ازصافی عبورمی دهند.

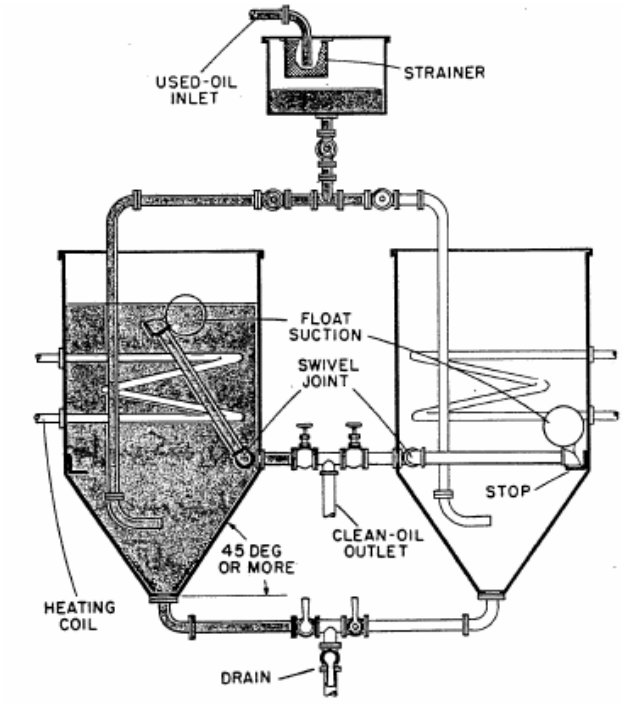
درزیرنمونه ای ازیکی ازفرایندهای تصفیه مجددروغن های کارکرده نشان داده شده است.

نمونه‌ای از فرآیند تصفیه مجدد روغن‌های کارکرده

روغن کارکرده	آزمایش کیفی ←
آب‌گیری و تقطیر	آب و سوخت از روغن کارکرده جدا می‌شود. ←
فرآیند خالص سازی با اسیدسولفوریک یا تقطیر در خلا	افزودنی‌های موجود در روغن، مواد جامد و لجن‌ها از روغن جدا می‌شود. ←
فرآیندرنگ‌بری به‌وسیله استفاده ازخاک فعال یا هایدروفینیشینگ	آخرین مرحله حذف ناخالص‌ها ←
روغن پایه با مواد افزودنی مخلوط می‌شود.	
روغن‌های روان کننده	

خنثی نمودن بااهک وتصفیه باخاک مخصوص

دراین روش ابتدا روغن بااسیدشسته می شودودمای آن به۲۰۰درجه سانتیگرادرسانده می شودوآن رابامقداری اهک و خاک مخصوصActivated Clayمخلوط نموده وبه مدت دوساعت به هم می زنندوسپس مخلوط راازصافی عبورمی دهندتاکاملا صاف شوددراین عمل اهک, اسیدهای باقیمانده درروغن راخنثی می کندوخاک مخصوص ذرات معلق موجوددرروغن وهمچنین مواداکسیدشده راجدامی کندپس ازاین مرحله روغن حاصله ازنظر گرانروی تقریبا تصحیح شده وامادہ افزودن موادافزودنی لازم به آن اضافه می شود.



مخازن ته نشینی برای تخلیص کردن ناپیوسته

خاک های معینی مثل گل سرشوی می توانندمحصولات حاصل ازاکسیداسیون روغن وهمچنین بعضی ازموادافزودنی بخصوصی که درروغن وجوددارداززروغن جداکنند. دراین روش روغن راباخاک مخصوص مخلوط نموده وآن رادرخلا حرارت می دهندتا موادسبک واب ازآن جداشود.جداسازی خاک مخصوص و ناخالصی های روغن به وسیله صافی های کاغذی ویاسطوح متخلخل وبه کمک پوشش نازکی ازخاکFilter Aidانجام می شود.

تصفیه شیمیائی باموادقلیائی وصاف کردن آن

دراین روش روغن مصرف شده(سوخته شده) رادرمخزن می ریزند وگرم می کنندتاموادنامحلول درآن تاحدامکان ته نشین وجداشودسپس این روغن رااب یاموادقلیائی می شویندتااسیدموجوددرآن خنثی شودولجن موجوددرروغن نیزته نشین شودسپس روغن حاصل راازفیلترهای نمدی عبورمی دهند.

دربعضی ازمواردموادسبک محلول درروغن رابه وسیله عریان سازیStrippingدرخلادردستگاه خاصی ازروغن جدامی کنندودرمواردی نیزقبل ازفیلترآن راباخاک مخصوصی مخلوط نموده سپس ازصافی عبورمی دهندتامواداکسیدشده محلول درآن جداشودورنگ آن نیزروشن ترشود.

فیلتراسیون

درسیستم های گردشی روغن ها(روغن های روانکاری هیدرولیک یا روغن های تراشکاری) تاآنجائی که ممکن است بایدازالوده شدن روغن جلوگیری شودولی باعنایت به اجتناب ناپذیربودن ورودبرخی ازآلودگی ها برای بالابردن طول عمرروغن, روغن بایدتخلیص یااحیا مجددشود.

فیلترکردن ,ته نشین کردن وجداکردن اب ازروغن معمولادرسیستم های مرکب که دارای سرعت تصفیه بالائی می باشند باعث تولیدروغن تمیزوعاری ازناخالصی می شود.

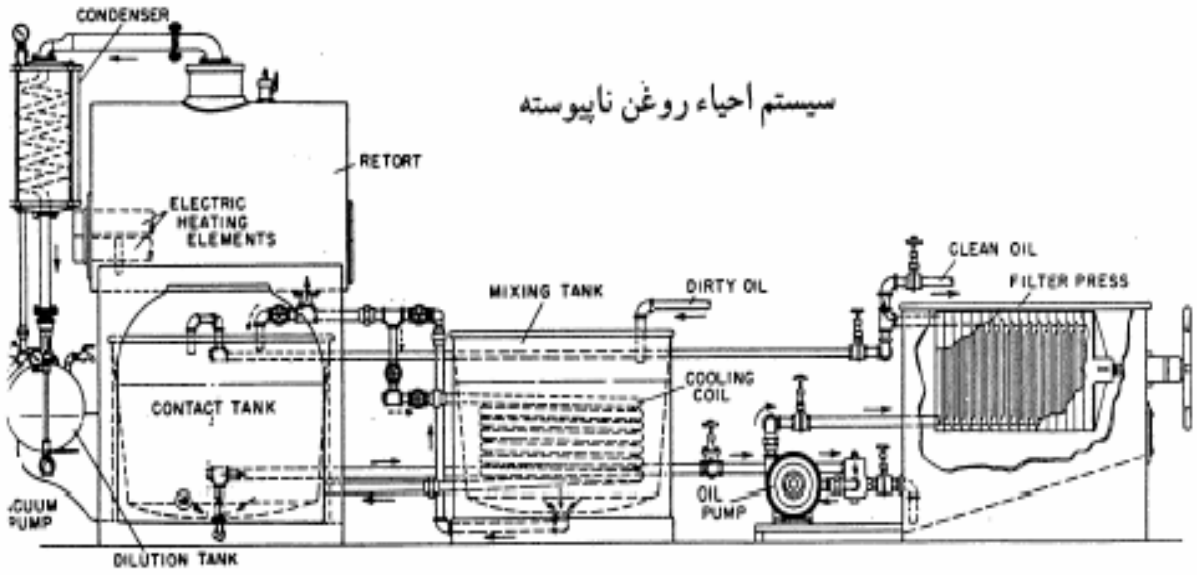
این سیستم ها ازسه قسمت تشکیل شده است:

۱-جداکردن اب وذرات جامددرشت توسط فیلترهای سیمی درقسمت ته نشینی.

۲-جداکردن موادجامدمعلق ازطریق فیلترهای پارچه ای.

۳-خالص کردن نهائی روغن وجداکردن هرنوع رطوبت ازطریق فیلترهای سلولزی.

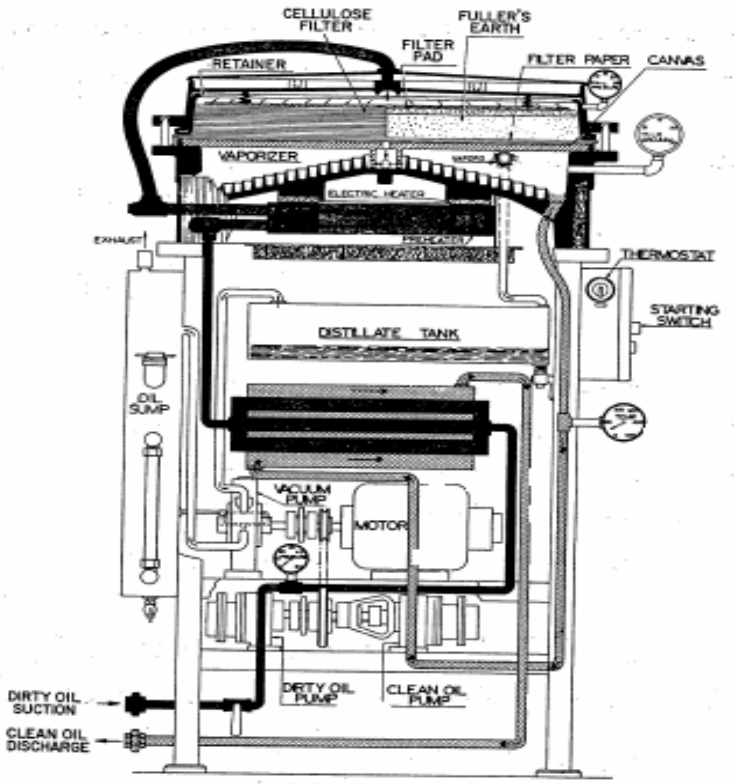
فیلترهای پارچه ای راممکن است به تنهائی وبدون این که سیستم راازسرویس خارج کرد جدانمودواین پارچه ها ذرات باقطرتادومیکرون رامی توانندجداکنند.درنتیجه جداکردن گردوخاک ویامواد‌بازدارنده اکسیداسیون توسط این فیلترها امکان پذیرنیست.



سیستم احیاء روغن ناپیوسته

درروش پیوسته ومداومContinuseبا استفاده ازفیلتر ذرات ناخالصی های موجوددرروغن ازآن جدا می شوند(مثل فیلترهای روغن اتومبیل ها)وروغن تخلیص شده واردشبکه روغن کاری می شود.ازاین حالت وقتی استفاده می شودکه آلودگی های موجوددرروغن خیلی زیادنباشد.البته جمع شدن تدریجی

عناصرالوده کننده روی فیلترباعث افت فشارووکاهش فلوی روغن می شودکه وقتی اختلاف فشارفشارسنج های نصب شده درقسمت های ورودی وخروجی فیلترازحدی بالاتررودمبین این است که فیلترکثیف شده وبایدتعویض شود.



سیستم احیاء روغن پیوسته

سانتریفیوژکردن روغن ها

دستگاه های سانترفیوژبرای جداکردن موادمختلف ازیکدیگر براثر نیروی گریزازمرکزکارمی کنند.نیروی گریزازمرکزاعمال شده روی ذرات باعث می شودذرات بطرف بیرون پرتاب شوندوفازهای مختلف ازهم جداگردند.

دستگاه های سانتریفیوژمعمولا برای انجام مقاصدزیراستفاده می شود:

الف- برای جداکردن اب ازروغن Purifire

ب-برای جداکردن ذرات جامدموجوددرروغنClarifire

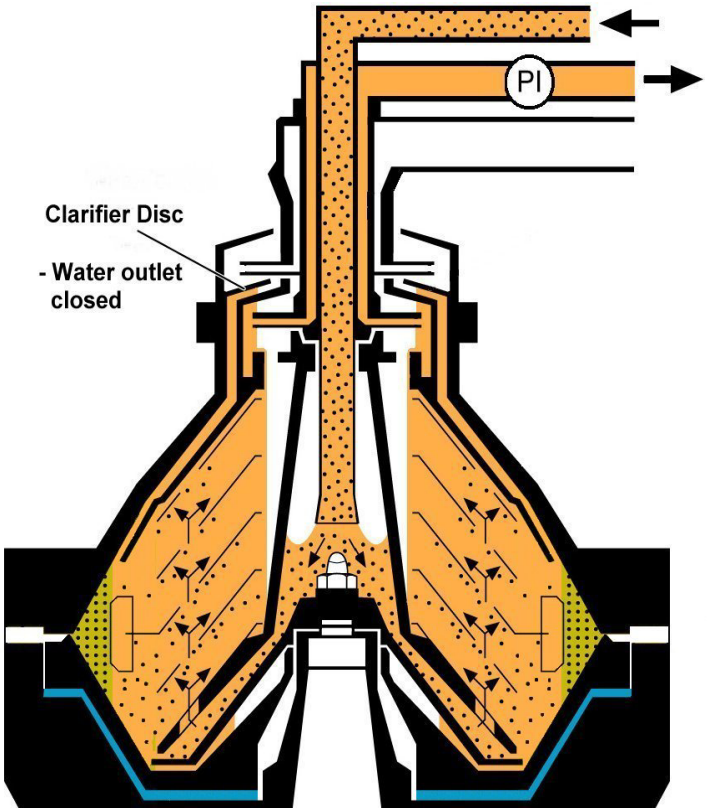
پ-برای جداکردن اب وذرات جامددرروغن

سانتریفیوژهای دیسکی ولوله ای که بادورهای بالا ونتیجتا نیروی گریزازمرکززیادکارمی کنندبرای جداسازی عالی وبامقدارزیادبرای ذرات بسیارریزومایعاتی که دارای دانسیته متفاوت هستندمناسبند.

استفاده ازدستگاه های سانتریفیوژدرسیستم هائی که دارای مخزن مرکزی بزرگ روغن می باشندمورداستفاده واقع می شود ودرحین کاریاتوقف دستگاه روغن توسط یک پمپ جداگانه ازمخزن وارداین سیستم می شودوپس ازجداسازی ناخالصی هامجددابه مخزن روغن برگشت داده می شود.

استفاده ازسیستم های تخلیص باعث افزایش طول عمرروغن تاچندین برابرمی شود.

درشکل زیرشمائی ازساختمان داخلی یک دستگاه سانتریفیوژنشان داده شده است:



چگونگی کنترل روغن هادرحین کار

ازوقتی که روغن درداخل دستگاه ریخته می شودودستگاه درسرویس قرارمی گیرد,روغن شروع به ازدست دادن خواص خودمی کندومواداافزودنی آن شروع به مصرف می شوندولذاهرچه کیفیت روغن بالاتر باشددرشرایط یکسان دارای طول عمربالاتری نیزخواهدشد. ولذاتشخیص عمرمفیدروغن عموماوفقط به کمک مقایسه نتایج تست های متوالی درفواصل زمانی معین ومقایسه آنهابانتایج حاصل ازروغن های کارنکرده مشخص می شود .

برای ارزیابی روغن درحین کارازنکات ذیل می توان کمک گرفت:

۱-روغن درحین کاراکسیدمی شودوباعث تولیدلجن و.....می شود.

۲-روغن هائی که دارای موادضداکسیداسیون هستنددردمای کمتراز ۶۰درجه سانتیگرادخیلی کم اکسیدمی شوندولی دردماهای بالاتربه ازای هر ۱۰درجه افزایش دماسرعت اکسیداسیون تقزیبادوبرابرمی شود.همچنین باعث کراکینگ وپلیمره شدن روغن نیزمی شود.

۳-وجودآب آهن ومس سرعت اکسیداسیون رابسیارزیادمی کند.

٤-بابعضی ازبازبینی های ساده می توان خراب شدن بیش ازحدروغن راتشخیص دادمثلا مخلوط شدن آب باروغن ویاوجودذرات ناشی ازسائیدگی وزنگ زدگی قطعات درروغن و....

البته با انجام آزمایشات موردنیاز روی نمونه روغن واندازه گیری آنها و روند تغییرات آنها می توان پی به شرایط روغن برد که با استفاده از آزمایش و آنالیز روغن می توان با تعویض به موقع روغن از تعویض های بی رویه و افزایش هزینه ها ممانعت به عمل آورده و باعث صرفه جوئی در مصرف روغن شد .

تفسیرتغییرات خواص روغن

۱-کاهش گرانروی نشانه مخلوط شدن روغن بایک مایع یاروغن یاسوخت سبک تریاشکسته شدن پلیمرهای موادافزودنی بهبوددهنده شاخص گرانروی است.

۲-افزایش گرانروی نشانه اختلاط روغن باروغن سنگین تر, اکسیدشدن بیش ازحدروغن(همراه باتیره شدن رنگ روغن های بارنگ روشن)است .

دراکثرمواردافزایش ۲۰درصدی ویسکوزیته شدیدمحسوب می شود.

۳-تغییروزن مخصوص مبین مخلوط شدن روغن بامایعات دیگراست.

٤-تغییرنقطه اشتعال مبین اختلاط روغن با روغن های دیگریااختلاط آن باسوخت یاشکسته شدن روغن در درجه حرارت های بالااست.

۵-تغییررنگ روغن مبین وجودآلودگی یااکسیداسیون است.

البته تغییررنگ نرمال مبین کیفیت خوب روانکاربرای انجام وظایف است.

۶-تغییرات دمولسیبیلیتی نشانه الوده شدن خارجی یااکسیداسیون است..

۷-کف کردن روغن ممکن است ناشی ازاشکالات مکانیکی(توربولانس)یاالوده شدن روغن باشد.

۸-افزایشIFTهمراه باکاهشTANنشانه این است که روغن به سمت خنثی شدن می رودونشانه وخامت اوضاع روغن وازکارافتادن موادافزودنی ضدسایشZDDPدرآن است.

۹-اکسیده شدن سریع روغن باعث ازبین رفتن اثرZDDPوبالا رفتنTANمی شود.

آنالیز روغن های روانکارOil Analysis

آنالیز روغن از چندین سال پیش در اکثر صنایع کشورهای پیشرفته به عنوان یک ابزار بسیارمفیدو مناسب برای اهداف و مقاصد زیادی اعم ازشناسائی عیوب, علل خرابی ها ,کیفیت نوع روغن خریداری شده و..... مورد استفاده قرار گرفته که در صورت اجرای صحیح آن در صنایع مختلف می تواند گامی بلند و تحولی اساسی در جهت حفظ سرمایه های ملی و کاهش وابستگی ها و مصرف بهینه روغن بوجود آورد.

روغن نیز همانندخونی است که دررگ های بدن انسان حرکت می کندوعلاوه بروظیفه اصلی, حامل میکروب ها وبیماری هانیز هست روغن نیزدرقسمت های مختلف ماشین آلات حرکت وسرکشی می کندوحامل اطلاعات زیادی ازوضعیت قطعات وفرسایش های اتفاق افتاده است .روغن نیز این نشانه ها را به اطلاعات با ارزشی که به اهداف نگهداری و تعمیرات کمک می کند تبدیل می نماید. با نمونه گیری منظم روغن ازیک دستگاه و باانجام آزمایشات برنامه ربزی شده بطورمستمر وباانالیزکردن آن می توان یک روش بسیارموثربرای نظارت بروضعیت عملکرددستگاه هاوماشین آلات مختلف بوجودآوردوباشناسائی یک اشکال کوچک که درماشین رخ داده می توان ازخرابی های بزرگترکه می تواندباعث ایجادخرابی ها وافزایش هزینه های ایجادشده شودجلوگیری نمود .

بطورمثال باانداره گیری روندافزایشی سیلیکون موجوددرروغن شرایط سیستم هواکش مشخص می شودوجودآهن وآلومینیوم درروغن مبین سایش سیلندروپیستون است, رقیق شدن روغن مبین ورودسوخت آب ویاضدیخ به داخل روغن است, غلیظ شدن روغن مبین اکسیده شدن آن است ,وجودآلودگی وذرات کربن مبین گرفتگی سیستم هواکش, غیرموثربودن فیلترروغن, یااحتراق ناقص ,وجودذرات فرسایشی مختلف ناشی ازسایش های قسمت های مختلفی که نسبت به هم حرکت دارندو.....که همه این مواردباتعیین نوع وگرانروی اولیه روغن, ساعت کارکردروغن بانمونه گیری منظم وبرنامه ریزی شده روغن وانجام آزمایشات موردنیازروی آن و آنالیزروغن محقق می شود.

بطورکلی آنالیز و آزمایش روغن به منظورهای زیرانجام می شود :

۱-حصول اطمینان ازوضعیت سلامت دستگاه .

۲-شناسایی عیوب احتمالی درمراحل اولیه و در بدو تشکیل عیب .

۳-شناسایی عوامل فرسایشی و استهلاک های غیر عادی .

٤-کاهش هزینه های تعمیراتی و تعویض به موقع قطعات .

۵-اقدامات اصلاحی به موقع و قبل از بروز خسارت ها ی جدی.

۶-کمک دربرنامه ریزی های تعمیرات دستگاه هاوماشین الات .

۷-کنترل کیفیت قطعات و لوازم یدکی و مصرفی .

۸-توسعه تکنیک های عیب یابی .

۹-صرفه جویی در روغن مصرفی .

۱۰-تعویض بهینه روغن و فیلترروغن.

۱۱-مشخص شدن میزان ونوع آلودگی های روغن.

۱۲-بهینه نمودن سیستم PM و کنترل کردن اجرای آن .

۱۳-کنترل های مدیریتی بیشتر برکل سیستم .

۱٤-کنترل کیفی تدارکات و خریدروغن .

۱۵-کنترل سیستم انبار داری .

۱۶-انجام امور تحقیقاتی .

۱۷-هشدار به موقع و تشخیص عیب مدت ها قبل از بروز خسارت (تعمیرات پیش بینانه).

۱۸-کنترل مطمئن اقدامات پیشگیرانه .

حسن روش عیب یابی دستگاه ها بر اساس آنالیز روغن این است که قبل از بروز خرابی جدی ,مشکل ماشین در نطفه شناسایی می گرددو اقدامات اصلاحی مورد نیاز برای آن انجام می شود (برخلاف آنالیز ارتعاشات که پس از بوجود آمدن مشکل و ایجاد خرابی اقدامات اصلاحی روی ماشین انجام می شود) البته این دلیل برکنار گذاشتن آنالیز ارتعاشات نیست بلکه این روش و روش های دیگر در کنار هم و باهم دارای بهترین راندمان و کارآیی می باشند .

اصول کلی آنالیز روغن

این روش شامل مراحل اجرائی زیر است:

الف-نمونه گیری ازروغن طبق روشهای استاندارد در فواصل زمانی معین .

ب-ارسال نمونه های مختلف همراه مشخصات روغن وزمان کارکرد آن همراه با نمونه اصلی روغن مصرف شده در دستگاه به آزمایشگاههای آنالیزروغن .

پ-انجام آزمایش ها ی لازم روی روغن.

ت- مقایسه نتایج بدست امده با نتایج نمونه های قبلی(روندتغییرات) .

ث-بررسی نوع شکل و اندازه ذرات موجوددرروغن بااستفاده ازتکنیک های مختلف.

ج-آنالیزوتجزیه وتحلیل اطلاعات بدست آمده وارائه توصیه هاواقدامات فنی موردنیاز.

چ-انجام اقدامات پیشگیرانه وتوصیه های لازم اصلاحی.

که ذیلا به شرح برخی ازمواردمهم مطرح شده فوق پرداخته می شود.

نکات مهم درنمونه گیری روغن ازماشین آلات

نمونه گیری ازروغن ازاهمیت زیادی برخورداراست ودرصورتی که نمونه روغن گرفته شده نمونه واقعی ازروغن موجوددرسیستم نباشدمی تواندباعث ایجادخطادرنتایج بدست امده وتصمیم گیری غلط شود.

۱- بسته به شرایط محیطی کار دستگاه معمولا فاصله های زمانی نمونه گیری توسط مهندس مراقب وضعیت تعیین می گردد و بستگی به نوع ماشین دارد .

۲- بجز موارد خاص, نمونه گیری در ساعت کارکرد پایین توصیه نمی شود زیرا معمولا نمونه روغن با ساعت کارایی پایین فاقد اطلاعات کافی است .

۳-معمولا برای موتورها (احتراق داخلی) نمونه گیری قبل از تعویض روغن انجام می شود ولی در صورتی که وضعیت دستگاه مشکوک یا غیر عادی باشد نمونه گیری بصورت موردی نیز انجام خواهد شد ولی در ماشین آلات صنعتی که عمرروغن چندین هزار ساعت است بر اساس زمان کار تعیین می شود .

٤-برای نمونه گیری از ظروف نمونه گیری یکبار مصرف تمیزباید استفاده شود .

۵-برای پیشگیری از آلودگی ، درب ظروف نمونه گیری قبل و بعد از نمونه گیری باید بسته باشد .

۶-نمونه گیری همیشه باید از یک نقطه مشخص و با یک روش مشابه انجام شود .

۷-ظروف نمونه گیری نباید کاملا پر شوند بلکه ۱/۳ آنها باید خالی باشد .

۸-نمونه گیری باید قبل از فیلتر انجام شود.

۹- نمونه روغن بایدطوری باشد که نماینده واقعی روغن ماشین باشد.

۱۰-قبل از نمونه گیری دستگاه باید برای مدتی کار کرده باشد .

۱۱-نمونه نباید از کف یا قسمت بالای روغن گرفته شود بهترین محل برای نمونه برداری قسمت وسط عمق مخزن روغن است .

۱۲-نمونه گیری بایدتوسط پمپ مخصوص این کارانجام شود.

۱۳-با توجه به آلوده شدن شیلنگ پس از هر بار نمونه گیری باید به صورت زیر عمل شود :

الف – قسمت های بیرونی شیلنگ با دستمال یکبار مصرف تمیز شود .

ب – ظروف نمونه یک بارمصرف به پمپ بسته و اقدام به کشیدن نمونه روغن می شود پس از پر شدن ظرف آنرا از پمپ باز نموده و محتوای آن دورریخته شود .

ج- ظرف تمیز نمونه برای آزمایش به پمپ بسته می شودو نمونه گیری در آن انجام شود .

۱٤-اطراف محل نمونه گیری باید قبلا تمیز شده باشد.

۱۵-دقت شود هنگام نمونه گیری ، آلودگی های محیطی نظیر آب , باران یاگرد و خاک وارد ظرف نمونه نشود.

نتایج حاصل از آزمایشات آنالیزروغن

۱-اندازه گیری فلزات حاصل ازسایش که افزایش مقداریک یاچندفلزدرنمونه نشان دهنده سایش بعضی ازقطعات است.

۲-اندازه گیری سیلیکون که آلودگی های موجوددرروغن اعم ازگردوغبار(تائیدماده افزودنی ضدکف)رانشان می دهدومی تواند باعث سائیدگی شود.

۳-اندازه گیری عدد بازیTBNکه نشان دهنده خاصیت قلیائی باقیمانده درروغن است وباعث خنثی کردن اسیدهای موجوددرروغن می شودوهرچه روغن بیشترکارکرده باشدعددبازی آن کاهش پیدامی کند.

٤-اندازه گیری آلودگی آب که می تواندباعث کف کردن روغن زنگ زدگی وخوردگی شود.

۵-اندازه گیری تغییرات گرانروی که می تواندبه دلیل آلودگی زیادروغن اکسیداسیون روغن ویاتجزیه موادافزودنی موجوددرروغن باشد.

۶-اندازه گیری عدداسیدیTANکه افزایش آن می تواندیک راهنمابرای تعویض روغن باشد(بادوبرابرشدن آن روغن بایدتعویض شود).

۷-اندازه گیری میزان رسوبات که شامل آلودگی های معلق درروغن است ومی تواندبه دلیل ورودآلودگی های خارجی غیرموثربودن فیلترروغن تعمیرات نامناسب طراحی نامناسب سیستم فیلتراسیون ویاایجادتغییردرمحیط کارکردن ماشین باشد.

۸-اندازه گیری میزان اکسیداسیون روغن به دلیل افزایش یاکاهش درجه حرارت عملکرد روغن.

۹-اندازه گیری دانسیته روغن(رقیق شدن روغن)که مبین ورودسوخت به داخل روغن است.

آزمایشاتی که روی نمونه روغن ها انجام می شودشامل مواردزیراست:

الف-بازدید های چشمی از روغن مصرف شده

ب-آزمون های آزمایشگاهی.

بازدید های چشمی از روغن مصرف شده

برای این کار لازم است که حدود ۱۰۰ تا ۵۰۰ سانتی متر مکعب روغن از مدار روغن گرفته شود و در یک بطری شیشه ای ریخته شود. اگر روغن کثیف باشد یا رنگ مات داشته باشدباید آن را به مدت یک ساعت در دمای 40^{0C} نگهداری نمود حال بر اساس ظاهر آن وتجربیات قبلی می توان اطلاعات مختصری ازروغن بدست اوردکه آنالیزآن نیازبه تجربه های قبلی داردولی این روش کارائی خیلی زیادی ندارد .

ظاهر نمونه		دلیل	عملی که باید انجام شود	
هنگام گرفتن	یک ساعت پس از گرفتن		سیستم بدون فیلتر یا سانتریفیوژ(۱)	سیستم با فیلتر یا سانتریفیوژ
شفاف	شفاف	—	نیاز به عملی نیست	نیاز به عملی نیست
کدر	شفاف	کف کردن	علت کف کردن باید جستجو شود (3)	علت کف کردن باید مشخص شود (3)
کدر	روغن شفاف با لایه آب جدا شده	امولسیون ناپایدار (4)	جدا کردن آب و رسوب ها از محل مخزن	بازرسی سانتریفیوژ (5)
کدر	بدون تغییر	امولیسون پایدار	نمونه باید مورد آزمایش و تحلیل قرار گیرد (6)	بررسی سانتریفوژ یا تعویض روغن
کثیف	ذرات ته نشین شده	آلودگی	نمونه باید مورد آزمایش و تحلیل قرار گیرد (6)	بررسی فیلتر و یا سانتریفیوژ
سیاه یا بوی تند	بدون تغییر	روغن اکسید شده	نمونه باید مورد آزمایش و تحلیل قرار گیرد (6)	نمونه باید مورد آزمایش و تحلیل قرار گیرد (6)

آزمون های آزمایشگاهی

آزمون های آزمایشگاهی شامل موارد زیر است :

۱-آزمایش خواص فیزیکی و شیمیایی روغن و مقایسه آن با روغن نو برای ادامه کار روغن .

۲-آزمایش ذرات فلزی جهت تشخیص وضعیت فرسایش قطعاتی که با روغن در تماسند.

۳-آزمایش الاینده های موجود در روغن .

درجدول زیرنمونه آزمایشات موردنیازبرای روغن های کارنکرده برای دستگاه های مختلف اورده شده است.

