www.mohandesyar.com

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 بندی سطح کیفیت کاربرد تصفیه و آنالیز روغن

تهیه وتنظیم:

مهندس مهدی نصرآزادانی

www.mohandesyar.com

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 ازمایشگاهی 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	۱۳۴
روش های تصفیه روغن های کارکرده	۱۴۰
چگونگی کنترل روغن هادرحین کار	۱۴۸
روش های انالیزروغن	۱۴۹
سیستم های روغنکاری	۱۶۹
ضمائم	۱۸۴

مقدمه

باعنایت به نقش حائزاهمیت روغن های روان کننده درافزایش طول عمردستگاه هاوماشین الات و لزوم انتخاب واستفاده صحیح وبجای انها لازم است کلیه مهندسین تکنسین ها وکلیه کسانی که به هر نحو با ماشین الات وروغن ها سروکاردارند ویاازماشین الات استفاده می کنندبخصوص پرسنل تعمیر و نگهداری وعملیاتی وحتی مدیران خرید,اطلاعات وشناخت لازم و کافی ازروغن های مختلف داشته باشند تا بتوانند نسبت به خرید وانتخاب روغن با گرید وکیفیت مناسب موردنیازدستگاه هاوماشین الات خود اقدام نمایندو حداکثرکارائی و راندمان رااز ماشین بدست اورند.

باعنایت به ناشناخته بودن روغن ونقش های متعددان درماشین الات وعدم امکان تمیزدادن کیفیت انواع روغن های خوب وبد ازیکدیگر,انتخاب روغن مناسب برای دستگاه پارامتربسیارمهمی محسوب می شودکه نیازبه دانش مختصری رادراین زمینه طلب می کند. باتوجه به کمبودمنابع اطلاعاتی مناسب دراین زمینه به فضل خدای متعال توفیقی حاصل گردیدتابتوانم درادامه تهیه جزوات وکتب اموزشی نسبت به گرداوری, تنظیم وچاپ این مقوله اقدام نمایم که امیداست شروعی باشد در جهت شناخت و استفاده بهینه ازروانکارهاوقدمی هرچندناچیزدرجهت انجام وظیفه وکاهش وابستگی ها برای ساختن ایرانی ابادوازادباشد واگراجری داشته باشد ان راتقدیم روح ملکوتی امام راحل وروح شهدای بخون خفته وطن و تمامی کسانی که درجهت ابادانی و اعتلای این اب وخاک قدم برداشته اندوحتی عزیزترین گوهر هستی خود را درطبق اخلاص تقدیم پروردگار خود نمودندوتلاش کرده اند تا امروز مابتوانیم مفتخر و سر بلند زندگی کنیم می نمایم . امیداست این مقوله مورداستفاده کلیه علاقه مندان در این زمینه واقع گردد و اینجانب رانیزازدعای خیر خود فراموش نفرمایند. البته این مقوله خالی از اشکال نبوده وبی صبرانه منتظر دریافت نقطه نظرات کلیه خوانندگان ,دوستان وعلاقه مندان عزیز هستیم تاانشاا.....بتوانیم درچاپ های بعدی مدنظرقراردهیم وان راتصحیح نمائیم.

درپایان فرصت راغنیمت شمرده وبرخود لازم می دانم ازمسئولین محترم اداره اموزش شرکت پالایش نفت اصفهان که درامرتهیه وچاپ این مقولهودیگرجزوات زحمات زیادی راتقبل نموده اندوهمچنین کلیه کسانی که به انحا مختلف دراین امر بااینجانب همکاری نموده اندکمال تشکر وقدردانی رابنمایم و از خداوند متعال توفیق روز افزون همگان را طلب می نمایم.

شهریورماه۱۳۸۴-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 انهاپایین بود وسریعاتجزیه وفاسدمی شدندمواردااستفاده انهامحدودبود. 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 فرایندهای 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 ایندروغن 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 الات فرایندسوخت, حمل کنندها,جرثقیل های تاسیسات تولیدتشعشع و.....به روغن هاوگریس هاومایعات الی خاصی برای انجام روانکاری دارندوازانجائی 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 که کاربردهای بسیارمتنوع ونتیجتا انواع بسیارگوناگون ومتفاوتی داردولی در نظرعده زیادی ازمردم همه اینها یک نوع کالا جلوه می کندوفرقی بین انهاگذاشته نمی شود. یکی از دلایل این امراحتمالا این است که روغن ها دارای ماده مشترکی هستندکه روغن پایه نامیده می شود. ولی با کاربردهای جدیدو امروزی,دیگر نام روانکار بازگوکننده تمام وظایف روغن ها نیست و از روغن هابرای موارد متعدد استفاده می شودکه علاوه برروانکاری نقش های خیلی بیشتری 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

٥- روغن های محافظProtecting Oil

۶-روغن های عایق کنندهInsulation Oil

۷-روغن های عملیات حرارتی وابکاریQuenching Oil

۸-روغن های عملیات نوردوشکل دهی فلزات

۹-روغن های فرایندی شامل:

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

ب-روغن های فرایند لاستیک

پ-روغن های فرایندچرم

ت-روغن های فرایند کنف و.....

باعنایت به اهمیت نقش روغن درروانکاری بیشترین حجم این مقوله در باره روانکارها خواهد بود 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-اب 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 انها 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 والودگی روغن(بخصوص درموتورهـای احتـراق داخلی).

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

۱۰-بالا نگه‌داشتن راندمان و قدرت موتور.

۱۱-معلق نگه داشتن موادزائدوجلوگیری ازرسوب انهابرروی قطعات.

۱۲-حفاظت ازسطوح درمقابل زنگ زدگی وخوردگی شیمیائی.

۱۳-کاهش توان موردنیاز.

که نتایج(توجیحات اقتصادی) ان شامل موارد زیراست:

۱- افزایش طول عمرمفیدقطعات تحت نیروهای اصطکاک.

۲- کاهش قیمت تمام شده تولیدات دراثرکارکردبیشترماشین الات.

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

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

ثمرات ان 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 اب 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 اورند.

خواص ضروری روغن های روان کننده

روغن های روان کننده باید:

١-دارای گرانروی یا ویسکوزیته مناسبی باشند تافیلم روغن باضخامت مناسبی تشکیل وباعث کم شدن اصطکاک وساییدگی وانتقال حرارت وضربه گیری واب بندی وانتقال نیرو را بخوبی انجام دهند.

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

٣-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 اید نشود.

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

٦-درسرما به اندازه کافی روان باشند تاشروع وادامه حرکت قطعات اسان شود.

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

٨-روی قطعاتی که باانهادر تماس است وهمچنین روی اجزای درونی خودشان اثرنا مطلوب نداشته باشند وبین انها واجزا سازگاری وجود داشته باشد.

٩-از نظرعواملی نظیر فراریت اتش گیری ونظایر ان در شرایط مناسبی قرار داشته باشند.

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

۱۱-موادالوده 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 انها 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 ان است ویا تشکیل شدن یک امولسیون پایدار روغن و اب برای روغن های حل شونده تراشکاری و جداشدن اب 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 اب وروغن می شوندمخلوط شوند) همچنین روغن ترا نسفور ما تورها ونظایر ان 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 ان می شودکه درفصل های اتی بطورمفصل راجع به انها 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 انها رامتمایز می کند. همچنین به دلیل ویسکوزیته روغن, در خود روغن نیز نیروی اصطکاک ایجاد می شودکه باید در محاسبات یاتاقانها منظور گردد.

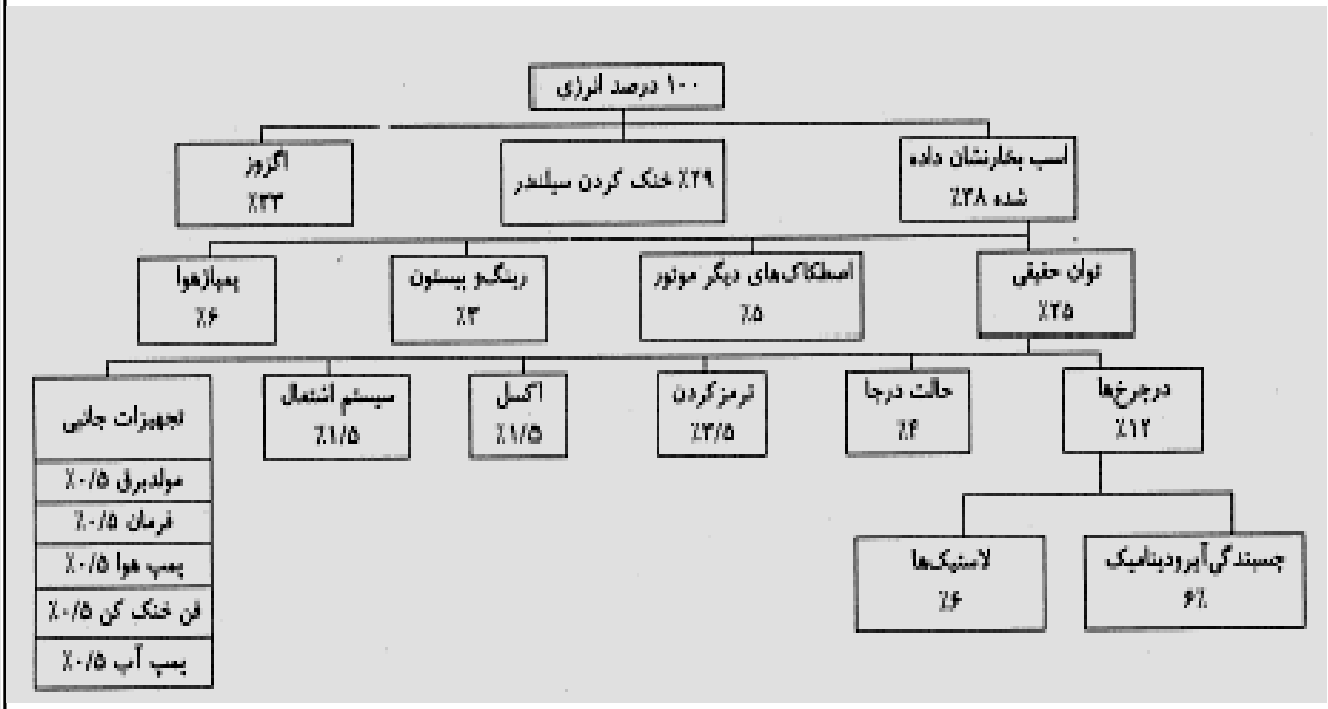
استفاده ازروغن مناسب می تواندمزایای زیررادربر داشته باشد:

۱-کم شدن مصرف سوخت.

۲-کاهش اصطکاک وتوان مصرفی .

۳-افزایش طول عمرماشین وقطعات ان .

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) مجموعا٤/٥درصداست.اگرروغن ایده الی (روغن بدون اصطکاک)وجودداشته باشدکه بتواند این ٨/٤ در صد افت اصطکاک رابرطرف نمایدتوان حقیقی موتورمی تواند تا حدود ۳۰ در صدافزایش یابدکه مبین نقش بسیار بالای روغن درعملکرددستگاه ها وماشین الات است ودرطراحی موتورها ,یکی ازپارامترهای کلیدی بشمارمی رود. .



تقسیم بندی روانکارها

بطورکلی روانکارهادرچهاردسته طبقه بندی می شوند:

۱-روانکارهای گازی

۲-روانکارهای جامد

۳-روانکارهای نیمه جامد

٤-روانکارهای مایع

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

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 بران 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 ایندودرمواقعی 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 دردودسته زیرطبقه بندی می شوند:

الف- روغن های معدنیMineral Oils

ب- روغن های مصنوعیKintetic Oils

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 ایندودرنتیجه کارائی خیلی بالا ونهایتا قیمت تمام شده بالائی دارندولی روغن های معدنی از تقطیر نفت خام وحداکثریک واکنش شیمیائی کنترل شده بدست می ایندبتابراین نسبت به روان کننده های مصنوعی دارای قیمت کمترومصرف بیشترمی باشند. روغن های معدنی از بهترین و مناسب ترین مواد برای روانکاری هستند وانهارامی توان بصورت خالص یا با اضافه کردن مواد افزودنی Additive استفاده کرد.

روغن های مصنوعیKintetic Oils

باتوجه به قدرت وراندمان بالای موتورهای مدرن امروزی که اکثرادرشرایط سختی کارمی کنندروانکاری قطعات انها توسط روغن های تولیدشده ازهیدروکربورهای معدنی امکان پذیرنیست همچنین برای صنعت هواپیمائی کمبودروغن موتوربانقطه ریزش خیلی پایین وهمچنین نیازبه روغن 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 بالادربرابراتش گرفتن.

۷- حفظ ثبات درمقابل حرارت زیاد.

۸- فراریت کم

ولی به دلیل نیازبه فرایندهای پیچیده وهزینه های تولیدبالا, روغن های مصنوعی دارای قیمت های بیشتری نسبت به روغن های معدنی که ازموادنفتی بدست می ایندمی باشد وهمین امرباعث گردیده که روغن های معدنی هنوزبه وفوردراکثرصنایع وماشین الات مورداستفاده زیادی داشته 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 انهارامی توان دقیقاوبه دلخواه درهنگام تولیدکنترل کرد.

۲-قابلیت تحمل طیف تقریبا وسیعی ازدرجه حرارت رادارند.

۳-باموادشیمیائی الی قابل اختلاط هستندکه همین باعث امکان اضافه کردن موادافزودنی به انهاوتغییرنحوه عملکردانهابرطبق خواسته هاوشرایط کاری می شود.

٤-سازگاری انهابالاستیک هاوپلاستیک هائی که درساخت کاسه نمدهاودیگراب بندهااستفاده می شوندزیاداست.

۵-ارزان بودن ودردسترس بودن زیادانها.

۶-دارابودن پایداری ومقاومت قابل قبول انها.

۷-بی اثربودن وغیرخورنده بودن انهاازنظرشیمیائی وقابلیت انهادرحفاظت 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 ایند. 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 دران توسط پمپ های مخصوص واردپالایشگاه های نفت می شودوباانجام عملیات تقطیرو تصفیه روی انها فراورده های مختلفی ازان بدست می ایدکه یکی ازمحصولات ان برش روغن های معدنی Lube Cut است که این مواد به کارخانه های روغن سازی ارسال می گردندتاناخالصی های موجوددران گرفته شودوازان روغن پایه بدست ایدوسپس بااضافه کردن موادافزودنی شیمیائی مناسب برای بهبود دادن خواص انها روغن های صنعتی موردنیازراازان بدست می اورند.

اصول کارپالایشگاه های نفت

اساس کارپالایشگاه های جداسازی موادمختلف نفتی برمبنای اختلاف نقطه جوش انهااست 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 موجوددران 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 شوداعملیات تقطیر می‌گویند.

تقطیر شامل دومرحله است:

الف- تقطیر در فشار اتمسفرAtmospheric Distillation

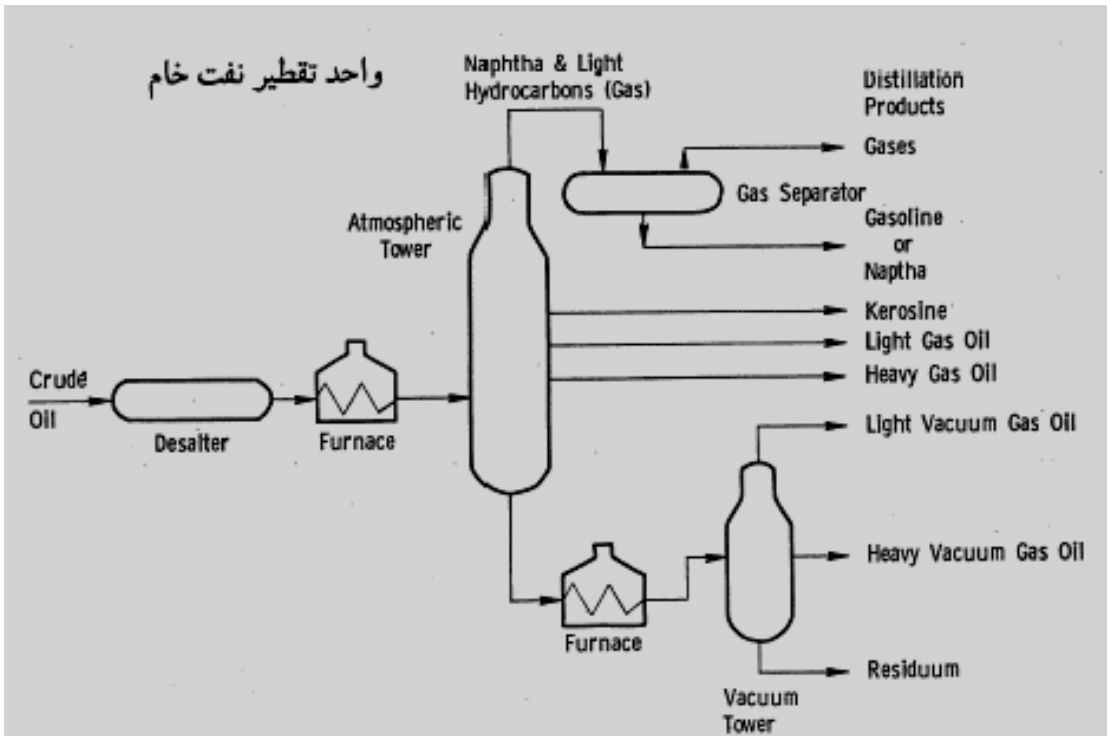
ب- تقطیر در فشار خلاءِ Vacuum Distillation

تقطیر در فشار اتمسفرAtmospheric Distillation

نفت‌خام ورودی به واحدتقطیرابتدابااب مخلوط می شودتانمک های موجوددران بااب حل شوند و سپس واردظرف نمک گیرDesalterمی شود.نمک همراه نفت خام در اب حل می شودواب نمک به دلیل دارابودن دانسیته بیشتر درقسمت کفDesalterازنفت خام جدامی شودوقطرات دیگراب همراه باروغن نیزبه روش

الکتریکی ازان 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 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 ان وجود دارد) نفت خام داغ خروجی ازکوره همراه گازهای جداشده درFlash Drum مخلوط 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 اید :

۱-برش موادسبک شامل گازهای سبک وسنگین.

۲-برش بنزین Gasoline سبک وسنگین.

۳-برش نفتNaphta،

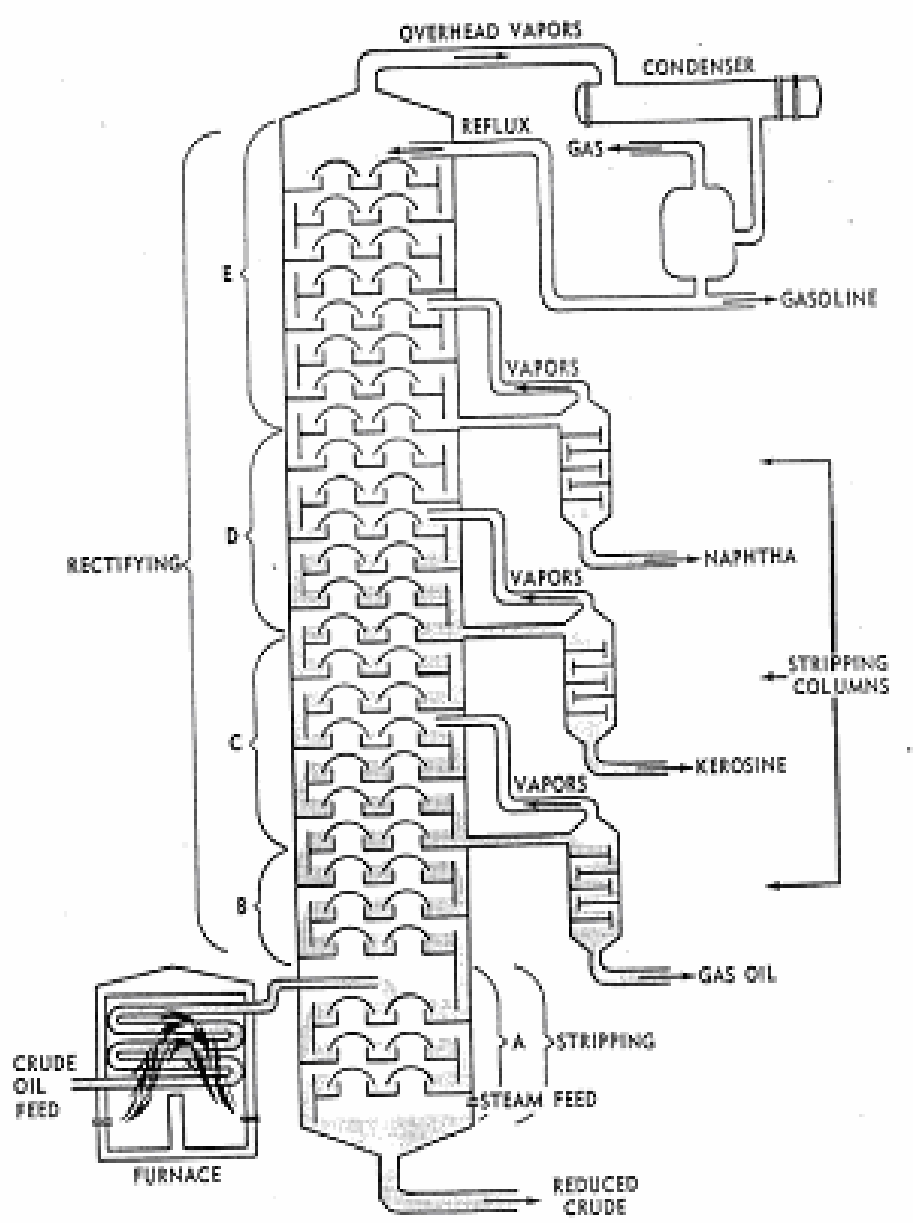
٤-برش نفت سفید Kerosine،

۵-برش نفت گازGasoil .

۶- تەمانده برج اتمسفر Reduced Crude، از یکدیگر در فشار اتمسفر تفکیک می شوند.

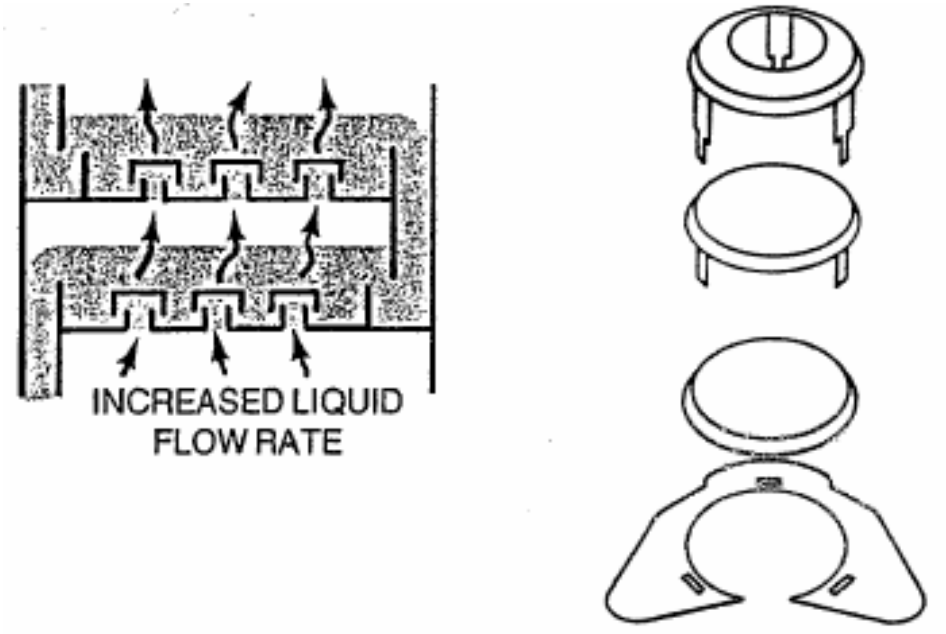
دمای سینی‌هائی که محصولات جانبی از آنها گرفته می‌شوند نشانه نسبتاً خوبی از نقطه جوش بالائی محصولات خروجی از آن سینی است که باکنترل دقیق مقدار جریان خروجی می توان دمای سینی ها راثابت و درحدمطلوب نگه داشت تا محصول مطابق درخواست Specification بدست اید.