خاصیت روغن	مشخصات آزمایش *	روغن‌های توربین	روغن‌های ماشین‌های گازسوز	روغن‌های دنده	روغن‌های کمپرسور	روغن‌های ماشین‌های کاغذسازی	روغن‌های تراشکاری	روغن‌های سیلندر بخار
دانسیته	D-۱۲۹۸وD-۴۰۵۲	ت	ت	ت	ت	ت	ت	ت
گرانروی	D-۴۴۵	ت	ت	ت	ت	ت	ت	ت
شاخص گرانروی	D-۲۲۷۰	ت	ت	ت	ت	ت	ت	ت
نقطه اشتعال و آتش‌گیری	D-۹۲ و ۹۳	ت	ت	ت	ت	ت	ت	ت
نقطه ریزش	D-۹۷	ت	ت	ت	ت	ت	ت	ت
گرانروی بروکفیلد	D-۲۹۸۳	-	-	ت	-	-	-	-
آزمایش تیمکن EP	D-۲۷۸۲و۲۵۰۹	-	-	ت	-	ت	ت	-
آزمایش چهار ساچمه EP	D-۲۷۸۳و۲۵۹۶	-	-	ت	-	ت	ت	-
آزمایش چهار ساچمه‌قطر خراش	D-۴۱۷۲و۲۲۶۶	-	-	ت	ت	ت	-	-
ضریب نایت اصطکاک	D-۵۱۸۳ US DM۵۷	-	-	ت	-	-	-	-
دمولسی بیلیتی	D-۱۴۰۱و۲۷۱۱	ت	-	ت	-	-	-	-
عدداسیدی و بازی	D-۶۶۴و۲۸۹۶	ت	ت	ت	ت	ت	-	-
پایداری دربرابر اکسیداسیون	D-۹۴۳و۲۲۷۲ و ۲۸۹۳	ت	ت	ت	ت	ت	-	-
خوردگی مس	D-۱۳۰	ت	-	ت	ت	ت	ت	-
آزمایش کف	D-۸۹۲	-	-	-	-	-	-	-
خاکستر سولفاته	D-۸۷۴	-	ت	-	ت	-	-	ت
جلوگیری از زنگ‌زدگی	D-۶۶۵و۳۶۰۳	ت	-	ت	ت	ت	ت	-

ت، نشان‌دهنده‌ی آزمایشات توصیه شده برای روغن‌های مختلف می‌باشد. کاربرد خاص هر روغن، مشخص می‌کند که کدام آزمایش‌ها لازم است که کاملاً انجام شود.

** روش آزمایش ASTM*

حدهای اخطاردهنده توصیه شده برای بعضی از روغن‌های صنعتی در حال کارکرد

خاصیت روغن	نوع کاربرد							
	روش آزمایش ASTM	توربین گاز و بخار	هیدرولیک و گردشی	دنده	کمپرسور گاز	کمپرسور یخ‌سازی	انتقال حرارت	عایق کاری
ظاهر و بو		تعویض‌سریع	تعویض‌سریع	تعویض‌سریع	تعویض‌سریع	تعویض‌سریع	تعویض‌سریع	تعویض‌سریع
حداکثر درصد تغییر گرانروی در ۴۰°C	D-۴۴۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	-
حداکثرعدد اسیدی کل	D-۶۶۴	۰/۳(بخار) ۱ (گاز)	-	-	-	-	۲	۰/۳
نقطه آتش‌گیری°C	D-۹۳	-	-	-	-	-	۱۸۰	-
حداکثردرصد حجمی آب	D-۹۵	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	-	-	-
حداکثرمقدارآب ppm	D-۱۷۴۴	-	-	-	-	۷۵	-	۳۰
جداشدنآب‌حداکثر کلسیم (ppm)	جذب اتمی	۱۰	۱۰	-	-	-	-	-
جدا شدن آب: خصوصیات‌امولسیون : زمان جدا شدن حداکثر ۳CC،	D-۱۴۰۱	۶۰	۶۰ (الف)	-	-	-	-	-
مقدار بازدارنده اکسیداسیون در روغن کار نکرده ppm	IR	۵۰	۵۰	-	-	-	۵۰	-
مقدار ماده افزودنی فشارپذیر- ضدسایش در روغن تازه ppm	IR و جذب اتمی	-	-	۵۰	-	-	-	-
مقدارماده‌افزودنی ضدزنگ	D-۶۶۵	رد شدن آزمایش	رد شدن آزمایش	-	-	-	-	-
درصد مواد غیرمحلول در پنتان (حداکثر)	D-۸۹۳	-	-	۰/۵	-	۰/۱	-	-
مقاومت الکتریکی حداقل KW	D-۸۷۷	-	-	-	-	-	-	۳۰

الف ـ برای گرانروی‌های ۱۰۰ و بالاتر، زمان مناسب‌تر ۱۲۰ دقیقه است.

آزمایش خواص فیزیکی و شیمیایی

در آزمایش خواص فیزیکی و شیمیایی روغن ها پارامترهایی نظیر ویسکوزیته ،ویسکوزیته اندیکس خواص اسیدی و قلیایی ، نقطه ریزش ،آلودگی آب و ... اندازه گیری می شود که مقادیر اندازه گیری شده با مقادیرمجازتوصیه شده ومقادیری که قبلا اندازه گیری شده وهمچنین مقادیراندازه گرفته شده ازنمونه روغن های کار نکرده بدست امده مقایسه می شود و از نتایج آن می توان به مواردزیر پی برد :

الف-کنترل وضعیت روغن برای ادامه کار یا تعویض آن.

ب-کنترل کیفی روغن های موجود در انبار .

ج-تشخیص سریع فیلتر های معیوب .

چ-تایید سالم بودن روغن ها.

ح-اطمینان از اینکه روغن صحیح در دستگاه مصرف شده یانه.

خ-تاییدعملیات تمیز کاری سیستم پس از انجام تعمیرات روی دستگاه .

د-تایید سالم بودن آب بندها و مسیر هواکش از آلودگی ها .

ذ- کنترل مرغوب و تمیز بودن روغن ها قبل از ورود به انبار.

ه-کنترل شرایط کاری دستگاه

آزمایش روغن جهت بررسی ذرات فلزی

باتوجه به این که روغن درقسمت های مختلف ماشین حضوردارودوکلیه آلودگی ها وسائیدگی هاراباخودحمل می کندباگرفتن نمونه روغن می توان این ذرات فلزی راشناسائی کرد,نحوه سائیدگی هارامشخص نمود,قطرآنهاراندازه گیری نمودونتیجتاسرمنشااصلی سایش که باعث خرابی های بعدی می شوداشناسائی کردوقبل ازهرگونه اتفاقی که منجربه ازکارافتادن دستگاه می شوداقدام کرد.

نتایج حاصل از آزمایشات ذرات فلزی موجوددرروغن

الف- تشخیص فرسایش های احتمالی در آینده (بر اساس روند سایش).

ب-تشخیص اینکه ذرات ناشی از فرسایش مربوط به آلودگی روغن است یاخرابی قطعات.

پ-تشخیص شدت مشکل ایجاد شده ازطریق نرخ تغییرات بدست امده از آزمایشات انجام شده .

ت-تایید مشکل ایجاد شده از راه های دیگر (مثل آنالیز ارتعاشات).

ث-استنتاج کلی و مشترک از سیستم برای تشخیص سریع ریشه های مشکل .

ج-ضرورت انجام اقدامات نگهداری و تعمیرات.

منابع اصلی ذرات موجوددرروغن

عناصر موجود در روغن که مورد آزمایش قرار می گیرند به چند دسته طبقه بندی مـی شـوند کـه منبع هر کدام ازآنها بایکدیگرمتفاوت است وذیلا به توضیح هرکدام ازمنابع آن پرداخته می شود:

فلزات فرسایشی موجوددرروغن

که مهمترین هدف آزمایش روغن است و شامل عناصری نظیر آهن Fe ، کروم Cr ، آلومینیوم Al ، مس Cu ، سرب Pb ، قلع Sn ، نیکل Ni ، نقره Ag .

لازم به توضیح است که مس عموما به شکل یک آلیاژ به صورت برنز ظاهر می شود و همـراه بـا قلـع (در برنز) وروی (در برنج) است .

فلزات فرسایشی موجوددرروغن شامل مواردزیراست:

۱-ذرات مربـوط بـه عناصـرمربوط بـه مـوادافزودنی کـه بـه عنـوان افزودنـی هـای روغـن بـه منظوربهبودکیفیت وایجادبرخی خواص به روغن مـورد اسـتفاده قـرار مـی گیرنـدو شـامل روی Zn فسفر P کلسیم Ca منیزیم Mn باریم Ba مولیبدن Mo که با انجام آزمایش روی روغن کار نکرده (نو) مشخص می شود که مربوط به روغن است یا ذرات فرسایشی .

۲-ذرات ناشی از مواد آلاینده و افزودنی ها که سیلیس Si یک نمونه از آن است .

۳-ذرات ناشی از مواد آلاینده و فلزات فرسایشی مثل وانادیوم V.

٤-ذرات ناشی از خنک کننده ها و افزودنی ها مثل سدیم Na و بر B.

البته منابع یاد شده فوق فقط به عنوان یک مرجع کلی هستند و برای بدست آوردن جزییـات بیـشتر باید به نقشه های اجرایی دستگاه ها وماشین الات که در آنها جنس قطعـات داده شـده یـا مـشورت بـا کارخانه سازنده مراجعه شود که با عنایت به پیشرفت روز افزون علم و تکنولوژی ، تکنولـوژی سـاخت ماشین آلات و قطعات خصوصا به دلیل استفاده از مواد جدید به سرعت تغییر می کند کـه بایـد دقـت کامل را انجام داد .

برای راهنمایی و تحلیل ذره هایی که در نمونه روغن یافت شده اند جداول زیر کمک موثری بـرای اینکه بدانیم چه عناصری درچه قطعاتی یافت می شوند خواهند نمود .

عناصر حاصل از سایش یا مواد افزودنی روغن

آلومینیوم	AL	دمندهها ـ یاتاقان‌های میل سوپاپ ـ یاتاقان‌های توربوشارژ ـ یاتاقان‌های کف گرد ـ میل لنگ
کرم	Cr	سطح رینگ‌های پیستون ـ مواد افزودنی خنک‌کننده ـ بعضی از قطعات پمپ ها
مس	Cu	پوشش گژین پین ـ شاتون و یاتاقان اصلی میل‌لنگ ـ بادامک‌ها ـ انگشتی‌های سوپاپ ـ بوش‌ها ـ بوش شاتون ـ واشرهای فنری ـ میل سوپاپ ـ مواد افزودنی ضدخوردگی ـ سیل‌های مسی
آهن	Fe	بوش‌های سیلندر آهنی ـ پیستون‌های آهنی چکش خوار ـ سیل‌های سخت میل سوپاپ‌ها ـ میل‌لنگ‌ها ـ دنده‌ها ـ انگشتی‌های‌آهنی ریخته گری شده ـ سوپاپ‌ها ـ آلیاژ استیل بادامک‌ها و ...
قلع	SN	بعضی از شاتون‌ها و یاتاقان‌های میل‌لنگ ـ پوشش بعضی از قطعات مثل پیستون
سرب	Pb	سطوح یاتاقان‌ها ـ مواد افزودنی گریس و بنزین ـ مواد افزودنی فشارپذیر و ضدسایش
سیلیکون	Si	مواد افزودنی ضدکف ـ گرد و غبار ـ مواد افزودنی گریس ـ نشی ماده خنک‌کننده ـ واشرها
مولیبدن	Mo	بهبوددهندههای اصطکاک ـ پوشش سطح بعضی از رینگ‌های پیستون ـ مواد افزودنی ضدسایش
نیکل	Ni	یاتاقان‌ها ـ پره‌های توربوشارژ ـ نفت خام ـ اجزاء استیل ضدزنگ
نقره	Ag	یاتاقان‌ها ـ لحیم‌کاری ها
وانادیوم	V	پوشش‌های سطح ـ پره‌های توربین ـ شیرها
سدیم	Na	نمک ـ موادافزودنی‌مایع خنک‌کننده ـ موادافزودنی پاک‌کننده (به‌طور محدود) ـ مواد افزودنی گریس
بر	B	مواد افزودنی مایع خنک‌کننده ـ موادافزودنی گریس ـ مواد افزودنی فشارپذیر (به‌طور محدود)
باریم	Ba	مواد افزودنی پاک‌کننده ـ مواد افزودنی گریس
کلسیم	Ca	آب سخت ـ مواد افزودنی پاک‌کننده ـ بازدارندههای اکسیداسیون ـ بازدارندههای خوردگی
منیزیم	Mg	بعضی از آلیاژهای آلومینیوم ـ مواد افزودنی پاک‌کننده ـ آب سخت
فسفر	P	مواد افزودنی ضدسایش ـ مواد افزودنی فشارپذیر
روی	Zn	مواد افزودنی ضدسایش ـ بازدارندههای اکسیداسیون ـ بازدارندههای خوردگی
کلر	Cl	مواد افزودنی ضدسایش ـ مواد افزودنی فشارپذیر
گوگرد	S	مواد افزودنی ضدسایش ـ مواد افزودنی فشارپذیر ـ مواد افزودنی پاک‌کننده
پتاسیم	K	مواد افزودنی مایع خنک‌کننده

داده‌های مربوط به‌تجزیه و تحلیل روغن

	موتور	انتقال	دیفرانسیل	خورشیدی	انتقال قدرت	سیستم هیدرولیک	محرک نهایی	جعبه‌دنده	کمپرسورهوا
آلومینیوم	بیستون‌ها ـ یاتاقان‌ها ـ بوش‌ها ـ بدنه سیلندر ـ پمپ روغن ـ دمنده‌ها ـ یاتاقان‌های کف گرد	بمپ‌ها ـ کلاچ‌ها واشرهای فنری یاتاقان ها	واشرهای فنری بوش پمپ		پروانه ـ توربین ـ پمپ	پمپ ـ موتور ـ محفظه ـ سیل ـ صفحات فشاری	پمپ روغن ـ واشر فنری	واشرهای فنری ـ پمپ روغن ـ بوش‌ها	گردنده‌ها ـ بیستون‌ها ـ یاتاقان‌ها ـ واشرهای فنری ـ محفظه ها
کرم	رینگ‌ها، یاتاقان‌های غلتشی ـ سیلندر ـ ضدیخ ـ سوپاپ‌های دود ـ مواد افزودنی	یاتاقان‌های غلتشی ـ کولر روغن	یاتاقان‌های غلتشی	یاتاقان‌ها ی غلتشی	یاتاقان‌های غلتشی	میله‌ها ـ قرقره‌ها ـ یاتاقان‌های غلتشی	یاتاقان‌های غلتشی	یاتاقان‌های غلتشی	رینگ‌ها ـ یاتاقان‌های غلتشی ـ مواد شیمیایی در آب کولر روغن
سرب	بیستون‌ها ـ مواد افزودنی ـ روغن‌و بنزین	مواد افزودنی	مواد افزودنی	مواد افزودنی			مواد افزودنی	مواد افزودنی	یاتاقان ها
قلع	بیستون‌ها ـ یاتاقان‌ها ـ بوش‌ها								بیستون‌ها ـ یاتاقان‌ها ـ بوش‌ها
سیلیکون	مواد افزودنی ضدکف ـ گرد و غبار ـ ماده خنک کننده	دیسک لنت ترمز	گرد و خاک	گرد و خاک	گرد و خاک	گرد و خاک و سیل‌ها	گرد و خاک	گرد و خاک	گرد و خاک
سدیم	بعضی از مواد افزودنی ـ ضدیخ ـ گرد و خاک	مواد افزودنی روغن	مواد افزودنی روغن‌ـ ضدیخ ـ گرد وخاک	گرد و خاک	موادافزودنی ـ گرد وخاک	مواد افزودنی‌روغن ـ نمک ـ گرد و خاک ـ ضدیخ	مواد افزودنی روغن ـ نمک ـ گرد و خاک	مواد افزودنی روغن ـ گرد و خاک	مواد افزودنی روغن ـ گرد و خاک ـ ضدیخ

برای شناسائی فلزات فرسایشی موجودرروغن ازدستگاه هاوروش های متعددی استفاده می شودکه ذیلا به شرح برخی ازآنهااشاره می شود.

تکنیک های آزمایشی ذرات سائیده شده موجوددر روغن

۱-اسپکتروسکوپی جذب اتمی .

۲-اسپکتروسکوپی انتشار اتمی .

۳-فروگرافی.

٤-رسوب دهنده دورانی ذرات.

۵-فلورسنت پرتوایکس .

۶-اسپکتروسکپی انتشاری (پلاسمایی – القایی).

۷-مشاهده میکروسکوپیک

که ذیلا به توضیح برخی ازاین روش هاپرداخته می شود .

اسپکتروسکوپی جذب اتمی

در این روش نمونه روغن در شعله سوازنده می شود, رنگ شعله مبین خواص هریک ازعناصری است که ازشعله عبورمی کنند. باریکه های پرتوهای با طول موج های مشخص هر المان که به شعله تابانده می شود بر اساس میزان نوری که جذب می شود مبین مقدار آن المان(فلز) در نمونه روغن است .

کاربرداین روش برای جستجوی فلزاتی است که اندازه قطرمتوسط آنها کمتر از ۱۵ میکرون باشند و دقت آن در رسوب های کمتر از 5PPM است .

اسپکتروسکوپی انتشار اتمی

در این روش نمونه روغن با قوس الکتریکی سوزانده می شود و از شدت رنگ های طیفی قوس (که توسط فتو مولتی پلایر تحلیل می شوند) مستقیما بسیاری از المان های موجود در روغن تعیین می شود .

کاربرد روش فوق برای جستجوی فلزاتی است که ریزتر از ۱۰ میکرون باشند و دقت آن برای اندازه گیری ذرات ریزتراز 5PPM کم است .

فروگرافیFerrography

در این روش روغن رقیق شده از روی اسلاید شیشه ای که در میدان مغناطیسی خیلی قوی قرار دارد عبور داده می شود که بااین عمل ذرات بر حسب اندازه هایشان روی اسلاید رسوب می کنند .

کاربرداین روش برای توزیع اندازه ذرات است, که حکایت از جدی بودن سایش دارد و همچنین شکل ذرات نیز تعیین کننده نوع مکانیزم سایش است .

این روش بطورموثرمقدارذرات دراندازه های کمترازیک میکرون تاحدود ۲۵۰میکرون رامشخص می کندکه ازنتایج آن می توان برای تشخیص انواع ومنابع سایش وآلودگی دریک سیستم روعنکاری استفاده کرد.

برای فروگرافی دوروش به شرح زیروجوددارد:

الف-فروگرافی قرائت مستقیمDirect Reading Ferrography

دراین روش غلظت ذرات حاصل ازسایش درروغن های روان کننده بصورت کمی اندازه گیری می شودونتیجه اندازه گیری ها,بصورت گرافیکی گزارش می شودودرصورتی که درسیستم ,سایش وجودداشته باشدغلظت عنصرازحدازقبل تعیین شده بالاترمی رود.

ب-فروگرافی تجزیه ایAnalytical Ferrography

ازاین روش وقتی استفاده می شودکه غلظت فلزات فرسایشی درروغن غیرعادی باشد.دراین روش بااستفاده ازسه میکروسکوپ قوی ودوربین های اتوماتیک ویک فیلترمخصوص اندازه های مختلف, نوع ترکیب, شکل وساختمان ذرات فرسایشی مشخص می شود.

بااستفاده ازاین روش واگاهی داشتن ازمتالوژی قطعات می توان برای پیداکردن مکانیزم و محل دقیق سایش غیرعادی استفاده کرد.

مزایاومحدودیت های آنالیزسایش واندازه ذرات بافروگرافی

۱-این روش می تواند شکل ونوع ترکیب آلودگی های مختلف وذرات حاصل ازسایش های تاسایز ۲۵۰میکرون رامشخص کند.

۲-این روش به اپراتوراین ایده رامی دهدکه بتواندبفهمدسایش ایجادشده عادی است ویادراثرلغزش برش خوردگی و.....بوجودامده است.

۳-بااستفاده ازاین روش می توان منبع سایش راتشخیص داد(چرخ دنده یاتاقان و...)

محدودیت این روش این است که درمواقعی که بیش ازیک قطعه همسان درسیستم وجوددارد‌شخص نمی تواندمتوجه شودکه کدام قطعه خراب شده است.

نوع ذرات ومتالوژی فلزاتی که بااستفاده ازفروگرافی مشخص می شودشامل:

الف-ذرات حاصل ازقطعات آهنی.

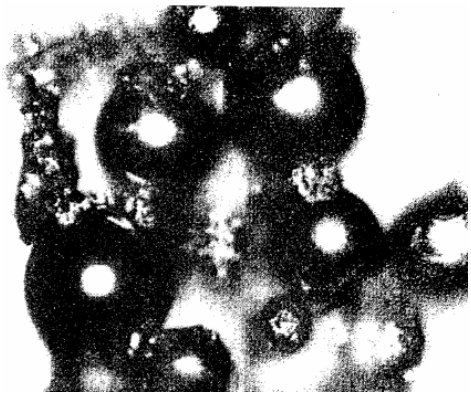
ب-ذرات حاصل ازسایش قطعات غیراهنی مثل مس سرب آلومینیوم و.....

پ-اکسیدهای فلزی که نشان دهنده سایش دراثرروغن کاری ناکافی رطوبت ویاحرارت زیاددرسیستم بوجودمی اید.

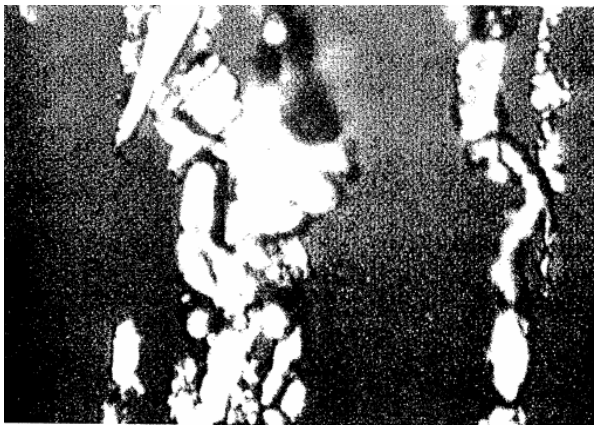
سایش هائی که توسط روش فروگرافی مشخص می شودعبارتست از:

۱-سایش عادی دراثرمالش معمولا ذرات بااندازه یک تاپنج میکرون تولیدمی کند.

۲-سایش دراثرخستگی اجزا غلتشی نشان دهنده ایجادترک دراجزاغلتان یاتاقان های غلتشی می باشد.
۳-سایش دراثربریدن که معمولا به علت خط انداختن حاصل ازسایش فلزات سخت روی فلـزات نـرم تر ایجادمی شود.
٤-سایش دراثرلغزندگی شدیدکه بوسیله بارهاوسرعت های زیادکه روی سـطوح ولبـه هاتولیـدخط می کند بوجودمی اید.
۵-سایش دراثرغلتش ولغزش که بوسیله خط انداختن ذرات درشت وخـستگی دردنـده هـابوجودمی اید.
درشکل های زیر چندنمونه ازنتایج حاصل ازآزمایشات فروگرافـی ودلایـل مربوطـه آنهـااورده شـده است.



فروگرام نشان دهنده کره‌های کوچک، تقریباً با قطر ۵ میکرون، است. این کره‌ها مبین شروع شدن خستگی در اجزاء غلتان می‌باشد (بزرگنمایی ۱۰۰۰ ×)



فروگرام نشان دهنده سایش شدید در اثر لغزش می‌باشد. لغزش به‌وسیله بار و سرعت زیاد در روی سطوح لغزنده تولید شده است. (بزرگنمایی ۵۰۰ ×)

رسوب دهنده دورانی ذرات

در این روش نمونه روغن بر روی صفحه شیشه ای که روی آن یک مغناطیس دوارقراردارد ریخته می شود.این عمل باعث رسوب ذرات سائیده شده بصورت مجموعه حلقه های هم مرکز می شودو کاربرد آن مثل فروگرافی است با این تفاوت که می تواند به دستگاه اندازه گیر کمی نیزمتصل شود .

فلورسنت پرتوایکس

هنگامی که نمونه روغن در معرض با ریکه رادیو اکتیو قرار داده می شودباعث می شود پرتو ایکس با مشخصه ماده موجوددر داخل روغن انتشار یابد که در این روش اکثر فلزات یافت می شوند ولی دقت آن در حد I5PPM است .

اسپکتروسکپی انتشاری (پلاسمایی – القایی)

در این روش نمونه روغن داخل یک مشعل پلاسما آرگون اسپری می شود وسپس رنگ های نور انتشار یافته و شدت آنها اندازه گیری می شود تا مقدار المان های مختلف موجود در روغن را مشخص کند .

دراین روش اکثرفلزات یافت می شوند ولی دقت این روش درحدppbاست.

آنالیزروغن به روش اسپکتروسکوپی

روش اسپکتروسکوپی یک روش ایده ال برای مشخص کردن مقدارعناصرفلزی مواد افزودنی ومقدارسایش درقطعات سیستم هائی ازقبیل: موتورها,توربین ها, سیستم های هیدرولیک, جعبه دنده ها, کمپرسورها, دیفرانسیل ها و.....است .بااین روش عناصرو ذرات سائیده شده درون روغن ومواد افزودنی ازقبیل: مس, اهن, سرب, کلسیم, بر,درمقیاس PPMاندازه گیری می شوند.

همچنین ازاین روش برای تعیین منابع سایش و اندازه های نسبی ذرات سائیده شده که معمولا به کمک گرادیان مغناطیسی ذرات جدا سازی می شوداستفاده می شودومی تواند در راستای جدی بودن خسارات احتمالی کمک کند و سپس با بررسی های میکروسکوپی شکل واندازه های ذرات برای تعیین مکانیزم های سایش و با استفاده از یک نمونه رقیق شده روغن, ذرات شمارش می شود وباانالیزو تحلیل ذرات سائیده شده موجوددرروغن دستگاه, برای آگاهی دادن از وجود ذرات ناشی از تخریب قطعات ماشین مورد شناسائی قرار می گیردوعیوب احتمالی که ممکن است درایندە ای نزدیک باعث تخریب ویا اعمال خسارت های زیاد به دستگاه شودشناسائی می گردد.

همچنین ازاین روش می توان برای برنامه ریزی کردن زمان تعویض روغن براساس روندافزایش عناصرفرسایشی موجوددرروغن درنمونه گیری های برنامه ای استفاده نمود.

محدودیت روش اسپکتروسکوپی این است که فقط می تواندآلودگی هاوذرات حاصل ازسایش راکه اندازه آنهاحداکثر۷-۶میکرون است رامشاهده نمودونکته قابل توجه این که اعدادی که به وسیله این

روش گـزارش مـی شـوندبه تنهـائی مهـم نیـستندمهمترازآن افـزایش یـاتغییرات زیـادTrendدرایـن اعداداست که گروه تعمیرونگهداری ماشین الات بایدازمتالوژی ماشین وهمچنین نوع موادافزودنی که درروغن مورداستفاده قرارگرفته اطلاع داشته باشدتاازتصمیمات اشـتباه وانجـام عملیـات غیرضـروری جلوگیری شود.

در روش مـشاهده میکروسـکوپیک نمونـه روغـن روی شیـشه مخـصوص پخـش مـی شـود و زیـر میکروسکوپ مورد مطالعه قرار می گیرد .

مشخصه های فیزیکی ذرات سائیده شده(انواع سایش ودلایل آنها)

همانطور که قبلا نیز توضیح داده شد اکثر آزمایشات روی روغن برای شناسایی عیـوب احتمـالی روی دستگاه ها وماشین الات است که پس از شناسـایی نـوع ذرات, پـارامتر مهـم شناسـایی مشخـصه هـای فیزیکی ذرات سائیده شده از لحاظ ، سایز ، شکل و خواص آن برای تحلیل روی روغن است .

در آزمایشگاه های آنالیز روغن اطلس های زیادی وجود دارد که مشخصه های فیزیکی ذرات همـراه با علت های سایش در آنها به تصویر کشیده شده و می توان نمونه ها را با یکی از آنهـا تطبیـق داده و علت سایش را شناسایی کرد.

بخاطراصطلاحاتی متعددی که بوسیله صنایع یامحققین مختلف بکـاربرده مـی شـودوهمچنین بـه دلیـل اینکه ممکن است دویاچندفرایندمختلف سایش بایکدیگرعمل کنندغالبا دسته بندی سایش هاخیلی دقیـق نیست ولی بطور کلی سایش هادردودسته زیرطبقه بندی می شوند:

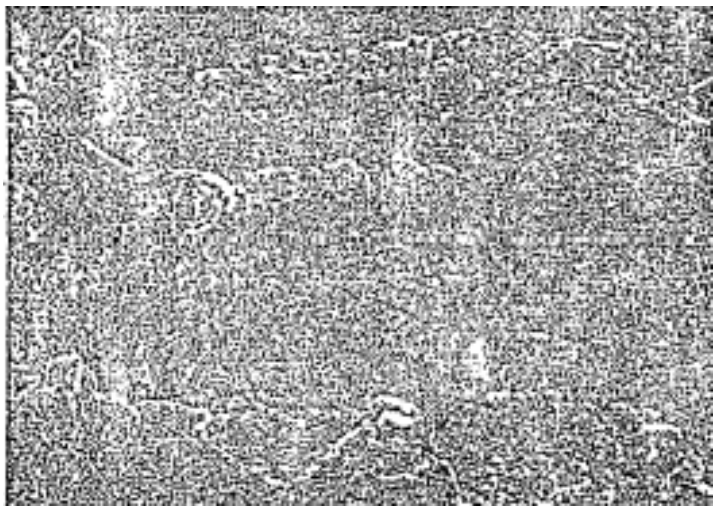
الف-سایش های پایه ای شامل:خوردگی شیمیائی,خستگی ,سـایش حفـره ای, سـایش دراثرچـسبندگی, سایش در اثرخراش ,سایش فرسایشی و.....

ب-سایش های درحین کارشامل:سفت بودن دنده هاو اجزای غلطا ن یاتاقان ها ,لایه لایه شدن یاتاقان های تخت, تغییرشکل دادن به حالت پلاستیک و....

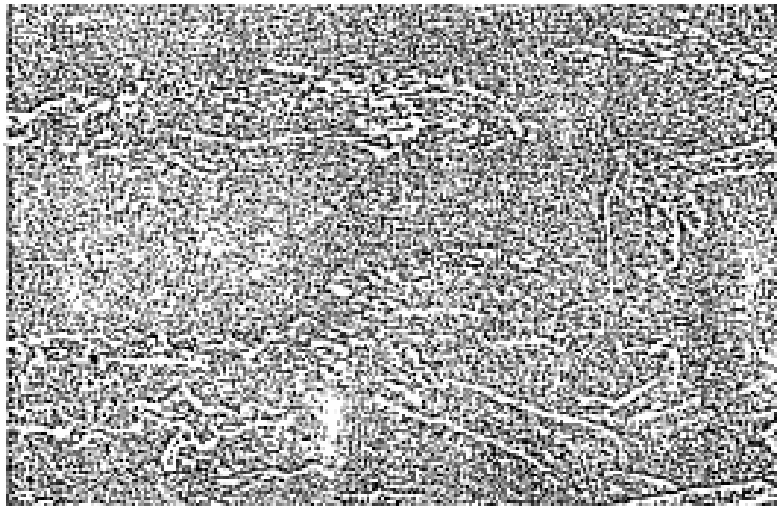
که ذیلا به برخی ازاین مواردداشاره می شود.

سایش لغزشی طبیعی

ذرات طبیعی هستند که حاصل سایش خوش خیم سطوح لغزنده بر روی هم هستند این ذرات به شـکل صفحات مسطح و کوچکی اندکه بسیار نرم هستند.معمولا سطوح لغزنده متقابل دارای سـختی یکـسانی هستند و بطور کلی و عموما حداکثر اندازه این ذرات 15 میکرون است .



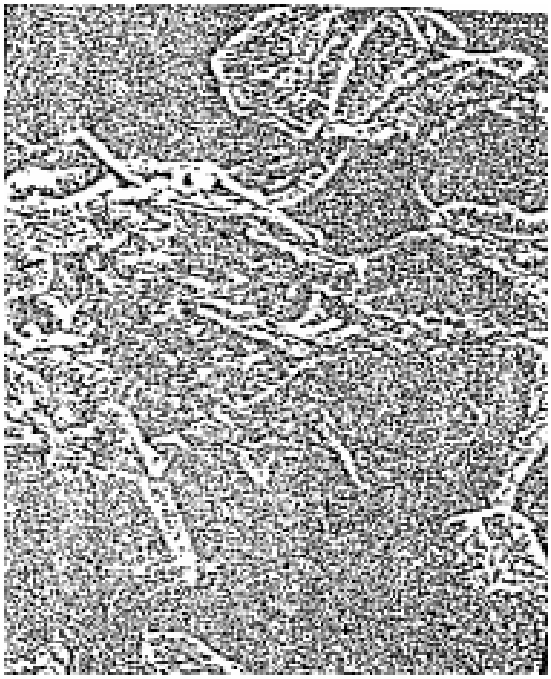
ذرات سائیده شده ناشی از کنده شدن قطعات که سطح آنها ماشین کاری یا سنگ زده شده باشـد در حین کنده شدن ذرات لبه ها بر روی سطوح سائیده شده و پهن می شود و کـش مـی آینـد و از روی سطح کنده می شوند.



غالبا اندازه آنها طولی معادل 50 میکرون است.

سایش حاصل از بریدگی

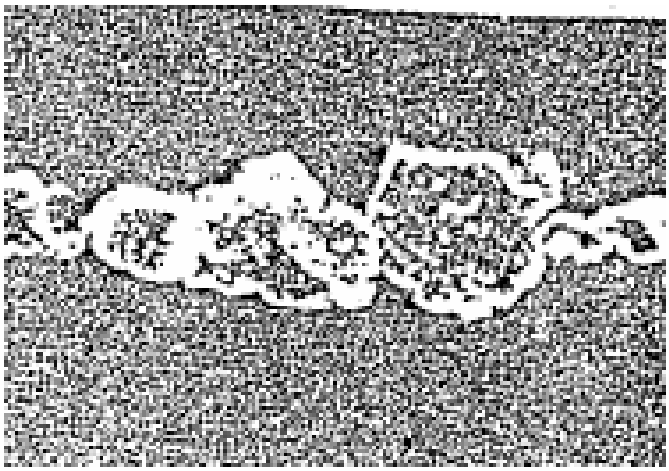
ذرات سائیده ای هستند که درنتیجه نفوذ و فرو رفتن یک سطح دیگر پدید می آینـد وضـعیت مـشابه شرایطی است که قلم تراش بر روی قطعه ایجاد تراشه می کند. ذرات ساییده شده که در سطوح نرم فرو می روند در سطح مقابل نفوذ می کنند و ایجاد ذرات سایش حاصل از بریدگی می کنند به طریق مشابه لبه تیز و سختی یا قطعه سختی ممکن است در سطح مقابل و نرم فـرو رود و همـین مـشکل را ایجاد کند گستره اندازه ذرات ممکن است 5-2 میکرون پهنا و 25 تا 100 میکرون طول داشته باشند.



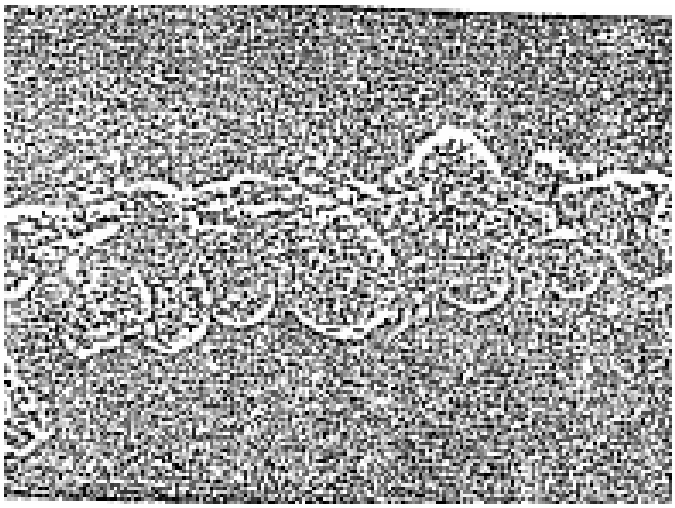
سایش خستگی غلتشی

ذرات پوسته ای شکل یا ورقه ای ناشی از خستگی از سطح تحت تنش آزاد می شوند و بر روی سطح یک گودی تشکیل می شود. ذرات دارای اندازه حداکثر ۱۰۰ میکرون هستند که در حین عمل ورقه شدن خیلی کوچک و در مراحل اولیه تشکیل می شوند این صفحات مسطح و تخت دارای نسبت بزرگترین اندازه به ضخامت, بیشتر از 10 به 1 هستند.

ذرات کروی شکل دررابطه با خستگی یاتاقان های غلتشی است که در یاتاقان ایجاد ترک های ناشی از خستگی می کنند. کره ها معمولا دارای قطر کمتر از 3 میکرون هستند .



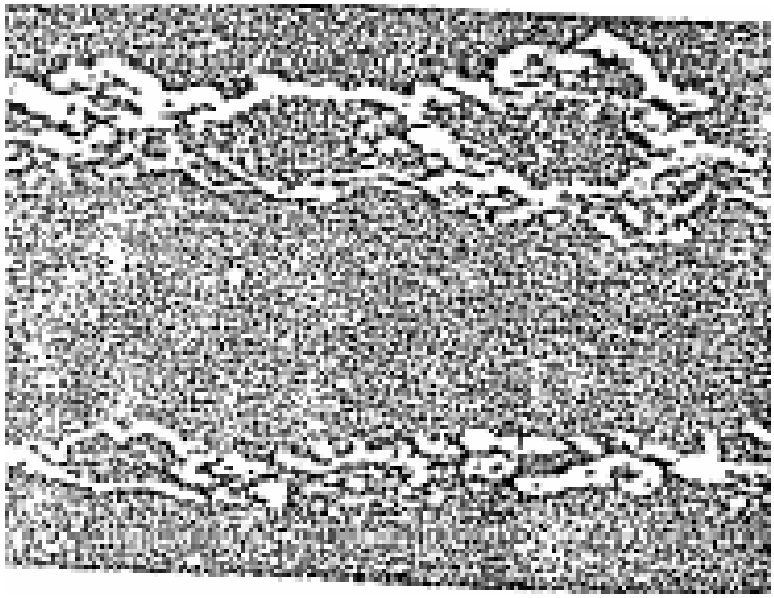
ذرات لایه ای شکل ، ذرات خیلی ریز غیر فلزی اند که اندازه بزرگ آنها بین ۲۵ تا ۵۰ میکرون است. این اندازه به ضخامتشان ۳۰ به ۱ است .ذرات لایه ای شکل ممکن است با عبورشان از ناحیه تماس غلتشی تشکیل شوند.



ترکیب غلتش و لغزش (در چرخ دنده ها)

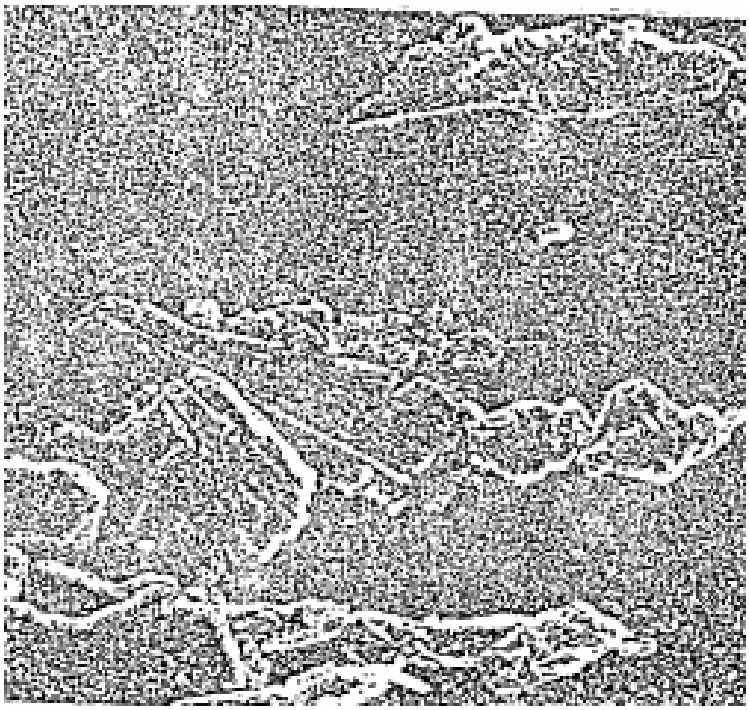
سرعت غلتشی و لغزشی نقش اساسی در مشخصه های ذرات ایجاد شده ناشی از سایش دارند. ذرات ناشی از خستگی شباهت زیادی به ذرات خستگی یاتاقانها دارند. ذرات ممکن است دارای نسبت بزرگترین اندازه به ضخامت بین ٤ به ۱ تا ۱۰ به ۱ باشند ذرات با تکه های بزرگتر ناشی از تنش های کششی بر روی سطح دنده ها باعث ترک های ناشی از خستگی می شوند که بطرف عمق دندانه ها انتشار می یابد.

ذرات بزرگتر با اندازه ۲۰ میکرون در مقابل ذرات کوچکتر با اندازه ۲ میکرون کاملا مشهودند .



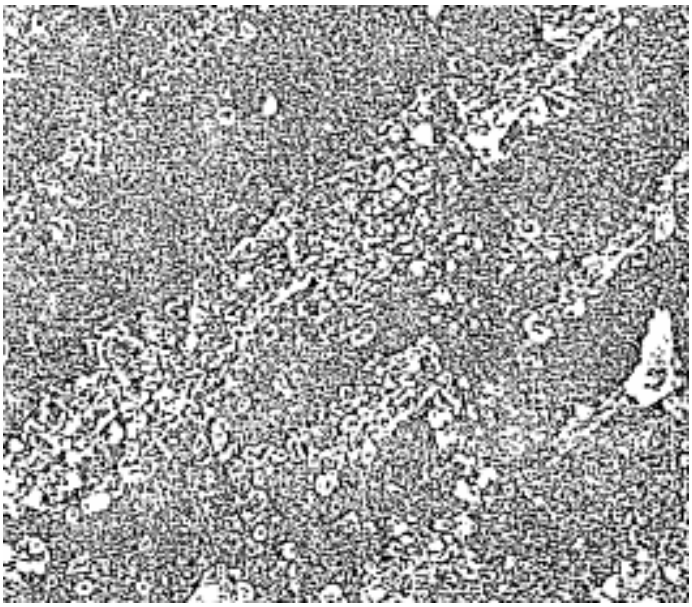
سایش لغزشی پیش رونده

ذرات سایش ناشی از لغزش پیش رونده دارای گستره اندازه ۲۰ میکرون و بزرگترهستند. پاره ای از این ذرات دارای گوشه های تیزی هستند و اندازه بزرگتر آنها نسبت به ضخامتشان حدود ۱۰ به یک است .



مواد کریستالی

کریستال ها براق هستند و جهت پلاریزه شد نشان را تغییرمی دهند و با تغییر حالت دادن و چرخش باعث تغییر در شدت نور می شوند. تحت نور پلاریزه و ضعیت نوری فعالی دارند



پلیمرها

پلاستیک های تزریقی مانند لایه های نایلون هنگامی که تحت نور پلاریزه قرار می گیرند بسیار براق ظاهر می شوند .

لازم به توضیح است که پس ازانجام آزمایشات لازم روی روغن وجداکردن وشمارش انواع فلزات موجوددرروغن(باتکنیک هایی که قبلا توضیح داده شده)ذرات سایشی اماده بررسی می شوندکه این بررسی ها معمولا باچشم مسلح وبااستفاده ازمیکروسکوپ های مخصوص انجام می شود.که تفسیراین مشاهدات عینی مبین مشخصات فیزیکی ذرات سائیده شده وعلت سایش آنهاست که اگرنرخ سایش افزایش یافته باشد باید مشکل ریشه یابی وحل گردد.که البته برای تجزیه و تحلیل روغن شخص آنالیزکننده بایدعلاوه براطلاعات روغن نسبت به دستگاهی هم که نمونه روغن ازآن گرفته شده اطلاعات کافی داشته باشد تانتایج ثمربخش باشد.

درصفحات اتی نیز مواردی ازاین گزارشات اورده شده است.

گریسGREASE

گریس هامعمولا "ترکیبی از یک روغن معدنی با یک صابون هستند ، که برای روانکاری ماشین آلات با سرعت کم یا در جائی که حفظ خاص یت روان بود ن یک روغن روانکار مشکل باشد ، مصرف می شوند صابون آن از روغن های حیوانی یا نباتی غنی از اسیدهای استئاریک ، اولبیک و پالمیتیک است استئارات آلومینیم استحکام لایه ای زیاد به گریس اضافه می کند . تمامی گریس ها بیشتر به صورت گریس روانکاری معدنی ساخته می شوند . اصولا "گریس روانکاری های اولیه از چربی گرازبادرجات غیرخوراکی چربی خوک ، با رنگ های متغیر از سفید تا قهوه ای بوده است . گریس روانکاری معدنی ممکن است محتوی ۸۰ الی ۹۰ درصد روغن معدنی و بقیه صابون آهکی باشد . مواد شیمیائی برای بهبود خواص فیزیکی گریس به آن اضافه می شود به عنوان مثال ، ملح سدیم اسید ترفتالیک به عنوان عامل ژله کننده به گریس های گرما زیاد به کار می رود ، که مقاومت در برابر آب را اضافه و آن را در برابر امولسیون شدن تثبیت می کند .اگرمخلوطی از آمین های پیچیده به مقدار کم که به گریس اضافه شود ، پایداری در برابر حرارت آن را زیاد می کند . گریس مصنوعی برای موشک ها ، مخلوطی از پرفلوئورو تری آلکیل آمین های ژله شده با تترافلوئورواتیلن است ، که هم برای گرما و هم برای سرما مناسب است وبه صورت چربی خوک نیمه جامد شفاف با نقطه جوش°C ۲۳۰ از کار در می آید . گریس های آهکی ، مانند گریس های سودائی ، به آسانی امو لسیون نمی شوند و لذا برای کاربرد در جائی که آب وجود داشته باشد بیشتر مناسب اند . برای یاتاقانهای ساچمه ای و یاتاقانهای غلتک دار ، گریس کم آهک ، گاهی مخلوط با درصد کمی گرافیت به کار می رود . گریس سیلندر ، با حدود ۸۵ درصد روغن معدنی یا گریس معدنی و ۱۵ درصد پیه ساخته می شود . گریس های ترکیبی نیز محتوی روغن های حیوانی و نباتی در ترکیب با روغن های معدنی ساخته و داد و ستد می شوند . به هر صورت اسیدهای چرب در روغن های نباتی و حیوانی محتملا " فلزات را می .زبره های خاک رسی جهت بهبود استحکام لایه ای ممکن است به آن اضافه کرد . روغن جامد شده نیزاسمی است که به گریس ساخته شده از روغن روانکاری با یک صابون سودا و پیه داده شده برای یاتاقان های سنگین به کار می رود . گریس پیاله ای ، از صابون سودا و روغن های سبک ساخته شده ، گریس هائی که از صابون های سو دا و پتاس ساخته شده اند ، هنگامی که آب وجود داشته باشد ، الیاف صابونی تشکیل می دهند .

گریس ها محصولات نیمه مایع تا جامد یک عامل سفت کننده هستند که از متفرق شدن در یک مایع‌روان کننده که به میزان مشخص سفت شده است بدست می ایند.به عبارت دیگرگریس یک ماده روان کننده ای است که به میزان مشخصی سفت شده ودارای مشخصاتی است که روغن به تنهائی فاقدآن است

مزایای گریس نسبت به روغن شامل:

۱-با استفاده از گریس دفعات روانکاری کمتر می‌شود.

۲-راحتی استفاده و بکارگیری گریس نسبت به روغن.

۳-امکان استفاده برای جاهائی که روانکاری مجددمحدودباشدیاازنظراقتصادی غیرقابل توجیه باشد.

٤-منتفی شدن چکه و نشتی روانساز.

۵-امکان استفاده از سیستم آب بندی ساده‌تر در ماشین‌آلات.

۶-چسبندگی خوب به قطعات.

۷-راندمان بالاتر در شرایط دما و فشار بالا.

۸-طراحی ساده‌تر دستگاه هایی که با گریس روانکاری می‌شوند.

۹- نیازبه نیروی کاری کمتر برای تعویض و سرویس.

مقایسه گریس با روغن

۱-برخلاف روغن گریس‌هاقابلیت خنک کردن قطعات و دستگاه ها را ندارند.

۲-روغن‌ها راحت‌تر به قطعات و مجاری دستگاه راه پیدا می‌کنند.

۳-نگهداری و بسته‌بندی گریس‌ها با مسائل بیشتری توام است.

٤-تعویض گریس هاوشستشوی محل قرارگرفتن آنهامشکل تراست.

۵-امکان آنالیزآنهاکمتراست.

گریس قابل قبول برای یک شرایط معین بایددارای خواص زیرباشد:

۱-ایجادروانکاری مناسب برای کاهش اصطکاک باتوجه به شرایط و فشارکار در ماشین آلات و انتخاب گریسی که بتواند از عهده روانسازی برآید.

۲-محافظت ازقطعات دربرابرخوردگی وزنگ زدگی.

۳-سفت نشدن بیش ازحددرهوای سرد.

٤-سازگاری باکاسه نمدهاوسیستم های اب بندی.

۵-قدرت تحمل کردن مقداری ازآلودگی هامثل رطوبت بدون ازدست دادن خواص مهم راداشته باشند.

۶-داشتن خواص فیزیکی مناسب برای کاربردهای موردنظر.

۷-داشتن مقاومت کافی دربرابرتغییرات ناگهانی دراثرکارکردمکانیکی.

۸-دارابودن رفتارمناسب دردرجه حرارت های مختلف وعدم تغییرات شدیدویسکوزیته.

۹-انتخاب آن بایدباتوجه به امکان گریسکاری مجددوعمرگریس باشد.

روش ساخت گریس ها

ساخت گریس معمولا طی یک فرایندناپیوسته انجام می شود.دراین فرایندماده سفت کننده رادرداخل مایع روان کننده پخش می کنند وآن رابامواداافزودنی یابهبوددهنده ترکیب می کنند.

ساخت گریس به چندروش انجام می شوددربعضی ازحالت هاماده سفت کننده ازکارخانه های سازنده گریس, بصورت آماده خریداری می شودوسپس بامخلوط کردن آن باروغن, گریس باساختمان موردنظربدست اید.ولی دربیشترمواقع بجای خریدصابون اماده ,مواداولیه لازم برای ساخت آن خریداری می شود وباترکیب آنهادرمایع روان کننده گریس موردنظر ساخته می شود.به عنوان مثال برای ساخت گریس باپایه لیتیوم ابتداروغن کرچک هیدروژنه و اسیدچرب ویاگلیسیریددریک قسمت ازروغن حل می کنندوسپس آن را بایک محلول ابی ازهیدروکسیدلیتیوم مخلوط می کنندتا عمل صابونی شدن صورت گیردسپس باحرارت دادن محلول, اب موجوددرصابون ازآن جدامی شود,سپس این مخلوط راکه شامل صابون خشک می باشدبا روغن مخلوط می کنندتاگریس مطلوب نهائی بدست اید.دراین حالت مخلوط روغن وصابون بدون اب یک توده پلاستیکی که ساختمان آن الیافی است تشکیل می دهند.باادامه عملیاتCut Back گریس ,مراحلی مثل آسیاب شدن راجهت بهبودساختمان خودمی گذارند.درپایان ممکن است عمل هواگیری جهت خارج کردن هوا ازگریس وهمچنین برای جداکردن ناخالصی هایی که احتمالا همراه بامواداولیه وارد شده است گریس فیلترشودتااثری روی کیفیت گریس نداشته باشد.

مراحل فوق ازمراحل اصلی ساخت گریس است ودربعضی ازفرایندهابرای ساخت گریس های ویژه ممکن است تعدادی ازمراحل فوق بطورهم زمان وبرای ساخت بعضی دیگرازگریس هااین مراحل بصورت مجزاصورت گیرد.

ترکیب شیمیائی گریس ها

ترکیب گریس ها شامل سه جزاست:

۱-مایع گریس

که ممکن است یک روغن معدنی یاهرمایع دیگری باخواص روان کنندگی مطلوب باشد.

۲-سفت کننده

که بایدماده ای باشد که بتواندروغن انتخاب شده رابصورت جامددرآورد.

۳-موادافزودنی بهبوددهنده

که خواص گریس رابهبودمی بخشدیاخواص بخصوصی رادرآن ایجادمی کنند.

تنوع زیادروغن و ماده سفت کننده باعث شده است که انواع مختلف گریس با کارآیی‌های گوناگون ساخته و عرضه شود.

گریس را می‌توان براساس نوع روغن بکار رفته در آنها به دو دسته:

الف-گریس های معدنی.

ب- گریس های سینتتیک تقسیم‌بندی نمود.

سفت کننده های اصلی که درساخت گریس بکارمی رونددر دودسته زیرطبقه بندی می شوند:

۱-گروه ترکیبات صابونی فلزی نظیر سدیم، لیتیوم، کلسیم، آلومینیوم سرب و ...ویاترکیبی از این فلزات نظیرگریس های باپایه الومینیوم لیتیوم باریم و.....

۲-گروه ترکیبات غیر صابونی نظیر خاک‌های فعال شده بنتویت، یا پلیمرهای خاص که برای ساخت گریس های نسوزکه دردرجه حرارت های بالااستفاده می شوند.

موادافزودنی بهبوددهنده ای که درپروسه ساخت گریس های روان کننده استفاده می شوندشامل: مواد بازدارنده اکسیداسیون وزنگ زدگی , موادافزودنی پایین اورنده نقطه ریزش , موادافزودنی ضدسائیدگی با قابلیت فشارپذیری بالا,موادکاهش دهنده اصطکاک ,موادرنگی و.....که نقش این موادرگریس مانندنقش مواد مشابه درروغن های روان کننده است ودربخش های قبلی راجع به آنهابحث شده است.

درجدول زیرخواص گریس های ساخته شده ازصابون های مختلف آورده شده است.

نوع صابون	نوع روغن پایه	محدوده دمای کارکرد °C	پایداری در برابر آب	توضیحات
صابون سدیم	روغن معدنی	۱۰۰ تا ۲۰ -	غیرپایدار	با آب تشکیل امولسیون داده و در برخی شرایط بصورت مایع تغییر حالت می دهند
صابون لیتیم	روغن معدنی	۱۲۰ تا ۳۰ -	پایداری تا 90 °C	گریس چند منظوره
صابون کمپلکس لیتیم	روغن معدنی	۱۴۰ تا ۳۰ -	پایدار	گریس چند منظوره با خاصیت پایداری حرارتی بالااست
صابون کلسیم	روغن معدنی	۷۰- تا ۲۰-	بسیار پایدار	خاصیت آب بندی و پایداری عالی در مقابل نفوذ آب داشته و آب را جذب نمی نماید
صابون آلومینیم	روغن معدنی	۷۰ تا ۲۰-	پایدار	پایداری مناسب در مقابل آب دارد
صابون کمپلکس سدیم	روغن معدنی	۱۶۰ تا ۳۰ -	پایداری تا 80 °C	برای دمای بالاو فشار زیاد مناسب است
صابون کمپلکس کلسیم	روغن معدنی	۱۲۰ تا ۳۰ -	بسیار پایدار	با توجه به گرانروی روغن پایه بعنوان گریس چند منظوره در دما ، فشار و سرعت بالا کاربرد دارد
صابون کمپلکس باریم	روغن معدنی	۱۲۰ تا ۲۰ -	بسیار پایدار	در مقابل بخار پایدار است با توجه به گرانروی روغن پایه بعنوان گریس چندمنظوره دردما ، فشار و سرعت بالا کاربرد دارد
پلی اوره	روغن معدنی	۱۶۰ تا ۲۰ -	پایدار	در شرایط عملیاتی ساخت با دما ، فشار و سرعت بالا توصیه می شود
صابون کمپلکس آلومینیوم	روغن معدنی	۱۴۰ تا ۳۰ -	پایدار	با توجه به گرانروی روغن پایه دردما ، فشار و سرعت بالا کاربرد دارد
بنتونیت	روغن معدنی یا روغن‌های استری	۱۶۰ تا ۲۰ -	پایدار	گریس نیمه جامد و ژله مانند در دمای بالا و سرعت پایین کاربرد دارد
صابون لیتیم	روغن استری	۱۲۰ تا ۶۰ -	پایدار	در دمای پایین و سرعت بالاکاربرد دارد
صابون کمپلکس باریم	روغن استری	۱۲۰ تا ۴۰ -	پایدار	در مقابل بخار پایدار است و برای کار در دمای پایین و سرعت بالا مناسب است
صابون کمپلکس کلسیم	روغن استری	۱۲۰ تا ۴۰ -	پایدار	در مقابل بخار پایدار است و برای کار در دمای پایین و سرعت بالا مناسب است
صابون لیتیم	روغن سلیکونی	۱۷۰ تا ۴۰ -	بسیار پایدار	بمنظور کار در دمای پایین و سرعت بالا و سرعت کم و متوسط و فشار زیاد مناسب است

تعاریف و اصطلاحات

برخی ازتعاریف واصطلاحاتی که در گریس ها بکار می رود بشرح زیر است:

۱-نفوذ پذیری و گرید Penetration & Consistency

۲- قطره‌ای شدنDrop Point

۳-مقاومت مکانیکی در دمای محیطResistance to Softening at Room Temperature

٤- مقاومت در برابر آبWater Resistance

۵- حداکثر دمای عملیاتی مجازگریس در دستگاه Max. Continuous Usable Temperature

۶- قابلیت حفظ ساختار در مقابل گرم و سرد شدن متوالی Reversibilty Respect to Temperature Flactuations

۷- قابلیت پمپ شدن در سیستم‌های مرکزیPumpability

۸-مقاومت فشار مکانیکی(E.P)Resistance To Extreme Pressure

۹-عمر سرویسService Life

۱۰-بافتTexture

۱۱- رنگColor

۱۲- پرکنندهFiller

که ذیلا به شرح بعضی ازآنهاپرداخته می شود.

نقطه قطره‌ای شدنDrop Point

نمایانگر درجه حرارتی است که الیاف گریس به تدریج ذوب شده و گریس حالت ژلاتینی و نیمه جامد خود را از دست می دهد .برای تعیین نقطه قطره ای شدن در شرایط خاص آزمایشگاهی گریس از روزنه دستگاه مربوطه به صورت قطره جاری می‌کنند.برای تعیین نقطه قطره شدن بسته به دمای اندازه گیری ازروش های استانداردASTM D2265وASTM D566) استفاده می شود.

مقاومت مکانیکی در دمای محیط

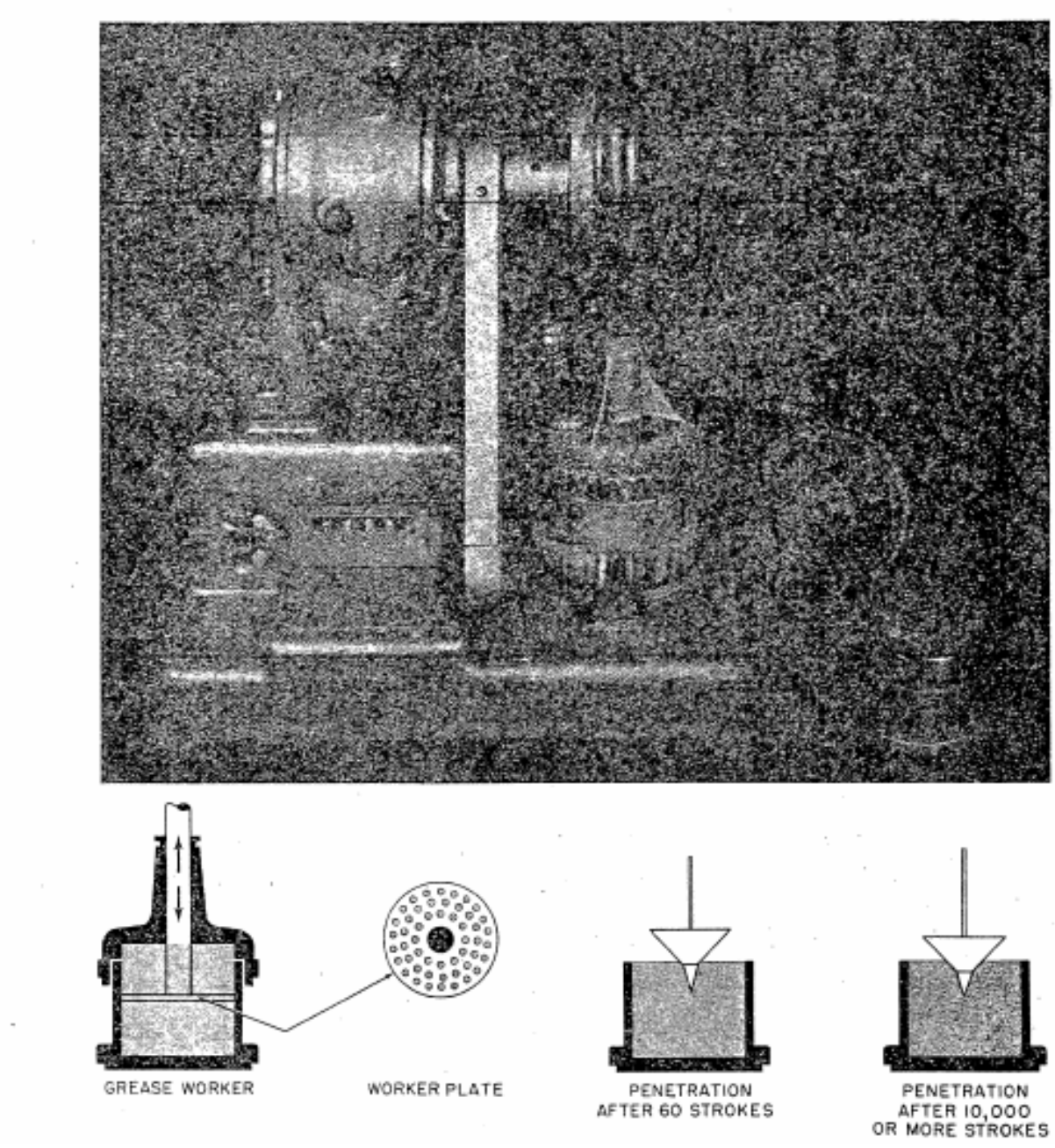
آزمایش مقاومت مکانیکی در دمای محیط Resistance To Softening At Room Temperature تا حدود زیادی مبین عمر گریس در درجه حرارت‌های معمولی بوده و میزان مقاومت در حفظ ساختار ژلاتینی آن را نشان می‌دهد.