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.



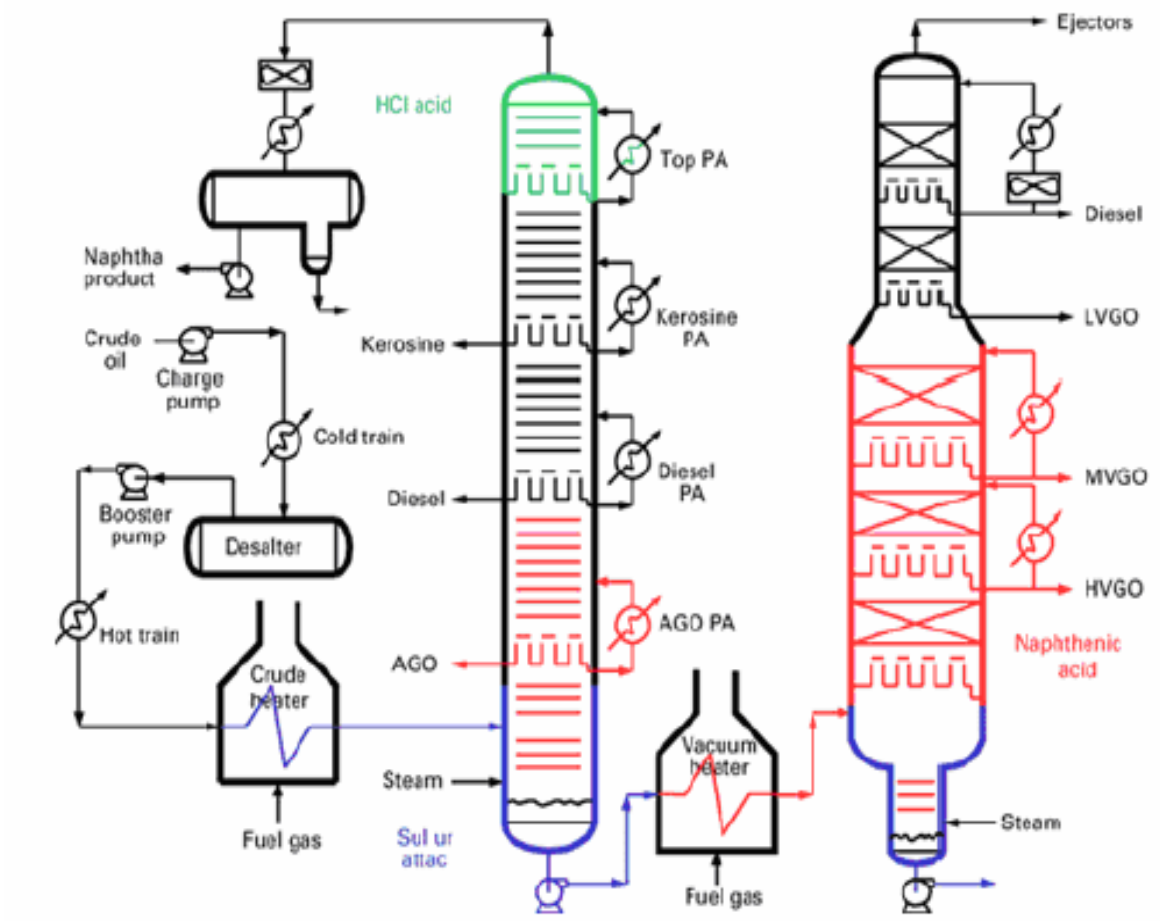
البته لازم به توضیح است که درطی سالهای اخیرپکینگ های مخصوص که دارای راندمان بالاتری هستند جایگزین سیستم های قدیمی شده است.

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 ان 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 ان 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 اید:

۱- گازهای سبک .

۲- موادنفتی سبک که مشخصه های معینی ندارند.

۳- گازوئیل سنگین.

٤- خوراک واحدهای کراکینگیIsofeed.

۵- خوراک واحد روغنسازیLube Cut.

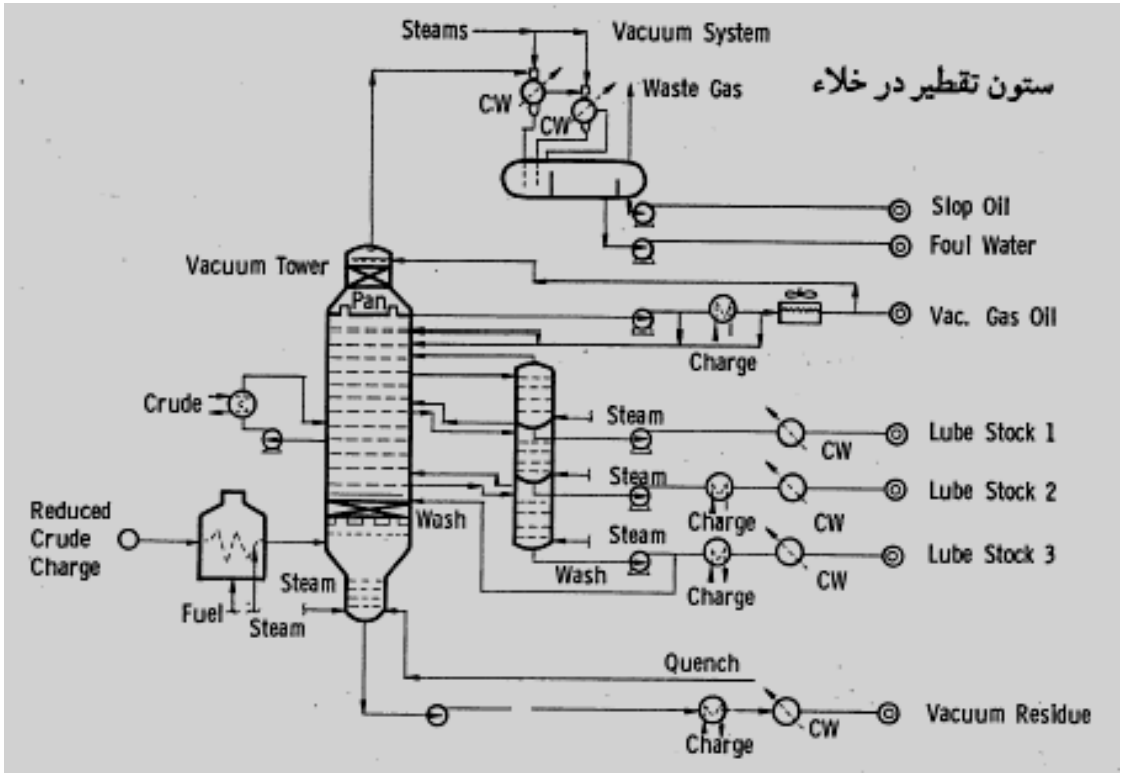
۶- ته مانده برج که می توان ازان به عنوان:

الف- خوراک واحدقیر

ب-تولیدبرایت استاک استفاده نمود.

برج تقطیر روغنLube Tower

ان چه ازبرج تقطیردرخلا به عنوان خوراک کارخانه روغنسازی بدست می اید 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 امده مجددادرشرایط دقیق تری پس از گرم شدن واردبرج تقطیر روغنLube Towerکه تحت خلا کارمی کندمی شودتاپایه های روغنی سبک و سنگین ان ازنظرگرانروی تفکیک گرددوامکان ساخت انواع روغن وروغن دنده و.....فراهم شود.



برش های بدست امده 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 ازان برای کنترل مختصات خوراک واحدهای ایزوماکس استفاده می شود.

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

کارخانجات روغنسازی

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 بایدبامواداافزودنی که جهت ساخت روغن مورد نظر لازم است باان 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 اروماتیک(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 انهانسبت 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 درانهاهیدروکربورهای پارافینیک وجوددارد:

۱- درگرانروی معین دارای وزن مخصوص کمتری می باشند.

۲- تغییرات گرانروی انها 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 انهامی شود.

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

۵- نقطه انیلین انها بالا است.

هیدروکربن‌های نفتیک(سیکلوپارافین‌ها)

این دسته ازهیدروکربورهانیزاشباع شده هستندوازاتصال گروه های متیلن که دریک حلقه تنظیم شده اندتشکیل شده اندودر بعضی از انواع نفت خام یافت می‌شودوبه شکل حلقوی بسته اند که در آن اتم‌های کربن در یک مدار بسته به یکدیگر چسبیده‌اند. ساده‌ترین ترکیب, از این نوع ترکیبات اشباع، سیکلوپروپان با یک حلقه سه‌کربنی است که به آن سه اتم هیدروژن متصل شده است. نفتن ها 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 انها 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 انهانسبتاپایین است.

۵- دارای قدرت حلالیت زیادی هستند که باعث می شوداجزحاصل ازااکسیداسیون را بیشتر بتوانند درخودحل کنند (کمک به عمل پاک کنندگی).

۶- نقطه انیلین پایینی دارند.

هیدروکربن‌های اروماتیک

این گروه شامل هیدروکربن های حلقوی غیر اشباع می باشند که گروه بنزن نیز نامیده می‌شود ودارای حلقه شش کربنی با سه پیوند دوگانه و سه پیوند یگانه هستند، که اتم‌های کربن انها را به یکدیگر متصل می‌کند. ساده‌ترین این ترکیبات آروماتیکی، که دارای پایین‌ترین نقطه جوش نیز می‌باشد، بنزن با فرمول مولکولی C_6H_6 می‌باشد. این ترکیبات از نظر شکل ظاهری (به شکل حلقه) شبیه به ترکیبات نفتنی هستند با این تفاوت که در هیدروکربن های آروماتیکی بجای اتصال دو اتم هیدروژن به اتم کربن یک اتم هیدروژن به کربن متصل است.

این گروه از هیدروکربن ها نسبتا "غیرفعال هستند ، ولی دارای بوی شیرین Sweet Smellig بوده و بعلت کیفیت بالای ضدتقه" Anti Knock Quantities بسیار گران قیمت می‌باشتد. قسمت اعظم اروماتیک ها از هیدروکربن‌های حلقوی بسته تشکیل شده ومشخصه نیمه اشباع دارند.

در روغن هائی که درصدموادارو‌ماتیک بیشتری دارندخواص زیرمشهوداست:

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

۲- قدرت حلالیت بالائی دارند.

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

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

۵- برای اکسیداسیون بسیارمستعدهستندوهمراه بارسوبات نامحلول خواهندبود.

۶- شاخص گرانروی انهاخیلی کم است.

۷- مقدارکربن باقیمانده انها,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 اروماتیک‌ها 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 انها بسیار زیاد است ولی مقاومت انها در مقابل اکسیداسیون بسیار کم است واین مواد باید توسط جدا کردن با حلال از روغن خارج شوند.

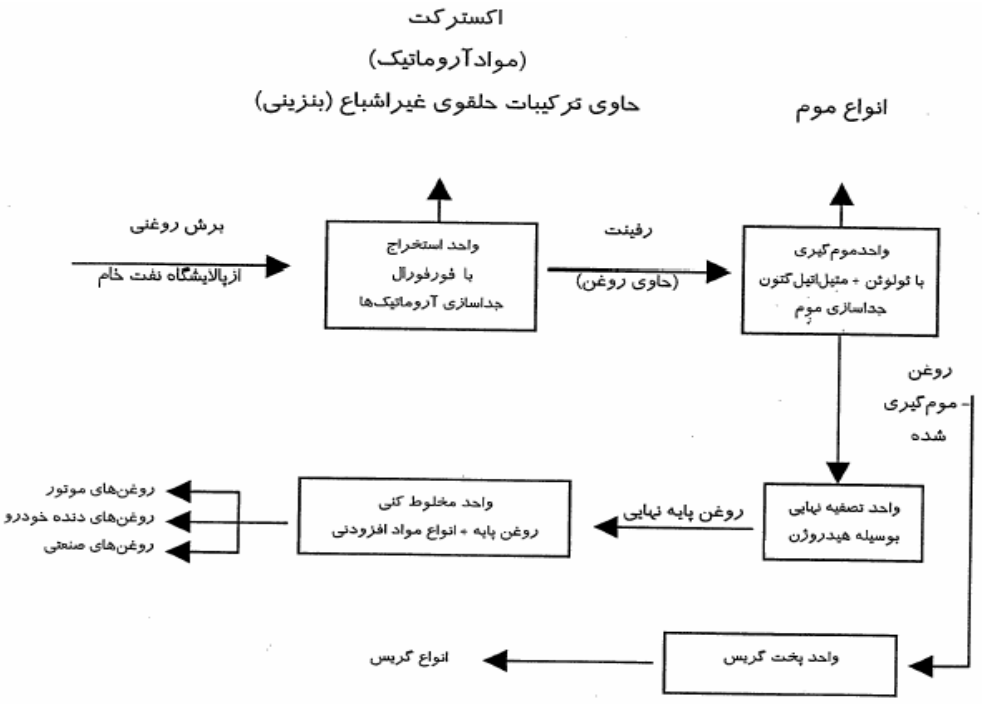
لازم به توضیح است که اغلب نفت‌خام های ایران ترکیبی ازنوع پارافینیکی ونفتنیکی هستند.

www.mohandesyar.com

اصول کارواحدهای روغن سازی

خوراک اولیه کارخانجات روغنسازی از برج تقطیردرخلأ واحدهای تقطیرنفت خام وهمچنین برج تقطیر روغن 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 ان بالا برودوتولیداسیدکندودرداخل روغن بصورت نامحلول باقی بماند.که وظیفه واحدهای روغن سازی جدا نمودن ناخالصی های موجوددرروغن وتولیدروغن پایه باکیفیت خوب است.

درشکل زیرشمای کلی یک واحدروغنسازی نشان داده شده است.



موادی که باید از روغن جدا شوند عبارتند از:

۱- مواد اسفالتی.

۲- مواداروماتیک.

۳- پارافین‌های زنجیری طولی(باعمل موم گیری).

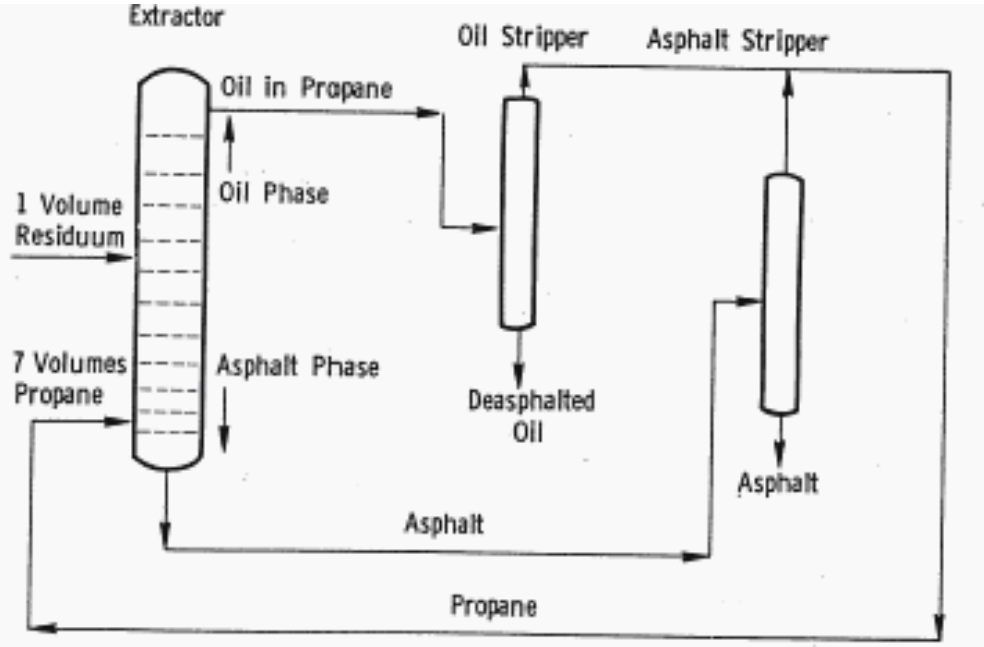
٤- تصفیه نهائی.

برای جداکردن این نوع ناخالصی‌ها از طریق عمل پالایش بخصوصی استفاده می‌شودکه ذیلا به شرح انهاپرداخته می شود

استخراج مواد اسفالتی ازروغن

برای خارج کردن مواد اسفالتی، صمغی نفتینی، اروماتیک، هیدروکربن‌های اشباع نشده، مواد گوگردی و کربن، ذره‌های رنگی و سایر موادی که نباید در روغن تصفیه شده وجود داشته باشد ازیک حلال مناسب(مایع پروپان) که به طریق ترکیب فیزیکی موادرا در خود حل و خارج می‌کنداستفاده می شود.

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



آسفالت گیری پیوسته

نحوه کاربه این صورت است که هم زمان ته‌مانده برج خلا را با مایع پروپان از دو جهت مختلف از بالا و پایین به برج جدا کننده وارد می کنند. پروپان در دمای ۱۷۰ درجه فارنهایت و فشار ۵۰۰ پاند بر اینچ مربع مواد روغنی را در خود حل کرده ودو سطح متمایز تشکیل می‌شود. سطح با مقدار حجمی پروپان بیشتر و مواد معدنی در بالا و سطح دیگر با مقدار حجمی کمتر پروپان و مواد اسفالتی بیشتر 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 می‌شودو بخارات پروپان دو باره در مبدل‌های حرارتی به مایع تبدیل شده و برای استفاده مجدد به مخازن مربوطه فرستاده می‌شوند. آنچه از پائین برج جداکننده بدست می‌آید پس از گرم شدن در کوره به برج عریان کننده دیگری فرستاده می‌شود و پروپان

جدا شده دراین مرحله نیزمورد استفاده مجدد قرار می‌گیرد، مواد اسفالتی نیزبرای عملیات بعدی به پالایشگاه پس فرستاده می‌شود.

استخراج مواد اروماتیک

وجودمواداروماتیک موجوددرروغن باعث می شودشاخص گرانروی روغن کاهش پیداکندوپایداری وثبات وکیفیت ان کم شودونهایتاروغن خاصیت روغنکاری مناسب راندانشته باشدپس بایداین مواد از روغن جدا شود. درحال حاضرسه نوع فرایندپالایشی برای جداکردن اروماتیک هاازروغن وجوددارد:

۱- استخراج مواداروماتیک باحلال.

۲- تصفیه بااسیدسولفوریک وجداسازی مواد.

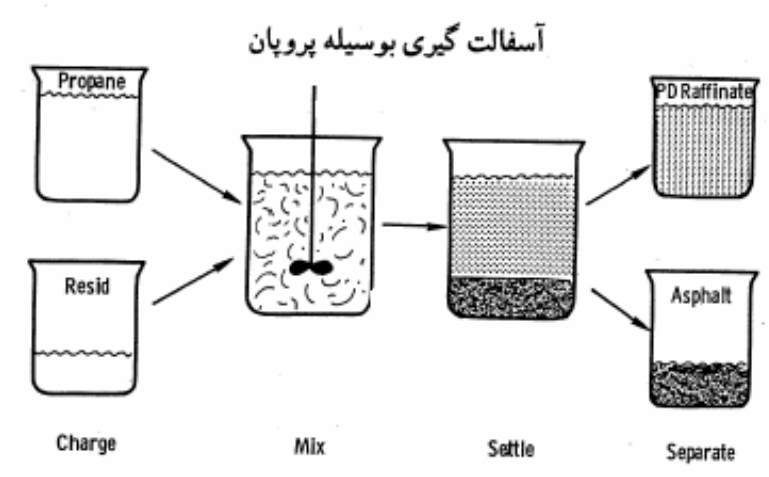
۳- عملیات هیدروژنه کردن.

استخراج مواداروماتیک موجوددرروغن بااستفاده ازحلال فورفورال

جداکردن مواداسفالتی باحلال یک عمل فیزیکی است ودرجه حرارت مهمترین عامل کنترل جداکردن مواداسفالتی است. برای جداکردن مواد اروماتبکی ازروغن از دستگاه جدا کننده, با مایع فورفورال Ferfuraldehyde با فرمول شیمیائی $C_5H_4O_2$استفاده می‌شود .ترکیبات اروماتیکی که در مقابل عمل اکسیداسیون مقاومت ندارند و تشکیل لجن می‌دهند از این طریق ازروغن خارج می شوند .

معمول ترین حلال های مورداستفاده دراین روش عبارتندازفنل, فورفورال ودی اکسید گوگردکه از میان این حلال ها حلال فورفورال بطوروسیع تری برای تصفیه روغن های پارافینی مورداستفاده قرار می گیرد در این فرآیند مقداری فورفورال با خوراک ورودیLube Cut درمخزن مربوطه باهم توسط میکسرمخلوط می شوند و برای مدتی این مخلوط ثابت باقی می‌ماند.ازاختلاط فورفورال و روغن دوفاز مختلف تشکیل می شود یک سطح در حلال حل نمی‌شود و نسبتاً از روغن غنی است و به اسم رافینیت نامیده می‌شود و سطح دیگر که از حلال غنی است که اکستراکت Furfural Extract نامیده می‌شود و حامل آروماتیکها، نفتینها و مواد کربنی و ..... است. مسئله جدا کردن مواداروماتیک توسط حلال‌ها را می‌توان به جدا کردن را فینیت و اکستراکت خلاصه کرد. فازی که شامل مواد آروماتیک است دارای رنگ تیره بوده و فاز دیگر که به رافینیت معروف است دارای رنگ روشن می‌باشد. رافینیت به دست آمده از این مرحله که جهت ساخت روغن پایه از آن استفاده می‌شود، دارای مقاومت حرارتی و اکسیداسیون خوبی بوده و شاخص گرانروی آن نیز نسبت به خوراک ورودی به ستون بسیار بالاتر می‌باشد.

درشکل زیرشمای ساده ای ازاسفالت گیری اززوغن بااستفاده ازمایع پروپان نشان داده شده است.