نفوذ پذیری و گرید Penetration & Consistency

نفوذپذیری نشان دهنده نرمی یاسفتی گریس وبیان کننده مقاومت گریس درمقابل تغییرشکل آن دراثراعمال نیروهای وارده به آن است (مثل ویسکوزیته روغن ها).به‌همین دلیل دوام گریس حین‌کارکردن به دلیل خردشدن الیاف به تدریج از بین‌می‌رود و گریس نرم, و به عبارتی نفوذپذیری

آن زیاد می‌شود. این آرمون اغلب پس از واردکردن فشار و نیروی برشی Shear به گریس، انجام می‌شود و نتیجه آن با عنوان نفوذپذیری پس از کار خوانده می‌شود. این آزمون برای تقسیم‌بندی گریس‌ها از حالت نیمه مایع تا جامد بکار می‌رود.

نفوذپذیری طبق روش استانداردASTM D217 به وسیله مقدارنفوذ یک مخروط (برحسب دهم میلیمتر)که تحت نیروی وزن وشرایط استانداردآزمایش درگریس فرومی رودمشخص می شودهرچه درجه نفوذپذیری بیشترباشدنشان دهنده نرمی بیشترگریس است وباتغییردرجه حرارت تغییرمی کند.وبستگی به گرانروی روغن پایه نوع ودرصدماده سفت کننده آن دارد.



جدول شرایط کارکرد گریس های مختلف رانشان می دهد.

گریس مناسب	شرایط کار
گریس‌هایی با نفوذپذیری 1 یا 2 در صورت امکان با روغن پایه سینتیک با گرانروی کم	اصطکاک
گریس‌های ویژه همراه با ساختار خاص و خلوص بالا	صدای پایین هنگام چرخیدن
گریس چسبنده، با درجه نفوذپذیری 2 و 3	یاتاقان با محور مایل یا عمودی
گریس‌های دارای پایداری ساختمان اغلب براساس روغن پایه سینتیک و دارای نفوذپذیری 2 و 3 هستند. دمای کارکرد گریس باید بسیار بالاتر از دمای سیستم باشد	روان کاری دراز مدت
گریس که کمترین مواد باقیمانده را از خود تولید کند	دمای بالا
گریس با روغن پایه دارای دامنه باریک هیدرو کربنی و نفوذپذیری 1 یا 2، در صورت امکان با روغن پایه سینتیک	دمای پایین
گریس سفت، نفوذپذیری 3.	محیط دارای گرد و غبار
گریس امولسیون شونده	میعان آب
گریس دفع آب	پاشش آب
گریس با پایداری خوب در برابر محیط و حفاظت خوب در برابر خوردگی	محیط اثر بین برنده (خورنده)
گریس لیتیوم EPدار با نفوذپذیری 2، فاصله روان‌کاری مجدد زیاد، در صورت امکان مواد افزودنی جامد، همیشه سفت، همراه با الیاف کوتاه	ارتعاش و تنش ضربه‌ای
گریس با نفوذپذیری 3 و 4 همراه با مقادیر بیشتری از ماده سفت کننده.	حلقه خارجی یاتاقان می‌چرخد حلقه داخل ثابت است
گریس‌های استاندارد یاتاقان‌های غلطشی	خلاء

مقاومت در برابر آبWater Resistance

مقاومت گریس‌ها در مواردی که با آب تماس پیدا می‌کنند متفاوت است. برخی در برابر آب مقاوم نبوده و در حضور آب متلاشی و تشکیل امولسیون می‌دهند، لذا در این شرایط بایستی سریعاً نسبت به تعویض آن اقدام نمود. برعکس، دسته دیگری از گریس‌ها، مقاومت عالی در برابر آب از خود نشان می‌دهند و در پمپ‌های آب و سایر محیط‌های مرطوب استفاده می شوند.

حداکثر دمای عملیاتی مجاز گریس در دستگاه

به بیشترین درجه حرارتی که می‌توان گریس را به‌طور مداوم در آن دما به کار گرفت بدون آن‌که خواص خود را از دست بدهد Max. Continuous Usable Temperature گفته می شود.

قابلیت حفظ ساختار در مقابل گرم و سرد شدن متوالی

به میزان برگشت‌پذیری گریس به حالت ژلاتینی اولیه خود نسبت به تغییرات درجه حرارت و ذوب و انجماد (ژلاتین شدن) Reversibilty Respect To Temperature Flactuationsگفته می شود.

برخی از گریس‌ها به ویژه گریس کلسیم (کاپ) با بالا رفتن دمای عملیاتی دستگاه و نزدیک شدن به نقطه ذوب گریس، متلاشی می شوندو از هم می‌پاشیده می شوند و حتی با خنک شدن دستگاه, حالت ژلاتینی اولیه خود را به دست نمی‌آورد و به صورت دو فاز روغن و ذرات معلق صابون در می‌آیند. در این شرایط بایدبی‌درنگ اقدام به تعویض گریس نمود. اصطلاحاً چنین گریس‌هایی را برگشت ناپذیر می‌خوانند و برعکس گریس‌هایی که مجدداً حالت ژلاتینی خود را به دست می‌آورند، برگشت‌پذیر می‌نامند

قابلیت پمپ شدن در سیستم‌های مرکزیPumpability

اگر گریس در دمای پایین خیلی چسبنده و سفت شود، سیستم‌هایی که به صورت مرکزی گریس را به ماشین‌آلات پمپ می‌کنند با مشکل مواجه می‌شوند.به کمترین دمائی که می توان یک گریس راپمپاژنمودنقطه پمپ شدن می گویند.

مقاومت دربرابرفشار مکانیکی(E.P) Resistance To Extreme Pressure

با افزایش بار، گریس خود را از بین قطعات فلزی کنار کشیده و اجازه می‌دهد دو قطعه فلزی با هم تماس پیدا کنند. این مسئله توأم با جوش خوردگی‌های موقت و جدا شدن‌های متوالی گریس شده و باعث فرسایش شدید قطعات می‌گردد. لذا از مواد افزودنی خاصی برای افزایش دادن مقاومت گریس در برابر فشار استفاده می‌شود تا با تشکیل لایه‌های مقاوم جلوی فرسایش گرفته شود.

بافتTexture

گریس‌ها براساس طول و ضخامت الیاف آنها به چند دسته کره‌ای Buttery نرم Soft الیافی کوتاه Short Fibrous و الیافی بلند Long Fibrous، ریش‌ریش String تقسیم می‌شوند، که هرکدام کاربرد ویژه خود را دارند.

رنگColor

رنگ گریس ناشی از رنگ روغن به کار رفته در آن و یا در بعضی موارد افزودن مواد پرکننده ویژه به آن می‌باشد. به هر حال رنگ به کیفیت محصول ارتباطی ندارد.

لازم به توضیح است که برخی از تولیدکنندگان با اضافه نمودن رنگ‌های ویژه، منظور خاصی را برای کاربرد ویژه‌ای القا، می‌کنند.

آزمایشات ارزیابی وعملکردگریس ها

تعدادزیادی آزمایش برای پیش بینی عملکرد گریس هاتحت شرایط معین وجوددارد‌که ذیلا به برخی ازآنهااشاره می شود:

۱-آزمایشات پایداری ساختمانی ومکانیکی

۲-آزمایشات اکسیداسیون

۳-آزمایشات جداشدن روغن ازگریس

٤-آزمایشات مقاومت گریس دربرابراب

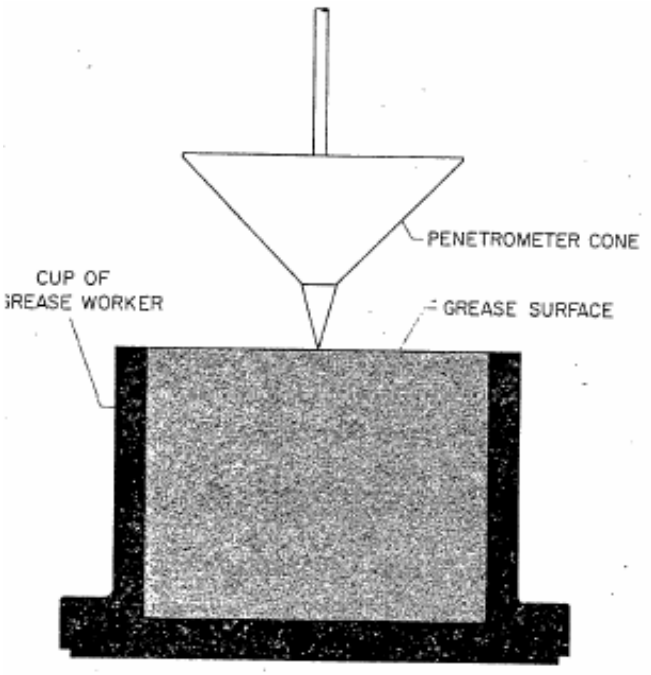
۵-آزمایشات حفاظت دربرابرزنگ زدگی

۶-آزمایشات فشارپذیری وجلوگیری ازسائیدگی

که ذیلا به شرح چندنمونه ازآنهاپرداخته می شود.

آزمایشات پایداری ساختمانی ومکانیکی

توانائی ومقاومت یک گریس دربرابرنیروهای برشی مکانیکی که باعث بیش ازحدنرم شدن(شل شدن)یاسفت شدن گریس هامی شود راپایداری مکانیکی می گویند.این آزمایش طبق روش استاندارد ASTM D1831انجام می شودوروش کاربه این صورت است که یک نمونه کوچک گریس دریک محفظه استوانه ای بوسیله یک غلطک سنگین وبه مدت دوساعت دردرجه حرارت اطاق اسیاب می شودوسپس قابلیت نفوذ آن به وسیله جسم مخروطی شکل بااندازه۱/۲یا۱/٤تعیین می شود.



در این آزمایشات تغییردرپایداری گریس باکارمکانیکی به عنوان تغییرمطلق درقابلیت نفوذ یا در صد تغییر در قابلیت نفوذگزارش می شود

آزمایشات اکسیداسیون

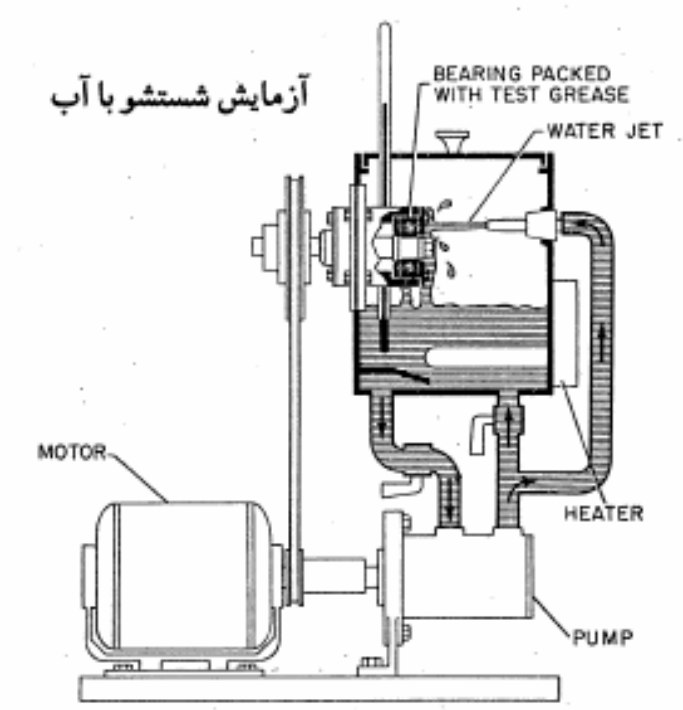
مقاومت دربرابراکسیداسیون یک خاصیت مهم برای گریس هائی است که دریاتاقان های غلطکی استفاده می شوند.بهبوداین خاصیت بااستفاده ازموادبازدارنده اکسیداسیون طول عمریاتاقان هارازیادمی کند.برای انجام این آزمایش بال برینگ دردستگاه تحت بارودرجه حرارت زیادقرارمی گیردوتازمانی که یاتاقان خراب می شودیاتاساعت معینی که خرابی رخ نداده آزمایش تمام می شود.این آزمایش برای تعیین طول عمرسرویس دهی گریس هادربال برینگ هائی که دردرجه حرارت های بالاکارمی کنندطراحی شده است.

آزمایش مقاومت دربرابراب

دراین آزمایش یک بال برینگ باپوسته هائی بافاصله مجازبه مدت زیادی چرخانده می شودودرحین چرخش بال برینگ, بوسیله یک جت اب ,روی آن اب پاشیده می شود.پایداری دربرابرشستشوبوسیله مقدارگریس ازبین رفته دربال برینگ درطول مدت آزمایش اندازه گیری می شود.این آزمایش روش مفیدی است برای گریس هائی که درمعرض اب قراردارند.

درحالت های زیادی ممکن است پاشیدن مستقیم اب مسئله ای نباشداما رطوبت هوایانشتی اب ممکن است گریس رادرمعرض آلودگی قراردهد.یک روش برای ارزیابی گریس برای استفاده درچنین شرایطی هموژنه کردن اب درداخل گریس است. ممکن است گریس براساس مقدارابی که جذب می

کند(بدون این که ساختمان گریس ازبین برودیاسفت ویانرم شود)ونتیجه ترکیب یک نسبت معینی ازاب رخ دهدگزارش می شود.



آزمایشات حفاظت اززنگ زدگی

وظایف گریس هاعلاوه برروانکاری حفاظت از سیستم دربرابرخوردگی وزنگ زدگی نیزمی باشد.بعضی از گریس هابطورطبیعی خاصیت حفاظت اززنگ زدگی رانیزبرعهده دارنددرحالی که بعضی ازآنهادارای این خاصیت نمی باشندکه برای بهبوداین خاصیت می توان ازموادجلوگیری کننده اززنگ زدگی نیزاستفاده شود.

برای ارزیابی خاصیت حفاظت دربرابرزنگ زدگی می توان ازآزمایشات استاتیک ودینامیک استفاده نمودکه این آزمایشات معمولا برای گریس هائی که دریاتاقان های غلطکی(بال برینگ ها) بکارمی روندااستفاده می شود .شرایط آزمایش طوری طراحی می شودکه عوامل مساعدبرای زنگ زدگی فراهم می شود.دریکی ازاین آزمایشات یاتاقان های مخروطی باگریس تحت آزمایش پرمی شودوباچرخش یاتاقان به مدت ۶۰ثانیه تحت بار ,گریس هاپخش می شوندسپس یاتاقان درآب مقطرفروبرده می شودودردرجه حرارت ۵۲درجه سانتیگراد و دررطوبت نسبی صددرصدبه مدت۴۸ساعت نگه داشته می شودسپس یاتاقان تمیزمی شونوازنظرزنگ زدگی وخوردگی موردبررسی قرارمی گیرد.یاتاقان هائی که هیچ گونه خوردگی نشان ندهندبانمره یک ویاتاقان هائی که درآنهاخوردگی ابتدائی (کمترازسه لکه قابل رویت)وجودداشته باشدبانمره دووخوردگی های بیشتر با نمره سه ارزیابی می شوند.

آزمایشات فشارپذیری وجلوگیری ازسائیدگی

آزمایشات استانداردی که ازطرفASTMبرای خاصی فشارپذیری معرفی شده اندعبارتنداز:

۱-آزمایش سایش چهارساچمه فشارپذیرFour Ball Exterm Pressureکه طبق استاندارد ASTM D2596انجام می شود.

آزمایش ماشین تیمکنTimken Machinesکه طبق استانداردASTM D2509انجام می شود.همچنین برای ارزیابی خاصیت جلوگیری ازسائیدگی روش Four Ball Wear Test Machineکه طبق روش استانداردASTM D2266که سائیدگی استیل روی استیل راموردبررسی قرارمی دهدوروش های استانداردASTM D2509وASTM D2596بخصوص برای گریس های باسطح مرغوبیت بالاکه دارای خاصیت فشارپذیری بالائی باشندمورداستفاده قرارگرفت.

برای اندازه‌گیری خاصیت ضدسایش گریس‌ها، روشASTMD-۲۲۶۶ توصیه می‌شود. آزمایش فشارپذیری، برای ارزیابی خاصیت تحمل بار یک روغن که تحت شرایط بار زیاد و روغن کاری شرایط مرزی قرار دارد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

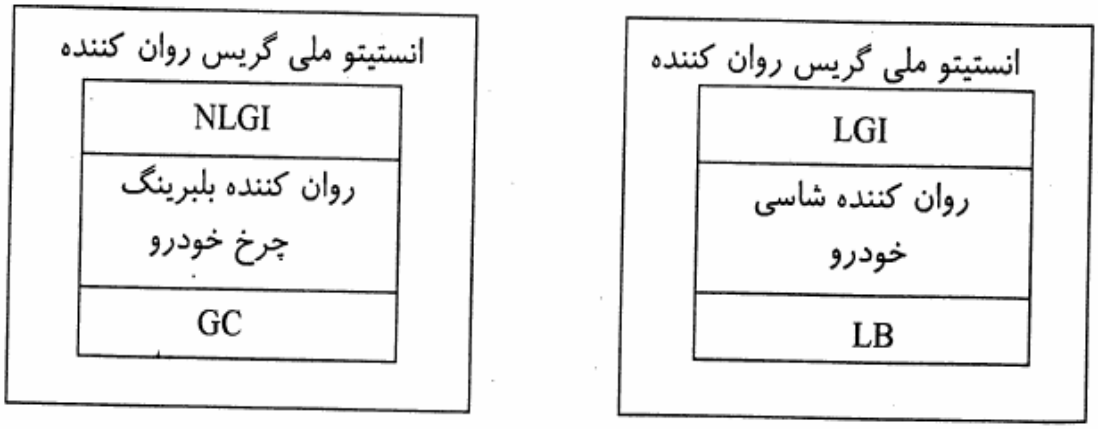
طبقه بندی گریس ها

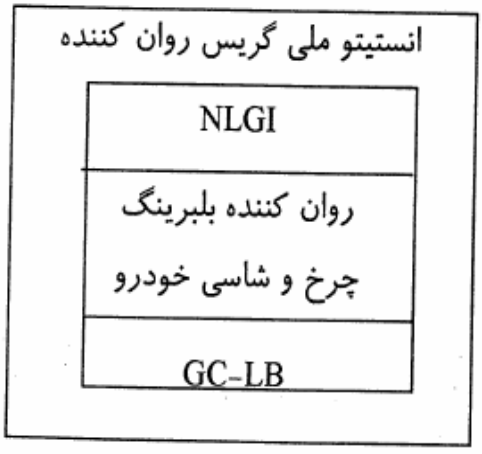
براساس قابلیت نفوذ کارکرده موسسات استانداردجهانی ASTMیک درجه بندی عددی برای طبقه بندی کردن ثبات گریس ها بوجوداورده است.

درجداول زیرنیزطبقه بندی کاربردیNLGIبرای کاربردهای مختلف روانکاری قطعات خودروهاآورده شده است.

کاربرد	طبقه‌بندی NLGI	محدودیت‌های کاربرد
شاسی	LA	شرایط‌کاری آسان و دفعات زیادی گریس‌کاری مجدد
	LB	دفعات گریس‌کاری کم، بارهای زیاد و در معرض آب بودن
بلبرینگ‌های چرخ	GA	شرایط‌کاری آسان
	GB	شرایط‌کاری‌متوسط (شرایط‌اکثر خودروها)
	GC	شرایط‌کاری سخت، درجه حرارت بالا و کارکرد همراه با ایستادن و حرکت کردن‌های زیاد

همچنین NLGI علامت‌های تائیدیه جهت شناسایی گریس‌ها را نیز مشخص کرده است.





درجهNLGIودامنه قابلیت نفوذمربوط به آن برحسب افزایش سختی درجدول زیرآورده شده است.
(NLGI*: National Lubricating Grease Institut)

طبقه بندی گریس NLGI

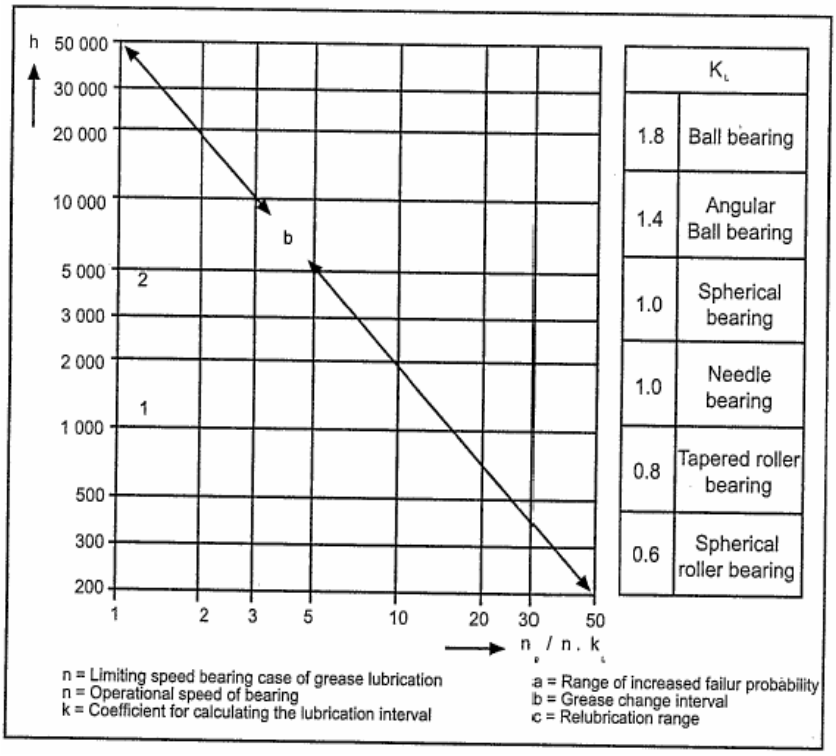
درجه NLGI	قابلیت نفوذ کار کرده
۰۰۰	۴۴۵—۴۷۵
۰۰	۴۰۰—۴۳۰
۰	۳۵۵—۳۸۵
۱	۳۱۰—۳۴۰
۲	۲۶۵—۲۹۵
۳	۲۲۰—۲۵۰
۴	۱۷۵—۲۰۵
۵	۱۳۰—۱۶۰
۶	۸۵—۱۱۵

انتخاب مقدارگریس برای یاتاقان ها

بااستفاده ازجدول زیرمی توان ساعت کارکردگریس های پایه لیتیوم رادردرجه حرارت ۷۰درجه سانتی گراد بدست اورد.

ساعت کارکرد گریس لیتیم

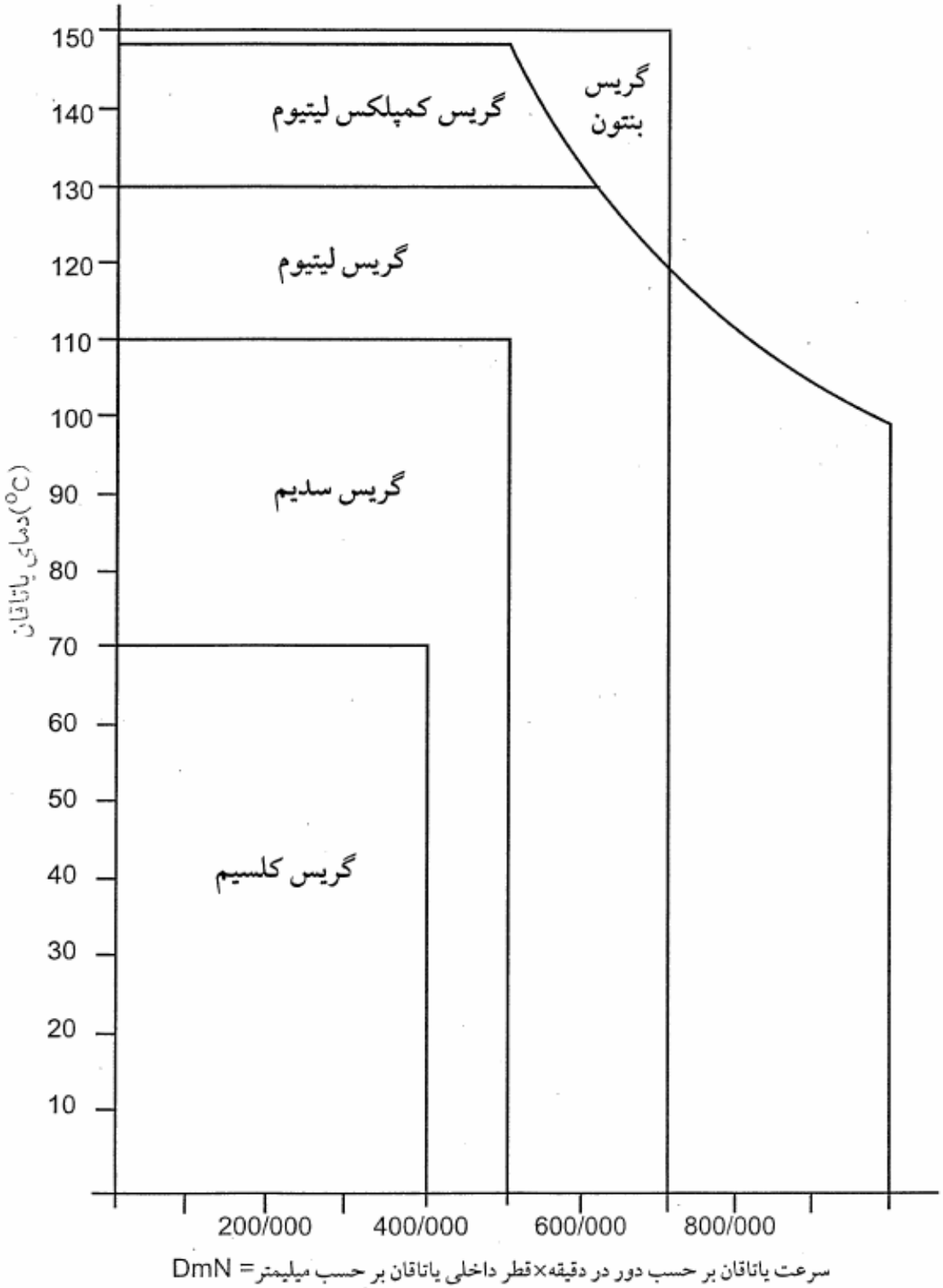
نمودار محاسبه زمان‌های روانکاری برای گریس‌های لیتیمی تا محدوده درجه حرارت 70^0C



K_L	
1.8	Ball bearing
1.4	Angular Ball bearing
1.0	Spherical bearing
1.0	Needle bearing
0.8	Tapered roller bearing
0.6	Spherical roller bearing

بااستفاده ازجدول زیرمی توان محـدوده کـارکردانواع گـریس راباتوجـه بـه سـرعت ودرجـه حـرارت دریاتاقان بدست اورد.

محدوده کارکرد انواع گریس با توجه به سرعت و گرمای یاتاقان



نحوه استفاده از گریس	حالت فیزیکی	نفوذ پس از کار	NLGI
به کمک سیستم‌های پمپ کننده مرکزی	مایع	445-475	000
به کمک سیستم‌های پمپ کننده مرکزی	نیمه مایع	400-430	00
به کمک سیستم‌های پمپ کننده مرکزی	نیمه مایع	355-385	0
به کمک گریس پمپ با سیستم‌های پمپ کننده مرکزی	ژلاتینی	310-340	1
به کمک گریس پمپ با سیستم‌های پمپ کننده مرکزی	ژلاتینی	265-295	2
به کمک گریس پمپ	ژلاتینی	220-250	3
به کمک گریس پمپ	نیمه جامد	175-205	4
مستقیماً تصورت جامد در ابعاد مشخص مورد استفاده قرار می‌گیرد	نیمه جامد	130-160	5
مستقیماً تصورت جامد در ابعاد مشخص مورد استفاده قرار می‌گیرد	جامد	85-115	6

سیستم های روغنکاریLubrication Systems

مهمترین عامل در کارآیی مفیددستگاهها وقطعات متحرک آنهانوع صحیح روغن و سیستم روغن کاری است. اصولاً نوع سیستم روغنکاری بر اساس وضعیت ساختمانی ونوع قطعات بکاررفته درآن و نیاز دستگاه مورد نظر انتخاب می شود و به روش های زیر عملی می شود:

۱-روش های یک بارمصرف

۲-روغنکاری قطره ای وتغذیه باظروف فتیله دار.

۳-روغنکاری پاششی .

٤-روش های استفاده مجدد

۵-سیستم گردشی ثقلی.

۶-سیستم روغنکاری ترشحی.

۷-سیستم حمام روغن.

۸-سیستم روغنکاری به توسط رینگ زنجیر وطوقه).

۹-سیستم روغنکاری غرقابی.

۱۰-سیستم های روانکاری متمرکز.

الف-سیستم روغنکاری تحت فشار.

ب-سیستم روغنکاری مه ایOil Mist.

دراین بخش بیشتربه بحث روش های روانکاری صنعتی که بیشترین کاربردرادرصنایع داردپرداخته می شود.

روش روانکاری یکبار مصرف

در این سیستم در دوره های زمانی مشخص ، مقادیر کمی از روان کننده ها وارد سیستم شده و پس از استفاده ، به مخزن ضایعات تخلیه می گردد . این سیستم عمدتا در ماشین الات دارای دنده های باز و ریسمانهای سیمی ، زنجیرها و یاتاقانهای غلطان و بعضی از سیلندرها ، یاتاقانها و دنده های بسته مورد استفاده قرار می گیرد . اساس کار این سیستم تغذیه روغن از یک ظرف روغن مانند شیشه ، بطری و نظائر آن و انتقال به محل روغنکاری توسط : فتیله ، نازل پاششی ، شیر سوزنی ، ریسمان ، پمپ پلانجر و لوله موئین هوا می باشد . میزان ضایعات و آلودگی محیط زیست بالا از معایب این روش می باشد

روش روانکاری استفاده مجدد

در این روش روان کننده پس از استفاده در مخزن جمع آوری گردیده و مجددا جهت روانکاری در سیستم به گردش در می آید . انواع مختلف این روش به شرح ذیل می باشد:

روغن کاری بوسیله حمام روغن

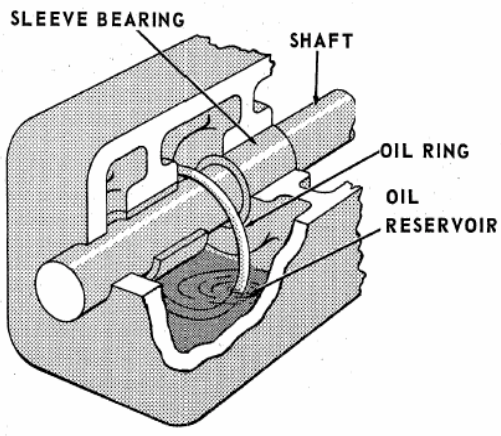
دارای ظرف روغن با سطح ثابت روغن بوده و محل روغنکاری در آن غوطه ور می گردد .از این سیستم برای روانکاری یاتاقانهای کف گرد هیدرودینامیک با محور عمودی استفاده می گردد

روغن کاری به توسط رینگ

دریاتاقان هائی که به این روش روغنکاری می شوندروغن توسط یک رینگOil Ring که روی محورازاداست وباآن می چرخد,ودراثرچرخش محورروغن رانیزباخودبطرف بالا می اوردوروی یاتاقان پخش می کندوپس از روغنکاری مجددابه مخزن روغن برمی گردد.ازاین روش برای مواردی که محوردارای دورمتوسطی است استفاده می شود.درسرعت های زیادرینگ ومحوریاتاقان به سرعت روی یکدیگرمی غلتند و در نتیجه روغن به اندازه کافی به یاتاقان نمی رسد.همچنین درسرعت های بالاکه یاتاقان بار زیادی را منتقل می کند مقدار روغن به اندازه ای نیست که بتواندکارخنک کاری راانجام دهد.

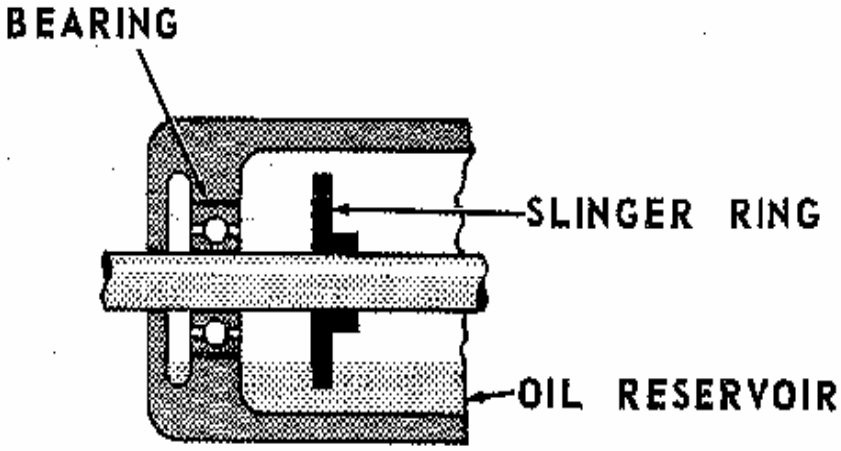
قطررینگ تقریبا ۱/۵تا۲برابرقطرمحوراست ودرمواقعی که طول یاتاقان زیادباشدازدوعددرینگ استفاده می شود.همچنین سطح روغن بایدطوری باشدکه کمترازنصف قطررینگ درداخل روغن فرو رود. در صورتی که سطح روغن خیلی پایین باشدروغن به اندازه کافی به یاتاقان نمی رسدودرصورتی که سطح روغن بیش از حد بالابیایدبه علت سبک شدن رینگ (طبق قانون ارشمیدس) ممکن است باعث متوقف شدن رینگ(به دلیل کاهش اصطکاک بین رینگ ومحور) وقطع روغن به یاتاقان شود.

بعضی ازمواقع که سرعت محوربسیارپایین است اززنجیربجای رینگ استفاده می شود زیرا زنجیرها درسرعت های پایین ظرفیت بیشتری برای انتقال روغن دارند.



دربعضی ازمواردکه استفاده ازروغن های باگرانروی زیادبرای یاتاقان های باسرعت کم وبارزیادلازم باشدازطوقه یا Slinger Ringبه جایOil Ringاستفاده می شودکه شامل یک صفحه باقطرمشخص است که روی محورنصب می شودوباآن می چرخد.برای پاک کردن روغن وهدایت آن به شیارهای توزیع روغن(دریاتاقان های بوشی)به یاتاقان هابایدیک پاک کننده یاScraperدرقسمت بالای طوقه

نصب شود.این سیستم دارای کارائی بهتری است ولی به دلیل مواردذکرشده فوق و پاشش روغن معمولا دردورهای خیلی بالاکمترمورداستفاده قرارمی گیرد.

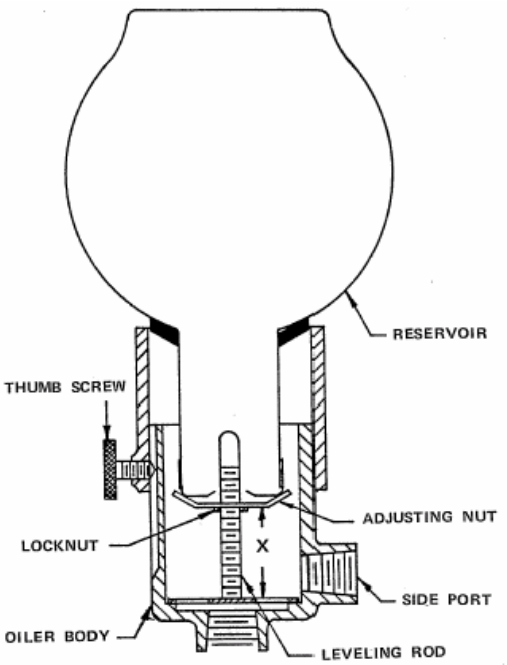


به دلیل نشتی های اجتناب ناپذیری که وجوددارد سطح روغن داخل محفظه یاتاقان تغییرمی کند که این می توانددراین نوع سیستم روانکاری اختلال ایجادکند پس لازم است سیستمی وجودداشته باشدکه بتواندبطوراتوماتیک سطح روغن رادرحدمطلوبی نگه دارد .

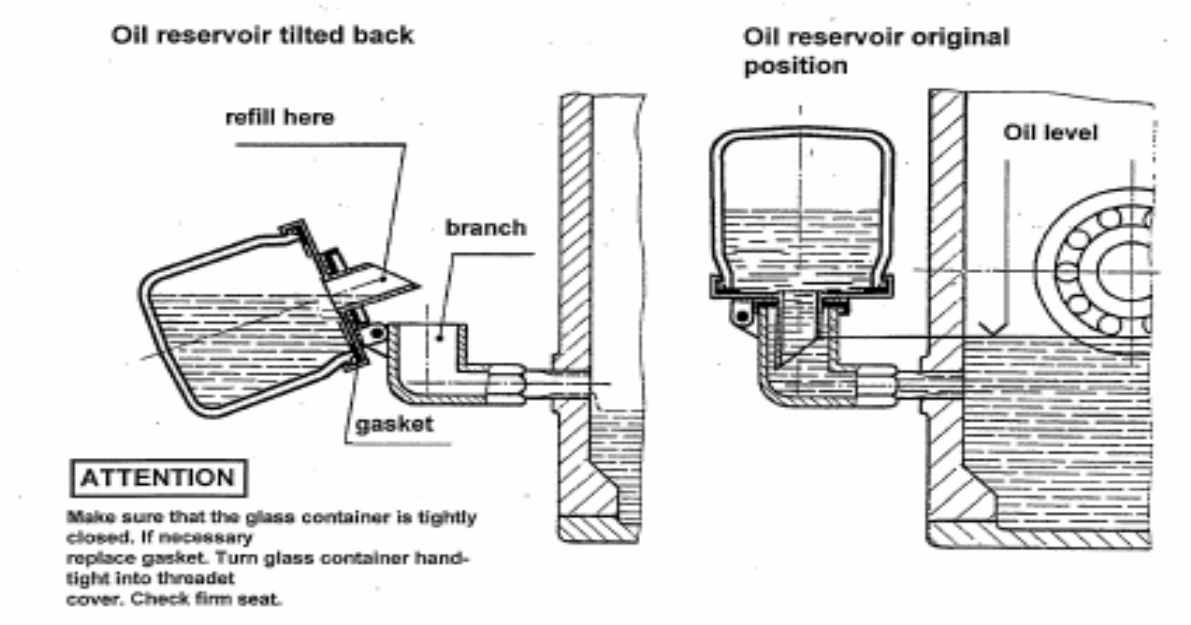
برای تنظیم اتوماتیک سطح روغن درداخل هوزینگ برینگ هاازسیستم هائی به نام Oil Potا که ازیک محفظه شیشه ای که شامل یک میله تنظیم کننده Levling Rod ویک محفظه شیشه ای به عنوان مخزن ذخیره روغن است استفاده می شود.درصورتی که سطح روغن محفظه یاتاقان ازحدتعیین شده پایین تررودبطوراتوماتیک سطح روغن تنظیم وکمبودروغن راجبران می کند.هرچه مخزن شیشه ای بالاترقرارگیردسطح روغن بالاترمی ایدوبالعکس هرچه پایین ترقرارگیرد سطح روغن پایین ترنگه داشته می شود.تنظیم سطح مخزن شیشه ای روغن توسط میله تنظیم کننده همراه بادومهره بزرگی که روی آن پیچیده می شود و زیرمخزن شیشه ای قراردارتنظیم می شود.باپیچاندن این مهره ها Adjusting Nut (برای جلوگیری ازشل شدن آنهادرحین کارازدومهره استفاده می شود) به سمت بالا مخزن شیشه ای بالاترقرارمی گیرد(سطح روغن بالاترمی اید)وباعث تخلیه بیشتر روغن ازمخزن شیشه ای بطرف هوزینگ برینگ می شودتاحالت تعادل برقرارشود.

موقعیت قرارگیری مهره های زیرمخزن شیشه ای مبین سطح روغن داخل هوزینگ برینگ است وبابالا وپایین بردن مهره امکان تغییردادن ارتفاع روغن وجوددارد .

درشکل زیریک نمونه Oil Pot`بامخزن ذخیره روغن شیشه ای که دراکثرمراکزصنعتی مورداستفاده قرارمی گیردنشان داده شده است.



درشکل زیریک نمونه دیگرOil Potکه ارتفاع روغن رادریک حالت نگه می دارد(غیرقابل تنظیم) نشان داده شده است.



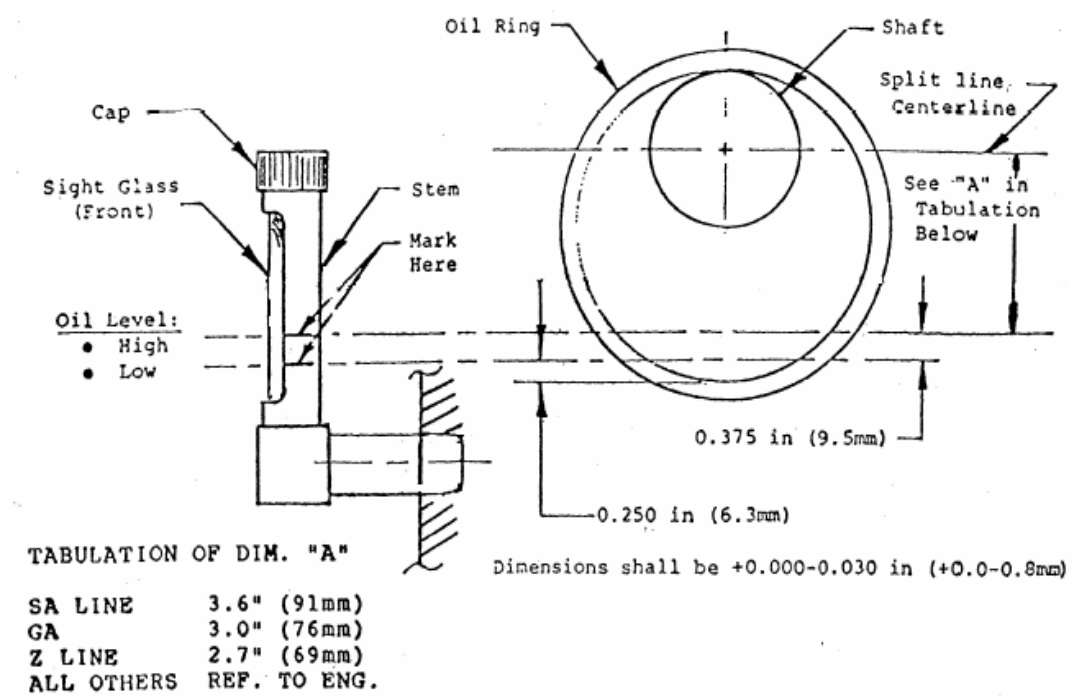
چندنکته:

۱- اگرلولـــه اتـــصال Oil Potبـــه محفظـــه یاتاقـــان گرفتگـــی داشـــته باشـــدامکان تخلیـــه روغـــن وجودنداردوباوجودروغن درمحفظه شیشه ای امکان سوختن برینگ وجوددارد.

۲-گاها مشاهده می شود که میله تنظیم کننده سطح داخل Oil Potبنا بـه دلایلـی مفقودیـا برداشـته شده است که این کارمی تواندباعث ازکارافتادن Oil Pot وعدم کنترل سطح روغن شود ودرشـرایطی سوختن برینگ ها وکاهش طول عمرآنها رادراثرفقدان روغن بوجوداورد.

۳-اگرمخزن شیشه ای شکسته شده باشدیا ترک داشـته باشـد باعـث مـی شـود هواداخـل آن نفـوذ کندوروغن داخل آن درمدت زمان کوتاهی تخلیه شود وعملااین سیستم کاردهی خودراازدست بدهد پس علاوه براطمینان ازپربودن مخزن شیشه ای بایدمواردفوق الـذکر نیزدرطـی بازدیـدها ی روزانـه چک شوند.

ارتفاع روغن هوزینگ برینگ هائی کـه ازیاتاقـان هـای بوشـی اسـتفاده مـی کنندوسیـستم روغنکـاری آنهاازنوع Oil Ringاست بسته به قطرشافت وقطررینگ است ومی توان حداقل وحداکثرارتفاع روغـن رابراساس ابعادOil Ring بدست اورد که درشکل زیریک نمونه آن نشان داده شده است.



سیستم روغن کاری مرکزی تحت فشارForced Lubrication

دراین سیستم روغنکاری ازروغن تحت فشارعلاوه برخنک کاری برای روغنکـاری یاتاقـان هانیزاسـتفاده می شودودرصورتی که فشارروغن کـم باشـدبه دلیـل کـم شـدن فلـوی روغـن یاتاقـان هابـه خـوبی روغنکاری نمی شوندوباعث صدمه دیدن آنهاخواهدشد(به دلیل عدم انتقال حرارت) بـرای روغنکـاری یاتاقان هابایدهمیشه ازروغن تمیزاستفاده شودزیراذرات موجوددرروغن می توانددرفواصل کـم بـین قطعات گیربیفتدوباعث سائیدگی محورویاتاقان شود.

مزایا و معایب سیستم های روانکاری تحت فشار

استفاده از این سیستم ها برای تامین روغن یا گریس جهت قطعاتی که نیاز به روانکاری دارند به مقدار زیاد رو به افزایش است . سیستم های روانکاری مرکزی ، امروز در وسایل صنعتی ثابت و متحرک در فرآیندهاو قطعات خط تولید و همچنین در ماشین ابزار مورد استفاده قرار می گیرند . این سیستم ها دارای مزایائی به شرح ذیل می باشند:

۱ -کارکرد مطمئن ماشین را بهبود می بخشد.

۲ -هزینه نیروی انسانی کمتری دارد.

۳ -زمان توقف ماشین آلات را جهت روغن کاری کاهش می دهد.

٤ -حداکثر استفاده مؤثر و مفید از روغن را ایجاد می نماید.

۵ -به خاطر استفاده مؤثر از روغن ، هزینه خرید روغن را کم می کند.

۶ -روغن کاری کلی ماشین آلات را بهبود می بخشد.

۷ -با کنترل کردن مصرف روغن ، ضایعات روغن را کاهش می دهد.

۸ -به خاطر کمتر کردن ریزش روغن ، باعث تمیز ترشدن ماشین آلات ومحوطه کارخانجات وکارگاهها می گردد.

روغن موردلزوم برای روغنکاری درمحفظه ایOil Reservoirذخیره می شود. روغن توسط پمپ از مخزن کشیده می شودوروغن تحت فشارپس ازخنک شدن وفیلتر شدن به محفظه یاتاقان وارد وباایجادفیلم روغن بین یاتاقان هاومحورعملیات روغنکاری انجام می شود .

این سیستم روغنکاری از قسمت های زیرتشکیل شده است:

۱-پمپ های اصلی وکمکی روغن برای بالابردن فشارروغن.

۲-فیلترهای روغن برای جداسازی ذرات وموادجامدموجوددرروغن.

۳-کولرهای روغن برای خنک کردن روغن.

٤-کنترل ولوهاوشیرهای فشارشکن Safety Valveبرای کنترل فشاروفلوی روغنRelief Valves.

۵-مخزن روغن همراه با تجهیزات آن شامل نشان دهنده سطح روغن گرم کن یاهیتر سیستم تهویه و ..... برای ذخیره روغن.

۶-تجهیزات اندازه گیری شامل فشارسنج ها دما سنج ها اختلاف فشارسنج اندازه گیرارتفاع و...

۷-سیسنم هاورله های حفاظتی وترانسمیترها برای حفاطت ازدستگاه که به سیستم های Alarmو Shut Downفرمان می دهند وشامل :

الف-حفاظت سیستم دربرابردرجه حرارت بالای روغن.

ب-حفاظت سیستم دربرابر گرمای بیش ازحدپوسته یاتاقان ها.

پ-حفاظت سیستم روغنکاری کم بودن فشارروغن.

ت- مخزن ذخیره روغن یااکومولاتورکه همواره مقداری روغن درآن ذخیره می شود ودرانتهای چرخش محورروی یاتاقان ها تخلیه می شودوازذوب شدن یاتاقان ها جلوگیری می کندکه داخل این مخزن یک کیسه پرشدهBleader ازگازی مثل ازت تشکیل شده که بااعما ل فشارروغن دراطراف آن مقداری انرژی پتانسیل در آن ذخیره می شودودرمواقع لزوم باعث تخلیه روغن می شود.

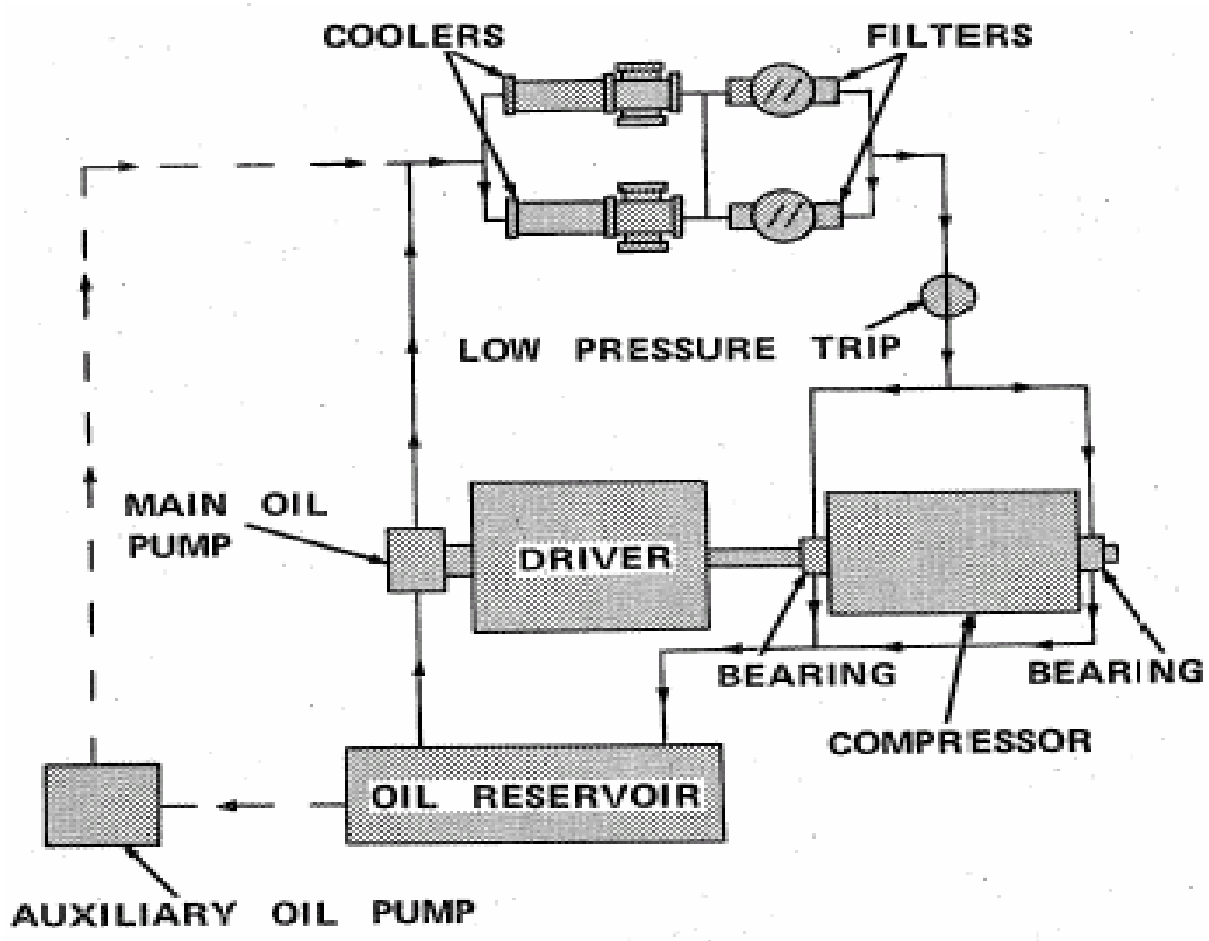
ث-حفاظت ازعدم گرفتگی فیلترهای روغن بااندازه گیری اختلاف فشارورودی وخروجی فیلتر.

ج-حفاظت سیستم برای اطمینان ازوجودمقدارلازم روغن درداخل مخزن.

چ-سیستم راه انداز پمپ اضطراری روغن درمواقعی که پمپ اصلی مشکل پیدامی کند.

ح--لوله ها,ولوها, شیرهای یکطرفه واتصالات که کار انتقال روغن به قسمت های مختلف راانجام می دهند و حتما بایدازجنسی باشندکه زنگ نزنندمثل فولادهای ضدزنگ.

درشکل زیرفلودیاگرامی از یک سیستم روغنکاری تحت فشارنشان داده شده است.



لازم به توضیح است که قبل ازدرسرویس قراردادن پمپ یاهردستگاه دیگر کلیه این مجموعه وسیستم های حفاظتی آن بایدموردبررسی قرارگیرد(بخصوص بعدازنصب اولیه یا چک های روتین یا بعداز هر

تعمیر اساسی)که ازعملکرد صحیح سیستم های حفاظتی آن اطمینان حاصل شود که ذیلا به نحـوه چـک کردن قسمت های مختلف آن پرداخته می شود.

مسائلی که قبل ار راه اندازی یک سیستم روغن باید رعایت شود

۱- تمیزکردن تمامی لوله ها ،مسیرها و ۰۰۰یا Flush.

۲-تنظیم تمامی شیرهای کنترل ، کنترل ولوها ، ترانـسمیترهای ، سـوئیچ هـا و ۰۰۰ طبـق Set Point های توصیه شده توسط کارخانه سازنده.

۳- کالیبره کردن کلیه نشان دهنده های فشار و درجه حرارت.

٤-اطمینان ازعملکردوکالیبره بودن کلیه ترموکوپل ها و نظایر آن برای بازرسـی قـسمت حساسـشان برای حالت Shut Down , Alarm بااستفاده ازحمام روغن یا هر روش دیگر.

۵-چک کردن نحوه عملکرد کلیه سوئیچ هایی که بوسیله عامل فشار تغذیـه مـی شـوند ،فرمـان مـی گیرند ، تحریک می شوند و عمل می کنند بوسیله تغییر فشار سیـستمی کـه سـوئیچ بـرای آن تـدارک شده است به میزان موردنظر.

۶- چک کردن کلیه شیرهای یک طرفه که اگر در خلاف جهت جریان سیال نصب شده باشند در موقع بالا بردن فشار سیستم باعث خسارتهای شدیدی به پمپ ها ، نشان دهنده ها و ۰۰۰ می شوند .

۷-چک کردن وتنظیم Settingکلیه Safety Valve درفشار مورد نظر وزمان مقررشـده بـرای هـر کدام از آنها.

مواردی که روی سیستم های حفاظتی روغن بایدچک شوند

۱-چک کردن سیستم اخطار ازکارافتادن پمپ اصلی روغن (پایین امدن فشارروغن).

Stand By Pump Running- Failure Main Oil Pump

وظیفه این سوئیچ درسرویس قراردادن پمپ یدک روغن وهمچنین تحریـک سیـستم الارم درمـواقعی است که پمپ اصلی روغن ازکارافتاده است. روش تـست آن بـه ایـن صـورت اسـت کـه پمـپ یـدک درسرویس قرارداده می شودودوسریک اهم متر روی این سوئیچ قرارداده می شودسپس ولـوی کـه درمسیر خروجی پمپ یدک است ارام ارام بازمی شودتافشارروغن شروع بـه کـم شـدن کنـد وقتـی فشارروغن مساوی میزان Setting مربوطه شد بایداین سوئیچ مداررامتصل کندکه دراین صورت مـی توان ازدرسرویس امدن پمپ یدک درحین کاراطمینان حاصل نمود.

۲-اخطارگرفتگی فیلترروغن Filter High Differential Pressure

وظیفه این سوئیچ اعلان وضعیت گرفتگی فیلتر روغن براساس میزان افـت فـشاراندازه گیـری شـده دردوطرف ورودی وخروجی فیلترروغن است .روش تـست آن بـه ایـن صـورت اسـت کـه بـا بـستن تدریجی Tappingروی خروجی D.P و بالا بردن فشار خروجـی سیـستم, انـدازه گیـری اخـتلاف فـشار انجام می شودوسوئیچ اخطاردهنده نیز مثل حالت قبل چک می شود.

۳-چک نمودن سیستم Shut Downدستگاه روی کلیه فرمانهائی که روی آن اعمال می شود بصورت تک تک.....

٤-اطمینان از کارکرد مناسب هیترهای روغن (برقی ، بخاری) ونحوه عمل کردن آنها در درجه حرارت مناسب .

۵-هواگیری کلیه مسیرهای روغن اعم از فیلترها ، کولرها و.....

۶-هواگیری سیستم اب خنک کنندهCooling Water.

تجهیزات حفاظتی سیستم های روغن کاری

باتوجه به اهمیت روغنکاری وبرای حفاظت بیشترسیستم روغنکاری دردستگاه های مختلف به غیرازپمپ یدک روغن ازتجهیزات دیگری ازقبیل پمپ های D.C سیستم Top Tank, اکومولاتور روغن استفاده می شودکه ذیلا به آنهااشاره می شود.

پمپ روغنکاری D.C

در دستگاه های بزرگ وگران قیمت برای حفاظت ازماشین هرقدرهم سرمایه گذاری شودمقرون به صرفه است زیرا اگردرطول عمردستگاه یک بارهم دستگاه را محافظت کندارزش آن را داردبه همین دلیل روی توربوژنراتورهای بزرگ علاوه برپمپ های روغن اصلی ,یدکی(توربینی یابخاری) واکومولاتورروغن, ازیک عددپمپ که موتوران بابرق جریان مستقیم کارمی کندنیزاستفاده می شود.بدین صورت که اگربه هردلیلی هیچ کدام ازاین پمپ هابه هردلیلی نتوانستند کارروغنکاری راانجام دهند(به دلیل قطع برق یابخار)این پمپ دراثرتحریک شدن سوئیچ فشارکم بطور درسرویس می ایدوکارروغنکاری رااززمان ازسرویس خارج شدنTrip دستگاه تازمان توقف انجام می دهدواجازه داده نمی شودکوچکترین اختلالی درسیستم روغنکاری وکاردستگاه حاصل شود.منبع تغذیه این پمپ های جریان برق مستقیم است که با سیستم UPSکارمی کنندو شامل تعدادی باطری است که همیشه درحال شارژ نگهداری می شوندتادرمواقع اضطراری ازآنهااستفاده شود.

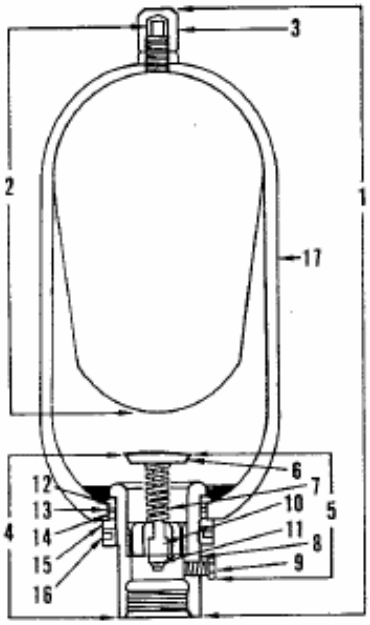
آکومولاتورروغنLube Oil Accumulator

این سیستم شامل یک انباره استوانه باظرفیت حدود ده گالن روغن است که درداخل آن یک Bladerقراردارد که بایک گازبی اثرمثل ازت بافشارمناسب شارژمی شودواطراف آن توسط روغن روانکاری احاطه می شود.این مخزن همچنین مجهزبه یک شیرتنظیم فشارویک نشان دهنده فشاراست که فشارروغن باعث جمع شدن تیوب لاستیکی داخلی شده ومقداری انرژی درآن ذخیره می کند ودرصورتی که سیستم روغنکاری ازکاربیفتدوتوربین Tripکندپس ازتوقف توربین روغن ذخیره شده درداخل آن روی یاتاقان های داغ تخلیه می شودوازچسبیدن آنهاروی محوروهمچنین تشکیل کک

ممانعت می کند.لازم به توضیح است که این مجموعه بـه هـیچ وجـه نمـی توانـدکارروغنکاری راانجـام دهدوفقط برای جلوگیری ازسیزSeizکردن یاتاقان هااز آن استفاده می شود.

لازم به توضیح است کـه درتـوربین هـای بخـاری کـه تروتـل ولوواسـتاپ ولوبـا فشارسیـستم Lube Oilعمل می کنندازفشارروغن ذخیره شده دراکومولاتوربرای سریع تربسته شـدن اسـتاپ ولـو Stop Valveنیزاستفاده می شود.

درشکل زیرشمائی ازآن نشان داده شده است.