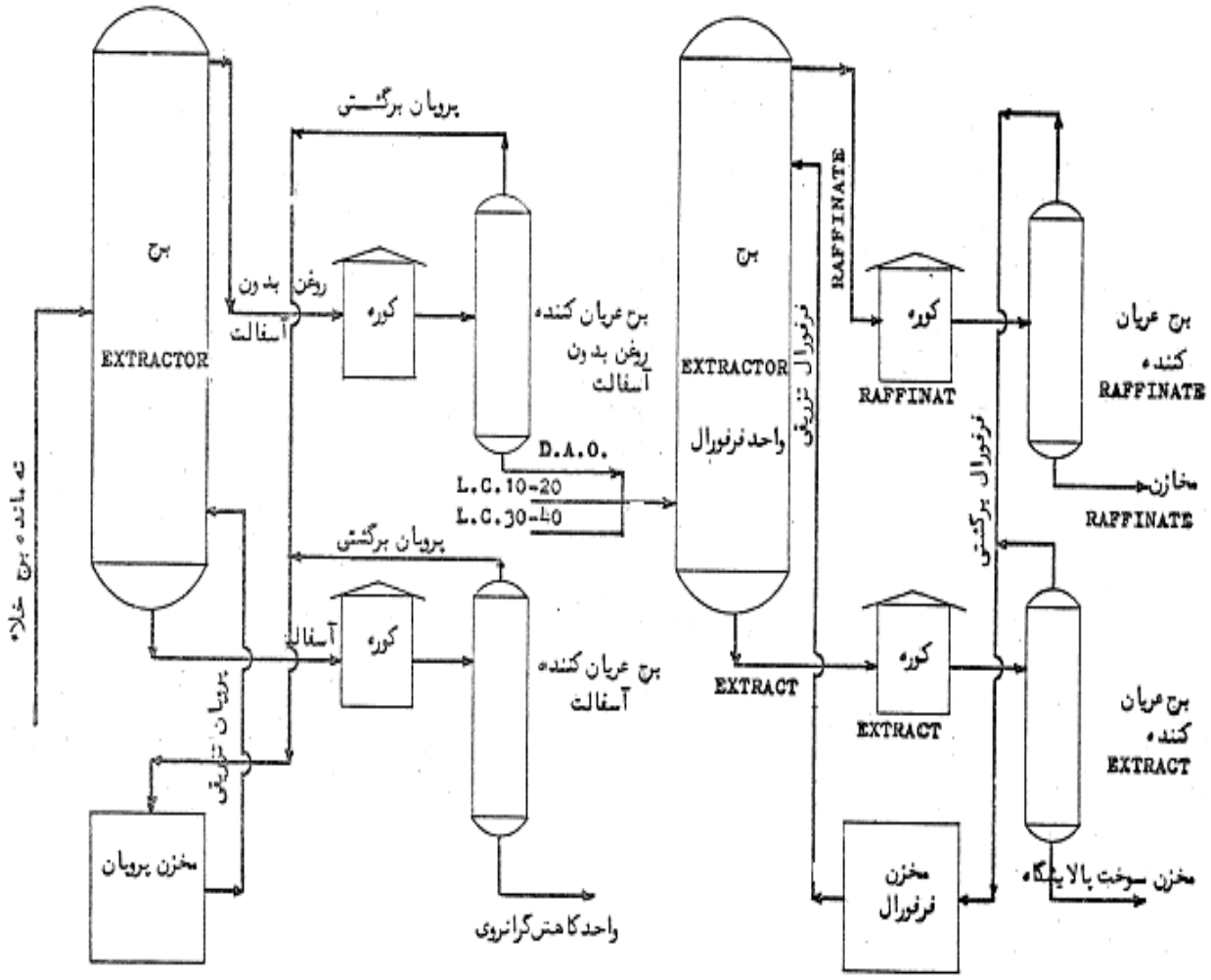


اصول کار به این صورت است که خوراکLube Cut از قسمت میانی ستون استخراج و فورفورال نیز از قسمت فوقانی وارد ستون می‌شوند. اختلاف دانسیته بین فورفورال و خوراک باعث می‌شود که این دو ماده در خلاف جهت یکدیگر حرکت کرده، در نتیجه به خوبی با یکدیگر تماس پیداکنند و مخلوط شوند. حلال فورفورال مواد آروماتیک را در خود 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 شدن مجددواردبرج عریان کنندهStripperمی شودوبه وسیله ایجادخلا وبخاراب سوپرهیت حتی مقادیرجزئی فورفورال نیز از روغن جدامی شود. فازاکستراکت که درفورفورال حل می شودتاکمی بالاترازنقطه جوش فورفورال گرم می شودوواردL.P Flash Tower می شود.دراین برج قسمت زیادی ازفورفورال بصورت بخارازبالای برج خارج می شود ومجددپس ازگرم شدن دوباره واردبرجH.P-Flash Towerکه تحت فشار ۲۰تا۳۵ پوندبراینچ مربع فشاراست واردمی گردد, دراین برج مقادیرزیاد فورفورال ازبالای برج خارج می شودواکستراکتی که هنوزمقدارکمی فورفورال دران وجوددارداز‌پایین خارج می شود ووارد برج Flash Stripperکه درشرایط خلا قراردارد‌می گرددواخرین قطرات فورفورال نیزازان جدامی شوندوفورفورال حاصل ازبرجFlash Tower درمخزن خاصی جمع اوری می شودودوباره برای تغذیه به برج اختلاط وجداسازی اکستراکت اماده می شود.

www.mohandesyar.com

درشکل زیرشمائی ازمراحل فوق نشان داده شده است.



واحد تصفیه روغن در زمان‌های مختلف، ممکن است از خوراک‌های مختلف استفاده نماید. به عنوان 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 خلاء به دست می‌آیند نیز کار می‌کند. هریک از این محصولات دارای شرایط کارکرد خاص خود می‌باشند. وقتی یک برش روغنی به واحد فورفورال فرستاده می‌شود، برش‌های دیگر باید ذخیره شوند تا پس از اتمام عملیات بر روی برش 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 اروماتیکی ازروغن پایه

۱- 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 مواداروماتیکی به وسیله فورفورال روی خواص فیزیکی روغن می‌گذارند،شامل بالا بردن شاخص گرانروی روغن ، باعث بالا رفتن مقاومت روغن در برابر اکسید اسیون از نظر خواص شیمیایی حرارت است.

شاخص گرانروی یکی از معیارهایی است که مشخص می‌کند آیا عملیات در واحد استخراج به وسیله فورفورال به درستی انجام گرفته یا خیر. همه روزه با نمونه‌گیری از محصولات به دست آمده از این واحد و اندازه‌گیری شاخص گرانروی آنها صحت عملیات مورد بررسی قرار می‌گیرد.

عملیات موم گیری Dewaxing ازروغن پایه

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.

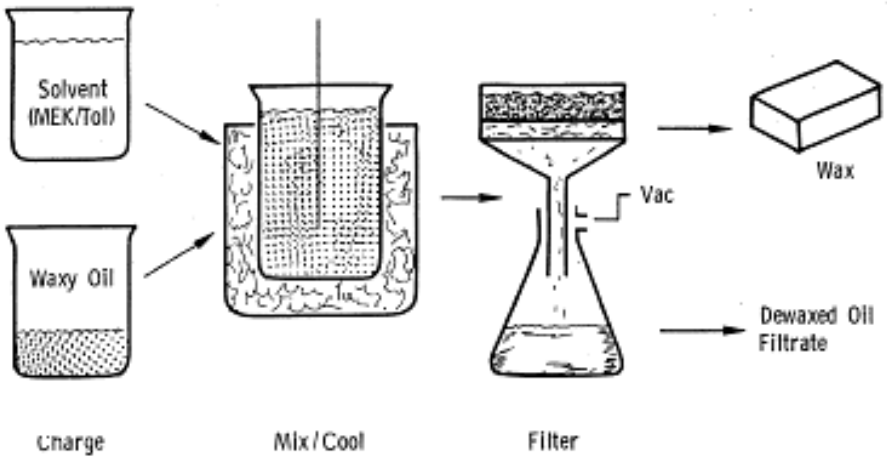
روغن‌های روان‌کننده تصفیه نشده دارای نقطه ریزش متغیر می‌باشند. روغن‌های با پایه پارافینیک، قبل از عمل واکس‌گیری دارای نقطه ریزشی حدود ^{o}c ۲۷ـ٤۹ می‌باشند، در حالی که نقطه ریزش روغن‌های با پایه نفتنیک حدود ^{o}c ۱۸- و حتی کمتر می‌باشد

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 پارافین‌هادرانها 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 **MEK**وحلال 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.

نتایج حاصل ازعملیات موم‌گیری 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 ایندکه به سادگی قابل صاف کردن هستند.

حلال‌های دستگاه موم‌گیری عبارتند از:

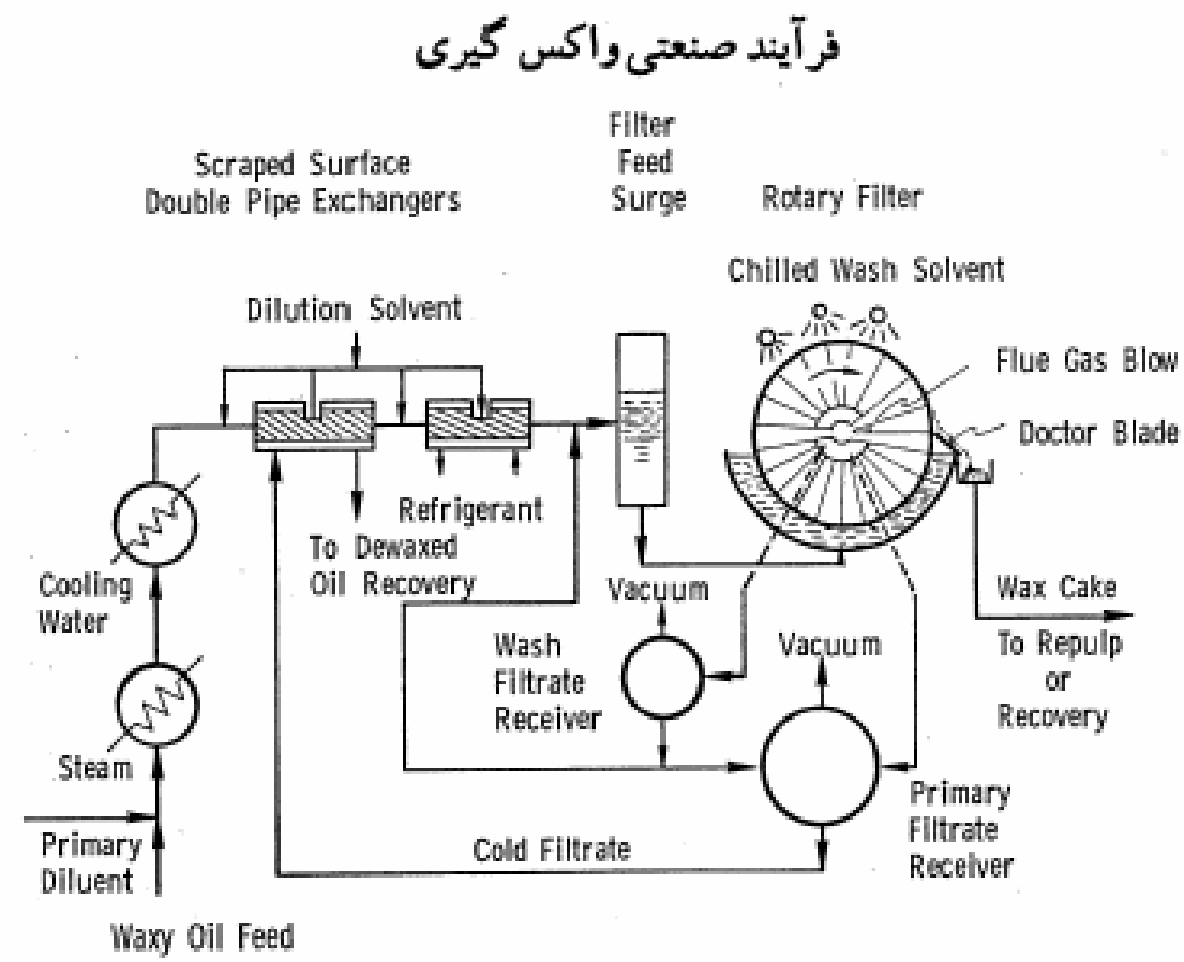
۱-M.E.K (میتل ـ ایتل ـ کیتن)C2H5COCH3

۲-BENZENE (بنزن) C6H6

۳-TOLUENE (تولوئن) C6H5CH3

این حلال‌ها به نسبت تعیین شده باروغن مخلوط می شوندوباعث رسوب موم‌های موجوددرروغن می شوندوباعث می شود روغن مقدار بسیار کمی از موم را در درجه حرارت پایین در خودنگه دارد.

درشکل زیر فرآیندموم گیری نشان داده شده است.



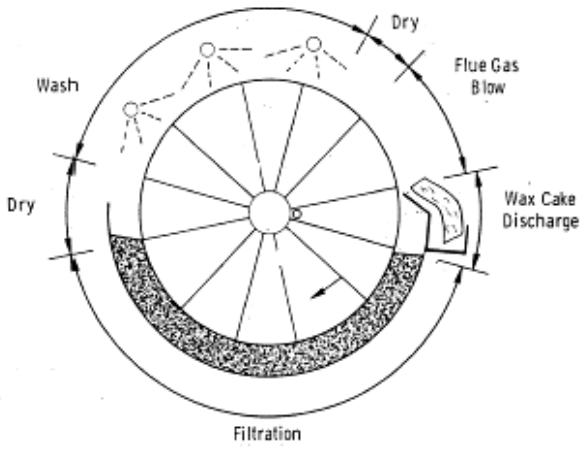
مراحل عملی موم گیری به این صورت است که رافینیت بدست امده ازواحدفورفورال که دارای واکس می‌باشد،ابتدا با حلال MEK و تولوئن مخلوط می‌شودوتوسط بخاراب گرم می شودتاواکس موجوددران ازحالت کلوئیدی خارج شودوسپس انرا سردمی کنند.عملیات سردشدن ابتداءِ بوسیله جریان آب سرد، سپس با محصولات سردبدست آمده از عمل واکس‌گیری ودرمبدل های حرارتی منتهی به چیلرهاانجام می شود.

سردکردن نهایی بوسیله پروپان مایع ودرمبدل های حرارتی(چیلرها) مخصوص این کارانجام می شود.وقتی که روغن وحلال درمبدل های حرارتی سردمی شوندودمای ان تامنفی۲۱درجه سا نتیگر اد کاهش پیدامی کند(دمای ان باتنظیم مقدارپروپان ورودی به چیلرتنظیم می شود)کریستال های موم تشکیل شده درجداره لوله های مبدل های حرارتی جمع می شوندکه موجب کاهش انتقال حرارت وگرفتگی لوله هاخواهندشد.برای این منظورازمبدل های حرارتی خاصی به نامDouble Pipe Heat Exchangerاستفاده می شودکه ازدولوله داخل هم تشکیل شده است.درلوله داخلی مخلوط روغن وحلال جریان دارد و مجهزبه تیغه های گردانی است

که موم هاراازجداره داخلی لوله می تراشد تا باعث افزایش نرخ تبادل حرارت گرددودرلوله بیرونی مواد سرد کننده (پروپان مایع)جریان دارد.

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 ان 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 ان پاشیده می شودبه سیستم خلا(ورودی کمپرسورگازپروپان)متصل است وپس ازان 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 ان 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



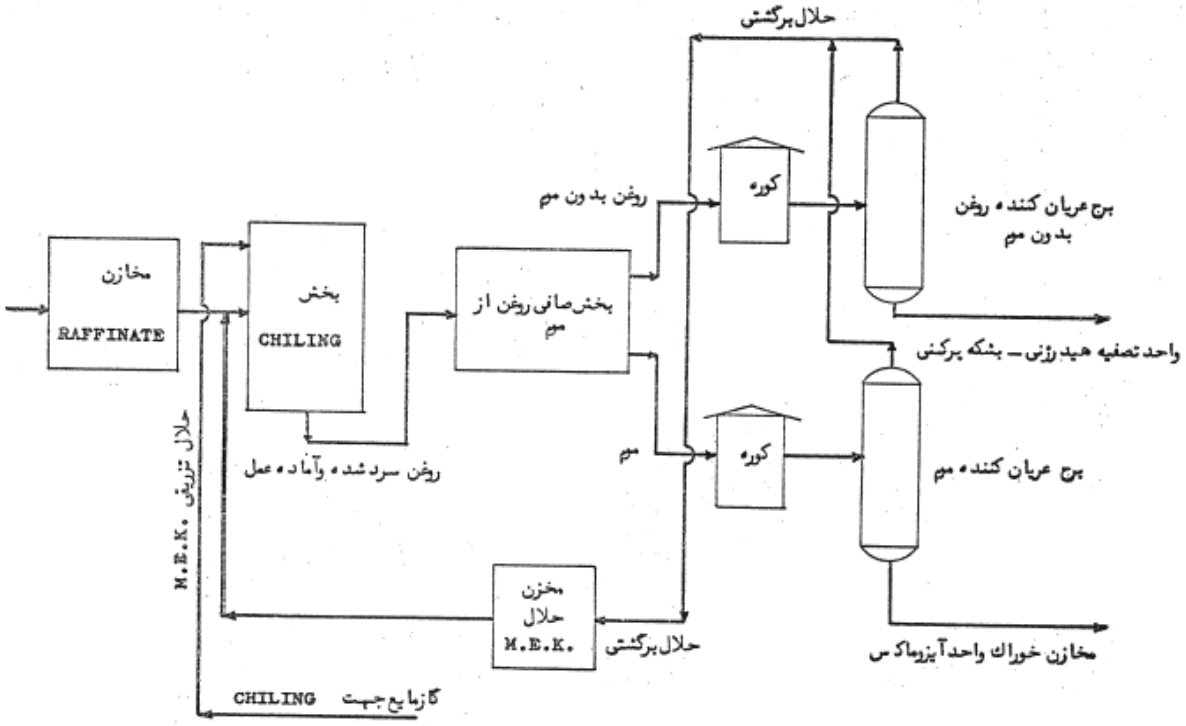
مخلوط حلال وروغن پس ازخروج ازمبدل های حرارتی وگرم شدن برای جداسازی حلال به برج LP.Flash Towerکه فشاران درحدودفشارجواست منتقل می شود.دراین برج مقداری ازحلال موجوددرروغن بخارمی شودوازبالای برج خارج می شودوپس ازتبادل حرارت درمبدل های حرارتی خنک وبه مایع تبدیل می شود سپس باقیمانده حلال وروغن پس ازگرم شدن مجددبه برج HP.Flash Towerکه فشارش حدوددوباراست

منتقل می شودومجدداروغنی که هنوزدارای مقدارکمی حلال است به وسیله بخاردربرج عریان کننده Stripper حلال ان 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 ان تبخیرودوباره درمبدل های حرارتی به مایع تبدیل می شودوباقیمانده حلال موجود در مخلوط حلال وموم نیزمشابه روغن بوسیله بخاراب ودربرج های عریان کننده ازموم جدامی شوند. مواد مومی به مخازن مربوطه فرستاده می‌شود که درصنایع زیردستی ازان برای تهیه انواع پارافین جامدومایع شمع وساخت مواداولیه انواع پمادها کرم ها موادارایشی و.....استفاده می شود.

ازانجائی 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 ازموارددنیزبه علت روش های نادرست فرایندازاین 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

برای جدا کردن بهتر و کامل‌تر موم متغیرهای عملیاتی 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 مقداراروغن 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.

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 نظیرگوگرد 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 بااب.

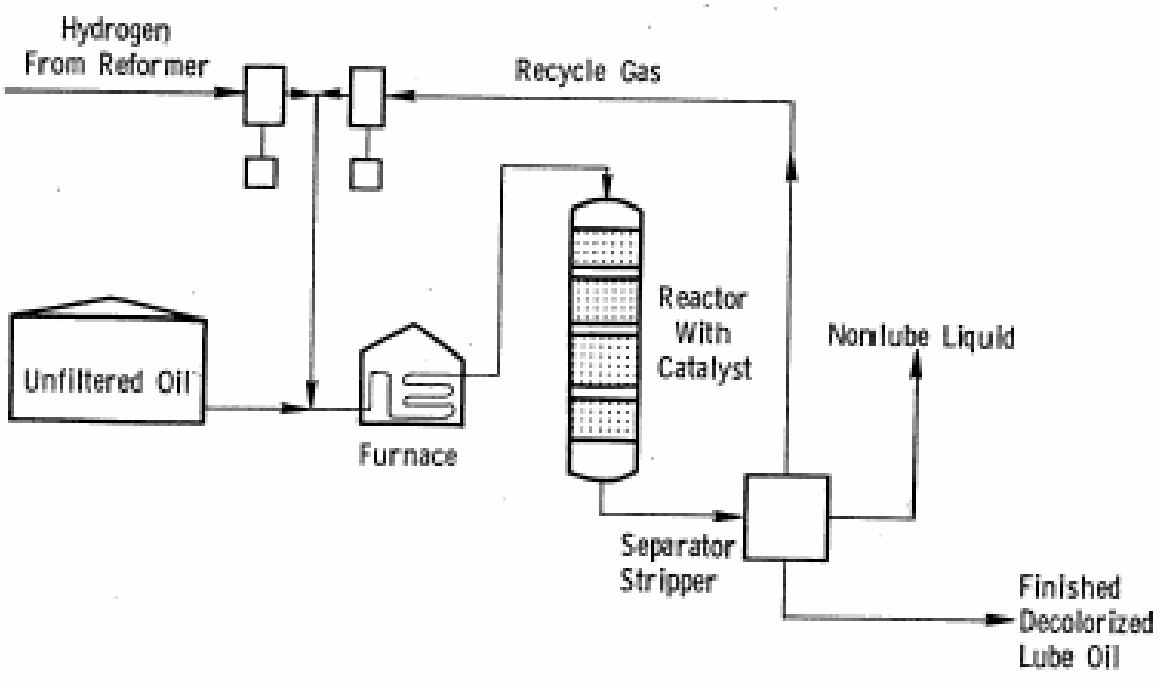
٤- اخرین ترکیبات نامطلوب حاصل ازفرایندهای جداسازی خارج می شود.

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

۶-باعث بالا رفتن مقاومت روغن در برابر اکسیداسیون می شوکد.

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 به مخازن مربوطه فرستاده می‌شود تا پس از مخلوط کردن با روغن های دیگر و اضافه نمودن مواد افزودنی طبق فرمول‌های مربوطه در اختیار مصرف‌کننده ها قرار گیرد.

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

۱-حلالیت این نوع روغن هابرای بعضی ازموادافزودنی کم می شودودرنتیجه تمامی موادافزودنی بطور کامل دراین روغن هاحل نمی شود.

۲-درروغن های حاصل ازروش تصفیه باحلال مقداری ترکیبات گوگردی درروغن باقی می ماندکه این ترکیبات بطورطبیعی دارای خاصیت ضداکسیداسیون وضدسایش هستندولی درروغن های حاصل ازروش هیدروکراکینگ ترکیبات گوگردی حذف می شوندوبرای ایجادپایداری حرارتی ومقاومت در برابراکسیداسیون باید موادافزودنی مناسب به انها اضافه نمود.

۳-به دلیل حذف کامل مواداروماتیک دراین روش نیازبه استفاده ازموادافزودنی موثرروی سیل هاکه باعث تورم واب بندی انهامی شودالزامی است.

باتوجه به مواردفوق درانتخاب یک روان کننده بایدنوع روغن پایه وروش تصفیه ان خصوصا در مواردی که روغن دارای کاربردغیرمعمول است درنظرگرفته شود.

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

فرآینددیگری که می توان ان را جایگزین عمل هیدروژناسیون نمود، استفاده از خاک‌های رنگ بر می باشد. در این فرآیند خاک رنگ بر که بسیار نرم می‌باشد، در درجه‌حرارت بالا با روغن مخلوط می‌شود. مواد ناپایدار و تیره رنگ موجود در روغن جذب خاک‌رنگ بر شده و سپس با فیلتر کردن 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.

خواص فیزیکی و شیمیایی روغن ها

خواص فیزیکی وشیمیایی وسیله 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 کارکردان 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 واتش 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- مقداراب Water Content

۱۲- نقطه انیلین 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- عناصر شیمیائی

۲۰- تمایل به ایجاد کف Foaming Tendency

۲۱- ضریب شکست Reflactive Index

۲۲- کشش سطحی Interfacial Tension

۲۳- خاصیت امولسیون ودمولسیون Emulsion&Demulsibility Characteristies

۲٤- قدرت عایق بودن Dielectric Strenght

۲۵- رقیق شدن Dilution

ذیلا به توضیح برخی از مواردمهم تران پرداخته می شود.