1	ACCUMULATOR, COMPLETE
2	BLADDER & GAS ASSEMBLY
3	VALVE GUARD
4	PORT ASSEMBLY
5	POPPET & PLUG ASSEMBLY
6	POPPET
7	SPRING
8	PLUG
9	PIPE PLUG
10	PISTON
11	STOP NUT
12	ANTI-EXTRUSION RING
13	WASHER
14	PLUG "O" RING
15	SPACER
16	LOCK NUT
17	SHELL (not for sale)

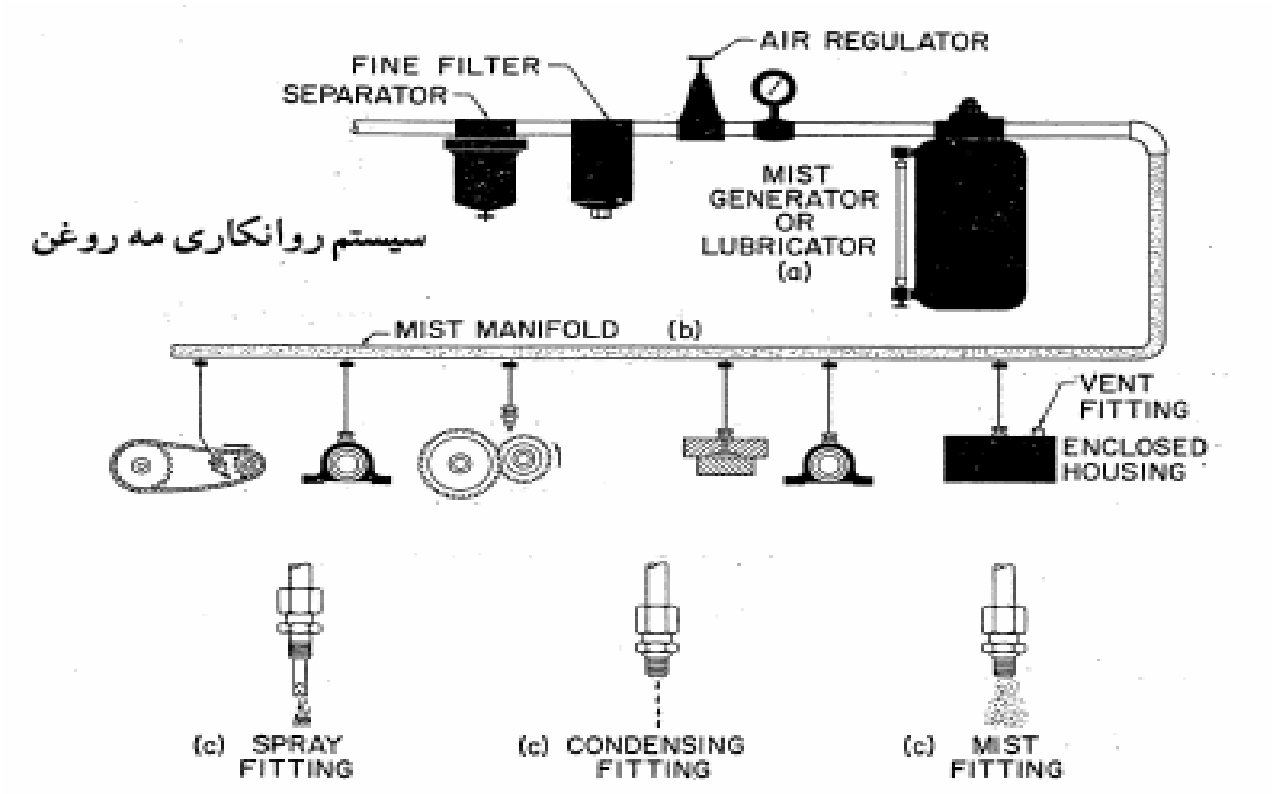
سیستمTop Tank

دراین سیستم یک شاخه ازروغنی که روی یاتاقان ها منتقل می شودجدامی شودو واردیـک مخـزن کـه درارتفاع معینی ازسطح زمین قرارگرفته می شودRandom Tankودرصورت ازکارافتادن پمپ اصـلی ودرسرویس نیامدن پمپ یدک, روغن ذخیره شده درمخـزن تازمـان توقـف دسـتگاه درطـول Shut Downعملیات روغنکاری راانجام می دهدتاقسمت های روغنکاری شونده رامحافظت کند.

سیستم روغنکاری مه ایMist Oiling System

دراین روش روغن بوسیله هوای فشرده بافشارکم(۳۵۰تا۷۰۰کیلوپاسکال)اتمیزه(پودر) شده ودریک مه خشک که می تواندیک لوله طویل وباریک باشدجریان پیدامی کند.ذرات معلق با قطرکمتـراز۳میکـرون یک مه روغنی بسیارپایداری راایجادمی کنندکه می توانـددریک فاصـله طـولانی درداخـل مـسیرجریان یابد.وقتی مه به محل موردمصرف می رسدسردمی شودوبه قطره های روغـن یـاتوده هـای بـه هـم چـسبیده تبـدیل مـی شـودوباعث روانکـاری سـطوح مـوردنظرمی شودوسـطح فلزراروغنکـاری مـی کند.دراثرکم شدن حالت تلاطم ذرات روغن بـصورت کلوئیـدی ونهایتـا بـصورت ذراتـی بـاقطربزرگ

درمی ایندویک لایه مناسب ازروغن روی سطح فلزایجادمی نمایند.مفهوم یک سیستم روانکاری مه این است که روغن با گرانروی لازم راازیک مخزن دریافت کرده وآن رابه قطعات مختلف ماشین می رسانند.یک مه روغنی مناسب ازمعلق شدن ذرات بسیارریزروغن درجریان هواتشکیل می شودکه قطراین ذرات۱تا۲میکرون است.سیستم روغنکاری معمولی با لوله های هوادرمقایسه با سیستم روانکاری مه ای ذرات روغن اتمیزه باقطر ۱۰۰میکرون تولیدمی کنندواین ذرات دریک جریان متلا طم هواباسرعت وفشارزیادجریان پیدامی کند.



درجات مختلف سردشدن درمکانیزم های مختلف به توسط تطابق دهنده های مختلف که شامل نازل های متراکم کننده(متراکم کننده جزئی کلی و.....)انجام می شود.بااستفاده ازگرم کننده های روغن درداخل مخزن وهمچنین بعضی ازگرم کننده های جریان هوامی توان گرانروی هواراتاحدزیادی پایین اوردتاتشکیل مه روغن بهترصورت گیرد.

مزایایMist Oiling System

۱ – جریان تازه روغن بطور مداوم برای کلیه سطوح را فراهم می کند.

۲ – سیستم دارای قطعات متحرک و یا مکانیسم های دورانی نمی باشد.

۳ -دارای سیستم های هشداردهنده برای سرعت جریان و سطح روغن می باشد.

٤ -مصرف کم روغن باعث کاهش هزینه های روغن کاری می شود.

کاهش c ۶ -به علت عدم وجود اصطکاک داخلی روغن ، درجه حرارت محفظه یاتاقان تا ۳۰

مي يابد.

۵-جلوگیری ازورودآلودگی به سیستم(به دلیل وجودجریان هوای بافشار)بخصوص بخاراب.

۶-کاهش مصرف روغن تا ٤٠٪.

۷-روانکاری با بازدهی بالا.

۸-خنک کاری محفظه یاتاقان ها دراثرجریان هواباعث کاهش دمای هوزینگ ببرینگ بین ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی گراد که نهایتا می تواند باعث حذفWater jacketدرهوزینگ ببرینگ و رفع مشکلات ناشی از آن و..... شود.

معایبMist Oiling System

۱ – تنظیم وثابت نگهداشتن جریان مشکل است.

۲-اگر سیستم دارای جداساز مه نباشد ، ممکن است بعضی از مشکلات زیست محیطی رخ دهد.

۳ -به تغییرات درجه حرارت بسیار حساس است . اگر درجه حرارت کمترازC ۲۱ برسد معمولا نیاز گرمکن روغن است تا گرانروی روغن به حدی که از تشکیل مه مناسب اطمینان حاصل گردد برسد ، همچنین روغن هائی که دارای گرانروی بیش از ۲۱۶ سانتی استوک در ٤٠ باشندنیازبه گرمکن دارند تا گرانروی آنها به اندازه کافی کم شود که بتوانند یک مه پایدار تولید نمایند

٤ -جهت گرفتن بخارهائی که به قطرات روغن تبدیل شده اند ، نیاز به مسیرهای برگشت و تهویه می باشد.

۵ -در صورت گرم شدن بیش از حد روغن ، احتمال اکسید شدن آن وجود خواهد داشت . این مساله می تواند باعث تولید لجن در سوراخ های خروجی نازل گردد.

روش تمیزنمودن سیستم روغن کاری Flushing

برای جلوگیری ازورودذرات جامدوزنگ های باقی مانده درلوله ها ومسیرهای روغنکاری بـه یاتاقـان ها وسیل های اب بندکننده گازکه باعـث نفوذآنهـابین قطعـات ثابـت ومتحـرک مـی شودوحاصـل آن سایش وفرسایش سریع قطعات می شود الزامی است که کلیه مسیرها ونقاط مختلف سیستم روغنکاری چه برای دستگاه هائی است که جدیدا نصب شده باشند(بادقت خیلی بالاتر) وچه بعدازتعمیرات اساسـی دستگاه های سنگین عملیات Flushingیاتمیزکاری طبق یک دستورالعمل انجام شودکه ذیلا به شرح آن پرداخته می شود.

برای دستگاه هائی که جدیدنصب می شوندFlushing باروغن توصـیه شـده توسـط کارخانـه سـازنده بایدانجام شودکه قادربه حل کردن موم ها ومواد‌حفاظتی سطوح داخلی قطعـات مـی باشـدومقدارآن بین ۳۵تا۵۰ درصدظرفیت معمولی سیستم روغن است ولی پس ازتعمیرات اساسی دستگاه ها می توان ازروغن مورداسـتفاده شـده روی دسـتگاه نیزبـرای ایـن کـار اسـتفاده نمـودودراین شـرایط مراحلـی ازعملیات فلاشینگ لازم به انجام نیست.

دستورالعمل Flushingارائه شده درزیرهم برای سیستم روغنکاری یاتاقان ها وهم برای سیستم روغن اب بندهای نوع روغنی قابل استفاده است.

۱- برای دستگاه هائی که جدیدا نصب می شوند موم های حفاظتی ضد زنـگ بکـار بـرده شـده روی دستگاه ها, در روغن مخصوص قابل حل شدن هستند واحتیاج به تمیز کاری آنها با مواد دیگری نیست.

۲- کلیه قسمت های اطراف وداخل دستگاه باید از خاک ، شن و دیگر کثافات تمیزشوند و در صـورت نیاز به تمیز کاری بایدبا پارچه های بدون نخ های آزاد و با مایع تمیز کننده تمیز شوند .همچنین بـرای سهولت انجام کارواطمینان ازتمیزبودن محفظه های روغن معمولا داخل آنهارنگ سفید زده می شـود تا کثافات و اجسام خارجی احتمالی موجوددرآن به راحتی قابل رویت باشند .

۳-برای شستشوی لوله های داخلیFlushing و قسمت های داخلی ماشین آلات از روغن هـایی بایـد استفاده شود که غلظت آن کمتر از غلظت روغن اصلی باشد تـا قابلیـت نفـوذ و حرکـت آن در کلیـه منافذ و راهگاه ها بهتر باشد . لازم به توضیح است که برای دستگاه هائی کـه جدیدنـصب مـی شـوندبا توجه به نوع روغن های حفاظتی موجودروی آنهاکه درحین حمل دستگاه رامحافظـت مـی کننـد نـوع روغن برای Flushing نیزتوسط کارخانه سازنده پیشنهاد مـی گرددتابهتربتوانـدروغن هـای حفـاظتی رانیزدرخودحل کند .

٤-اگرمخزن روغنLube Oil System Consoleازدستگاه جداست. سیـستم لولـه کـشی بایـدطوری طراحی شودکه درحین عملیات فلشینگ بتوان مسیرهای روغن واردشده به قسمت های اصلی(یاتاقـان هاوسیل ها) رابای پاس نمود

۵-قبل ازانجام Flushingکلیه اریفیس ها, کفه های بالائی یاتاقان ها وتراست برینگ ها وکنترل ولوهای سیستم روغنکاری, اب بندOuter Seal ,حفاظ کوپلینگCoupling Guardو....بایدبرداشته شوندتادرحین انجام عملیات روغن بتواندبراحتی ازآنهاعبورکندوذرات موجوددرآن بین قطعات گیرنیفتد.

۶-برای انجام Flushingازپمپ یدک روغنAuxilary Oil Pump یادربعضی ازمواردازپمپ های مخصوص این کاراستفاده می شود.

۷-پس ازشارژروغن درمخزن وهواگیری آن ابتدا بایدروغن تادرجه حرارت مشخصی گرم شودوسپس پمپ درسرویس قرارمی گیردوعملیات Flushingانجام شود.

۸-قبل از شستشو وتمیز کاری مسیرهای روغن باید مسیرهای ورودی روغن به کلیه یاتاقانها بسته Blankشوند و ابتدا مسیرهای لوله کشی پمپ ها ، کولرها ، فیلترها و.....تمیز شود . دراین مرحله افت فشار روغن در داخل فیلترها باید به دقت تحت نظر قرار گیرد و با افزایش افت فشار, فیلتر ها تعویض ، بازرسی و تمیز شوندو هنگامی که افت فشار روغن پس از چند ساعت چرخش روغنCirculation تغییر نکرد و ثابت باقی ماند مسیرهای ورودی روغن به یاتاقانها را بصورت تک تکی برقرارنمود. (با برداشتن Blank های مسیرهای روغن یاتاقان ها وقراردادن مش ریزدرآنها) که این عمل متناوبا برای هر یاتاقان درمدت زمان مشخصی باید ادامه پیدا کند و پس از اتصال آخرین یاتاقان عملیات دوباره ادامه پیدا کند .

تجربه نشان داده است که اگرروغن گرم باشدعملیات فلشینگ حدودچهارساعت ودرصورتی که روغن سرد باشد نیازبه حدودهشت ساعت زمان دارد.

۹-درطی انجام Flushingدرپاره ای ازمواردازفیلترهای مخصوص این کارباید‌استفاده شود.

۱۰- هنگام عملیات Flushing یاتاقان هاهرده تا پانزده دقیقه یک بارمحور چنددور چرخانده می شود .

۱۱-درحین کارکلیه اتصالات و سیستم های روغن باید از نظر نشتی مورد بازرسی قرار گیرند .

۱۲-پس ازثابت شدن افت فشارو اتمام کار Flushing روغن کثیف داخل سیستم ازطریق مسیرDrainتخلیه می شود.

۱۳-تمامی برینگ ها وشیارهای روغن سیل های روغنی و....بصورت دستی تمیزمی شوندوکفه های یاتاقان ها واریفیس ها وکنترل ولوهامجددادرجای خودنصب می شوند.

۱٤- مخزن روغن وفیلترهای روغن بایدمجددا بصورت دستی تمیزکاری شوند.

۱۵- روغن پیشنهادی کارخانه سازنده در داخل محفظه روغن ریخته می شود و سطح آن تنظیم می شود.

۱۶پس از شارژ روغن موتور برقی یدک بکار انداخته می شود و سپس به اندازه حجم روغن کم شده که درون لوله ها ، کولرها و ....رفته است مجددا مخزن روغن تا ارتفاع مشخص شده پر می شود .
لازم به توضیح است که در صورتی که سطح روغن مخزن از حدود شاخص نشان دهنده بیشتر باشد در اثر برخوردقطعات دوار با سطح روغن ایجاد کف می شود که باعث افت فشار روغن ومخلوط شدن روغن وهوا و باعث ایجاد اختلال درسیستم روغن کاری یاتاقان هاوخرابی آنهامی شود .

عیب یابی وروش های تصحیح عیوب سیستم روغنکاری

مسائلی که باعث کم شدن فشار روغن روانکاری می شود

۱-کثیف بودن صافی یا Suction Strainerپمپ روغنکاری.
۲-ماسیدگی روغن در اثر سرد بودن روغن یانامناسب بودن ویسکوزیته آن.
۳-پاس کردن روغن از شیر اطمینان S.V روی خروجی پمپ که با لمس کردن لوله مشخص می شود .
٤-پایین بودن دور توربین پمپ روغن .
۵-پاس کردن روغن ازچک ولو خروجی پمپ دیگر.
۶-بیش ازحدبازبودنRelief Valveروغن.
۷-معیوب بودن مکانیکال سیل پمپ روغن که باعث ورودهوابه سیستم روغن می شود.
۸-زیادبودن لقی هاوکلرنس های داخلی پمپ روغنکاری.
۹-مناسب نبودن ویسکوزیته روغن.
۱۰-گرم شدن بیش ازحدروغن.
۱۱-نشتی بیش ازحدبخارکه باعث گرم شدن بدنه توربین و روغن می شود.
۱۲-زیادشدن کلرنس یاتاقان ها.
۱۳-ورورداب به سیستم روغن.
۱٤-نامناسب بودن ویسکوزیته روغن.
۱۵-ورودگازبه سیستم روغن..
۱۶-ورودهوابه قسمت ورودی پمپ دراثرشل بودن اتصالات یاخرابی گسکت ها.
۱۷-پایین بودن سطح روغن مخزن .
۱۸-بیش ازحدبالابودن سطح روغن که باعث ایجادکف می شود.
سیستم های روغنکاری مثل دستگاه گردش خون انسان است البته بالابودن فشار روغن مبین برخوب بودن کیفیت روغن نیست وحتی می تواند برای سیستم ضررنیزداشته باشد.

مواردی که باعث افزایش درجه حرارت روغن می شود

۱-نامناسب بودن ویسکوزیته روغن.

۲-کاهش کارائی کولرهای روغن.

۳-کم بودن بیش ازحدکلرنس قطعات.

٤-کم بودن فلوی روغن.

۵-ورودگازیاهوابه سیستم روغن.

۶-بالابودن درجه حرارت اب ورودی به کولرروغن.

مواردی که درحین کارروی سیستم روغنکاری بایدچک شود

۱-چک کردن یاتاقان های الکتروموتور سیستم روغنکاری.

۲-چک کردن کوپلینگ بین پمپ روغن ومحورکمپرسور.

۳-چک کردن پمپ اصلی روغن.

٤-چک کردن جهت دورموتوریدک روغنکاری.

مواردی که برای تصمیم گیری تعویض روغن باید انجام شود

برای تعویض روغن پارامترهای زیادی بایدموردتوجه قرارگیرد.برای این کارلازم است اولا درحین کارودرفواصل مشخص زمانی ازروغن نمونه گیری وآزمایشات لازم(که درفصل آنالیزروغن بطورمفصل راجع به آن بحث شد) روی آن انجام شودولی باتوجه به شرایط محیطی نوع دستگاه نحوه ونحوه کار آن طول عمرآن متفاوت است ویک شرکت روغن ساز قطعا نمی تواندونبایدبرای روغن های تولیدی خودساعت کارکردمشخص نمایدواین سازندگان دستگاه هاوخودروهاهستندکه باتوجه به طراحی دستگاه وموتوراولا سطح کیفیت روغن مناسب آن را مشخص می کنندوبادرنظرگرفتن سخت ترین شرایط کاری ساعت کارکردمفیدآن راتعیین می کنند.

بنابراین مصرف کنندگان بایدهنگام خریدروغن به سطح کیفیت توصیه شده توسط سازنده توجه نموده وروغن مناسب راخریداری کنندو برای صرفه جوئی درمصرف بهینه روغن وتعویض به موقع آن وهمچنین کاربردهای دیگر باآنالیزکردن روغن تصمیم به تعویض گرفته می شود.

نکات ایمنی و بهداشتی و نحوه انبار و نگهداری روغن ها

۱-محیط انبار باید سرپوشیده ، تمیز ، خشک و عاری از آلودگی به غبار و گرد و خاک ، رطوبت و ذرات فلزی بوده و دارای تهویه مناسب باشد . ضمن اینکه در احداث انبار روغن باید دقت نمود که خطوط لوله های بخار ، کوره ها و سایر منابع حرارتی در نزدیکی محل انبار واقع نشده باشند.

۲-دسترسی به ظروف جهت برداشت و جابجائی ، مناسب و راحت بوده و نحوه استفاده از ظروف انبارش شده بصورتFIFO (First In- First Out) باشد.

۳-دمای انبار بایستی متعادل و یکنواخت بوده و به طریقی باش د که شرایط انجماد محـصول را بـه دنبال نداشته و ۳-از نوسانات شدید حرارتی و نور مستقیم خورشید بـه دور باشـد حـداکثر دمـای نگهداری ظروف روغن ۶۰ درجه سانتی گراد است.

٤-انبار روغن باید مجهز به کپسولهای اطفاءِ حریق مانند کپسول.CO_2 کف و یا موادشیمیائی خـشک کن و جعبه های حاوی شن باشد

۵-نور انبار باید مناسب و کافی باشد تا نور مناسب به هنگام حمل و نقل وجود داشته باشـد ضـمن اینکه از انبار نمـودن ظـروف روغـن در کنـار مـواد اکـسیدکننده و فعـال از نظـر شـیمیائی بایـستی خودداری گردد.

۶-اصولا "انبار داری روغن در محیط باز توصیه نمی شود ، ولی در صورت اجبار بایـد بـشکه هـا)یـا سایر ظروف (را بر روی یک بلوک و بـه فاصـله چنـد سـانتی متـری از کـف زمـین قـرارداد تـا از فرورفتگی ، تماس با رطوبت و زنگ زدگی بدنه جلوگیری گردد

۷-بهتر است بشکه ها بصورت افقی ، به شکل۲ * ۳ بر روی یکدیگر قرار گیرند ، در حالیکه سـوراخ های درب آنها در امتداد خط افق نسبت به زمین به حالت ساعت ۲:٤۵ باشد .در این حالـت سـوراخ های درب بشکه در زیر سطح روغن قرار گرفته و در نتیجه احتمال نفوذ آب و رطوبت داخل بشکه وجود ندارد

۸-برای اطلاع از نشتی های احتمالی ناشی از صدمات حمل و نقل ، بازدید دوره ا ی از انبار ضروری است . همچنین در صورت اتمام زمان انبارش مجاز ، توصیه می گردد جهت نمونه برداری از مـواد و بررسی مشخصات کلیدی آنها ، به کارشناسان شرکت تامین کننده اطلاع داده شـود . قابـل ذکـر است که نمونه برداری بایستی در ظروف تمیز و درپوش دار انجام پذیرد و از آلوده شدن نمونـه جلوگیری گردد.

۹-به هنگام حمل بشکه ها ، هرگز نباید آنها را از داخل کامیون حامل ، بر روی زمین پرتاب نمـود . زیرا ممکن است بشکه ها باز یا سوراخ شوند که بـه دنبـال آن نـشت روغـن بـه بیـرون و یـا ورود آلودگیهای مختلف به داخل بشکه ، امری بدیهی است . روش صـحیح حمـل ، اسـتفاده از نردبانهـای مخصوص ، بالابرهای دستی و یا هیدرولیکی است.

۱۰-برای انتقال و ریختن روغن ها در محل مصرف ، بایستی از ظروف و وسایل تمیز استفاده نمود و باید دقت کرد که هر ظرف فقط برای یک نوع روغن مورد استفاده قرار گیرد.

۱۱-در صورت تماس روغن با پوست ، ناحیه آلوده شده با آب و صابون شستـشو داده شـود و در صورت ایجاد خارش شدید ، با مشورت پزشک از داروهای مناسب استفاده گردد . به هنگام تمـاس مداوم بهتر است از دستکش ایمنی استفاده شود

۱۲-چنانچه امکان تما س روغن با چشم وجود دارد از عینک ایمنی استفاده شـود . در هنگـام تمـاس ناخواسته ، چشم با مقدار زیادی آب به مدت ۱۵ دقیقه شستشو داده شود و در صورت احساس درد و یا قرمز شدن چشمها ، به پزشک مراجعه گردد

۱۳-چنانچه روغن وارد معده گردید ، از بالا آوردن محتویات معده جلوگیری شـود . دهـان بـا آب شستشو داده شده و مقداری آب به شخص نوشانده شود . در صورت بروز موارد حادتر به پزشک مراجعه گردد.

۱٤-بخارات متصاعد شده از روغن ها مشکل تنفسی به وجود نمی آورد . در صورت بروز احتمـالی مشکلات تنفسی به هنگام کار با این محصولات ، دهان و بینی با مق دار زیادی آب شستشو داده شده و به هر میزان که ممکن است آب به شخص حادثه دیده نوشانده شود . در صـورت بـروز مـوارد حادثه به پزشک مراجعه گردد

۱۵-روغن ها باید از حرارت بالا و آتش دور نگه داشته شوند.

محل نگهداری و استفاده روغن ، بایستی مجهز ب ه کپسولهای اطفاءِ حریق ، مواد شیمیائی خشک کن و جعبه های حاوی شن باشد.

۱۶-در صورت بروز آتش سوزی نباید از آب برای اطفاءِ حریق استفاده کرد ، زیـرا دانـسیته پـائین روغنها سبب شناور شدن و گسترش حریق بر روی بستر آب می گردد.

۱۷-به هنگام تجزیه حرارتی روغن هـا ، اکـسیدهای کـربن ، گـوگرد ، نیتـروژن ، فـسفر ، سـولفید - هیدروژن ، آلدئیدها و بخارات آلی تولید می گردد

۱۸-در صورت کم بودن مقدار نشتی روغن ، از مواد پاک کننده و خشک کننده و در صـورت زیـاد بودن آن از پمپ های خلاءِ و مواد خشک کنند ه استفاده گردد . بطور کلی روش تخلیه در محـیط زیست به طریقه ایمن و مطابق با قوانین و مقررات محلی می باشد و بایستی از وارد شدن روغن به آبها و جریان فاضلاب جلوگیری گردد.

جدول روانسازهای صنعتی

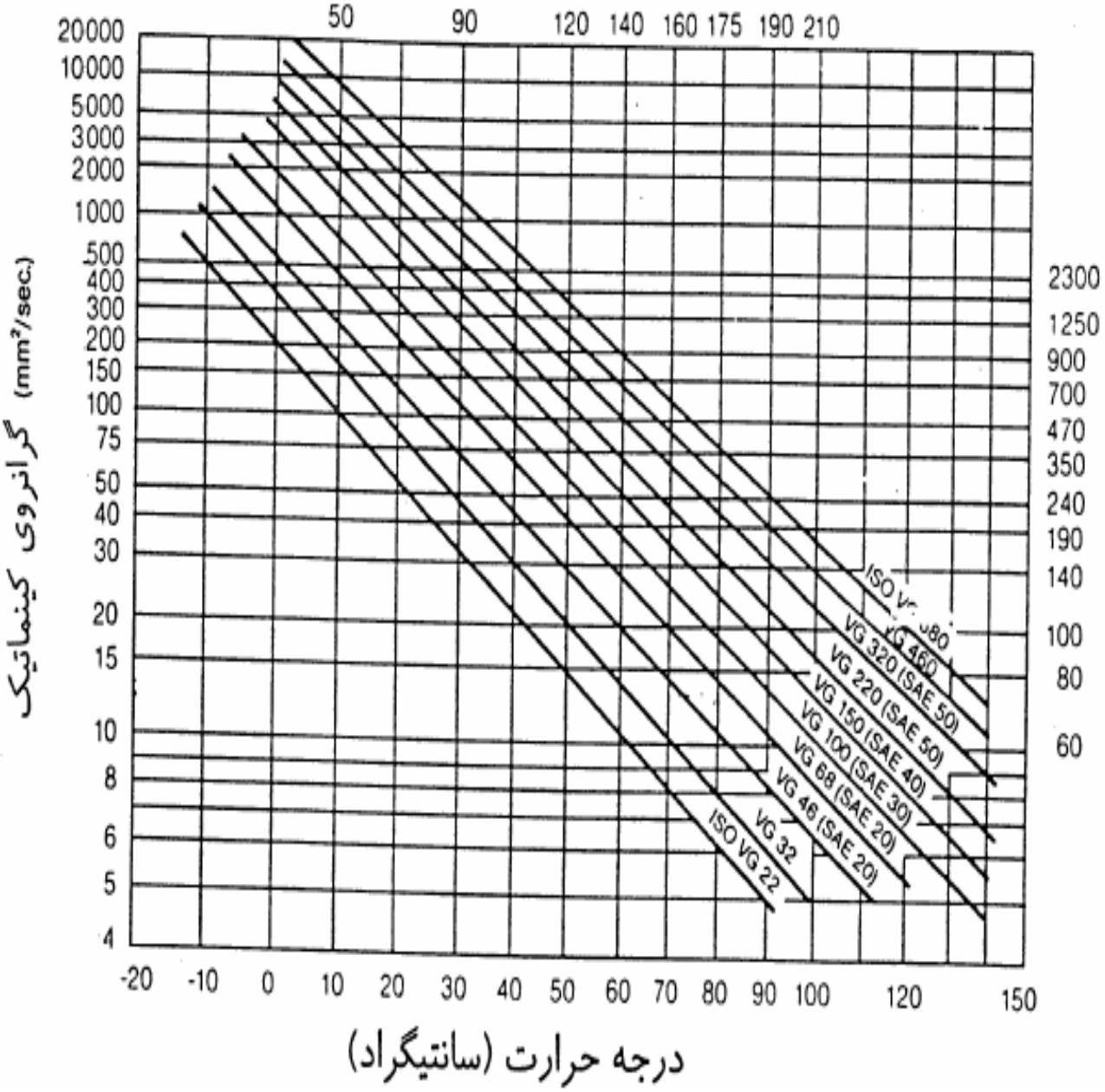
دسته‌بندی روانساز صنعتی	کاربرد و استانداردهای سطوح کیفیت
Turbine Oils	توربین‌های بخار ASTM 7220 B DIN 51515 MIL - L - 17331H , BS4 489
Industrial gear Oils	روغن‌های دنده صنعتی DIN 51517 pt 3 (French steel) FT 158 US steel 224 , AGMA 250 - 04 Cincinnati milacron P35 , P59 , P63
Hydraulic Oils	روغن‌های هیدرولیک Afnorr NF E 48-603 , DIN 51524 pt 1 & 2 MAN N 698 H-LPD , Denison HF-O Cincinnati milacron P68 , P69 , P70 MIL - H - 24459, MIL - L - 17672D
Machine tool Oils	انواع ماشین ابزار با استاندارد سطوح کیفیت روغن‌های دنده صنعتی ، هیدرولیک و بستر کشویی‌ها
Slideway Oils	روغن‌های سیستم غلطکی و کشویی Cincinnati milacron P 47 , P50 French steel FT 172
Neat cutting fluids	روغن‌های برش active مخصوص فلزات غیررنگی روغن‌های برش inactive مخصوص فلزات رنگین
Soluble cutting fluids	روغن‌های امولسیون شونده مخصوص عملیات تراشکاری
Drawing Lubricants	مخصوص کشش انواع ورق و مفتول
Rolling Lubricants	روانسازهای عملیات نورد انواع فلزات
Transformer & Switch gear Oils	روغن‌های عایق الکتریکی BS 148 مخصوص دنده ترانسفورمروکلیدهای فشارقوی IEC 296
Cable Oils	روغن‌های عایق الکتریکی کابل‌های فشارقوی IEC 465
Refrigeration Oils	روغن‌های کمپرسورهای برودتی DIN 51503 , BS 2626 & 6413 DIN 8960 , ISO 6743
Compressor Oils	روغن کمپرسور هوا DIN 51506
Heat transfer Oils	روغن انتقال حرارت
Heat treatment Oils	روغن‌های عملیات حرارتی فلزات
Circulating Oils	روغن‌های گردشی DIN 51524 pt 1 & Denison HF-1