گرانروی Viscosity

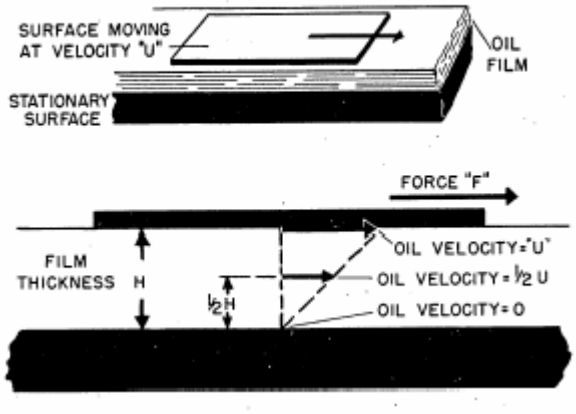
گرانروی یکی از مهمترین خواص روغن بوده که به شلی یاسفتی روغن مربوط می شود. به عبارت دیگربه مقاومت روغن در برابر جریان یافتن گرانروی یاویسکوزیته گفته می شودو یکی از مهمترین عوامل برای انتخاب صحیح روغن برای یک دستگاه است. از آن جایی که گرانروی عامل بسیار مهمی در روغن های صنعتی است، تمام مشخصات طراحی شده 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 (گریپاژکردن)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 مـؤثری داردو اثـر آب‌بنـدی Sealing Effect مقدار مصرف و کم شدن روغن در سیستم راکنترل می‌کند. آسـان روشـن شـدن ماشـین در هـوای 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 لایـه روغـن روی یک سطح ثابت دیگرکشیده می‌شود, نشان داده شده است. برای حرکت دادن قطعه باید نیرویی برابرF بکـار 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 روغـن اسـت. در نتیجـه نیـروی بکـار رفتـه بـرای حرکت بستگی به ضریب مقاومت داخلـی بـین دوسـطح (μ)کـه ناشـی ازروغـن اسـت، و بـه ان گرانـروی یاویسکوزیته گفته می شود دارد.

ازلحاظ ریاضی می توان ان 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 یـا گرانـروی دینامیـک Dynamic Viscosity مـی‌گوینـد. گرانـروی دینامیک فقط تابعی از اصطکاک داخلی مایع است،و یکی از اساسی‌ترین عوامل در محاسبات طراحـی یاتاقانهـا و جریان مایعات می‌باشد.

دررابطه فوق بعدویسکوزیته :

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

است که اگرTزمان برحسب ثانیه وطولL برحسـب سـانتیمتردرنظرگرفته شودویسـکوزیته برحسـب پـواز Poise بدست می ایدکه به واحد کوچکتران که یک صدم پویز (0.01Poise)سـانتی پـویزCentipoise اسـت 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 ان 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.

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

بعدان عبارتست از:

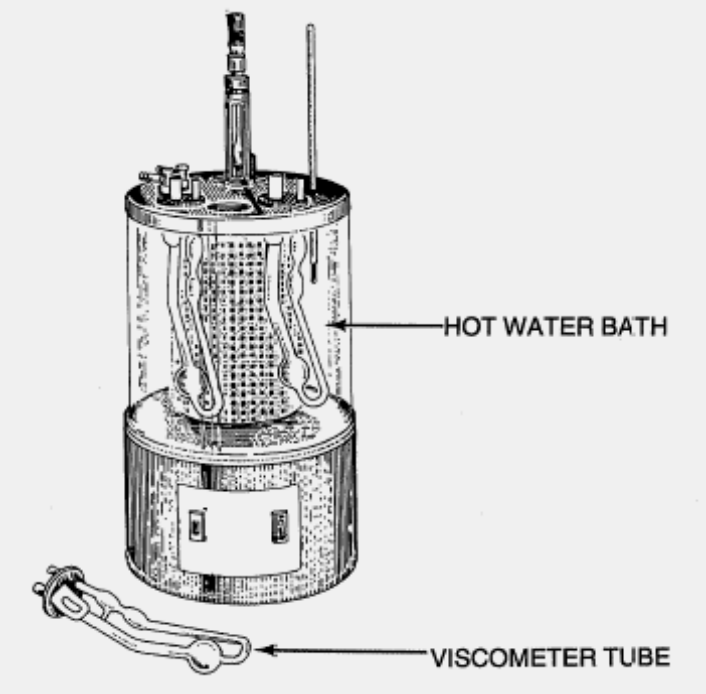
$$\frac{L^2}{T}$$

دررابطه فوق اگرطولL برحسب سانتیمتر وزمانT برحسب ثانیه باشدواحدگرانروی سینماتیک طبق قراردادبرحسب سانتیمترمربع برثانیه است که استوکStokeنامیده می شودوچون واحدان برای اندازه گیری های مهندسی ومسائل روانکاری زیاداست ازواحدهای کوچکتران 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 گرانـروی سـینماتیک فقـط تـابع زمـان است و اسان ترودقیق تراندازه گیری می شود درازمایشگاه نیزازاین پارامتراستفاده می شود.

برای اندازه گیری گرانروی سینماتیک ازدستگاه استانداردمخصوصی که شامل یک لوله موئینه که دارای یک اریفیس است و به ان 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 اید. هرچه زمان تخلیه روغن بیشترباشدمبین بالاتر بودن گرانروی ان است وبرعکس هرچه این زمان کمترباشدگرانروی پایین تراست.

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



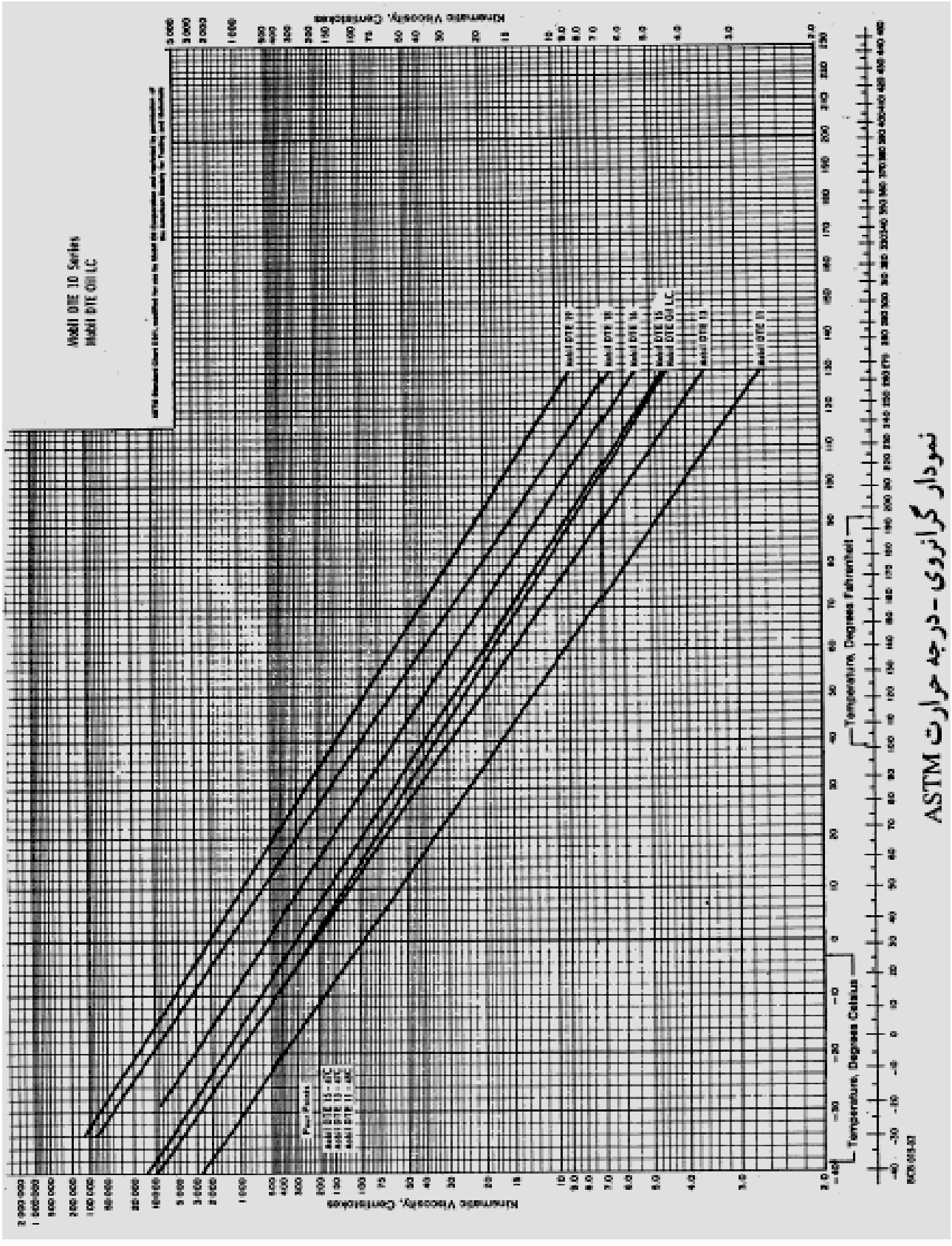
درازمایشگاه هامعمولاً گرانروی سینماتیکی دریک دمای معین(٤٠درجه سانتیگراد) اندازه‌گیری می‌شود و سپس با استفاده از جداول استاندارد گرانروی به سیستم‌های دیگر تیدیل می‌شود.

برای اندازه گیری ویسکوزیته دینامیکی ازیک عددسیلندروپیستون که پیستون باسرعت ثابتی درداخل سیلندرحرکت می کندوفاصله بین انهاباروغن 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

www.mohandesyar.com

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



www.mohandesyar.com

سیستم‌های دیگر گرانروی که کاربرد زیادی نیزبرای اندازه گیری گرانروی روغن دارند عبارتند از سای بولت Saybolt و Redwood وانگلر Engler که درجداول زیرنحوه ارتباط بین انهانشان 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 گرانرویViscosity 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 راباندازه گیری گرانروی ان دردودمای۴۰و۱۰۰درجه سانتیگرادومقایسه این گرانروی هاباگرانروی دوعددروغن مبناکه به ترتیب دارای شاخص گرانروی صفروصدمی باشند وهردوی انهادر۱۰۰درجه سانتی گراددارای گرانروی برابرباگرانروی روغن موردازمایش 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 ان صد فرض می شود.

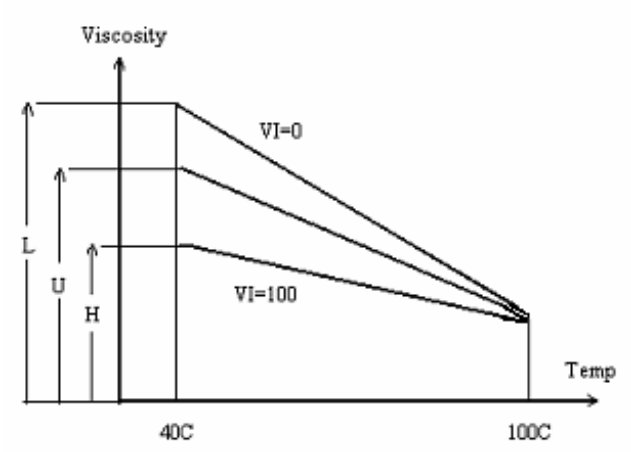
ب-روغن مبنائی که از نفت خام Texas به دست می‌آید و شاخص گرانروی V.I ان صفرفرض می شود.

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 شده ا ند توسط ASTM تهیه شده، محاسبه می‌شود.

برای محاسبه شاخص گرانرویV.Iبااستفاده ازجداول استانداردبه روش زیرعمل می شود:

۱-گرانروی روغن موردازمایش ان دردودرجه ۴۰ و ۱۰۰ درجه سانتیگراداندازه گیری می شود

۲-بامراجعه به جدول D2270اعدادمتناظرگرانروی 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 دران:

U= گرانروی روغن مورد آزمایش در٤٠ درجه سانتیگراد

L= گرنروی روغن دارای V.I صفر در٤٠ درجه سانتیگراد

H=گرانروی روغن دارای V.I صد در٤٠ درجه سانتیگراد

بطورمثال:اگر گرانروی روغنی در٤٠درجه سانتیگرادبرابرCst ۳۵گرانـروی ان در۱۰۰درجـه سـانتیگراد Cst ۵/۲باشد شاخص گرانروی ان رامحاسبه کنید.

بااستفاده ازجدول زیربراساس ویسکوزیتهCst ۳۵ دردمای ٤٠درجه سانتیگراد٤۳/۷۶=L وبراسـاس گرانـروی در۱۰۰درجه سانتیگراد ۳۰/٤۳ =Hبدست می اید.حال:

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

که شاخص گرانروی روغن موردنظر۶۵/۷بدست می اید.

www.mohandesyar.com

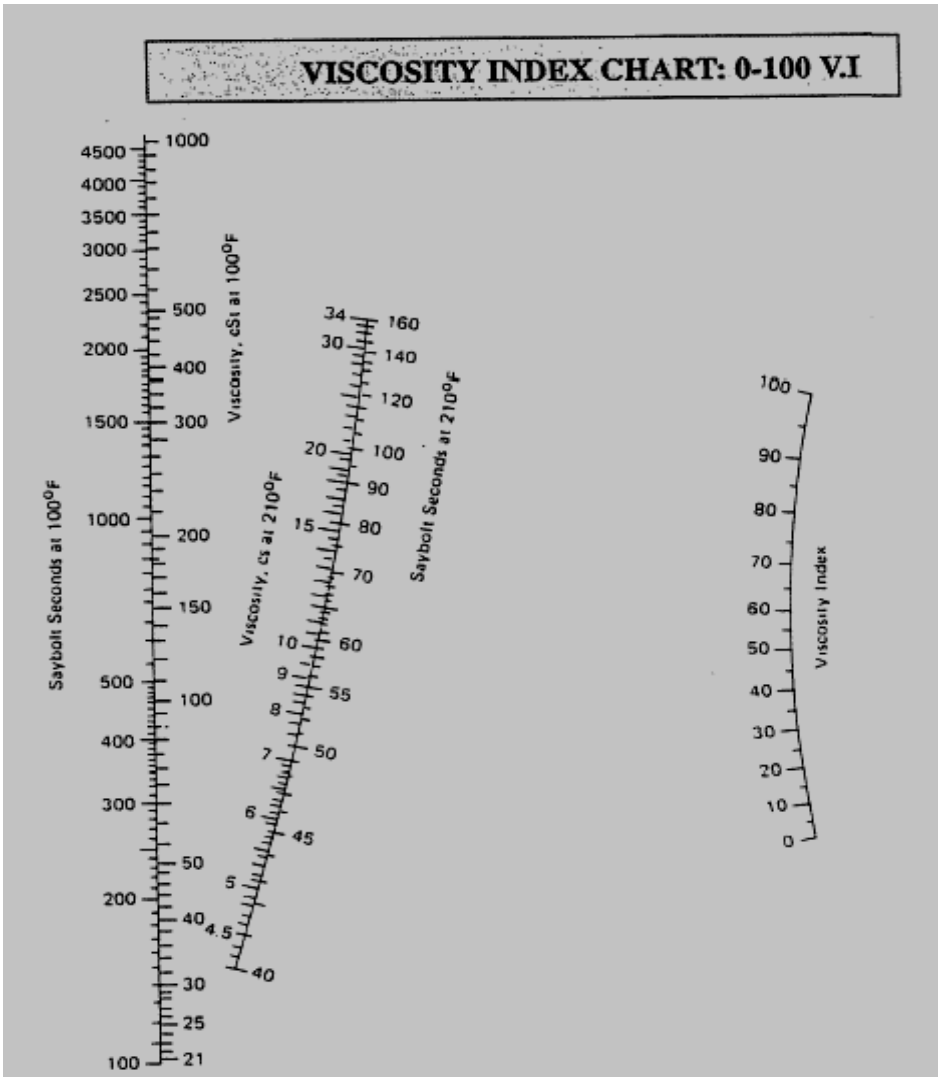
Basic Values for L and H for Kinematic Viscosity in 40–100°C System

Kinematic Viscosity at 100°C, cSt (mm²/s)	L	H	Kinematic Viscosity at 100°C, cSt (mm²/s)	L	H	Kinematic Viscosity at 100°C, cSt (mm²/s)	L	H	Kinematic Viscosity at 100°C, cSt (mm²/s)	L	H	Kinematic Viscosity at 100°C, cSt (mm²/s)	L	H	Kinematic Viscosity at 100°C, cSt (mm²/s)	L	H
2.00	7.994	6.394	7.00	78.00	48.57	12.0	201.9	118.0	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.

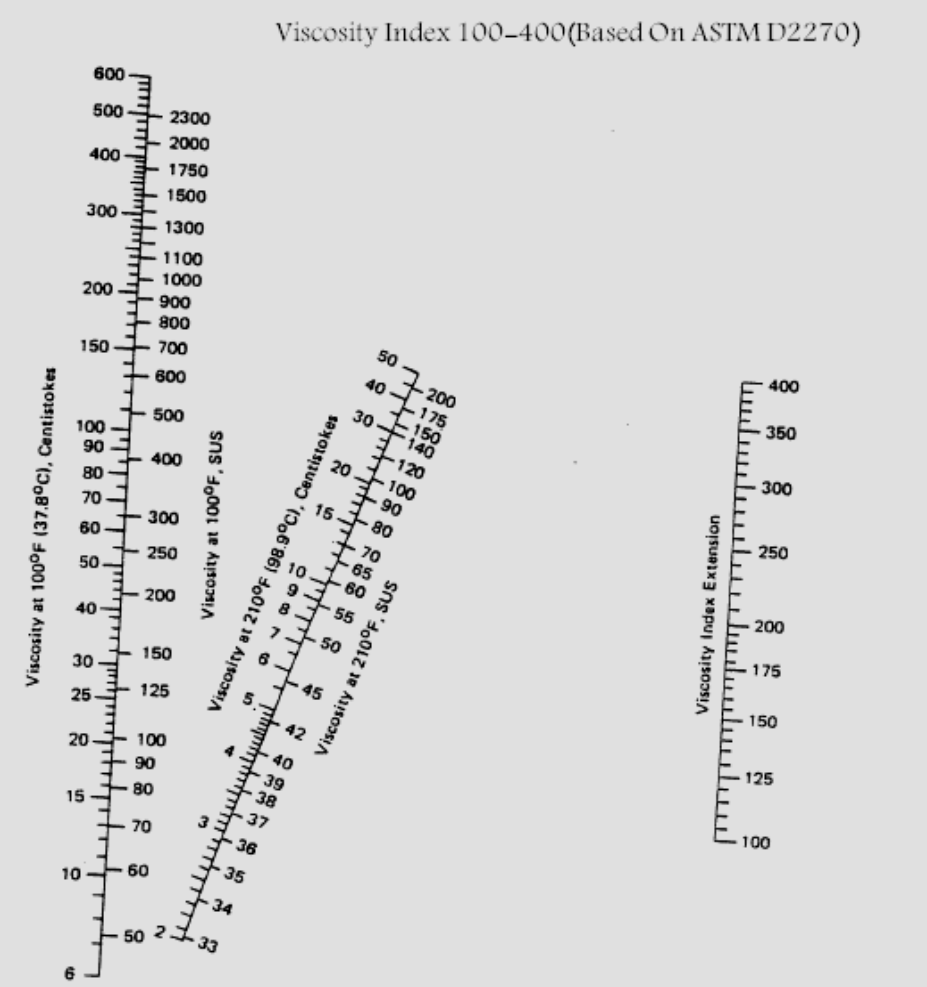
برای بدست اوردن سریع شاخص گرانروی از نموگراف هائی که برای این منظورتهیه شده است نیز می توان استفاده کرد.

برای پیداکردن شاخص گرانروی روغن هایی که شاخص گرانروی انهابین صفرتاصدباشدازنموگراف زیراستفاده می شود.



روش کاربه این صورت است که بااندازه 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 ٣٠٠°F (برای بیشتر روغن‌های روان کننده) رسم شود. زیرا در خارج از این دو محدوده ممکن است خط بصورت مستقیم نباشد.

برای بدست اوردن شاخص گرانروی روغن هائی که شاخص گرانروی انهابین 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.

از آنجائی 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.

اندازه گیری نقطه ریزش

برای اندازه گیری نقطه ریزش ازروش استانداردASTM D97استفاده می شودطبق این روش مقدار مشخصی روغن درداخل یک لوله ازمایش مخصوص ریخته می شودو بصورت عمودی دریک حمام سرد روغن قرارداده می شودتادرجه حرارت ان کاهش یابدسپس دردرجه حرارت های مختلف لوله ازمایش بیرون اورده 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 ازمایش اندازه گیری نقطه ریزش است وپایین ترین دمائی است که نمونه روغن موجوددرلوله ازمایش 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.

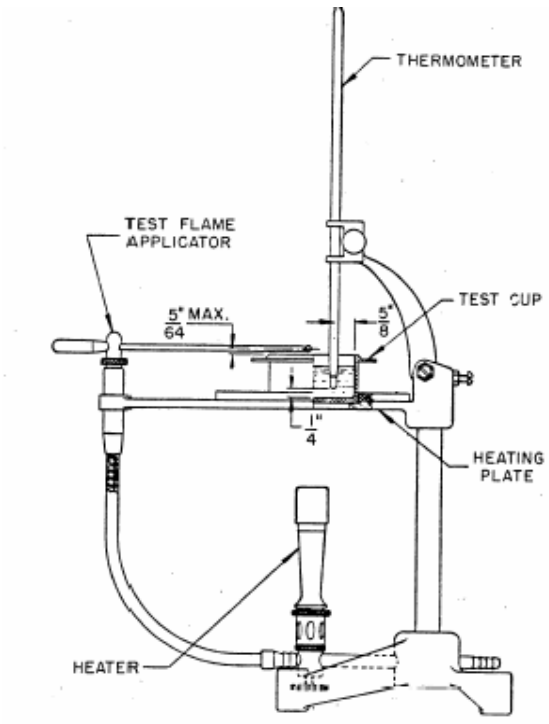
نقطه اشتعال روغن‌های نو، با تغییر گرانروی تغییر می‌کندو معمولاً روغن‌های با پایه نفتنیک که دارای گرانروی بالا هستند، نسبت به روغن‌های با پایه پارافینیک(با گرانروی‌های یکسان)، دارای نقطه اشتعال پایین‌تری می‌باشند.

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 انها به مولکول‌های کوچک‌تر با نقطه اشتعال پایین‌تر خواهدشد.

اندازه‌گیری نقطه اشتعال

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



ظرف روباز کلیولند برای اندازه گیری نقطه اشتعال.

معمولا نقطه اشتعال روغن های روان کننده انقدربالا هست که اتش سوزی انهااسان 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.

چگالی Density

چگالی یا دانسیته روغن عبارت ازوزن واحد حجم آن در درجه حرارت استاندارد است.وواحدان 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.

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

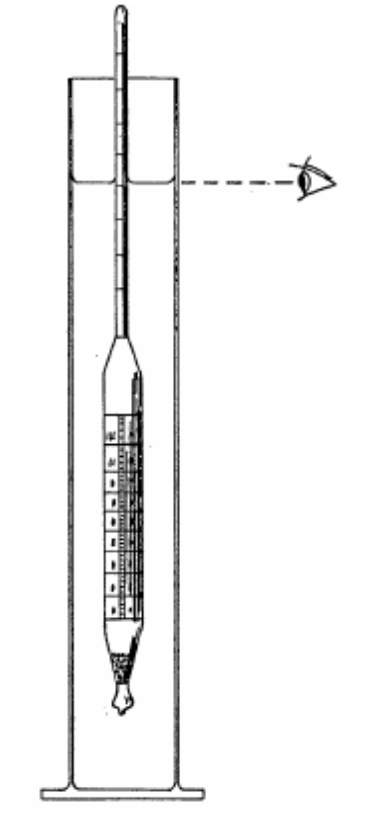
بر اساس معادله فوق هرچه وزن مخصوص بیشتر باشد چگالی API کمتر خواهد شد. دانسیته و چگالی هر دو تابع درجه حرارت می‌باشند و باید در یک درجه حرارت کنترل شده اندازه‌گیری شوند. ولی با استفاده از جداول خاص می‌توان مقادیر اندازه‌گیری شده را به مقدار استاندارد(دانسیته و چگالی در درجه حرارت استاندارد) تبدیل نمود.

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 ان 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 روغنOil 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،(اززروشن 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 ان که از لحاظ رنگ بسیارمتنوع هستندبستگی داردولی بااین وجودرنگ روغن هااندازه گیری می شودزیرااولا بسیاری ازتولیدکنندگان برای شناساندن روغن خود به ان رنگ خاصی رااضافه می کنند و ثانیا در کارخانجات روغن سازی درضمن عملیات پالایش اختلاط ومظروف کردن روغن رنگ یکی ازتست های اسان وسریع برای کنترل نمودن یکنواختی تولید است چون یک بارکه ترکیب یک نمونه روغن معین می شودرنگ ان 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 انهانتیجه 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 انهامی 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.

ماده افزودنی پاک کننده	٪۶۲
ماده افزودنی متفرق کننده	٪۲۰
ماده افزودنی ضدسایش	٪۹
بهبوددهنده خواص اصطکاکی	٪۴
ماده افزودنی ضداکسیداسیون	٪۳
ماده افزودنی پایین آورنده نقطه ریزش	٪۵/۹
ماده افزودنی ضدخوردگی	٪۰/۹
ماده افزودنی دی‌مولی فایر	٪۰/۱
ماده افزودنی ضدکف	٪۰/۱

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 فوق یک نمونه روغن موتور SAE 15W 40، با سطح مرغوبیت API CE و درصدانواع مواد افزودنی موجوددران 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.

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 اوردن 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 ازمایشگاهی وموتوری بسیارپیشرفته ای دارندوحتی همکاری های خیلی نزدیکی باشرکت های سازنده اتومبیل وماشین الات دارندوبرنامه های ساخت موادافزودنی انهاپابه 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 انهاهم خوانی لازم راداردبرای انهاتهیه نمایندوپس ازانجام تست های موتوری متعددی که باروغن های ساخته شده انجام می دهندموادافزودنی باکیفیت ودرصدمناسب خودرابه انهاارائه 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 اگزوزانهااست باکاتالیست های موجوددرانهاواردواکنش شود و باعث عدم کارائی ان 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 تولیدNO2می شودکه می تواندباملکول 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.

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 انهاپرداخته 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-موادضدخوردگی 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 ان بالاتراست.بطورمثال روغن موردنیازبرای موتورهای دیزلی سوپرشارژیاتوربوشارژحتمابایدبالاترازده باشد

موادپاک کننده شامل ترکیبات الی فلزی فناتها سولفونات هاوفسفونات های کلسیم باریم ومنیزیم هستند.خاصیت قلیائی انهاباعث خنثی شدن اسیدهای موجوددرروغن می شودوازخوردگی ممانعت می کنند وازطرف دیگربالجن هاورسوبات واکنش انجام می دهندوانهاراخنثی ودرروغن حل می کنندوازانجابیرون می برند.بعضی ازانواع پاک کننده هانیزباعث باردارکردن الودگی های موجوددرروغن ونهایتا دفع شدن الودگی هاازیکدیگرونتیجتا ازتجمع انهاوایجادلجن جلوگیری می کنند. از ان 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 شوندواین مواددارای دوخاصیت هستنداول این که ازطریق سرقطبی خود الودگی هاراجذب نموده

باحل کردن اسیدهای موجوددرروغن خوردگی راکنترل می کنندهمچنین باعث معلق نگه داشتن الودگی ها ذرات کربنی ولجن هامی شوندوازایجادرسوب 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 می‌باشندو بر خلاف مواد افزودنی پاک کننده، این مواد غیر فلزی بوده و در نتیجه در اثر سوختن، تولید خاکستر نمی کنند. باید توجه داشت که بسیاری از فیلترها توانایی جداسازی ذرات با اندازه کمتر از ۱۰ میکرون را دارا نمی باشند

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

به عنوان نمونه از مواد متفرق‌کننده Ashless Dispersantپلیمری بدون فلز که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توان از ساکسین ایمیدهای پلیمری Succinimides، مواد حاصل از واکنش بین الفین‌ها و P2S5، پلی‌استرها و بنزیل آمیدهاBenzylamides تیوفسفونات ها-الکیل ساکسینمید ها وکمپلکس های الی شامل ترکیبات نیتروژن وپلیمرهارا.نام برد.

ساختمان اصلی این مواداز هیدروکربور های بلند زنجیری تشکیل شده که ابتدا اسیدی شده و سپس 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- 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 اروماتیک می باشندونحوه عملکردانهابه این صورت است که پراکسیدهاراتجزیه می کنندورادیکال های ازادراازبین 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 شودوورودواین 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 ان 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 گرانرویVI-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 50 SAE 20.W ، 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 کریستالهای 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 اورنده نقطه ریزشPour Point Depresant

افزایش این مواد 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 انهاکه 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 ان 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 ان 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.

در مواقعی که روغن تحت شرایط بار و درجه حرارت زیاد قرار می 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 می‌گیرند.

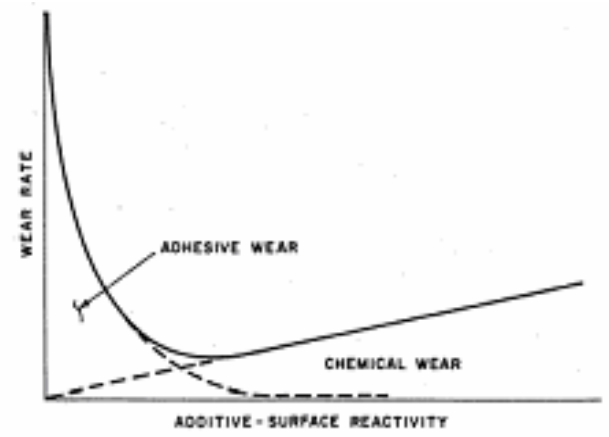
الف ـ مواد کاهش سائیدگی و اصطکاک Mild Wear And Friction Reduction Additive

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.

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



تعادل بین سائیدگی در اثر چسبندگی و شیمیایی

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 Pressureاستفاده 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.

علل اضمحلال روغن ها

روغن های روانکاری معمولا به دودلیل خواص خودراازدست می دهند:

۱-الودگی ها.

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

الودگی هامهمترین عامل ایجادسائیدگی هاهستندومنابع ان 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 الودگی 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 الودگی هاافزوده می شودوتجمع انهاباعث 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 ان را تعویض نمود.بعضی ازموادافزودنی دراثربالارفتن درجه حرارت ممکن است تبخیرشوندیاساختمان مولکولی انهاشکسته شودوباوجودحرارت والودگی 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 ان خاصیت مورد نظر(ازقبیل کاهش اثربازدارندگی از اکسیداسیون زنگ زدگی ضدسائیدگی و.....)راازدست می دهد و قادربه انجام وظیفه وظیفه محوله نمی باشد.

طبقه بندی روغن های روان کننده

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

۱- طبقه بندی براساس گرانروی Viscosity

۲- طبقه بندی براساس سطح کیفیت و کارائی 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 ان 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 ان 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 کاربردانهادارد و شامل:

۱-روغن های موتور

۲-روغن های دنده

۳- روغن های توربین و....

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

طبقه بندی روغن های موتوربراساس گرانروی درسیستمSAE

انجمن مهندسین موتوردرامریکاSociety of Automotive Engineersیابطورمخفف 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.

SAE J300 Viscosity Grades For Engine Oils

SAE Viscosity Grade	Low Temperature (°C) Cranking Viscosity cP Max.	Low Temperature (°C) Pumping Viscosity cP Max. With No Yeild Stress	Kinematic Viscosity (cSt) at 100° C Min.	Kinematic Viscosity (cSt) at 100° C Min.	High Shear Viscosity (cP) at 150° C Min and 10 s Min.
0W	3250 at-30	60 000 at-40	3.8	-	-
5W	3500 at-25	60 000 at-35	3.8	-	-
10W	3500 at-20	60 000 at-30	4.1	-	-
15W	3500 at-15	60 000 at-25	5.6	-	-
20W	4500 at-10	60 000 at-20	5.6	-	-
25W	6000 at-5	60 000 at-15	9.3	-	-
20	-	-	5.6	<9.3	2.6
30	-	-	9.3	<16.3	2.9
40	-	-	12.5	<16.3	2.9(0W-40,5W-40 and 10W-40 grades)
40	-	-	12.5	<16.3	3.7(5W-40,20W-40, 25W-40,40 grades)
50	-	-	16.3	<21.9	3.7
50	-	-	21.9	<26.1	3.7

All values are critical specifications as diffined by ASTM D 3244.
1 cP = 1 mPa.s ; 1 cSt = 1 mm s
Notes:
(1) ASTM D 5293
(2) ASTM D 4684, Note the presence of any yeild stress detectable by this method constutes a failure regardless od viscosity.
(3) ASTM D 445
(4) ASTM D 4683, CEC L-36-A-90 (ASTM D 4771).

www.mohandesyar.com

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 پسوندW 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.

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

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

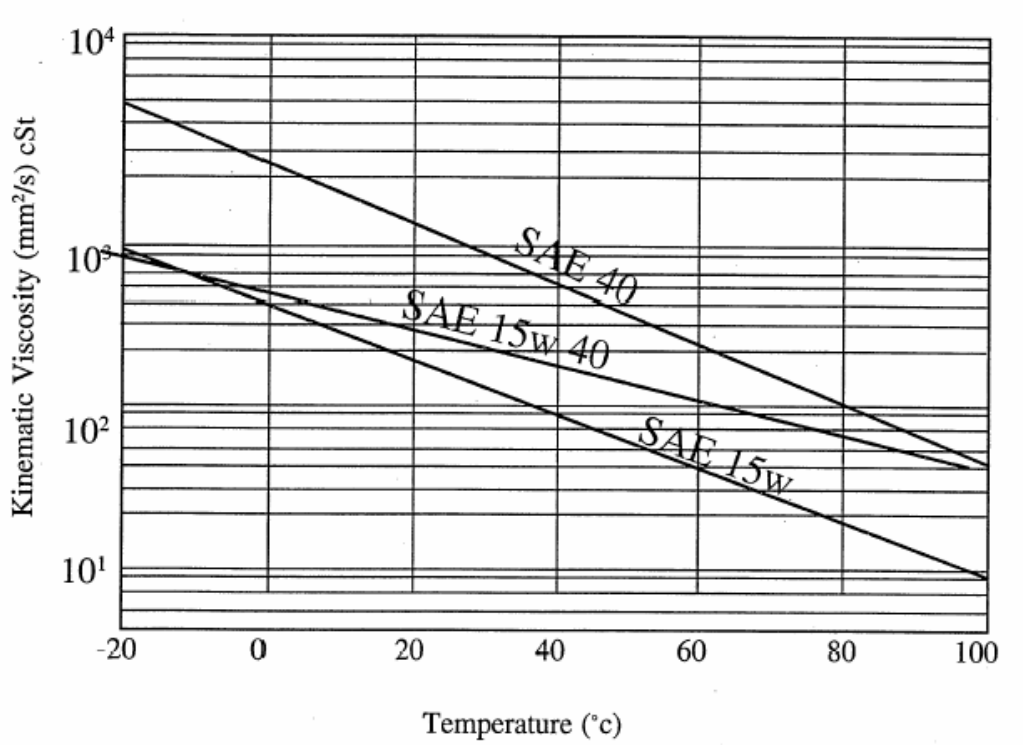
روغن های چنددرجه ایMultigrade

این روغن هابه دلیل داشتن موادافزودنی خاص درسرما(هنگام استارت موتور)مثل روغن های با گرانروی پایین(۱۰و۲۰) عمل می کنندوباگرم شدن موتورگرانروی انهابه حدگرانروی روغن های با گرانروی بالاتر

(٤٠تا٥٠)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$-18^{\circ}C$مانندروغن SAE10W عمل می کندامادردرجه حرارت c ْ١٠٠ 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

١- امکان استفاده ازیک روغن برای تمام طول سال.

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

٣- راندمان خوب دردرجه حرارت بالا.

٤- کم شدن مصرف سوخت.

٥- گرم شدن سریع روغن وبالارفتن سریع درجه حرارت.

ازانجائی که حدود٨٠درصدسائیدگی 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

www.mohandesyar.com

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 تواندازززمان 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 موردکاربردان نوع متالوژی وطراحی ماشین نوع سوخت مصرفی نوع کارکردو.....معرفی می کنند ولی متاسفانه به دلیل عدم اشنائی مصرف کنندگان روغن به مواردفنی ان صرفا به نام ونشان تبلیغاتی انها وبیشتراوقات فقط به گرانروی روغن توجه می شودولی به نوع و سطح کیفیت انهاتوجه 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 انهاطبق جدول زیرطبقه بندی کرده است.دراین طبقه بندی محدوده گرانروی هرردیف براساس تفاوت ۱۰درصدنسبت به میانگین گرانروی ان 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.

[1].American Society of Lubrication Engineers

www.mohandesyar.com

درجدول زیر درجات گرانروی ISO نشان داده شده است.

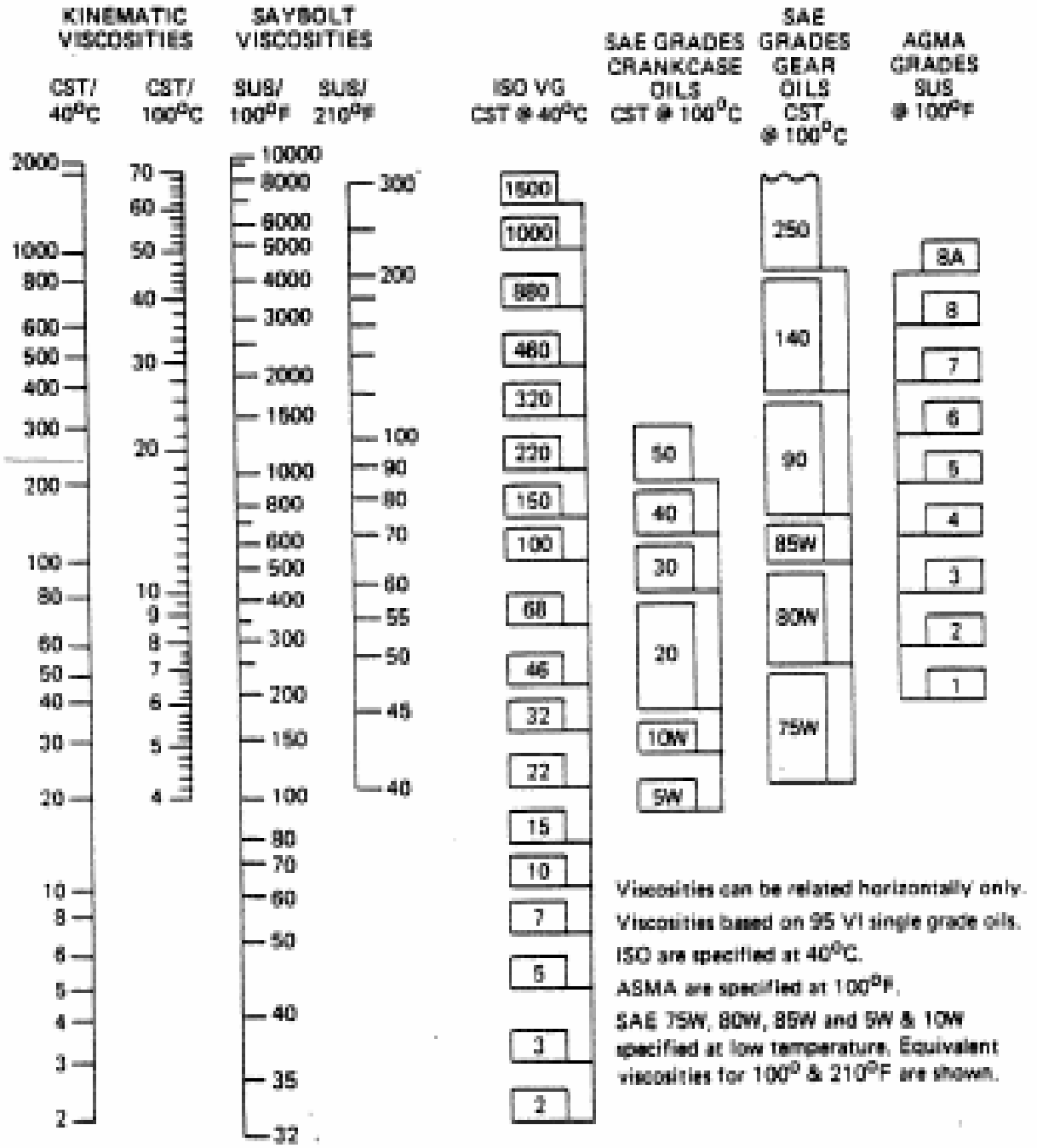
سیستم درجه‌بندی	گرانروی متوسط در 40 °c برحسب سانتی استوک	گرانروی کینماتیک در 40 °c برحسب سانتی استوک	
		حداقل	حداکثر
ISO VG 2	2/2	1/98	2/42
ISO VG 3	3/2	2/88	3/52
ISO VG 5	4/6	4/14	5/06
ISO VG 7	6/8	6/12	7/48
ISO VG 10	10	9	11
ISO VG 15	15	13/5	16/5
ISO VG 22	22	19/8	42/2
ISO VG 32	32	28/8	35/2
ISO VG 46	46	41/4	50/6
ISO VG 68	68	61/2	74/8
ISO VG 100	100	90	110
ISO VG 150	150	135	165
ISO VG 220	220	198	242
ISO VG 320	320	288	352
ISO VG 460	460	414	506
ISO VG 680	680	612	748
ISO VG 1000	1000	1900	1100
ISO VG 1500	1500	1350	1650

www.mohandesyar.com

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

COMPARISON OF VISCOSITY CLASSIFICATIONS

(Approximate Equivalents)



www.mohandesyar.com

درجداول زیرنیزطبقه بندی روغن های پایه وبرایت استاک برحسب ویسکوزیته دردماهای ٤٠ و١٠٠درجه سانتیگراداورده 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 انها بحث خواهدشد.

www.mohandesyar.com

طبقه بندی روغن هابرحسب گرانروی درسیستم Military

این طبقه بندی درارتش امریکاوانگلیس بنیان گذاری شده وکیفیت روغن هابااستانداردهای 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 ان درسیستم های نظامی باسطح 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 انها

طبقه بندی روغن های موردمصرف درماشین الات صنعتی برحسب سطح کیفیت که درواقع مهمترین ابزاربرای شناختن ومعرفی کیفیت روغن هااست بسیارگسترده ووسیع است وموسسات گوناگونی ان راطبقه بندی کرده اند که ذیلا به شرح بعضی ازانهاپرداخته 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 کارائیAPIوMilitaryوCCMCاستانداردهای دیگرنیزسعی می کنندبه نحوی معادل طبقه بندی های خودراازمراجع فوق الذکرتعیین ومعرفی نمایندکه این باعث شده باوجودتنوع استانداردها شناخت انها اسان شود.

طبقه بندی روغن هابرحسب کیفیت براساس استاندارد API

به دلیل تعددزیادروغن های صنعتی وبه تبع تنوع ان سطح کیفیت انها برای هرمحصول درهنگام معرفی وارائه مشخصات ان سطوح کیفیت مربوطه ذکرخواهدشد.درسال ۱۹۷۰انستیتوی نفت امریکا APIانجمن امریکائی ازمایش 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 اندو۱۰طبقه بندی دیگرکه باحرف Cمشخص شده اندبرای استفاده درموتورهای دیزل می باشد.

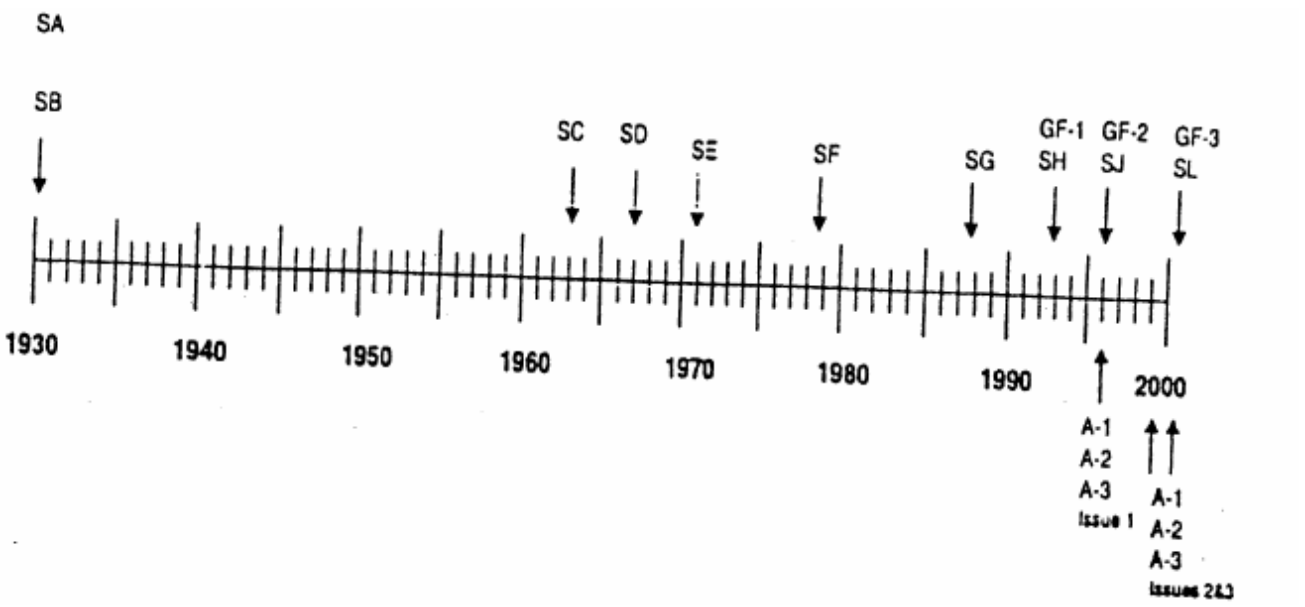
(کیفیت بالاتر ⟵ کیفیت پایین تر)

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

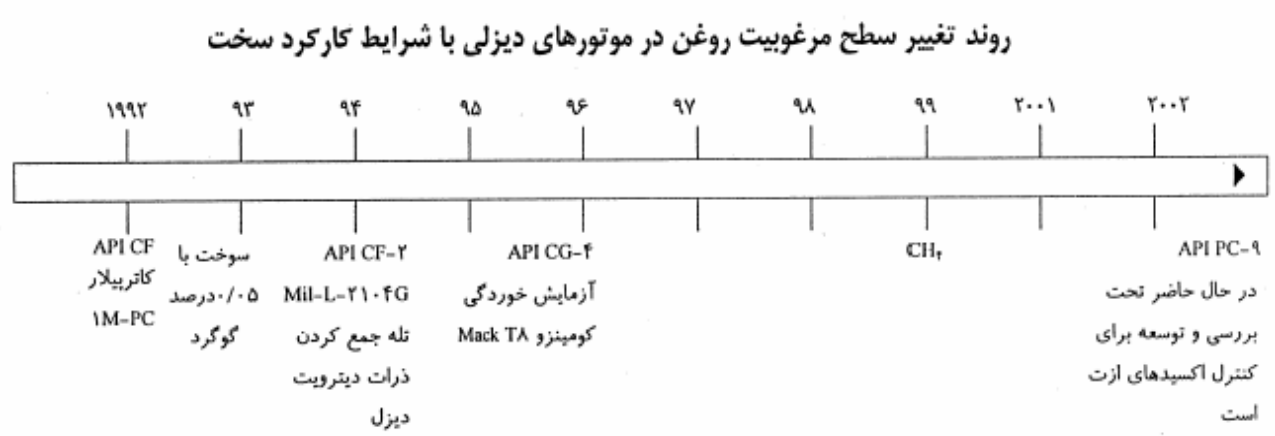
روغن‌های دیزلی ◄ CA-CB-CC-CD-CE-CF_4-CG-CH_4

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

درجداول زیرتحولات مشخصه های سطوح کیفیت روغن های موتوراورده شده است همانطور که ملاحظه می شود.سطح کیفیت روغن ها ازسال۱۹۳۰ تاسال۲۰۰۰درکشورژاپن وشمال امریکا پایه گذاری شده وروزبه روز بااضافه نمودن موادافزودنی مناسب شرایط روغن بهبودپیداکرده وامکان افزایش بهبودان نیزدراینده به موازات یاپیش از طراحی وساخت دستگاه هاوماشین الات جدید وجود داردکه دراین جداول جائی برای انها 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 ان ازسال۱۹۳۰تاسال۲۰۰۰ازطرف موسسات نفتی امریکای شمالی وژاپنAPI/ILSAC اورده شده است.