ISO Viscosity Grade Conversions

ISO Viscosity Grade	Mid-Point Kinematic Viscosity	Kinematic Viscosity Limits cSt at 40 °C (104 °F)		ASTM, Saybolt Viscosity Number	Saybolt Viscosity SUS 100 °F (37.8 °C)	
		Min.	Max.		Min.	Max.
2	2.2	1.98	2.42	32	34.0	35.5
3	3.2	2.88	3.52	36	36.5	38.2
5	4.6	4.14	5.06	40	39.9	42.7
7	6.8	6.12	7.48	50	45.7	50.3
10	10	9.00	11.0	60	55.5	62.8
15	15	13.5	16.5	75	72	83
22	22	19.8	24.2	105	96	115
32	32	28.8	35.2	150	135	164
46	46	41.4	50.6	215	191	234
68	68	61.2	74.8	315	280	345
100	100	90.0	110	465	410	500
150	150	135	165	700	615	750
220	220	198	242	1000	900	1110
320	320	288	352	1500	1310	1600
460	460	414	506	2150	1880	2300
680	680	612	748	3150	2800	3400
1000	1000	900	1100	4650	4100	5000
1500	1500	1350	1650	7000	6100	7500

نمودار گرانروی ـ درجه حرارت

تبدیل تقریبی درجه حرارت‌های فارنهایت



مقایسه سطوح کیفیت مختلف روغن‌های موتور

دیزلی								بنزینی									
API	CG-4	CF-4	CE	CD	CC	CB	CA	SA	SB	SC	SD	SE	SF	SG	SH	SJ

MIL - L - 46152 A

MIL - L - 46152 B,C

MIL - L - 46152 D

MIL - L - 46152 E

MIL - L - 2104 B

MIL - L - 2104 C

MIL - L - 2104 D

MIL - L - 2104 E

MIL - L - 2104 F

CCMC D1,PD1 CCMC G1

CMC G2,G3

CCMC PD2

CCMC D2 CCMC G4

CCMC D3 CCMC G5

CCMC D4 ACEA A1

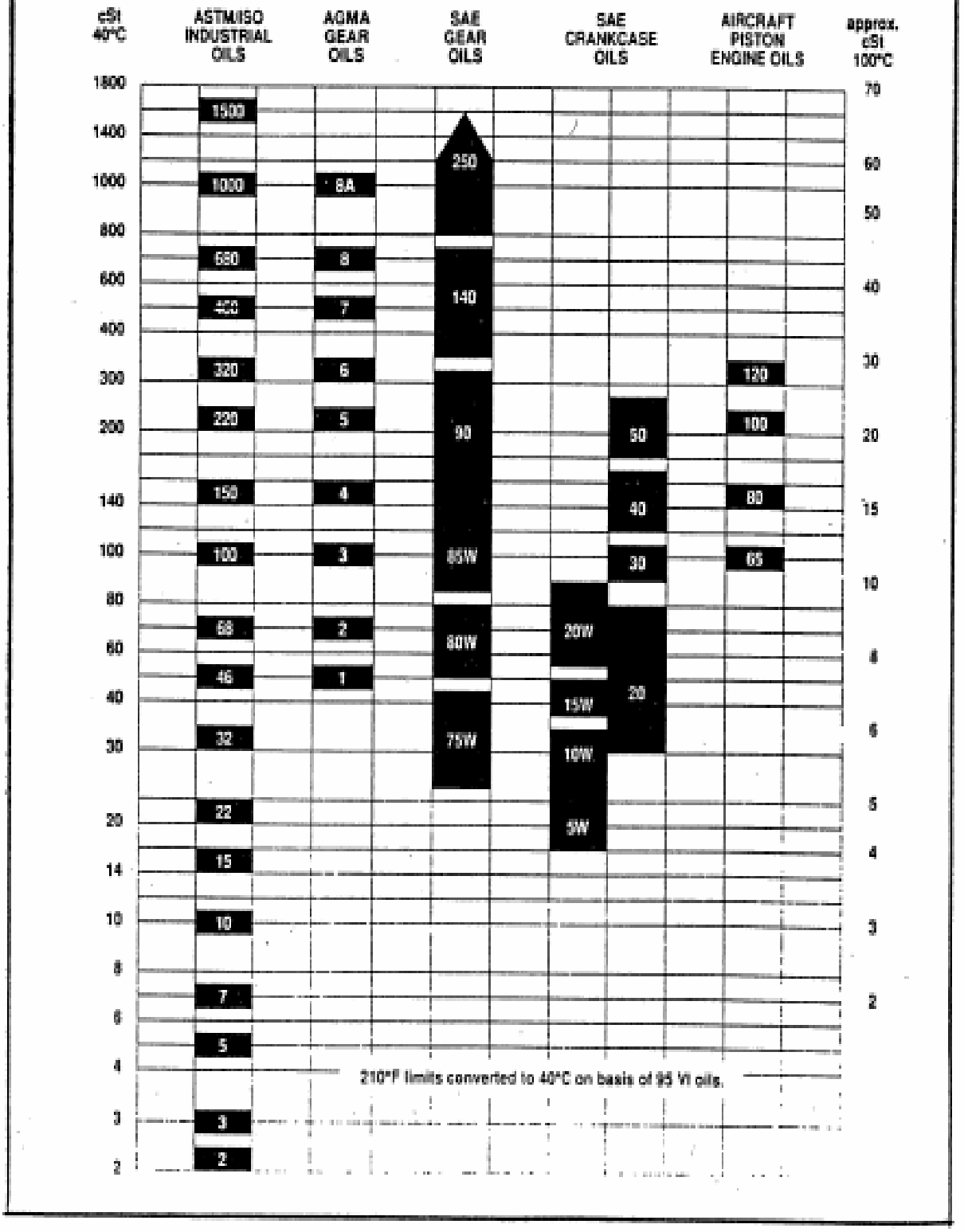
CCMC D5 ACEA A2

ACEA E1 ACEA A3

ACEA E2

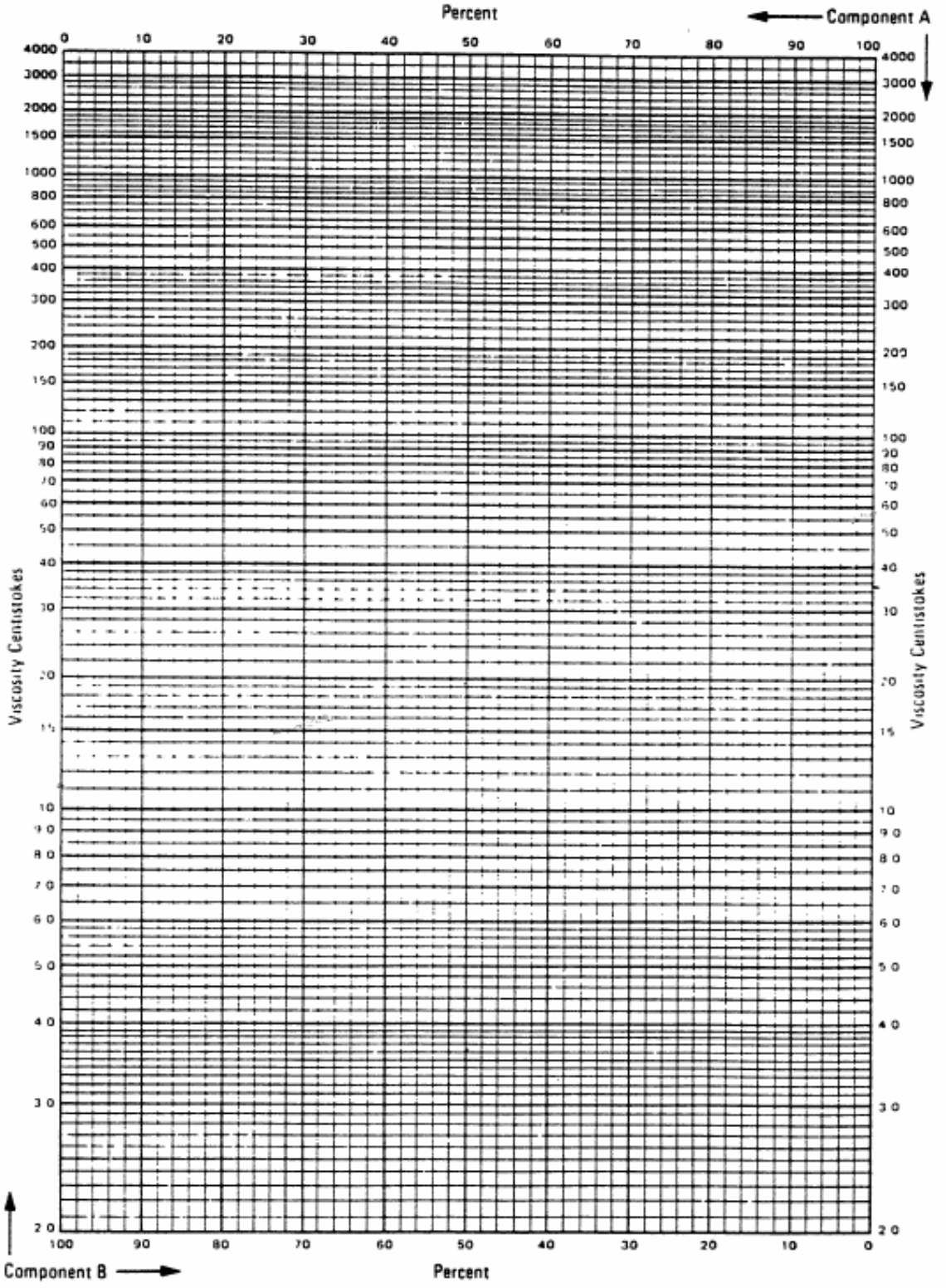
ACEA E3

گرانروی های تقریباً معادل در سیستم های طبقه بندی



ازجدول زیربرای تعیین درصدموردنیازروغن های باویـسکوزیته هـای مختلـف بـرای سـاخت روغـن باویسکوزیته موردنیازاستفاده می شود.

TWO COMPONENT VISCOSITY BLENDING (cSt)



بسمه تعالی

آنالیز روغن و ذرات فرسایشی (کنترل و عیب یابی ماشین آلات)

نام مشتری: پالایشگاه نفت اصفهان	نام دستگاه: C1-601C	سازنده دستگاه: TURBODYNE WEST	تاریخ چاپ: ۱۳۸۴/۰۳/۲۴
کد دستگاه: PNE-C1-601C-COM	قسمت دستگاه: مخزن روغن	ظرفیت روغن (لیتر):	نوبت آزمایش:
محل کار: CODE4	مدل دستگاه: COM	ملاحظات:	Page 1 of 2

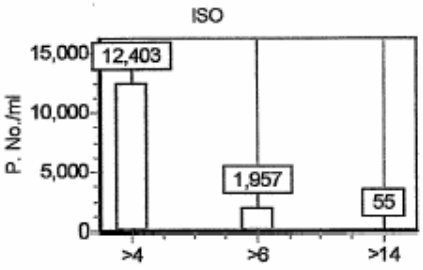
تاریخ نمونه گیری	1384/03/16
تاریخ آزمایش	1384/03/24
سازنده روغن	ایرانول
نام روغن	توربین
درجه روغن	HB125
کارکرد دستگاه km/h	
کارکرد روغن km/h	6480h
سرریز روغن	0

وضعیت کلی

عادی

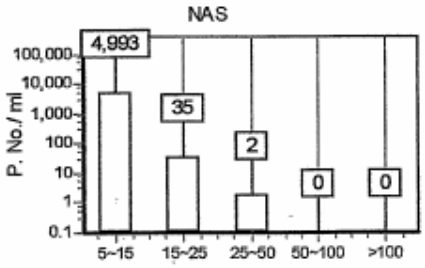
ISO 4406 (1999) Code: 21/18/13

Size (micron)	P. No./ml	Code	P. No./ml	Code	P. No./ml	Code
>4	12403	21				
>6	1957	18				
>14	55	13				



NAS 1638 Class: 11

Size (micron)	P. No./100ml	Class	P. No./100ml	Class	P. No./100ml	Class
5~15	499313	11				
15~25	3539	7				
25~50	154	5				
50~100	0	0				
>100	0	0				



* O.R. = Out Of Range

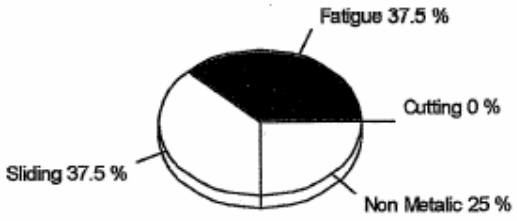
Wear Summary

Total Part/ml	Average Diameter (um)	Standard Deviation (um)	Maximum Diameter (um)
12407	5.5	1.9	37.0

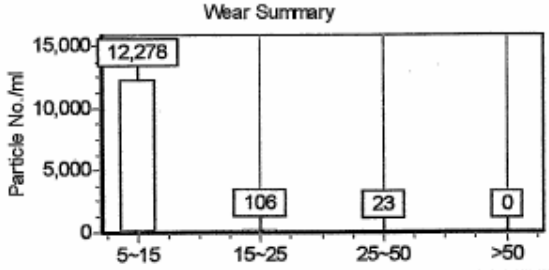
Soot (%)	0.0%	Free water(ppm)	0.0ppm

Over 20 um	Num / ml	Mean ,um	StdDev,um	Max ,um
Cutting	0	0.0	0.0	0.0
Sliding	17	25.5	3.5	32.5
Fatigue	17	24.1	4.0	32.5
Non Metalic	12	27.0	5.5	37.8
UnClassified	2	34.0	0.0	34.0
Fibers	0			

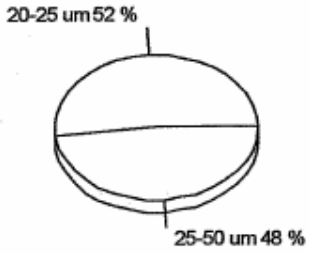
Morphology Classification



Wear Summary



Wear Dimention



توصیه:

1841 165

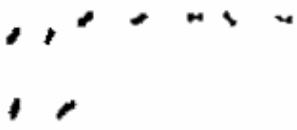
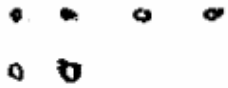
ATK-F5100600

بسمه تعالی

آنالیز روغن و ذرات فرسایشی (کنترل و عیب یابی ماشین آلات) تاریخ چاپ: ۱۳۸۴/۰۳/۲۴ نوبت آزمایش: ۱

نام مشتری: پالایشگاه نفت اصفهان کد دستگاه: PNE-C1-601C-COM

Pictures Scale 70:1 (1cm = 141 um)

1-Sliding Particles Image	2-Cutting Particles Image
	
3-Fatigue Particles Image	**4-Non Metalic Particles Image**
	
5-Fiber Particles Image	**6-Water Droplets Image**

Comments	
	1-Sliding
	2-Cutting
	3-Fatigue
	4-Non Metalic
	5-Fiber
	6-Water

آنالیز روغن و ذرات فرسایشی (کنترل و عیب یابی ماشین آلات)

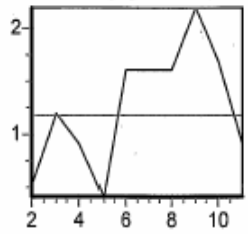
تایید صلاحیت آزمایشگاه : موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به شماره ۶۸۳ گواهی ایتکار

مالک دستگاه: پالایشگاه نفت اصفهان	نام دستگاه: C1-601C	ظرفیت روغن: 3217 Lit	:تاریخ تعویض روغن: / /
کد دستگاه: PNE-C1-601C-COM	قسمت: مخزن روغن	توان دستگاه: 2566 hp	محل کار: CODE4
کد ملی دستگاه:	مدل دستگاه: COM	سال ساخت:	ملاحظات:
	سازنده: TURBODYNE WEST	آخرین تعمیر: / /	۸۴/۰۳/۱۶ ـــ ۳۵

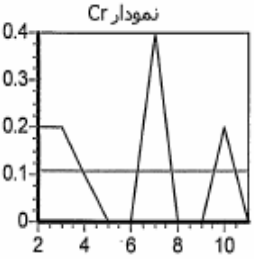
وضعیت کلی: **عادی**

تاریخ چاپ ۸۴/۰۳/۲۴ | نوبت آزمایش ۱۱

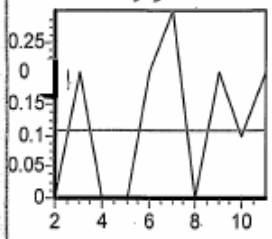
نمودار Fe



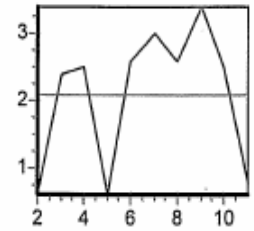
نمودار Cr



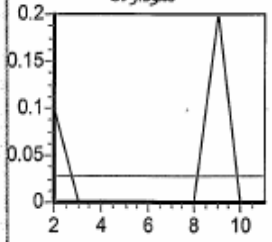
نمودار Al



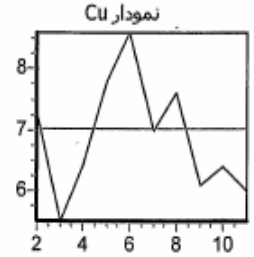
نمودار Pb



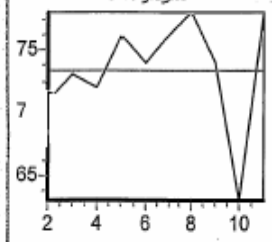
نمودار Si



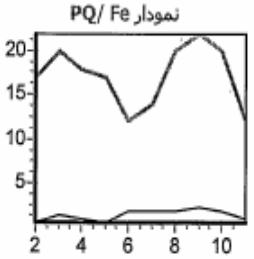
نمودار Cu



نمودار Vis40



نمودار PQ/ Fe



تاریخ نمونه		۸۳/۱۲/۲۶	۸۴/۰۱/۲۴	۸۴/۰۲/۲۹	۸۴/۰۳/۱۹	متوسط مقادیر
تاریخ آزمایش		۸۳/۱۲/۱۸	۸۴/۰۱/۲۴	۸۴/۰۲/۲۹	۸۴/۰۳/۱۹	
سازنده روغن		ایرانول	ایرانول	ایرانول	ایرانول	
نام روغن		توربین	توربین	توربین	توربین	
درجه روغن		HB125	HB125	HB125	HB125	
کارکرد دستگاه	km/h	6371h	6417h	6476h	6480h	
کارکرد روغن	km/h	20	40	30	0	
سرویز روغن						
عناصر فرسایشی ppm	D-6595 Fe	1.6	2.2	1.7	0.9	1.2
	D-6595 Cr	0	0	0.2	0	0.1
	D-6595 Al	0	0.2	0.1	0.2	0.1
	D-6595 Cu	7.6	6.1	6.4	6	7.0
	D-6595 Pb	2.6	3.4	2.5	0.8	2.1
	D-6595 Sn	0.2	1	0.3	0	0.6
	D-6595 Ni	0	0	0	0	0.0
	D-6595 Ti	0	0	0	0	0.0
	D-6595 Ag	0	0	0	0	0.0
	D-6595 Mo	0	0	0	0	0.0
افزودنیها ppm	D-6595 Zn	1.3	2	1.5	1	1.5
	D-6595 P	1.5	0	0	7.7	2.0
	D-6595 Ca	0.9	0	0.8	0	0.5
	D-6595 Ba	3.3	0	0	0	2.2
	D-6595 Mg	1.3	1.5	1.1	0.9	1.0
آلاینده ها ppm	D-6595 Si	0	0.2	0	0	0.0
	D-6595 Na	0	0	0	0	0.0
	D-6595 B	0	0	0	0	0.0
	D-6595 V	0	0	0	0	0.1
آلودگی ها	آلودگی آب Crackle	منفی	منفی	منفی	منفی	
	آلودگی سوخت -					
	# Fuel Dilution %vol					0.0
شاخصهای فرسایش	# PQ	20	22	20	12	17.3
	# DL	14	11	13	10	9.4
	# DS	5	5	6.5	6	4.4
	# IS	171	96	126.75	64	80.5
	# TDPQ					0.0
مشخصات فیزیکی و شیمیایی	D-445 VIS40	78**	74**	63**	78**	73.4
	D-445 VIS100					0.0
	D-2270 VI					0.0
	D-3828 F. Pt. 'C					
	D-2896 TBN					0.0
	D-974 TAN	0.092	0.093	0.097	0.089	0.1
	D-1500 Color					
	D-97 P. Pt. 'C					
	D-4052 Density					0.0
	آزمایش AF	-	-	-	-	
	وضعیت	مرزی قبول	مرزی قبول	مرزی قبول	عادی	

x = مرزی xx = غیر قابل قبول xxx = بحرانی

آزمایش بر اساس دستورالعمل سازنده دستگاه انجام می شود.

☐ [redacted] ☐ عادی ☐ مرزی - قبول ☐ مرزی

☐ [redacted] ☐ [redacted] ☐ [redacted] ☐ بدون ارزیابی

تغییرات وضعیت: گرانروي پایین تر از میزان لازم بنظر میرسد

نظریه: مناسب بودن گرانروي روغن بررسي شود.

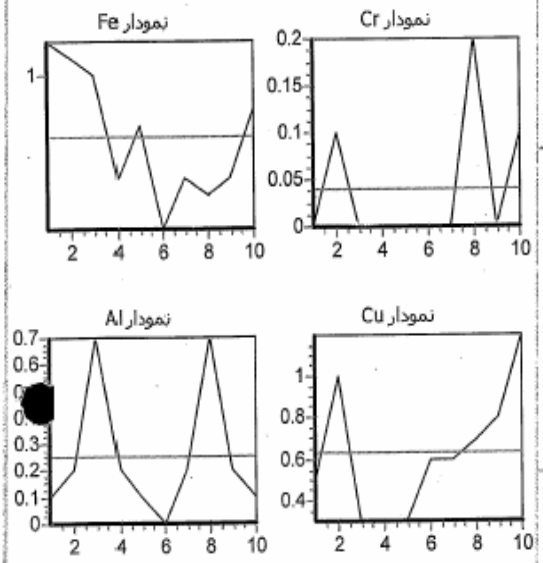
توصیه:

آنالیز روغن و ذرات فرسایشی(کنترل و عیب یابی‌ماشین آلات)

مالك دستگاه	پالایشگاه نفت اصفهان	نام دستگاه	C1-601A	ظرفیت روغن Lit 3217
کد دستگاه	PNE-C1-601A-TUR-GEAR	قسمت	مخزن روغن	توان دستگاه hp 2566
کد ملي دستگاه		مدل دستگاه	TUR-GEAR	سال ساخت
		سازنده	TURBODYNE WEST	آخرین تعمیر / /

وضعیت کلي	تاریخ تعویض روغن / /			
رسیدگي سریع	محل کار CODE4			
	ملاحظات			

تاریخ چاپ ۸۳/۱۱/۲۳ نوبت آزمایش ۱۰



		۸۳/۰۸/۰۴	۸۳/۰۹/۰۳	۸۳/۱۰/۱۳	۸۳/۱۱/۱۸	تاریخ نمونه
		۸۳/۰۸/۰۸	۸۳/۰۹/۰۷	۸۳/۱۰/۱۶	۸۳/۱۱/۲۴	تاریخ آزمایش
		ایرانول	ایرانول	ایرانول	ایرانول	سازنده روغن
		توربین	توربین	توربین	توربین	نام روغن
		HB100	HB100	HB100	HB100	درجه روغن
						کارکرد دستگاه km/H
		/8715	/9425	/10089	/10896	کارکرد روغن Km/H
روش آزمایش ASTM		220		213		سرریز روغن
D-6595		0.4	0.3	0.4	0.8	Fe
D-6595		0	0.2	0	0.1	Cr
D-6595		0.2	0.7	0.2	0.1	Al
D-6595		0.6	0.7	0.8	1.2	Cu
D-6595		0	0	0	0	Pb
D-6595		1.2	2.1	0	0.2	Sn
D-6595		0	0	0	0	Ni
D-6595		0	0	0	0	Ti
D-6595		0	0	0	0	Ag
D-6595		0	0	0	0	Mo
D-6595		0	0	0	0	Si
D-6595		0	0	0	0	Na
D-6595		0	0	0.1	0	B
D-6595		0	0	0	0	V
D-6595		0.1	0	0.3	0.7	Zn
D-6595		0	0	0	8.8	P
D-6595		0	0	0.5	0	Ca
D-6595		0	0	1.4	1.9	Ba
D-6595		0	0	0	0	Mg
#		17	10	18	13	PQ
#				9.5	2	DL
#				4.3	1	DS
#				71.76	3	IS
#						TDPQ
D-445		64	63	61	64	cSt 40' C گرانروي
D-445						cSt 100' C گرانروي
D-2270						VI شاخص گرانروي
D-3828						Flash Point 'C
D-2896						TBN mgKOH/g
D-974		0.138	0.108	0.124	0.143	TAN mgKOH/g
#						Fuel Dilution %v/v
Crackle Test		>>0.1%***	>>0.1%***	>>0.1%***	>>0.1%***	آلودگي آب
						آلودگي سوخت
#		-	-	-	-	آزمایش AF

عناصر فرسایشی ppm | آلاینده ها ppm | افزودنیها ppm | شاخصهای فرسایش | مشخصات فیزیکی شیمیایی

تستهاي مربوط به شاخص هاي فرسايش و مقدار آلودگي سوخت و AF بر اساس دستورالعمل سازنده دستگاه ها انجام مي شود.

وضعیت	رسیدگی سریع	رسیدگی سریع	رسیدگی سریع	رسیدگی سریع	رسیدگی سریع
تغییرات وضعیت	آلودگي آب بدون آثار فرسايشي جدي				

نظریه علت آلودگي بررسي و رفع شود- ارسال نمونه مجدد زودتر اززمان معمول

توصیه علي رغم هشدارهاي قبلي اقدامي در مورد رفع آلودگي صورت نگرفته است؟! لطفا در مورد آلودگي آب موجود با توجه به حساسيت دستگاه اقدامات لازم صورت گيرد

☐ روغن نو ☐ عادی ☐ مرزی - قبول ☐ ☑ ☐ ☐ بدون ارزیابی

یک نمونه از گزارش آنالیز روغن

خواص فیزیکی نمونه												اطلاعات مربوط به‌نمونه		
جامدات	گلیکول	کدتمیزی ایزو	رسوب لیتر/میلی‌گرم	سوخت	آب PPM	عددبازی	عدداسیدی	گرانروی ۱۰۰°C	گرانروی ۴۰°C	ساعت کارکرد دستگاه	ساعت کارکرد روغن	تاریخ	شماره نمونه
۰/۸	+	۲۰/۱۷	۱۳۴۷	-	۵۰	-	۲	۱۴/۸	۱۱۹	۲۶۰۰	۲۴۰	۹۷/۳/۲۵	۶۰۵۰

آنالیز اسپکتروسکوپی: مقدار عناصر حاصل از سایش و مواد افزودنی بر حسب PPM																	
Zn	Pb	P	Mg	Ca	Si	Na	Mn	Fe	Cu	B	V	SN	Ni	Mo	Cr	Ba	Al	Ag
۱۶۲۰	۳*	۱۱۰۰	۳	۸۰۰	۲۹*	۹	۱	۱۰۲*	۲۵*	۲	۱*	۱*	۱*	۱*	۲*	۲	۴*	۱*

درصد تخریب روغن						نمودار تمایل به‌سایش	
ZDDP	So_4	Co_x	No_x	اکسیدها	ذرات‌کربنی	فاکتور سایش	۰ ۵۰ ۱۰۰ ۱۵۰ ۲۰۰ ۲۵۰ ۳۰۰ ۳۵۰ ۴۰۰
۳۴	۲۰	۴۰	۲۰	۳۵	-	۰/۷۰۸۳	* فقط برای عناصری که باعث سایش می‌شوند به‌کاربرده می‌شود ۱۷۰

گزارش و توصیه ها:

مقدار آلودگی زیاد است. مقدار کد تمیزی نباید بیش از ۱۶/۱۳ ISO باشد. دلایل آلوده شدن روغن با گلیکول را مشخص کنید.

مقدار آهن، مس و سیلیکون زیاداست. فوراً سیستم و فیلتر را تخلیه و فلاش کنید. بعد از ۱۰ ساعت کارکرد روغن نو، مجدداً نمونه‌گیری شده و نمونه را به‌آزمایشگاه ارسال کنید.

راهنمای رفع اشکال از مشکلات ایجاد شده در بعضی از روغن‌های صنعتی

روغن کمپرسورهای گاز		
وضعیت روغن	دلایل احتمالی	عمل اصلاحی
کاهش گرانروی	استفاده از روغن رقیق‌تر جهت سرریز ـ گازهای قابل حل در روغن که باعث رقیق شدن روغن شده‌اند ـ شکست حرارتی روغن	به‌مقدار کافی روغن غلیظ‌تر اضافه کنیدتا گرانروی تنظیم شود. از روغن‌های غلیظ‌تر استفاده شود. درجه حرارت روغن را پایین بیاورید. بررسی کنید که آیا سرعت چرخش روغن کافی است یا خیر
افزایش گرانروی	اکسیداسیون روغن	درکمپرسورهای‌غیر هوا، نشتی‌های هوا را حذف کنید روغن را زودتر تعویض کرده و از روغن‌های با کیفیت بالاتر استفاده کنید.
وجود آب	میعان	آب را هر چه سریعتر تخلیه کنید ـ از فیلترهای جذب آب استفاده کنید. از روغن با خاصیت متفرق کنندگی نسبت به‌آب استفاده کنید.

روغن کمپرسورهای سردکننده		
وضعیت روغن	دلایل احتمالی	عمل اصلاحی
کاهش گرانروی	استفاده از روغن رقیق‌تر جهت سرریز	به‌مقدار کافی روغن غلیظ‌تر اضافه نمائید تا گرانروی تنظیم شود.
افزایش گرانروی	درجه حرارت زیاد عمل‌کرد اکسیداسیون روغن	ظرفیت خنک کننده روغن را افزایش دهید. بررسی کنید که آیا سرعت چرخش روغن کافی است یا خیر نشتی هوا از سیل‌ها را برطرف نمائید. درجه حرارت عمل‌کرد را کاهش دهید.
وجود آب	میعان	سیستم هوا را کاملاً خشک کنید. نشتی‌های داخل خنک کننده روغن را برطرف کنید. نشتی هوا در سیل‌ها را برطرف کنید.
مقدار زیاد مواد غیر محلول در پنتان	محصولات حاصل از اکسیداسیون روغن (برای گازهای آمونیاک و دی اکسید گوگرد)	روغن را تخلیه کرده و کمپرسور را کاملاً تمیز کنید. موقعی‌که می‌خواهید مجدداً روغن به‌کمپرسور اضافه کنید، مطمئن شوید که هوا کاملاً از سیستم خارج شده است.