تفاوت سطح کیفیت روغن هابستگی به انواع موادافزودنی داردکه برای مقاصدمختلف برای بالابردن کیفیت روغن هابه انهااضافه می شودتابتوانددرشرایط سخت وظایف خودراباطولانی ترکردن طول عمرقطعات و خود روغن افزایش دهدوباعث کاهش هزینه های تعمیراتی وکاهش توان مصرفی گردد. درجدول زیرروغن های موتور باکیفیت های مختلف ونوع ترکیبات اضافه شده به انهابرای بالابردن کیفیت ومقایسه نمودن استاندارد های کیفی اورده شده است.

www.mohandesyar.com

طبقه‌بندی API برای روغن موتورهای بنزینی

API	توضیحـــات
SA	روغن پایه
SB	SA + مواد ضدخوردگی و ضداکسیداسیون (۱۹۳۰)
SC	SB + مواد ضدزنگ و ضدسائیدگی + پاک کنندگی (۱۹۶۴-۱۹۶۷)
SD	مشابه SC، دارای مقدار بیشتری از مواد افزودنی (۱۹۶۸-۱۹۷۰)
SE	مشابه SD، دارای مقدار بیشتری از مواد افزودنی (۱۹۷۱-۱۹۸۰) معادل
SF	MIL-L-46152 A مشابه SE اما دارای مواد ضداکسیداسیون وضدسائیدگی بیشتر (۱۹۸۰-۱۹۸۸) معادل MIL-L-46152B,C
SG	مشابه SF با دارابودن کیفیتی برتر از آن با مقداربیشتری ازموادافزودنی (۱۹۸۹-۱۹۹۲) معادل MIL-L-46152D,E
SH	مشابه SG بادارابودن کیفیتی که آزمون‌های آزمایشگاهی متعددی شامل آزمون فراریت (Noack) ، کیفیت و قابلیت فیلترشدن را جواب می‌دهد. (۱۹۹۲-۱۹۹۶) طبق روش Code CMA
SJ	مشخصات مشابه SH با دارابودن کیفیتی برتر که آزمون‌های Homogenity / Miscibility Gelatin Index, TEOST را جواب می‌دهد (۱۹۹۶ به بعد) طبق روش Code CMA
SL	سطح کیفیت روغن‌های تولید شده در سال ۲۰۰۱ 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

www.mohandesyar.com

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

API	توضیحـــات
CA	روغن مخصوص خودروهای مدل ۱۹٤۰ تا ۱۹۵۰ با سوخت دیزل (سوخت با درصد گوگرد پائین)
CB	روغن مخصوص خودروهای مدل ۱۹٤۹ به بعد با سوخت دیزلی (سوخت بادرصدگوگردبالاتر)برای شرایط کاری متوسط
CC	روغن مخصوص خودروهای مدل ۱۹۶۱ برای استفاده در خودروهای دیزلی درشرایط کاری متوسط تا سخت (موتورهای غیر سوپرشارژ و توربوشارژ) و موتورهای بنزینی که درشرایط سخت کار می‌کنند 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	روغن مخصوص دیزل‌های دو زمانه مدل ۱۹۸۵ این روغن با مشخصات سطح کیفیت CD نیز مطابقت دارد
CE	روغن مخصوص دیزل‌های مدل ۱۹۸٤ این روغن برای موتور بعضی ازدیزل‌های سوپرشارژ و توربوشارژ طراحی شده است که در شرایط سرعت پائین و باربالا و همچنین سرعت بالا ، باربالا کار می‌کنند . این روغن با مشخصات سطح کیفیت CD نیز مطابقت دارد . مطابق با استاندارد MIL-L 2104E
CF-4	روغن مخصوص دیزل‌های چهار زمانه مدل ۱۹۹۰ که با دور بالا حرکت می‌کنند . با کیفیتی بالاتر از سطح کیفیت 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 ۱۹۹٤ 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 ، به‌عنوان جایگزین اکسیژن . این روغن‌ها به منظور مقابله با اسیدهای حاصل از NOx دارای قابلیت قلیایی ذخیره بالاتری هستند .

ارتش امریکاباعلامت اختصاری (Military Lubricant)MIL-Lوشمار هائی که به دنبال ان می ایدوسازندگان خودروی کشورهای بازارمشترک اروپاباعلامت اختصاریCCMCکه بهACEAتبدیل شده است وهمچنین موسسات تعیین استانداردهای بین المللی وموسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران نیزبطورموازی باسازندگان معتبرخودروها(Original Equipment Manufacture)OEMدر 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 به(International Lubricant Standardization And Approval Committee)ILSACساز مان بین المللی استانداردوتائید کیفیت 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 ازمایش های فیزیکی یاشیمیائی پیش بینی کردهمچنین ارزیابی کیفیت انها 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 ازمون 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 (انالیزشیمیائی)برای مشخص نمودن ترکیبات شیمیائی روغن ازطریق اندازه گیری عناصری مانندگوگردکلرفسفرو.....برای کنترل ساختمان شیمیائی انها.

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 ان برقطعات استانداردموردبررسی قرارمی گیرد.ازمایشاتی نظیر پایداری حرارتی پایداری اکسیداسیون خوردگی زنگ

زدگی و.....جز این تست هاهستند. به عبارتی این تست ها حدوسطی هستندبین تست هـای فیزیکـی وشـیمیائی وتست های موتوری.

۵-تست های موتوری

برای انجام تست های موتوری پس ازانجام چهارتست اول روغن موردازمایش درداخـل موتورهاویادسـتگاه های استانداردشده خاصی (برای روغن های صنعتی)ریخته می شودوموتوریادستگاه تحت شرایط ازپیش تعیین شده خاصی درازمایشگاه بکارمی افتدوپس ازمدت زمان معینی روغـن کـارکرده دوبـاره تحـت ازمـون هـای فیزیکی وشیمیائی قرارمی گیردونتایج ازمایشات بانتایج حاصل ازتست های روغن کارنکرده مقایسه مـی شـود. کلیه قطعات موتوریادستگاه صنعتی نیزباز می شوندوازلحاظ سـائیدگی خـوردگی تمیـزی و.....موردبررسـی قرارمی گیرند.براساس این بررسی هاومقایسه نتایج تست های موتوری ودستگاهی روغن بادرجه بنـدی هـای خاص استانداردقبول یاردمی شود.

لازم به توضیح است که اگریـک روغـن ناشـناس موردازمایشـات فیزیکـی وشـیمیائی قرارگیردونتـایج ایـن ازمایشات تصادفامثل نتایج ازمون های مشابه روغن دیگری باشدبه هیچ وجه نمی توان بااطمینان حکم کردکـه روغن ناشناس نیزدرتست های موتوری یادستگاهی نیزقبول خواهدشدزیراانواع موادافزودنی ونوع روغن پایه ای که برای ساخت روغن ها مورداستفاده قرارمی گیردانقـدرمتنوع هسـتندکه عمومـا نمـی تـوان رابطـه ای پایدار, منظم, فراگیروعمومی بین نتایج تست های فیزیکی وازمایشـگاهی وازمـون هـای موتـوری پـیش بینـی 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 بسیاربارزش ونیرومند بـرای کنتـرل کیفیـت روغـن هامی باشد

شاخص های کیفی و تست های آزمایشگاهی روغن

برای ارزیابی روغن ها تحت شرایط واقعی کارشان تست هـای مکـانیکی معینـی بـرای بررسـی اثـرات خـواص گوناگون روغن انجام می شود.این تست هامعمولا درازمایشگاه هاروی موتورها ودسـتگاه هـای استانداردشـده بخصوصی تحت شرایط کاملا معین وکنترل شده دردفعـات متعـددی انجـام مـی شـودوپس ازپایـان ازمایشـات تغییرات خواص روغن واثرات ان برقطعات موتورگیرباکس یاتاقان و.....موردارزیابی قرارمی گیرد.البتـه تسـت های موتوری بسیارگران تمام می شوندوبه همین دلیل برای سرعت کنترل یک بارکه یک روغن پایه معینـی بـا موادافزودنی مشخص این تست هاراباچهارمرتبه تکرارباموفقیت می گذرانندمی توان اطمینان حاصـل نمودکـه 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 اورد مثلا بالا رفتن اسیدیتی روغن نشانی از اکسیداسیون ان است که به دلیل کارکرد روغن در دمای بالا یا در معرض هوا بودن ان 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 .

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

انواع تست های فیزیکی شیمیائی 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 انیلین طبق روش استانداردASTM D611

---

[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

۱۰- تست خاکسترشدن طبق روش استاندارد ASTM D482,D847

۱۱- تست عددصابونی طبق روش استاندارد ASTM D94,D939

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

۱۳- تست عناصرشیمیائی موجوددرروغن

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 استاندارد ASTM D1218,D1747

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

۱۹- تست خاصیت امولسیون ودمولسیون طبق روش استاندارد ASTM D1401,D2711

۲۰- تست قدرت عایق بودن طبق روش استاندارد ASTM D877,D1816

۲۱- تست رقیق شدن روغن طبق روش استاندارد ASTM D3525,D3607

۲۲- تست ممانعت اززنگ زدن طبق روش استاندارد ASTM D665

وازمایشات متعددیگرکه که با گرفتن نمونه های متعددروغن طبق روش های خاصی انجام می شود که تعدادی ازانهاقبلا بیان شده و ذیلا به شرح تعدادیگری از انهاپرداخته می شود.

ازمایش پایداری 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 ازمایش روغن های توربین 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 ازمایش برابر ۱۲۰درجه ومدت ازمایش۱۶٤ساعت است درطول ازمایش اسیدهای تبخیرشده که دراثراکسیداسیون بوجودامده اند دریک لوله جذب کننده جذب می شوند.درپایان ازمایش 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 اید

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، می‌تواند نقش بسیار مهمی در کیفیت روغن داشته باشدو حذف آنهانیز از روغن تأثیرات بسیار بدی روی کیفیت روغن ایجاد می‌کند.

از آن‌جایی که مواد افزودنی ضداکسیداسیون در اثر کارکرد تجزیه شده و از بین می‌روند، درنتیجه اکسیداسیون بعضی از روغن‌هایی که توسط روش‌هایدروکراکینگ به دست آمده‌اند، می‌تواند 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 نهایتاٌ رسوب کنند.

اکسیداسیون ونیتراسیون روغن هاتوسط ازمایش IRقابل بررسی است دراین ازمایش 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 ان 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 انها، 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.

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 Numberیا TAN بیان می شودکه برابر

است با مقدار هیدروکسید پتاسیم KOH مصرف شده برای خنثی کردن نمونه روغن، بـر حسـب میلـی گـرم. برای مشخص کردن خاصیت قلیایی روغن از اسیدکلریدریک و یا پرکلریک HCLO4 استفاده می شود و نتیجه آن با عدد بازی کلیTotal Base Numberیابه اختصارTBN نشان داده می شود.برای یکنواختی گـزارش هـا، عدد بازی کل را بر حسب میلی گرم KOH معادل مقدار اسیدی که برای خنثی کردن خاصـیت قلیـایی روغـن مصرف شده است، گزارش می کنند.

برای روغن های تازه، این اعداد یکنواختی کیفیت محصول را نشان می دهند. ولی در روغن های کار کـرده، 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 موجـود در آن مـی باشد. بطورمثال حداقلTBNروغن موتوردیزلی باید۱۰باشد.

برای یک روغن ممکن است هم عدد بازی و هم عدد اسیدی گزارش شود (اسـیدها و بازهـای موجـود در روغن خیلی ضعیف هستند و قادر به خنثی کردن یکدیگر نمی باشند)عددهای اسیدی و بازی به وسـیله یکـی از روش های استاندارد D ٤٧٣٩ و D ٢٨٩٦ و D ٩٧٤ و D ٦٦٤: ASTM اندازه گیری می شـود. ولـی دقیـق ترین روش آزمایش برای اندازه گیری عدد بازی، روش ASTM D ٢٨٩٦ 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 ازمایش 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 آلوده شدن روغن ,به موادی از قبیل گردوخاک، براده‌های تشکیل شده در اثر سائیدگی و احتمالاً نمک‌های سرب (که از سرب موجود 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 خام‌های مختلف، دارای باقیمانده کربنی متفاوت می‌باشند. هرچه گرانروی روغن بیشتر باشد مقدار باقیمانده کربنی آن نیز بیشتر خواهد بود.

کربن یکی از اجزاءِ اصلی ترکیبات شیمیایی نفتی می‌باشد. یک ماده آلی ممکن است در درجه حرارت بالا و در غیاب اکسیژن تجزیه شود و عنصر کربن آزاد کند. اغلب روغن‌ها در تحت شرایط عملیات ممکن است در معرض درجه حرارت بالا و عدم وجود اکسیژن قرار گیرند در نتیجه امکان دارد روغن به کربن تجزیه و ته نشین شود در موتورهای درون‌سوز امکان تجزیه‌شدن روغن زیاد است. تشکیل کربن بالای سیلندر روی پیستون و یا سوپاپ‌ها ,باعث زیان های قابل ملاحظه‌ای می‌شود. بدین جهت لازم است که مقدار و نوع کربنی که ته‌نشین می‌شود شناخته شود. آزمایش رسوبات نشان نمی‌دهند که مقداری از فلز زنگ‌زدگی توأم با گرد و خاک و سایر ناخالص‌های هوا از جمله مواد ته‌نشینی هستند وتمام رسوبات روغن از تجزیه شدن آن حاصل نمی‌شود.

مقدارکربن موجوددر روغن نفت خام اسفالتی کمتر از کربن نفت خام پارافینک است و این تفاوت کربن ربطی به درجه تصفیه روغن خام ندارد بلکه بستگی به ساختمان شیمیائی هیدرو کربن‌های سازنده روغن دارد. نوع کربنی که از روغن‌های مختلف تشکیل می‌شود, متفاوت است. کربنی که 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 اشتعال روغن بالاتر باشد 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 کربن تشدید 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 ان 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 ان 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 باانهاتماس 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.

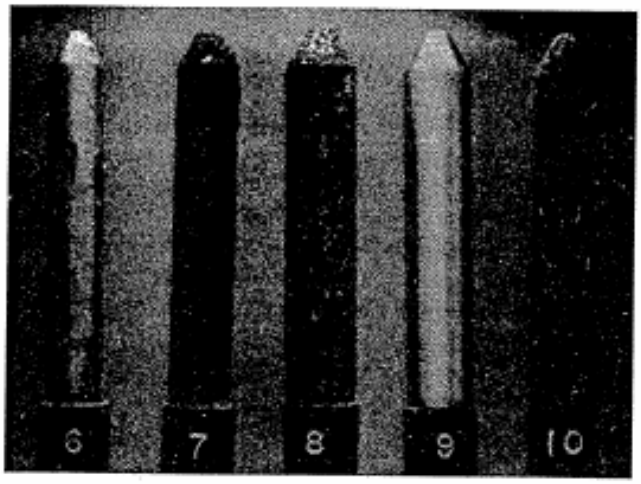
پایداری کف، پس از ده دقیقه، یکی از مهمترین نتایجی است که نشان دهنده, رها شدن سریع هوا از سطح روغن می‌باشد. برای اکثر روغن‌ها، حجم کف باقیمانده باید صفر باشد. وجود کف پس از پایان ده دقیقه، نشان

دهنده این موضوع است که روغن می‌تواند مشکلاتی را در ماشین ایجاد نماید. روش استاندارد اندازه‌گیری کف، روش TM D-۸۹۲ می‌باشد.

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.

نمونه‌های آزمایش زنگ زدگی ASTM



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.

ازمایش 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 ان 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 تواندباثرات 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 ونظایران نبایدبا روغن هائی که شامل موادقلیایی وامولسیفایرطبیعی هستند(مثل روغن موتور)مخلوط شوندزیرادران صورت اب مخلوط شده احتمالا ازانهاجدانخواهدشد.

برای اندازه گیری خاصیت جداپذیری اب اززروغن برای روغن توربین های بخارمقدارمشخصی اب وروغن دردرجه حرارت ازمایش باهم مخلوط می شوندوبرای زمان مشخصی هم زده می شوندسپس درصداب موجوددرروغن, درصداب ودرصدامولسیون باقیمانده, اندازه گیری وگزارش می شوند.

برای اندازه گیری عددجداشدن اب اززروغن برای روغن توربین های بخارباستفاده ازروش IP19روغن تا۹۰درجه گرم می شودوبافرستادن بخارخشک به داخل ان 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 انهاازاب 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 ازمایشRig Testوجوددارد که همگی انهادردستگاه هاوموتورهای ازمایشگاهی انجام می شودکه دراین مقوله فقط به تعدادی ازانهااشاره می شودوعلاقه مندان می توانندبرای کسب اطلاعات بیشتربه روش های تست مربوطه درکتاب هایASTMمراجعه نمایند.

ازمایشات موتوری رامی توان درگروه های زیرطبقه بندی کرد:

۱-ازمایشات مقاومت روغن دربرابراکسیداسیون وخوردگی یاتاقان ها.

۲- ازمایش روغن دربرابرسایش.

۳- ازمایش توانائی تحمل باررروغن.

٤- ازمایش ارزیابی روغن درمقابل خوردگی وزنگ زدگی.

۵- ازمایش 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 ازمایشات درموتورهای تک سیلندریاچندسیلندردیزلی که دردرجه حرارت های بالاکارمی کنند انجام می شودوپس ازتمام شدن ازمایش قطعات مختلف موتوربازمی شوندوطبق شرایط گفته شده در ازمایش موردارزیابی قرارمی گیرند.

ذیلا به شرح چندنمونه ازاین ازمایشات پرداخته می شود.

ازمایشات مقاومت روغن دربرابراکسیداسیون وخوردگی یاتاقان ها

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

آزمایش سایش

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

۱-ازمایش تیمکنTimken Test

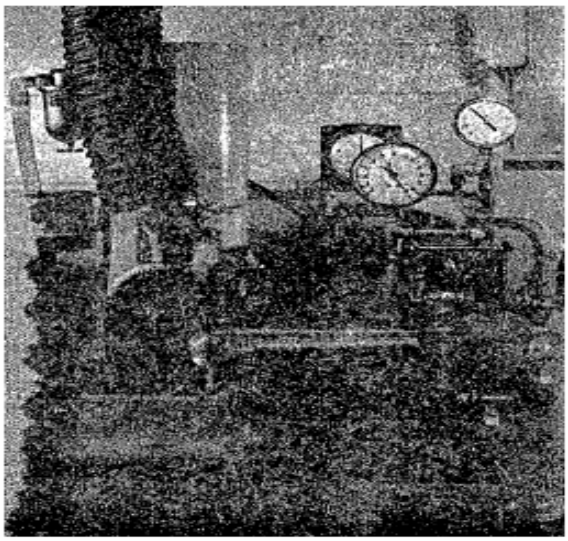
۲-ازمایش چهارساچمه فشارپذیرFour Ball Test

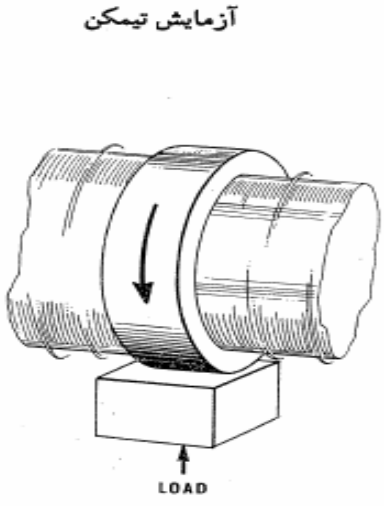
Four Square Gear Oil Test-۳

ازمایش تیمکنTimken Test

این ازمایش که طبق روشASTM D2509انجام می شودبیشتربرای اندازه گیری خواص فشارپذیری روغن هابرای جلوگیری ازسایش استفاده می شود.این ازمایش شامل یک ماشین است که دران یک قطعه ثابت بوسیله یک بازوکه روی ان 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 انها به وسیله روغن یاگریس مورد آزمایش روان‌کاری می‌شود تشکیل شده است، طبق دستورالعمل ازمایش 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

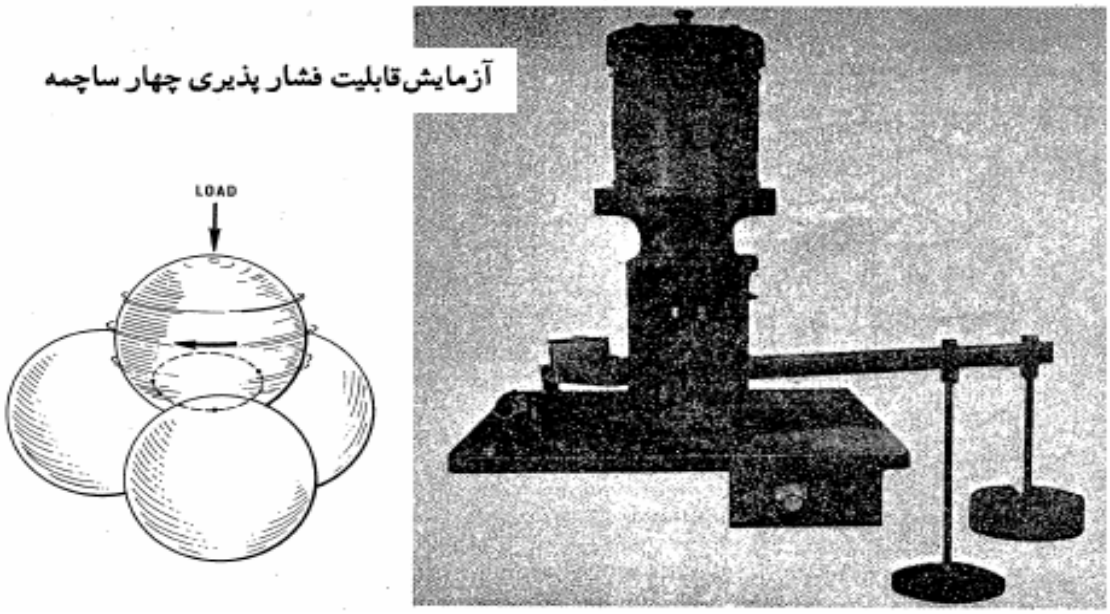
ازاین ازمایش هم برای اندازه گیری توانائی روغن برای جلوگیری ازسایش قطعات وهم برای ارزیابی راندمان روغن دربارهای خیلی زیاد استفاده می شود.دراین ازمایش سه ساچمه درپایین قرارمی گیردودریک محفظه محکم روی یکدیگرنگه داشته می شوندوساچمه چهارم روی این سه ساچمه بوسیله یک محور با سرعت۱۷۷۰دوردردقیقه می چرخد.این ساچمه هادرروغن موردازمایش غوطه ورهستند.این ازمایش 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 ازمایش میانگین قطراثرسایش روی سه ساچمه ثابت به عنوان نتیجه ازمایش گزارش می شود.بطورکلی نتیجه این ازمایش به صورت دوعددیکی نقطه جوش خـوردن یعنـی مقداربارای 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 جـوش خوردن چهار ساچمه به یکدیگراست.

این ازمایش 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 اسـت دارای خاصـیت فشارپذیری بسیار عالی باشد و یا برعکس، یک روغن با خاصیت ضد سـایش بسـیار خـوب، ممکـن اسـت دارای خاصیت فشارپذیری خوبی نباشد.