منبع Courtesy Chevron USA

روغن‌های انتقال حرارت		
وضعیت روغن	دلایل احتمالی	عمل اصلاحی
کاهش گرانروی	شکست حرارتی	سرعت‌چرخش روغن را افزایش دهید. راندمان مبدل حرارتی را افزایش دهید. روغن را زودتر تعویض کنید.
افزایش گرانروی	اکسیداسیون روغن	نشتی‌های هوا را برطرف کنید. در هنگام پر کردن سیستم با روغن، مطمئن شوید که هوا کاملاً از سیستم تخلیه شده است.
افزایش سریع عدد اسیدی	خراب شدن سریع و شدید روغن	راندمان مبدل حرارتی را افزایش دهید. درجه حرارت روغن را کاهش دهید. مطمئن شوید که هنگام پر کردن روغن، هوا کاملاً از سیستم تخلیه شده باشد. تغییر گرانروی می‌تواند محل مشکل را نشان دهد.
کاهش نقطه اشتعال	شکست حرارتی	گرم شدن‌های بیش از حد موضعی را حذف کنید. درجه حرارت روغن را کاهش دهید.
مقدار زیاد مواد نامحلول در پنتان	اکسیداسیون روغن و تجزیه حرارتی	مانند مورد افزایش سریع عدد اسیدی اقدام شود.
افزایش سریع باقیمانده کربنی	تجزیه شدید حرارتی	مانند مورد افزایش سریع عدد اسیدی اقدام شود.

منبع Courtesy Chevron USA

روغن‌های عایق کاری		
وضعیت روغن	دلایل احتمالی	عمل اصلاحی
افزایش عدد اسیدی	اکسیداسیون روغن	درجه حرارت‌های زیاد را کاهش دهید. گرم شدن‌های موضعی را حذف کنید.
وجود آب	میعان	سیل‌های ترانسفورماتور را بررسی کنید.
کاهش مقاومت الکتریکی	اکسیداسیون روغن، وجود آب، آلودگی	بهبود کیفیت تعمیرات و تمیز نگهداشتن محیط ترانسفورمر. روغن ترانسفورمر را تخلیه کرده و آن را با روغن تازه پر کنید.

منبع Courtesy Chevron USA

مواد افزودنی حفاظت‌کننده سطوح در روغن موتور			
نوع ماده افزودنی	هدف	انواع ترکیبات	چگونگی اثر
ضدسایش	کم کردن اصطکاک و سایش و جلوگیری از خط افتادن و چسبیدن سطوح به‌یکدیگر	دی‌تیوفسفات‌ها ـ فسفات‌های آلی و اسید فسفات‌ها ـ ترکیبات آلی گوگرددار و کلردار ـ چربیهای سولفوره شده ـ سولفیدها و دی‌سولفیدها	واکنش شیمیایی با سطوح و تولید یک لایه با مقاومت برشی کمتر از فلز که باعث جلوگیری از تماس فلز به‌فلز می‌شود.
بازدارنده‌های خوردگی و ضدزنگ	جلوگیری از خوردگی و زنگ‌زدگی قطعات فلزی که در تماس با روغن هستند	دی‌تیوفسفات روی ـ فنات‌های فلزی ـ سولفونات‌های فلزی قلیایی ـ اسیدهای چرب و آمین‌ها	ایجاد یک لایه محافظ روی سطح فلز و یا خنثی کردن اسیدهای خورنده
پاک‌کننده	پاک کردن رسوبات از روی سطح	ترکیبات آلی فلزی فناتها، سولفوناتها و فسفوناتهای کلسیم، باریم و منیزیم	با لجن‌ها و رسوبات واکنش انجام داده و آن‌ها را خنثی و در روغن حل می‌کند
متفرق‌کننده	معلق نگهداشتن آلودگی در روغن	آلکیل تیوفسفوناتها ـ آلکیل ساکسینمیدها کمپلکس‌های آلی شامل ترکیبات نیتروژن و پلیمرها	این مواد از طریق سر قطبی خود آلودگی‌ها را جذب نموده و آن‌ها را در روغن معلق نگه داشته و از تجمع آن‌ها جلوگیری می‌کند
بهبوددهنده‌های اصطکاک	تغییر دادن ضریب ثابت اصطکاک	اسیدهای چرب ـ آمین‌ها ـ روغن لرد ـ فسفوریک و فسفوروس اسید استرهای آلی با جرم مولکولی زیاد	از طریق جذب روی مواد فعال سطحی

مواد افزودنی کارایی در روغن			
نوع ماده افزودنی	هدف	انواع ترکیبات	چگونگی اثر
پایین آورنده نقطه ریزش	بهبود جریان روغن در درجه حرارت‌های پایین	نفتالین آلکیله شده، پلیمرهای فنلی و پلی متا اکریلاتها	در تشکیل کریستال‌های واکس و تجمع آن‌ها جلوگیری می‌کند
متوم‌کننده‌های کاسه نمد	متورم کردن کاسه نمدهای الاستومری	فسفات‌های آلی ـ آرماتیک هیدروکربن‌های هالوژنه	واکنش شیمیایی با الاستومرها که سبب متورم شدن آن‌ها می‌شود
بهبوددهنده شاخص گرانروی	مقدارتغییرات گرانروی با تغییرات درجه حرارت را کم می‌کند	پلیمرها و کوپولیمرهای متا اکریلاتها، بوتادین الفین‌ها و استایرن‌های آلکیله شده	با افزایش درجه حرارت، پلیمرها منبسط شده و در برابر جریان مقاومت ایجاد می‌کنند
ضدکف	جلوگیری از کف کردن روغن	پلیمرهای سیلیکونی و کوپلیمرهای آلی	کشش سطحی روغن را کم کرده و باعث فرار سریع هوا از روغن می‌شود
ضداکسیداسیون	جلوگیری از اکسید شدن روغن	دی‌تیوفسفات روی ـ فنل‌های سولفوره ـ فنل‌های استخلاف‌دار ـ آمین‌های آروماتیک ـ دی تیوفسفات روی	پراکسیدها را تجزیه کرده و رادیکالهای آزاد را از بین می‌برد
غیر فعال‌کننده‌های سطوح فلزی	اثر کاتالیستی فلزات در اکسیداسیون روغن را کم می‌کند	کمپلکس‌های آلی که شامل نیتروژن یا گوگرد هستند، آمین‌ها، سولفیدها و فسفیت‌ها	در اثر ایجاد کمپلکس با یونهای فلزی یک لایه غیر فعال روی سطح فلز ایجاد می‌نماید

جدول معادل یابی روغن‌ها و گریس‌های داخلی و خارجی

	سطح کیفیت	روانکاران صنعت		بهران		پارس		ESSO	CASTROL	SHELL	BP
روغن های هیدرولیک	DIN 51524 PART II	کامل هیدرولیک	100	هیدرولیک	100	بلبک ویژه	100	NUTO H100	HYSPIN AWS 100	TELLUS 100	ENERGOL HLP 100
	DIN 51524 PART II	کامل هیدرولیک	150	هیدرولیک	150	بلبک ویژه	150	NUTO H150	HYSPIN AWS 150	TELLUS 150	ENERGOL HLP 150
	DIN 51524 PART II	کامل هیدرولیک	220	هیدرولیک	220	بلبک ویژه	220	NUTO H220	HYSPIN AWS 220	TELLUS 220	ENERGOL HLP 220
روغن های دنده صنعتی	U.S.Steel 224	کامل پولاد	68	بهران بردبار	68	پارس نیسان	68	SPARTAN EP 68	ALPHA SP 68	OMALA 68	ENERGOL CLP 68
	U.S.Steel 224	کامل پولاد	100	بهران بردبار	100	پارس نیسان	100	SPARTAN EP 100	ALPHA SP 100	OMALA 100	ENERGOL CLP 100
	U.S.Steel 224	کامل پولاد	150	بهران بردبار	150	پارس نیسان	150	SPARTAN EP 150	ALPHA SP 150	OMALA 150	ENERGOL CLP 150
	U.S.Steel 224	کامل پولاد	220	بهران بردبار	220	پارس نیسان	220	SPARTAN EP 220	ALPHA SP 220	OMALA 220	ENERGOL CLP 220
	U.S.Steel 224	کامل پولاد	320	بهران بردبار	320	پارس نیسان	320	SPARTAN EP 320	ALPHA SP 320	OMALA 320	ENERGOL CLP 320
	U.S.Steel 224	کامل پولاد	460	بهران بردبار	460	پارس نیسان	460	SPARTAN EP 460	ALPHA SP 460	OMALA 460	ENERGOL CLP 460
	U.S.Steel 224	کامل پولاد	680	بهران بردبار	680	پارس نیسان	680	SPARTAN EP 680	ALPHA SP 680	OMALA 680	ENERGOL CLP 680
	U.S.Steel 224	کامل پولاد	1000	ندارد		ندارد		SPARTAN EP 1000	ALPHA SP 1000	OMALA 1000	——
روغن های کمپرسور	VDL	کامل سهند	32	کمپرسور	32	ندارد		COMPERESSOR OIL 32	AIRCOL PD 32	CORENA 32	ENERGOL RC 32
	VDL	کامل سهند	46	کمپرسور	46	ندارد		COMPERESSOR OIL 46	AIRCOL PD 46	CORENA 46	ENERGOL RC 46
	VDL	کامل سهند	68	کمپرسور	68	ندارد		COMPERESSOR OIL 68	AIRCOL PD 68	CORENA 68	ENERGOL RC 68
	VDL	کامل سهند	100	کمپرسور	100	ندارد		——	AIRCOL PD 100	CORENA 100	ENERGOL RC 100
	VDL	کامل سهند	150	کمپرسور	150	ندارد		COMPERESSOR OIL 150	AIRCOL PD 150	CORENA 150	ENERGOL RC 150

جدول معادل یابی روغن‌ها و گریس‌های داخلی و خارجی

	BP	SHELL	CASTROL	ESSO	پارس	بهران	روانکاران صنعت	سطح کیفیت
روغن های هیدرولیک	ENERGOL SHF 15	TELLUS T15	HYSPIN A WH 15	———	———	———	کامل هیدرولیک T15	DIN 51524 PART II
	ENERGOL SHF 22	TELLUS T22	HYSPIN A WH 22	———	———	هیدرولیک T22	کامل هیدرولیک T22	DIN 51524 PART II
	ENERGOL SHF 32	TELLUS T32	HYSPIN A WH 32	———	———	هیدرولیک T32	کامل هیدرولیک T32	DIN 51524 PART II
	ENERGOL SHF 46	TELLUS T46	HYSPIN A WH 46	———	———	هیدرولیک T46	کامل هیدرولیک T46	DIN 51524 PART II
	ENERGOL SHF 68	TELLUS T68	HYSPIN A WH 68	———	———	هیدرولیک T68	کامل هیدرولیک T68	DIN 51524 PART II
	ENERGOL SHF 100	TELLUS T100	HYSPIN A WH 100	———	———	هیدرولیک T100	کامل هیدرولیک T100	DIN 51524 PART II
روغن های گیربکسی	———	———	MAGNA 2	———	———	———	کامل کاوه 2	DIN 51524 PART I
	———	———	———	———	———	———	کامل کاوه 5	DIN 51524 PART I
	ENERGOL EM 7	———	MAGNA 7	———	———	———	کامل کاوه 7	DIN 51524 PART I
	ENERGOL EM 10	CARNEA 10	MAGNA 10	———	———	———	کامل کاوه 10	DIN 51524 PART I
	———	———	———	———	———	———	کامل کاوه 15	DIN 51524 PART I
	ENERGOL EM 22	CARNEA 22	MAGNA 22	NURAY 22	———	———	کامل کاوه 22	DIN 51524 PART I
	ENERGOL EM 32	CARNEA 32	MAGNA 32	NURAY 32	32 گیربکس	32 دراویش	کامل کاوه 32	DIN 51524 PART I
	ENERGOL EM 46	CARNEA 46	MAGNA 46	NURAY 46	46 گیربکس	46 دراویش	کامل کاوه 46	DIN 51524 PART I
	ENERGOL EM 68	CARNEA 68	MAGNA 68	NURAY 68	68 گیربکس	68 دراویش	کامل کاوه 68	DIN 51524 PART I
	ENERGOL EM 100	CARNEA 100	MAGNA 100	NURAY 100	100 گیربکس	100 دراویش	کامل کاوه 100	DIN 51524 PART I
	ENERGOL EM 150	CARNEA 150	MAGNA 150	NURAY 150	150 گیربکس	150 دراویش	کامل کاوه 150	DIN 51524 PART I
	ENERGOL EM 220	CARNEA 220	MAGNA 220	NURAY 220	220 گیربکس	220 دراویش	کامل کاوه 220	DIN 51524 PART I

جدول معادل یابی روغن‌ها و گریس‌های داخلی و خارجی

BP	SHELL	CASTROL	ESSO	پارس	بهران	روانکاران صنعت	سطح کیفیت
Energol EM 320	CARNEA 320	magna 320	NURAY 320	کیوان 320	درفش 320	کامل کاوه 320	DIN 51524 PART I
Energol EM 460	CARNEA 460	——	NURAY 460	کیوان 460	——	کامل کاوه 460	DIN 51524 PART I
Energol C.L 55	Garia H	ILOCUT103,106,110,330	——	ندارد	ندارد	کامل بران H	
——	MACRON 21	ILOCUT461,462	DORTAN 11	——	برش 11	کامل بران 211	
——	MACRON 21	ILOCUT 480,482	DORTAN 12	——	برش 12	کامل بران 212	
Sevora 32,46	Garia B	ILOCUT 152,156	DORTAN 13	——	ندارد	کامل بران 213	
——	——	——	DORTAN 14	اسکروماشین	ندارد	کامل بران 214	
——	——	——	DORTAN 32	——	ندارد	کامل بران 232	
——	Garia T	ILOCUT 331,334	DORTAN 33	——	برش 33	کامل بران 233	
——	——	——	DORTAN 34	——	برش 34	کامل بران 234	
Sevora S68	Garia T	ILOCUT 1201,170	DORTAN 36	——	برش 36	کامل بران 236	
——	——	——	DORTAN 37	——	ندارد	کامل بران 237	
Cilora 10	Garia D,927	ILOFORMBWN 205	DORTAN 51	——	ندارد	کامل بران 251	
Energol CE ML73	——	——	DORTAN 53	——	برش 53	کامل بران 253	
——	——	HONILO 401	DORTAN 55	——	ندارد	کامل بران 255	
Energol HP 10C	Tonna T32	ندارد	FEBIS K32	راک دریل 32	——	کامل قوام K32	
——	ندارد	ندارد	FEBIS K46	——	——	کامل قوام K46	
Energol MP 20C	Tonna T68	Magna BD 68	FEBIS K68	——	مقاوم K68	کامل قوام K68	
ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	——	——	کامل قوام K100	
ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	——	——	کامل قوام K150	
Energol HP 220C	Tonna T220	Magna CF 220	FEBIS K220	——	مقاوم K220	کامل قوام K220	

روغن های خالص ماشینکاری

چند منظوره

ماشین ابزار

روغن های

جدول معادل یابی روغن‌ها و گریس‌های داخلی و خارجی

روغن‌های موتور

BP	SHELL	CASTROL	ESSO	پارس	بهران	روانکاران صنعت	سطح کیفیت
—	—	CASTROL RX SUPER PLUS+	—	پارس هیرمند	بهران رعد	کامل سوپر توربو I	API SJ-CH4-CG4
—	—	—	—	پارس پایا	بهران پیشتاز	روغن موتور سوپر کامل	API SJ/CF/CF4
—	—	CASTROL RX SUPER	—	—	—	کامل سوپر توربو I	API SF/CF 4
BP VANELLUS M	RIMULA X	CASTROL DEUSOL RX SUPER	ESSOLUBE XD-3	پارس هامون	بهران آذرخش ویژه	کامل توربو ویژه	API SE/CD
BP VANELLUS M	RIMULA X	CASTROL DEUSOL RX SUPER	ESSOLUBE XD-3	پارس هامون	بهران آذرخش ویژه	کامل توربو	API CD
VANELLUS C3 10W	RIMULA CT 10W	DEUSOL CRD 10W	ESSOLUBE D3 HD 10W	پاسارگاد 10W	آذرخش ویژه 10W	کامل دیزل SAE 10W	API CD

جدول معادل یابی روغن‌ها و گریس‌های داخلی و خارجی

BP	SHELL	CASTROL	ESSO	پارس	بهران	روانکاران صنعت	نوع صفت کننده
ENERGREASE GP	UNEDO	CUP GREASE	ESTAN	راوند	لعل	کامل گریس کلسیم	صابون کلسیم
—	NERTA	—	ANDOK	نفتسان	—	کامل گریس سدیم	صابون سدیم
ENERGREASE LS	ALVANIA	SPHEEROL AP	BEACON	ماهان	—	کامل گریس لیتیوم	صابون لیتیوم
ENERGREASE HT	ALVANIA EP	SPHEEROL EP	BEACON	سفیر EP	ندارد	کامل گریس لیتیوم EP	صابون لیتیوم EP
—	—	—	NEBULSTAN	کلسیم کمپلکس	زمرد	کامل گریس کلسیم کمپلکس	صابون کلسیم کمپلکس
—	—	—	—	راوند گرافیته	—	کامل گریس کلسیم گرافیت	صابون کلسیم پرکننده گرافیت
ENERGREASE B2	DARINA	SPHEEROL BN	NORVA 275	پارس کوهین	ندارد	کامل گریس بنتون	خاک بنتونیت

طبقه بندی گرانروی ISO

گرانروی کینماتیک (Cst) در ٤٠°C		طبقه بندی گرانروی ایزو
حداکثر	حداقل	
٢/٤٢	١/٩٨	ISO VG٢
٣/٥٢	٢/٨٨	ISO VG٣
٥/٠٦	٤/١٤	ISO VG٥
٧/٤٨	٦/١٢	ISO VG٧
١١/٠	٩/٠٠	ISO VG١٠
١٦/٥	١٣/٥	ISO VG١٥
٤٢/٢	١٩/٨	ISO VG٢٢
٣٥/٢	٢٨/٨	ISO VG٣٢
٥٠/٦	١٤/٤	ISO VG٤٦
٧٤/٨	٦١/٢	ISO VG٦٨
١١٠	٩٠/٠	ISO VG١٠٠
١٦٥	١٣٥	ISO VG١٥٠
٢٤٢	١٩٨	ISO VG٢٢٠
٣٥٢	٢٨٨	ISO VG٣٢٠
٥٠٦	٤١٤	ISO VG٤٦٠
٧٤٨	٦١٢	ISO VG٦٨٠
١١٠٠	٩٠٠	ISO VG١٠٠٠
١٦٥٠	١٣٥٠	ISO VG١٥٠٠
٢٤٢٠	١٩٨٠	ISO VG٢٢٠٠
٣٥٢٠	٢٨٨٠	ISO VG٣٢٠٠

آزمایش حفاظت از زنگ زدگی و خوردگی

شناسایی آزمایش	sequence IID		
منطقه اصلی مورد استفاده	آمریکا		
موتور آزمایش	V8 oldsmobils 350 in^3 2V		
مدت زمان آزمایش(ساعت)	۳۲		
مراحل آزمایش	I	II	III
مدت زمان هر مرحله	۲۸	۲	۲
سرعت موتور(دور در دقیقه)	۱۵۰۰	–	۳۶۰۰
بار موتور(کیلووات)	۱۸/۶	–	۷۵
درجه حرارت روغن($^{\circ}c$)	۴۹	–	۱۲۷
درجه حرارت هوای ورودی($^{\circ}c$)	۲۷	–	۲۷
رطوبت هوا (g/kg)	۱۱/۴	–	۱۱/۴
درجه حرارت مایع خنک کننده خروجی($^{\circ}c$)			
جداره	۴۳/۳	۴۹	۸۸
مسیرها	۴۲/۸	۴۸	۹۲
پوشش انگشتی‌های سوپاپ	۱۵/۶	–	۹۲
لوله‌های هواکش	۱۵/۶	–	۹۳
گازهای برگشتی در $^{\circ}c$ ۳۸ (dm^3/h)			
۲۹/۷ in Hg	۰/۴	–	۰/۷
نسبت هوا به سوخت	۱۳:۱	–	۱۶/۵:۱

ISO VISCOSITY GRADE CONVERSIONS

ISO VISCOSITY GRADE	MID-POINT KINEMATIC VISCOSITY	KINEMATIC VISCOSITY LIMITS cSt at 40°C (104°F)		ASTM, SAYBOLT VISCOSITY NUMBER	SAYBOLT VISCOSITY SUS 100°F (37.8°C)	
		MIN	MAX		MIN	MAX
2	2.2	1.98	2.42	32	34.0	35.5
3	3.2	2.88	3.52	36	36.5	38.2
5	4.6	4.14	5.06	40	39.9	42.7
7	6.8	6.12	7.48	50	45.7	50.3
10	10	9.00	11.0	60	55.5	62.8
15	15	13.5	16.5	75	72	83
22	22	19.8	24.2	105	96	115
32	32	28.8	35.2	150	135	164
46	46	41.4	50.6	215	191	234
68	68	61.2	74.8	315	280	345
100	100	90.0	110	465	410	500
150	150	135	165	700	615	750
220	220	198	242	1000	900	1110
320	320	288	352	1500	1310	1600
460	460	414	506	2150	1880	2300
680	680	612	748	3150	2800	3400
1000	1000	900	1100	4650	4100	5000
1500	1500	1350	1650	7000	6100	7500

آزمایشات با موتورهای چند سیلندر در درجه حرارت بالا

شناسایی آزمایش	sequence III D	Ford cortina CEC L-03-A-70	Mack T-1			Mack T-5		
ناحیه اصلی مورد استفاده	آمریکا	اروپا	آمریکا			آمریکا		
موتور آزمایش	V8 oldsmobile 5.7 L(350 $in.^3$)2V	Ford cortina 120 E	Mack ENDT675 Maxidyne			Mack ETAZ673		
مراحل آزمایش	–	–	۳	۲	۱	۳	۲	۱
زمان هر مرحله (ساعت)	–	–	۴	۴	۴	۴	۴	۴
تکرار هر مرحله	–	–	۱۶	۱۷	۱۷	۵۰	۵۰	۵۰
مدت کل آزمایش (ساعت)	۶۴	۱۰۰	← ۲۰۰ →			← ۶۰۰ →		
سرعت موتور (دور در دقیقه)	۳۰۰۰	۳۵۰۰	۲۱۰۰	۱۸۰۰	۱۴۰۰	۲۱۰۰	۱۸۰۰	۱۴۰۰
گشتاور (نیوتن – متر)	–	–	۷۶۹	۹۰۶	۱۱۳	–	–	–
بار (کیلووات)	۷۲/۶	۳۲/۳ (تقریباً)	۱۶۹	۱۷۱	۱۶۳	–	–	–
درجه حرارت مایع خنک کننده خروجی ($^\circ C$)								
موتور	۱۱۸	۸۲	۷۴–۷۷	۷۴–۷۷	۷۴–۷۷	۸۵–۹۱	۸۵–۹۱	۸۵–۹۱ ۰
پوششهای انگشتی	۱۱۶	–	–	–	–	–	–	–
لوله‌های دمنده	۳۸	–	–	–	–	–	–	–
درجه حرارت روغن ($^\circ C$)	۱۴۹	۹۰	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳
درجه حرارت هوای ورودی ($^\circ C$)	۲۷	محیط	–	–	–	۲۴–۲۹	۲۴–۲۹	۲۴–۲۹
درجه حرارت سوخت ($^\circ C$)	–	–	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵
رطوبت هوا (g/kg)	۱۱/۴	–	–	–	–	–	–	–
گازهای خروجی از کارتل (mm^3/s) در $38^\circ C$ و								
۷/۲۹ in Hg	۰/۹۴	–	–	–	–	–	–	–
مصرف سوخت (L/h)	–	۱۶/۲–۱۶/۵	–	–	–	–	–	–
نسبت هوا به سوخت	۱۶/۵:۱	–	–	–	–	–	–	–
درصد گوگرد در سوخت (حداکثر)	–	–	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳

آزمایشات با موتورهای تک سیلندر در درجه حرارت بالا

شناسایی آزمایش	L-1	1-H	1-D	1-G	AV-1 CEC L-01-A-69	AV-B CEC L-13-T-74	MWM KD12E CEC L-05-A-70
ناحیه اصلی مورد استفاده	آمریکا	آمریکا	آمریکا	آمریکا	اروپا	اروپا	اروپا
سازنده موتور	کاترپیلار	کاترپیلار	کاترپیلار	کاترپیلار	پتر	پتر	MWM
مدت آزمایش (ساعت)	۴۸۰	۴۸۰	۴۸۰	۴۸۰	۱۲۰	۵۰	۵۰
زمان تخلیه روغن (ساعت)	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	–	–	–
سرعت موتور، دور در دقیقه	۱۰۰۰	۱۸۰۰	۱۲۰۰	۱۸۰۰	۱۵۰۰	۲۲۵۰	۱۸۵۰
سوخت ورودی (کیلوکالری در دقیقه)	۷۴۴	۱۲۵۰	۱۴۱۰	۱۴۷۰	–	–	–
(کیلوگرم درساعت)	–	–	–	–	۱/۰۹	۳/۷	۲/۱۴
درجه حرارت هوا (°C) حداکثر	۳۸	۷۷	۹۳	۱۲۴	محیط	۷۵	–
درجه حرارت مایع خنک کننده خروجی (°C)	۷۹–۸۲	۷۱	۹۳	۸۸	۸۵	۱۰۰	۹۰
درجه حرارت روغن (°C)	۶۳–۶۶	۸۲	۷۹	۹۶	۵۵	۹۰	۹۰
درصد گوگرد در سوخت (وزنی) حداقل	۱و۰/۳۵	حداقل ۰/۳۵	۱	حداقل ۰/۳۵	۱و۰/۴	۱	۱
فشار مطلق منیفلد (اینچ جیوه)	اتمسفر	۴۰	۴۴–۴۵	۵۲/۷–۵۳/۳	اتمسفر	۶۷/۳	اتمسفر

آزمایشات کارکرد در درجه حرارت پایین

شناسایی آزمایش	sequence VD			Fiat 600D CEC L-04-A-70				
ناحیه اصلی مورد استفاده	آمریکا			اروپا				
موتور آزمایشی	فورد چهارسیلندر ۲/۳ لیتر			Fiat 600D				
مدت آزمایش (ساعت)	۱۹۲			۳۷۳				
مراحل آزمایش	III	II	I	V	IV	III	II	I
مدت هر مرحله (دقیقه)	۴۵	۷۵	۱۲۰	۶۰	۱۲۰	۱۲۰	۵۵	۵
تکرار هر مرحله	۴۸			۶۳				
سرعت موتور (دور در دقیقه)	۷۵۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۰	۴۰۰۰	۲۵۰۰	۸۰۰	۱۲۰۰
بار (کیلووات)	۰/۷	۲۵	۲۵	–	۱۵	۹/۳	–	–
درجه حرارت روغن (°C)	۴۹	۸۶	۷۹	۲۵	۸۰	۲۵	۲۵	۲۵
درجه حرارت مایع خنک کننده خروجی (°C)	۴۹	۶۸	۵۷	۲۵	۹۰	۲۵	۲۵	۲۵
نسبت هوا به سوخت	*	*	*	–	۱۴/۵:۱	۱۴/۵:۱	۱۲/۵:۱	ساسات کامل
درجه حرارت هوای ورودی (°C)	۲۹	۲۷	۲۷					
رطوبت هوا (g/kg)	۱۱/۴							
گازهای خروجی از کارتل (m^3/h)								
در °C ۳۸ و ۲۹/۷ in Hg	۳							

N.I.O.R.D.C. LUB OIL 1054

CORPORATE PLANNING

BASE OIL

SAE GRADE 40

ANALYSIS	UNIT	LIMIT	TEST METHOD
Appearance		Clear.homogenous & free from impurities	visual examination
Colour	–	3.0max	ASTM D 1500
Flash point	°C	225min	" D 92
Cloud point	°C	6 max	" D 2500
Pour point	°C	-3 max	" D 97
Viscosity kin @ 40°C	c.St	report	" D 445
Viscosity kin @ 100°C	c.St	12.0 min	" D 445
Viscosity index	–	90 min	" D 2270
Viscosity apparent	.....		" D 5293
Foaming Characteristics :			" D 892
Tendency/stability in			
Seq.I @24 °C	ml	-/0 max	
Seq.II @93.5°C	ml	-/0 max	
Seq.III @ 24 °C	ml	-/0 max	
Water and sediments	vol%	0.02 max	" D 2273
Neutralization number	mgkoH/g	0.02 max	" D 664
Demulsification number ***	sec	200 max	IP 19

Composition :

Basic grade 40 is directly refined from suitable lube cut to the above specification . However to meet the viscosity requirements of some finished oils , in addition to this basic grade ,up to 10% of next lighter or heavier grade may be used in the finished oil formulation.

---

* The latest issues of the relevant test methods shall be used.

*** Limit on demulsification number applies only to base oil used for blending industrial oils.

N.I.O.R.D.C. LUB OIL 1180

CORPORATE PLANNING

STEAM TURBINE LUBRICATING OIL
(HB TYPE)

Old Grade		65HB	80HB	100HB	125HB
New Grade (ISO – VG - System)		ISO.32	ISO.46	ISO.68	ISO.100

ANALYSIS	UNIT	LIMIT				TEST METHOD
Colour max	-	2.5	3.0	3.5	3.5	ASTM D1500
Kin. Viscosity						" D 445
" @ 40 °C	c.St	30-34	44-48	64-70	95-105	
" @ 100 °C	c.St	report	report	report	report	
Viscosity Index min	-	100	100	95	95	" D 2270
Flash point min	°C	195	205	205	218	" D 93
Pour point	°C	-10	-10	-7	-7	" D 97
Total Acid No.(PH =11) max	mg.KOH /g	0.15	0.15	0.15	0.15	" D 974
CopperStrip Corrosion max	°C	1a	1a	1a	1a	" D130(b)
Demulsification No . max	sec	300	300	300	300	IP 19

Sufficent quantity of appropriate additives should be added to meet performance level of DENISON DIVISION HF-O.

The latest issues of the relevant test methods shall be used.

N.I.O.R.D.C. LUB OIL 1180

CORPORATE PLANNING

STEAM TURBINE LUBRICATING OIL
(HB TYPE)

Old Grade	65HB	80HB	100HB	125HB
New Grade (ISO – VG - System)	ISO.32	ISO.46	ISO.68	ISO.100

ANALYSIS	UNIT	LIMIT				TEST METHOD
Colour max	-	2.5	3.0	3.5	3.5	ASTM D1500
Kin. Viscosity						" D 445
" @ 40 °C	c.St	30-34	44-48	64-70	95-105	
" @ 100 °C	c.St	report	report	report	report	
Viscosity Index min	-	100	100	95	95	" D 2270
Flash point min	°C	195	205	205	218	" D 93
Pour point	°C	-10	-10	-7	-7	" D 97
Total Acid No.(PH =11) max	mg.KOH /g	0.15	0.15	0.15	0.15	" D 974
CopperStrip Corrosion max	°C	1a	1a	1a	1a	" D130(b)
Demulsification No . max	sec	300	300	300	300	IP 19

Sufficent quantity of appropriate additives should be added to meet performance level of DENISON DIVISION HF-O.

The latest issues of the relevant test methods shall be used.