Four Square Gear Oil Test

ازاین ازمایش برای فرمولاسیون روغن دنده های صـنعتی اسـتفاده مـی شـودتاخواص موردنیازماشـین الات راتامین کنند.دستگاهFZGشامل زوج چرخ دنده های استانداردی است که به وسـیله یـک موتـورالکتریکی مـی چرخند.دنده هاداخل روغن موردازمایش قرارمی گیرندوباررروی انهابه تدریج وطی مراحل مختلف اضافه می شود تاجائی که باعث خرابی چرخ دنده هاشود.خرابی چرخ دنده هاموقعی اتفـاق مـی افتدکـه ۱۰میلـی گـرم 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 هااززنگ زدگی درحضوراب دراثررطوبت جذب شده ویاهوای مرطوب.

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

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

دنده‌ها قطعاتی از ماشین الات هستند که باعث تغییردورو انتقال حرکت از یک شفت دوار به محـور دیگـر، از طریق درگیر شدن دنده‌ها با یکدیگر است. به دنده‌کوچکتر پینیون گفته می شود.وقتی که پینیـون روی شـفت حرکت دهندهDriver قرار دارد، مجموعه دنده به عنوان کاهش دهنده سرعت عمل می‌کند ولی زمـانی کـه پینیون روی شفت حرکت کنندهDrivenباشد، مجموعه‌ی دنده بـه عنـوان افزاینـده سـرعت عمـل مـی‌کننـد. اصلی‌ترین نوع دنده، چرخ دنده سادهSpur Gear است که دنده‌های آن موازی هم هستند. این نوع دنده‌هـا برای انتقال قدرت در شفت‌های موازی به کار برده می‌شوند. در این نوع چرخ دنده‌ها، دندانه‌ها باعث انتقـال بارهای ناگهانی از یک دندانه به دندانه بعدی شده و در نتیجه تولید صدا و ارتعـاش مـی‌کننـد. ایـن مشـکل بـا استفاده از دنده‌های مارپیچیHelical حل شده است. در دنده‌های مارپیچی، دنده‌ها با یک زاویـه همـدیگر را قطع می‌کنند و این عمل باعث انتقال آرام بار در طول یک دندانه به دندانه بعدی می‌شود

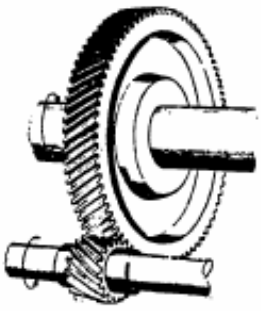
در مواقعی که شفت‌ها موازی نباشند، معمولی‌ترین نوع دنـده کـه مـورد اسـتفاده قـرار مـی‌گیـرد، دنـده مخروطیBevel Gear است. دنده‌های مخروطی مارپیچی باعث کاهش صدا و ارتعاشات می‌شوند. یک دنـده هیپوئید، شبیه دنده مخروطی مارپیچSprial Bevel است، به استثنای این که در دنـده‌هـای هیپوئیـد، محـور پینیون نمی‌تواند محور دنده‌های بزرگ را قطع کند. این نوع دنده‌ها بیشتر در دیفرانسـیل اتومبیـل‌هـا مـورد استفاده قرار می‌گیرند. شکل خاص دنده‌های هیپوئید باعث ایجاد یک لغزش اضافی بین دنده‌هـایی کـه تحـت بارهای سنگین قرار دارند می‌شود. به همین دلیل، در این نوع دنده‌ها نیاز به استفاده از روغن‌های فشـارپذیر می‌باشد.

یک دنده حلزونیWorm Gear شامل یک پیچ یا شیار مـارپیچی اسـت کـه روی یـک چـرخ دنـده حرکـت می‌کند. در این نوع دنده‌ها، چون در هنگام انتقال بار، حرکت لغزشی زیـادی وجـود دارد، بایـد از روغـن‌هـای ترکیب شده و یا روغن‌های با خاصیت فشارپذیر استفاده شود تا روغن کاری موثری را ایجاد کند.

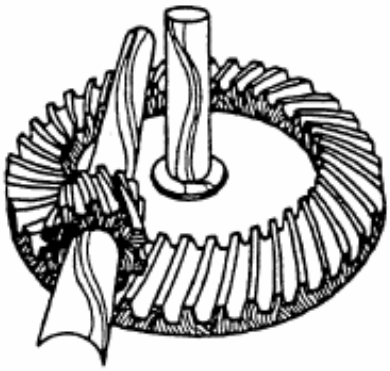
با توجه به کاربرد انواع دنده‌ها، به راحتی می‌توان فهمید که چرا پنجاه درصد از خرابی دنـده‌هـا، بـه علـت استفاده از روغن‌های نامناسب و یا بارهای زیاد می‌باشد.

www.mohandesyar.com

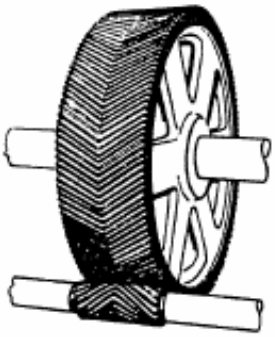
دنده مخروطی مارپیچ



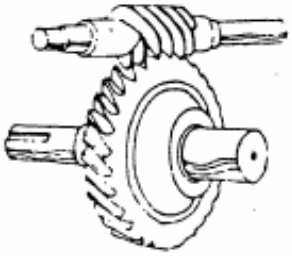
دنده ی مارپیچی و پینیون آن



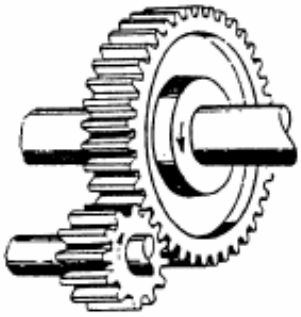
دنده هیپوئید



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 دنـده‌هـا، روغـن‌هـای مختلفـی نیـز در آن‌هـا مـورد استفاده قرار می‌گیرد. این روغن‌ها در سه دسته طبقه دسته بندی می شوند:

۱- روغن‌های فشارپذیرExterm Pressure Oil .

۲- روغن‌های بدون خاصیت فشارپذیری .

۳- روغن‌های ترکیب شدهCompounded .

روغن‌های فشارپذیرExterm Pressure Oil

این روغن‌ها در مجموعه دنده‌هایی که برای بارهای بسـیار سـنگین مـورد اسـتفاده قـرار مـی‌گیرنـد (مثـل دنده‌های جناغی)، یا دنده‌های مخروطی مارپیچ که جهت دور را ۹۰ درجه تغییر می‌دهنـد. روغـن دنـده‌هـای صنعتی EP، دارای مقدار کمی ماده افزودنی فشارپذیر هستند به همین دلیل هرگز نباید از ایـن روغـن‌هـا 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 اسـت دارای خاصیت ضدسایش نیز باشند.

روغن‌هایی که دارای خاصیت ضدسایش هستند، شامل ترکیبات روی می‌باشند و در مواردی کـه مجموعـه 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 مرکبCompounded Oil

این روغن ها شامل اسیدهای چرب، از قبیل Tallow و یـا اسـیدهای چـرب سـنتز شـده مثـل پلـی بـوتن‌هـا 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.

کاربردومحدودیت های استفاده از روغن‌های فشارپذیر

کلر، برات پتاسیم، گـوگرد و فسـفر، از اولـین ترکیبـاتی هسـتندکه بـه عنـوان مـواد افزودنـی فشـارپذیر در فرمولاسیون روغن‌های دنده‌صنعتی مورد استفاده قرار می گیرنـد (روغـن‌هـایی کـه دارای گـوگرد و فسـفر هستند، بوی بدی می‌دهند) این مواد افزودنی با افزایش درجه حرارت, فعـال شـده و بـا سـطوح فلـزی 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 ^{o} ۹۵C می‌باشدولذااستفاده از این مواد برای درجه حرارت‌های کمتر از ^{o} ۹۵ 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 ^{o} ۶۰ 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.

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 ان توجه داشت.

www.mohandesyar.com

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 ۴۰ °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، W۸۵، ۹۰، ۱۴۰ 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 W عمل 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 $-40^{\circ}C$ نیز پایین می‌رود).

طبقه بندی روغن دنده براساس گرانروی درسیستم ISO

طبقه‌بندی براساس اندازه‌گیری گرانروی سینماتیکی روغن در درجه حرارت $40^{\circ}C$ 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 ۴۶ 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

	سیستم ایزو	سیستم اگما
	ISO 32	AGMA 0
	ISO 46	AGMA 1
	ISO 68	AGMA 2
	ISO 100	AGMA 3
مشابه گرانروی SAE ۹۰	ISO 150	AGMA 4
	ISO 220	AGMA 5
	ISO 320	AGMA 6
مشابه گرانروی SAE ۱۴۰	ISO 460	AGMA 7
	ISO 680	AGMA 8
	ISO 1000	AGMA 8A

www.mohandesyar.com

Viscosity Range For AGMA

RUST AND OXIDATION INHIBITED GEAR OILS	VISCOSITY RANGE	EQUIVALENT ISO GRADE	EXTREME PRESSURE GEAR LUBRICANTS	VISCOSITIES OF AGMA FORMER SYSTEM
AGMA Lubricant No	cSt (mm^2/s) at 40°C		AGMA Lubricant No	SSU at 100°F
1 2 3	41.4 to 50.6 61.2 to 74.8 90 to 110	46 68 100	 2 EP 3 EP	193 to 235 284 to 347 417 to 510
4 5 6	135 to 165 198 to 242 288 to 352	150 220 320	4 EP 5 EP 6 EP	626 to 765 918 to 1122 1335 to 1632
7 Compounded 8 Compounded 8A Compounded	414 to 506 612 to 748 900 to 1100	460 680 1000	7 EP 8 EP 8A EP	1919 to 2346 2837 to 3467 4171 to 5098
NOTES: Viscosity ranges for AGMA Lubricant Numbers will henceforth be identical with those of the ASTM system. Oils compounded with 3% to 10% fatty or synthetic fatty oils.				

طبقه‌بندی AGMA 250.04 و مقایسه گرانروی آن با گرانروی ISO

محدوده گرانروی قبلی درجات AGMA	روغن دنده دارEP	معادل گرانروی ISO [۲]	محدودهٔ گرانروی	روغن‌های دنده دارای مواد بازدارنده اکسیداسیون و زنگ‌زدگی
SSU @ 100°F	شماره روانکار AGMA		cSt(mm^2/s)@40°c	شماره روانکار AGMA
۱۹۳-۲۳۵	۲-EP	٤٦	٤١/٤-٥٠/٦	۱
۲۸٤-۳٤۷		٦٨	٦١/٢-٧٤/٨	۲
٤١٧-٥١٠	۳-EP	۱۰۰	۹۰-۱۱۰	۳
٦٢٦-٧٦٥	٤-EP	۱٥۰	۱۳٥-۱٦٥	٤
۹۱۸-۱۱۲۲	٥-EP	۲۲۰	۱۹۸-۲٤۲	٥
۱۳۳٥-۱٦۳۲	٦-EP	۳۲۰	۲۸۸-۳٥۲	٦
۱۹۱۹-۲۳٤٦	۷-EP	٤٦۰	٤١٤-٥۰٦	۷* ترکیب شده
۲۸۳۷-۳٤٦۷	۸-EP	٦۸۰	٦۱۲-۷٤۸	۸* ترکیب شده
٤۱۷۱-٥۰۹۸	۸A-EP	۱۰۰۰	۹۰۰-۱۱۰۰	۸a* ترکیب شده

درجدول زیرنیزمشخصات روغن های دنده درطبقه بندی نظامی اورده شده است

مشخصات روغن‌های دنده در طبقه‌بندی MIL-L2105E

مشخصات / درجه‌روغن	۷۵W	۸۰W -۹۰	۸۵W -۱٤۰
گرانروی در°c۱۰۰			
حداقل (cSt)	٤/۱	۱۳/۵	۲٤
حداکثر (cSt)	-	<۲٤/۰	<٤۱/۰
حداکثر دمای رسیدن به گرانروی cP ۱۵۰۰۰۰ .°c	-٤۰	-۲۶	-۱۲
حداقل دمای نقطه ایجاد شیار °c	-٤۵	-۳۵	-۲۰
حداقل نقطه اشتعال .°c	۱۵۰	۱۶۵	۱۸۰

طبقه‌بندی کیفی روغن‌های دنده در سیستمAPI

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.

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 API و توضیحات کلی آن آورده می‌شود.

www.mohandesyar.com

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 معادل MIL-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.

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 برخورداریاشدکه بااضافه کردن موادافزودنی مناسب برای شرایط کاری توربین مقاومت لازم به روغن دربرابراکسیداسیون داده می شود.

خصوصیات روغن های توربین

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 ان دربرابراکسیداسیون زیادباشد.

٤-قدرت جداشدن ازاب راداشته باشد.

۵- دربرابرکف کردن مقاومت کند.

۶- هوای واردشده درروغن بتواندازان خارج شود.

۷- دربرابراتش گرفتن مقاومت کند.

۸-طول عمران بالاباشدوزمان تعویض طولانی تری داشته باشد.

وارد شدن بخاراب به محفظه های هوزینگ برینگ ها وتشکیل اب ومی تواند باعث مخلوط شدن ان با روغن شودومسائل متعددی رابوجوداورد.

عواقب عدم جداپذیری اب ازروغن

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

مسائلی که ورواب می تواندبوجوداوردشامل:

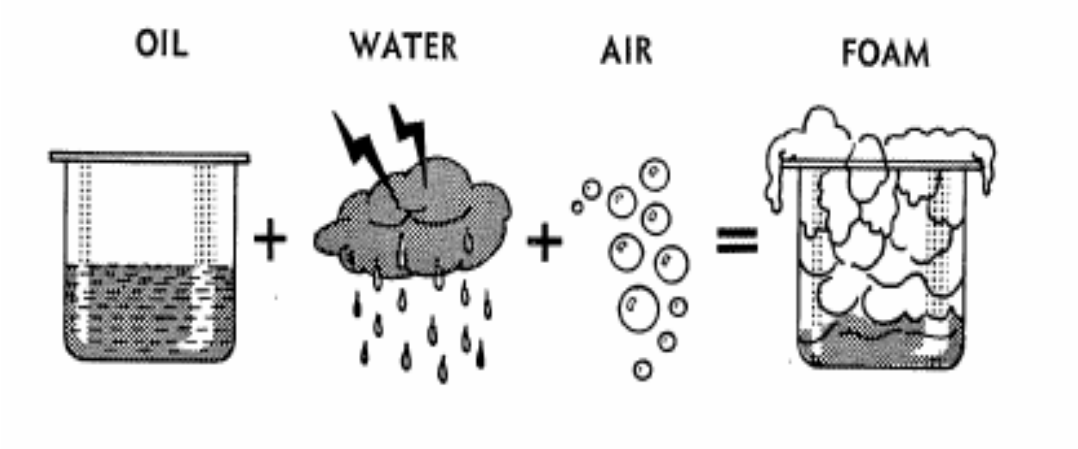
۱- مخلوط اب وروغن باعث ایجاد اختلال درسیستم روانکاری یاتاقان هاوخرابی وکاهش طول عمر انهامی شود.

۲-اب باموادشیمیائی مخلوط می شودوباعث خورندگی می شود.

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

٤-دراثرمخلوط شدن اب, روغن وهواکفFoamبوجودمی ایدکه درصورت بیرون امدن ان ازهوزینگ برینگ ونفوذان در عایق های توربین درصورتی که درجه حرارت به درجه مناسبی برسد ممکن است اتش بگیردوایجاداتش سوزی نماید.

۵- اب باعث زنگ زدگی سطوح بدون پوشش مسیرها می شود.



باتوجه به اجتناب ناپذیربودن نفوذ اب به داخل روغن, به روغن توربین های بخارموادافزودنی مخصوصی به نام دیمولسی 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 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.

باعنایت به وجودنشتی های اجتناب ناپذیرو زیادبودن مقداراب درروغن لازم است درسیستم روانکاری توربین سیستم برای حذف اب درنظرگرفته شودچون تجمع اب وبالا امدن سطح اب 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 اب وروغن که باعمل نیروی گریزازمرکز کارمی کند طی پریودهای زمانی معین روغن قسمت کف مخزن روغن واردستگاه می شود وپس از جداشدن اب ومواد دیگران مجددا,روغن تمیزشده وارد مخزن روغن می شود.

خطرات ناشی از محبوس شدن هوادرروغن

یکی دیگر ازمتداول ترین مسائل درموردتوربین های بخارمحبوس شدن هوادرروغن(کف کردن) انهااست,که دراثرمخلوط شدن هوادرداخل روغن بوجودمی ایدو می تواندباعث ایجادمسائل 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 ان می شود

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

عوامل تضعیف کننده خاصیت جداپذیری هواازروغن

۱-جریان سیرکولیشن بیش ازحدوتلاطم زیادروغن.

۲-برگشت جریان روغن به داخل مخزن بصورت ابشاری .

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-کاغذفیلتراغشته به سیلیکون ..

ب-عایق های الکتریکی سیلیکونی .

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

علاوه برمواردفوق ,موادقلیائی مانندموادپاک کننده روغن های موتور, اب سخت وذرات موادعایق لوله ها, گردوخاک گریس ,روغن های محافظ, موادحاصل اززنگ زدگی فلزات نیزپدیده کف را تشدید می کنند.

طول عمرروغن توربین براساس ازمایشASTM D943برای اندازه گیری خاصیت اکسیداسیون روغن تعیین می شودوخصوصیتی که ازطرف سازندگان توربین پیشنهادشده است رسیدن به عدداسیدی۲پس از حداقل هزارساعت کارکردمی باشد.امروزه روغن های توربین که دارای موادبازدارنده می باشندمی توانند بدون نیازبه تعویض کارکنند.

طبقه بندی روغن توربین های بخاربراساس ویسکوزیته

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

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

Properties	HB-65	HB-80	HB-100	HB-125	Test Method
ISO VG	32	46	68	100	
Color Max	2.5	3.0	3.5	3.5	D-1500
Kin.Viscosity@40	30-40	44-48	64-70	95-105	D-445
Kin Viscosity@100 Cst	To Be Reported				
Viscosity Index Min	100	100	95	95	D-2270
Flash Point C Min	195	205	205	218	D-03
Pour Point C Max.	-10	-10	-7	-7	D-97
Neutralization No.					D-664
TAN Max.	0.15	0.15	0.15	0.15	D-664
Copper Strip Corrosion Max	1a	1a	1a	1a	D-130
Demulsification No Max	300	300	300	300	IP-19

روغن های محافظ Protective 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 بامواداافزودنی 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 ومواداافزودنی به ان ,درجه حرارت روغن ,گرانروی, شکل قطعه, زمان غوطه وری, روش پاشش ونحوه سردکردن ان 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 امدن 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.

فیلترهای روغن

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

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

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

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

انواع فیلترها

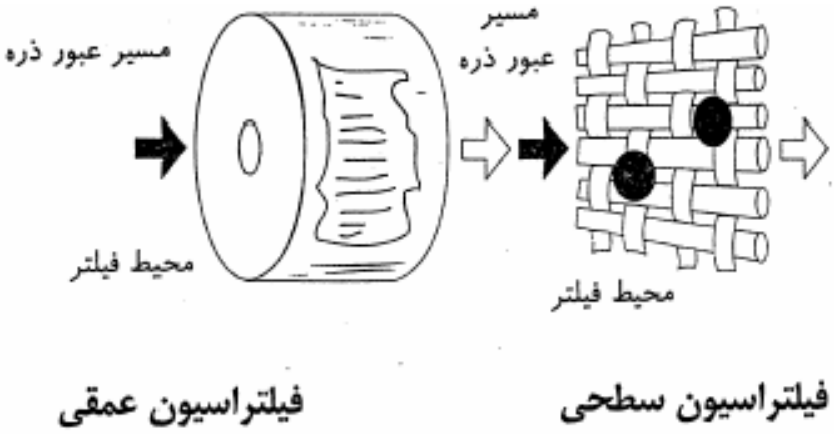
فیلترهای روغن براساس نوع رفتار دردونوع زیرطبقه بندی می شوند:

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 بااندازه سوراخ های خاصی(٤٠تا١٠میکرون)ساخته شده است..دربعضی ازانهانیزازکاغذهائی که روی انهاعملیات شیمیائی انجام شده استفاده می شود.

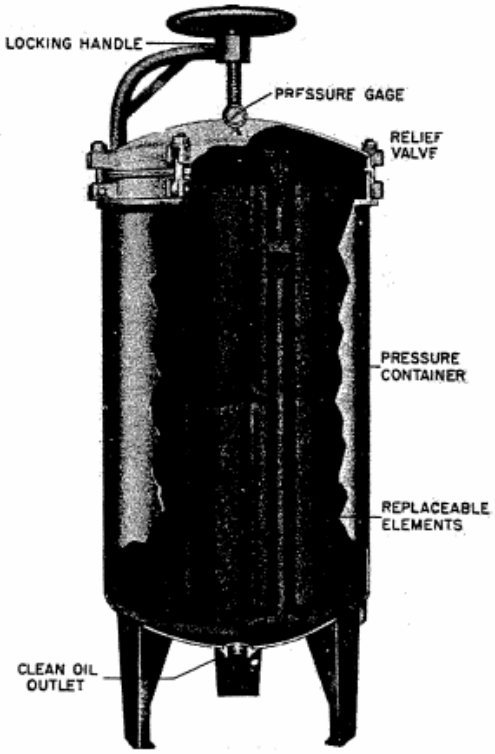


استفاده ازفیلترهای فلزی یاسیم های فلزی بافته شده فقط ذرات درشت راازروغن جدامی کنندوازنظرهزینه های اولیه نیزبسیارپایین هستندوعیب انهااین است که قادربه جداکردن اب والودگی های

حل شده درروغن نیستند.البته فیلترهای مخصوصی وجوددارد که می توانندمقادیرکم اب ومـوادافزوده شـده به روغن رانیزجداکنندکه دارای هزینه اولیه وعملیاتی زیادی می باشند.

فیلترهای نوع عمقی

درفیلترهای نوع عمقی ازموادجاذبی نظیرضایعات کتـان کاغذپارچـه و...اسـتفاده مـی شـوداین فیلترهـاحتی قادرندالودگی های باانـدازه۱ تـا ۱۰میکـرون رانیـزازروغن جداکنندودربعضـی ازانهانیزازکاغـذهائی کـه روی انهاعملیات شیمیائی انجام شده استفاده می شـوداین فیلترهـادراثرواکنش شـیمیائی بـاالودگی هاانهـاراازروغن جدامی کنندوممکن است بعضی ازموادافزودنی موجوددرروغن نیزازروغن جداشود.



فیلتر روغن از نوع عمقی

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

فیلترهای عمقی درچنددسته طبقه بندی می شوند:

۱- فیلترهای نوع رزینی.

۲- فیلترهای نوع سلولزی.

فیلترهـای رزینـی بـرای جـذب الـودگی هـای متوسـط باسـرعت بالاوافـت فشـار پـایین توصـیه مـی شوندوکاربردانهابرای جدانمودن ذرات باقطر۵تا۲۰میکرون قابل استفاده اند.

فیلترهای جذبی پرشده ازگل سرشوی که درپارچه مخصوصی قرارمی گیرند برای جداکردن الودگی هـای حل شده درروغن ازقبیل اسیدها,اسـفالتین هـا,صـمغ هـا, رزیـن هـا, ذرات کلوئیـدی ,مقـادیرکم اب وذرات جامدریزتوصیه شده است.همچنین این ماده, موادافزودنی موجوددرروغن راکه دارای خاصیت قطبـی باشـند راازروغن جدامی کنند.

فیلترهای نوع سلولزی معمولاترکیبی از ضایعات کتان الیاف چوب(چوب درخت ماموت)و....می باشـندوبرای تخلیص روغن هائی که دارای مقادیرزیادی الودگی جامدهستندتوصیه می شود.این فیلترهااب ومـوادافزودنی رانمی توانندازروغن جداکنندودرحضوراب وامولسیون های ابی فعالیتشـان زیادشـده وبخاطرزیادشـدن خلـل 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 الودگی های بایک اندازه خاص راداشته باشدازلحاظ استاندارد انـدازه ان رااندازه اسمی فیلترمی گویند.ازمایشات نشان داده که ازیک فیلتربااندازه اسـمی ۱۰میکـرون ذراتـی 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 ان وحتی تعویض زودتران درمواقعی که فیلتردرفضـای غبارالودکارمی کند.

۲-جهت اطمینان بیشترازعملکردفیلترومیزان الودگی هابطورمرتب روغن بایدموردانالیزقرارگیرد.

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

٤- بدون تعویض فیلتر روغن عوض نشوداگربایدبین تعویض روغن وفیلتریکی انتخاب شودحتماتعویض فیلترانتخاب شود.

۵-هرگزقیمت خریدفیلتررامبنای تعویض ان قرارندهید.

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

فیلترهائی که بصورت موازی درسیستم نصب می شوندمعمولا مجهزبه یک شیرسه طرفه هستندکه بدون خاموش کردن دستگاه باتعویض جریان ازیک فیلتربه فیلتردیگرمی توان فیلترکثیف راتعویض 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 .

گریسGREASE

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 فاقدان 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 آب‌بندی 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 انهامشکل تراست.

۵-امکان انالیزانهاکمتراست.

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 ازالودگی 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 ان بایدباتوجه به امکان گریسکاری مجددوعمرگریس باشد.

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 جامدیانیمه جامددراورد.

۳-موادافزودنی بهبوددهنده

که خواص گریس رابهبودمی بخشدیاخواص بخصوصی رادران 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.

www.mohandesyar.com

درجدول زیرخواص گریس های ساخته شده ازصابون های مختلف اورده 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 بندي 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 دمای‌پایین‌و 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

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 مواددرگریس مانندنقش مواد مشابه درروغن های روان کننده است ودربخش های قبلی راجع به انهابحث شده است.

روش ساخت گریس ها

ساخت گریس معمولا طی یک فرایندناپیوسته انجام می شود.دراین فرایندماده سفت کننده رادرداخل مایع روان کننده پخش می کنند وان رابامواداضافزودنی یابهبوددهنده ترکیب می کنند.

ساخت گریس به چندروش انجام می شوددربعضی ازحالت هاماده سفت کننده ازکارخانه های سازنده گریس, بصورت اماده خریداری می شودوسپس بامخلوط کردن ان باروغن, گریس باساختمان موردنظربدست اید.ولی دربیشترمواقع بجای خریدصابون اماده ,مواداولیه لازم برای ساخت ان خریداری می شود وباترکیب انهادرمایع 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 ان را بایک محلول ابی ازهیدروکسیدلیتیوم مخلوط می کنندتا عمل صابونی شدن صورت گیردسپس باحرارت دادن محلول, اب موجوددرصابون ازان 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 ان الیافی است تشکیل می دهند.باادامه عملیاتCut Backگریس ,مراحلی مثل اسیاب شدن راجهت بهبودساختمان خودمی گذارند.درپایان ممکن است عمل هواگیری جهت خارج کردن هوا ازگریس وهمچنین برای جداکردن ناخالصی هایی که احتمالا همراه باموادااولیه 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.

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

٥- حداکثر دمای عملیاتی مجازگریس در دستگاه Max. Continuous Usable Temperature

٦- قابلیت حفظ ساختار در مقابل گـرم و سـرد شـدن متـوالی Reversibilty Respect to Temperature Flactuations

٧- قابلیت پمپ شدن در سیستم‌های مرکزیPumpability

٨-مقاومت فشار مکانیکی(E.P) Resistance To Extreme Pressure

٩-عمر سرویسService Life

١٠-بافتTexture

١١- رنگColor

١٢- پرکنندهFiller

که ذیلا به شرح بعضی ازانهاپرداخته 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 خـاص آزمایشـگاهی گـریس از روزنـه دسـتگاه مربوطه به صورت قطره جاری می‌کنند.برای تعیین نقطه قطره شدن بسته به دمای اندازه گیری ازروش های استانداردASTM D2265وASTM D566 استفاده می شود.

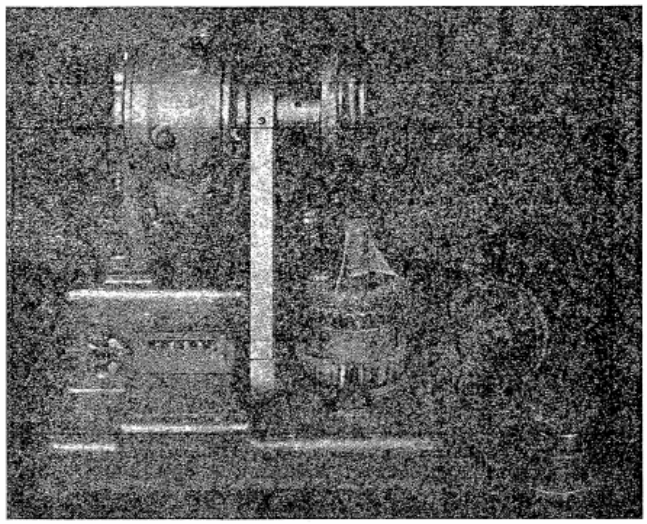
مقاومت مکانیکی در دمای محیط

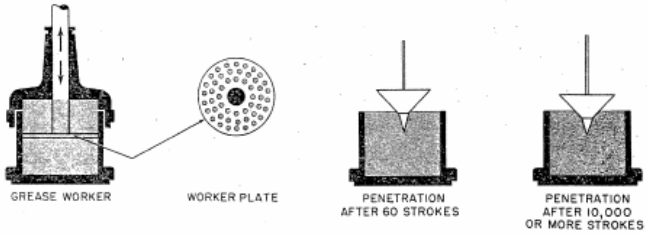
آزمایش مقاومت مکانیکی در دمای محیط Resistance To Softening At Room Temperature تا حدود زیادی مبین عمر گریس در درجه حرارت‌های معمولی بوده و میزان مقاومت در حفظ ساختار ژلاتینی ان را نشان می‌دهد.

نفوذ پذیری و گرید Penetration & Consistency

نفوذپذیری نشان دهنده نرمی یاسفتی گریس وبیان کننده مقاومت گریس درمقابل تغییرشکل ان دراثراعمال نیروهای وارده به ان 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 ان با عنوان نفوذپذیری پس از کار خوانده می‌شود. این آزمون برای تقسیم‌بندی گریس‌ها از حالت نیمه مایع تا جامد بکار می‌رود.

نفوذپذیری طبق روش استاندارد ASTM D217 به وسیله مقدارنفوذ یک مخروط (برحسب دهم میلیمتر)که تحت نیروی وزن وشرایط استانداردازمایش 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 ان دارد.





جدول شرایط کارکردگریس 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 جسیندە، با درجـه نفوذپـذیری 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 کنـد	دمای بالا
گریس با روغن پایه دارای دامنه باریک هیدر وکربنی و نفوذپذیری 1 یـا 2، در صورت امکان با روغن پایه سینتیک	دمای پایین
گریس سفت، نفوذپذیری 3.	محیط دارای گرد و غبار
گریس امولسیون شونده	مبعان آب
گریس دفع آب	پاشش آب
گریس با پایداری خوب در برابر محیط و حفاظت خوب در برابر خورندگی	محیط از بین برنده (خورنده)
گریس لیتیوم EPدار با نفوذپذیری 2، فاصله روان‌کاری مجدد زیاد، در صورت امکان مواد افزودنی جامـد 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 سـریعاً نسـبت بـه تعـویض آن اقدام نمود. برعکس، دسته دیگری از گریس‌هـا، مقاومـت عـالی در برابـر آب از خـود نشـان مـی‌دهنـد 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 مکانیکیResistance To Extreme Pressure (E.P)

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 ان 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.

ازمایشات ارزیابی وعملکردگریس ها

تعدادزیادی ازمایش برای پیش بینی عملکرد گریس هاتحت شرایط معین وجوددارد‌که ذیلا به برخی ازانهااشاره می شود:

۱-ازمایشات پایداری ساختمانی ومکانیکی

۲-ازمایشات اکسیداسیون

۳-ازمایشات جداشدن روغن ازگریس

٤-ازمایشات مقاومت گریس دربرابراب

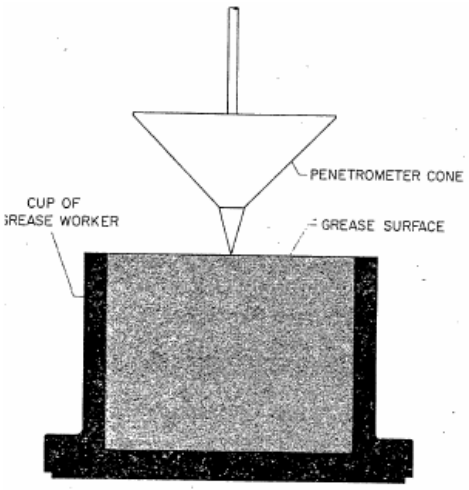
۵-ازمایشات حفاظت دربرابرزنگ زدگی

۶-ازمایشات فشارپذیری وجلوگیری ازسائیدگی

که ذیلا به شرح چندنمونه ازانهاپرداخته می شود.

ازمایشات 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 ازمایش 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 ان به وسیله جسم مخروطی شکل بااندازه۱/۲یا۱/٤تعیین می شود.که در این ازمایشات تغییردرپایداری گریس باکارمکانیکی به عنوان تغییرمطلق درقابلیت نفوذ یا در صد تغییر در قابلیت نفوذگزارش می شود

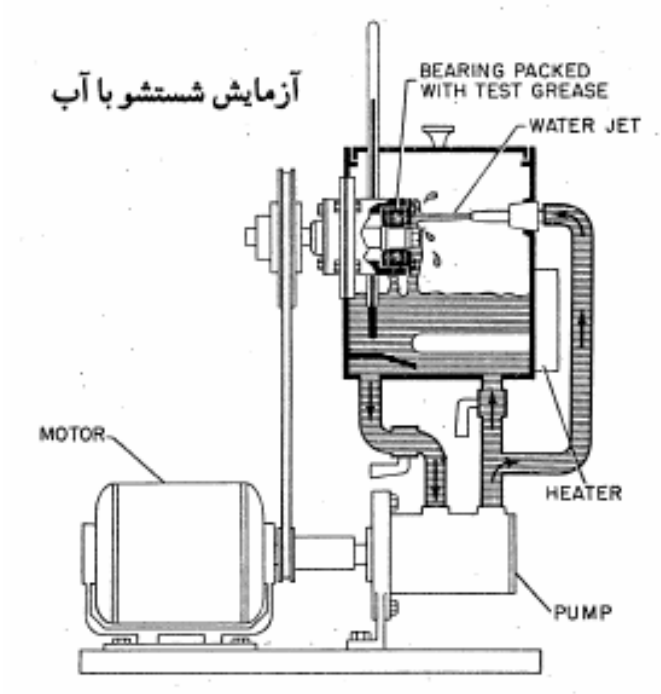


ازمایشات اکسیداسیون

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 ازمایش بال برینگ دردستگاه تحت بارودرجه حرارت زیادقرارمی گیردوتازمانی که یاتاقان خراب می شودیاتاساعت معینی که خرابی رخ نداده ازمایش تمام می شود.این ازمایش برای تعیین طول عمرسرویس دهی گریس هادربال برینگ هائی که دردرجه حرارت های بالاکارمی کنندطراحی شده است.

ازمایش مقاومت دربرابراب

دراین ازمایش یک بال برینگ باپوسته هائی بافاصله مجازبه مدت زیادی چرخانده می شودودرحین چرخش بال برینگ, بوسیله یک جت اب ,روی ان اب پاشیده می شود.پایداری دربرابرشستشوبوسیله مقدارگریس ازبین رفته دربال برینگ درطول مدت ازمایش اندازه گیری می شود.این ازمایش 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 الودگی 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.

ازمایشات حفاظت اززنگ زدگی

وظابف گریس هاعلاوه برروانکاری حفاظت از سیستم دربرابرخوردگی وزنگ زدگی نیزمی باشد.بعضی از گریس هابطورطبیعی خاصیت حفاظت اززنگ زدگی رانیزبرعهده دارنددرحالی که بعضی ازانهادارای این خاصیت نمی باشندکه برای بهبوداین خاصیت می توان ازموادجلوگیری کننده اززنگ زدگی نیزاستفاده شود.

برای ارزیابی خاصیت حفاظت دربرابرزنگ زدگی می توان ازازمایشات استاتیک ودینامیک استفاده نمودکه این ازمایشات معمولا برای گریس هائی که دریاتاقان های غلطکی(بال برینگ ها) بکارمی روندااستفاده می شود .شرایط ازمایش طوری طراحی می شودکه عوامل مساعدبرای زنگ زدگی فراهم می شود.دریکی ازاین ازمایشات یاتاقان های مخروطی باگریس تحت ازمایش پرمی شودوباچرخش یاتاقان به مدت ۶۰ثانیه تحت بار ,گریس هاپخش می شوندسپس یاتاقان دراب 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 درانهاخوردگی ابتدائی (کمترازسه لکه قابل رویت)وجودداشته باشدبانمره دووخوردگی های بیشتر با نمره سه ارزیابی می شوند.

ازمایشات فشارپذیری وجلوگیری ازسائیدگی

ازمایشات استانداردی که ازطرفASTMبرای خاصی فشارپذیری معرفی شده اندعبارتنداز:

۱-ازمایش سایش چهارساچمه فشارپذیرFour Ball Exterm Pressureکه طبق استاندارد ASTM D2596انجام می شود.

ازمایش 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.

www.mohandesyar.com

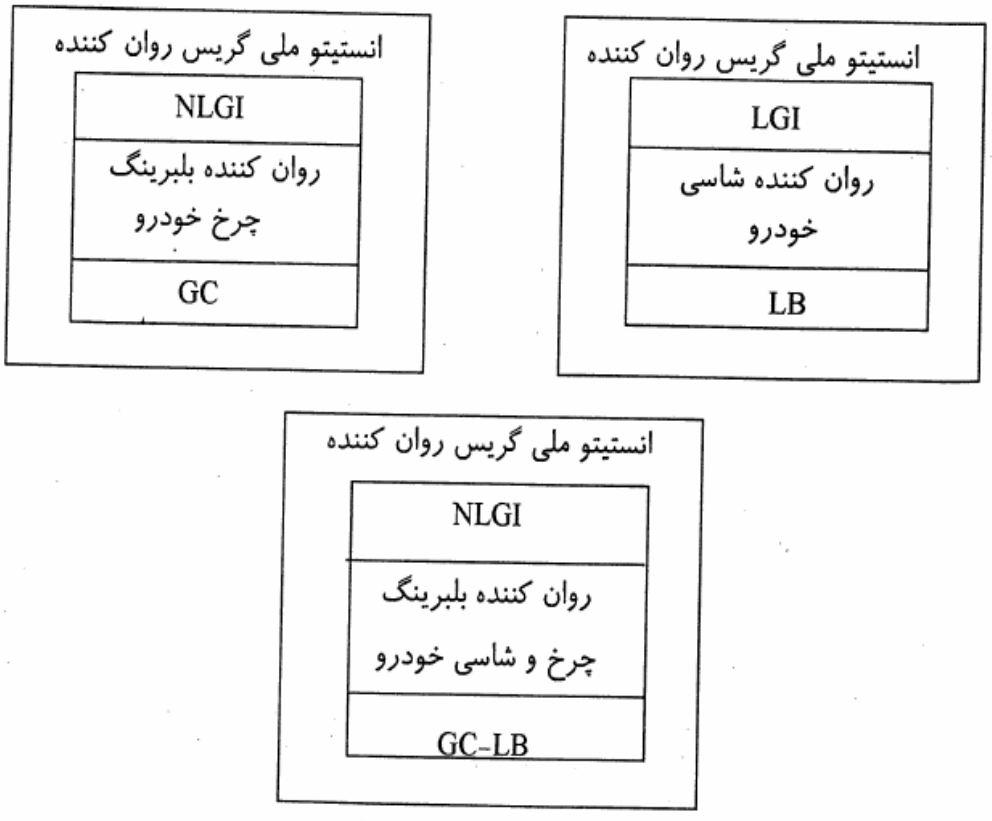
طبقه بندی گریس ها

براساس قابلیت نفوذ کارکرده موسسات استانداردجهانی ASTMیک درجه بندی عددی برای طبقه بندی کردن ثبات گریس ها بوجوداورده است.

درجداول زیرنیزطبقه بندی کاربردی**NLGI**برای کاربردهای مختلف روانکاری قطعات خودروهااورده 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.



NLGI*: National Lubricating Grease Institut

www.mohandesyar.com

درجهNLGIودامنه قابلیت نفوذمربوط به ان برحسب افزایش سختی درجدول زیراورده شده است.

طبقه بندی گریس NLGI

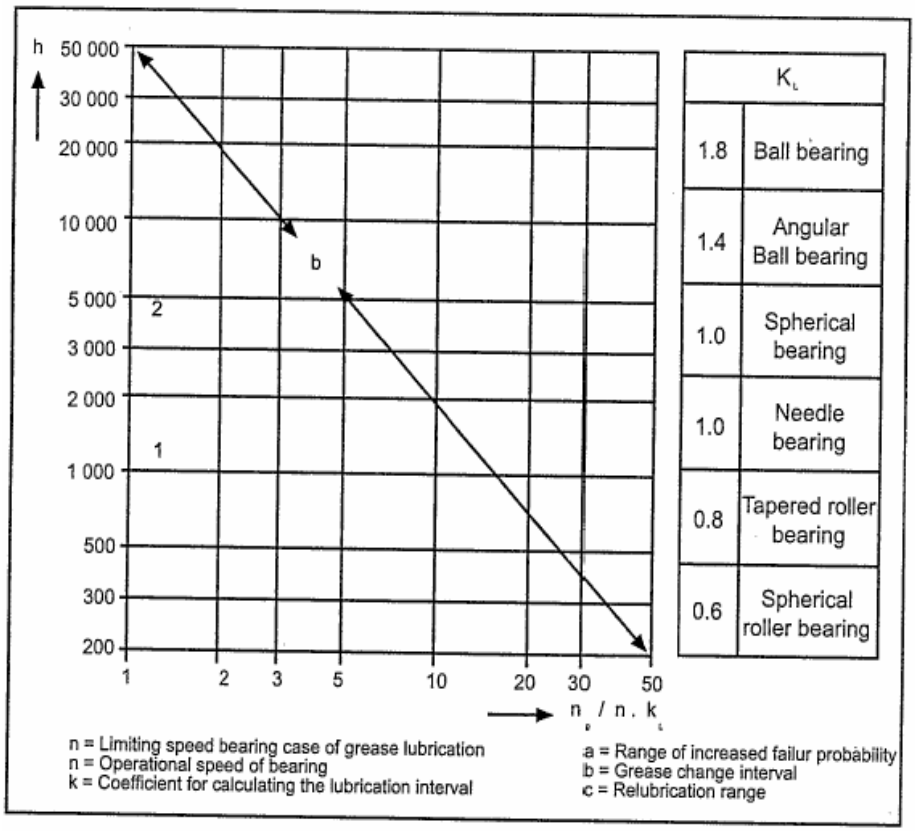
درجه NLGI	قابلیت نفوذ کار کرده
...	۴۴۵—۴۷۵
..	۴۰۰—۴۳۰
.	۳۵۵—۳۸۵
۱	۳۱۰—۳۴۰
۲	۲۶۵—۲۹۵
۳	۲۲۰—۲۵۰
۴	۱۷۵—۲۰۵
۵	۱۳۰—۱۶۰
۶	۸۵—۱۱۵

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

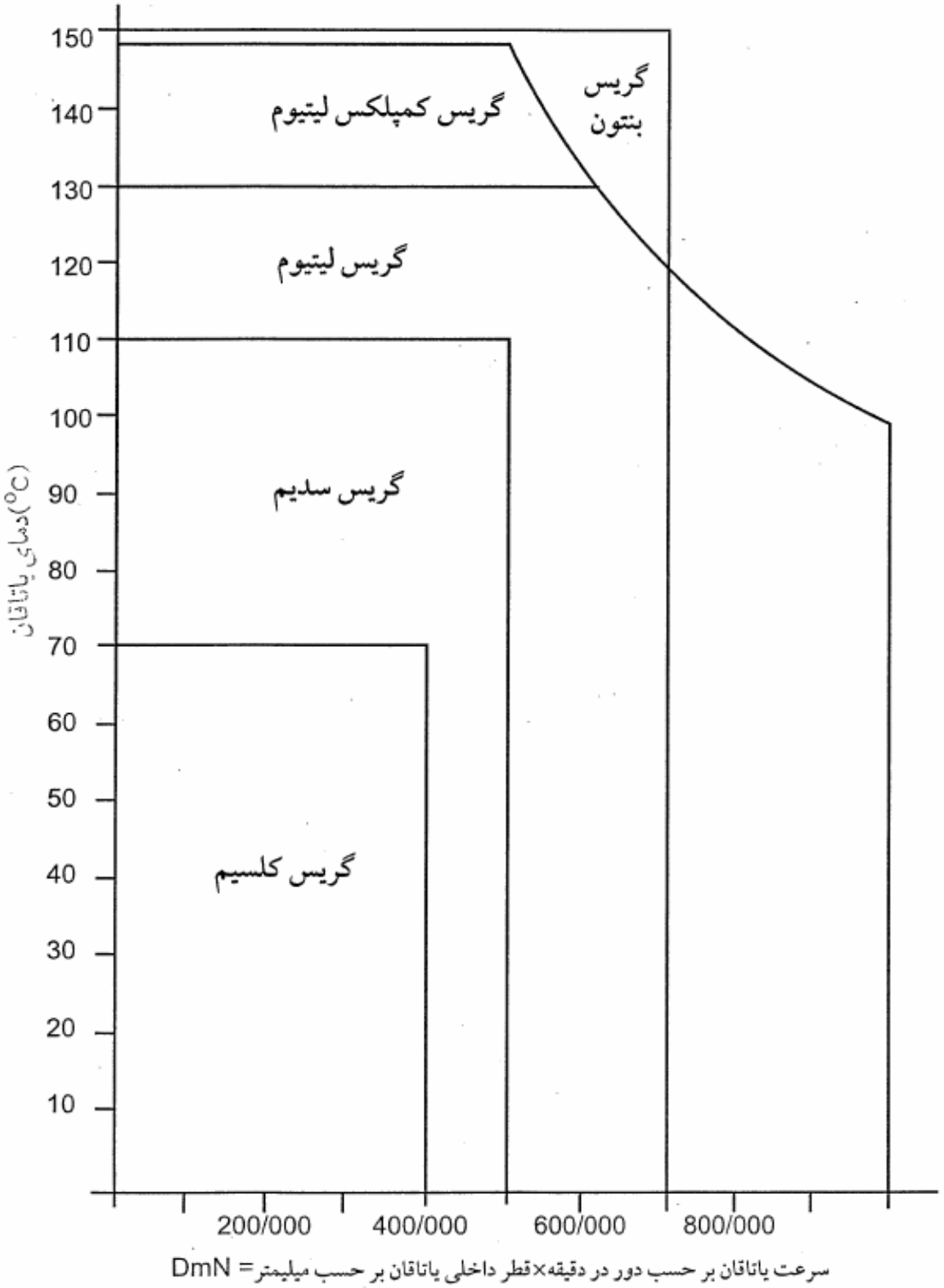


K_L	
1.8	Ball bearing
1.4	Angular Ball bearing
1.0	Spherical bearing
1.0	Needle bearing
0.8	Tapered roller bearing
0.6	Spherical roller bearing

www.mohandesyar.com

بااستفاده ازجدول زیرمی توان محدوده کارکردانواع گریس راباتوجه بـه سـرعت ودرجـه حـرارت دریاتاقـان بدست اورد.

محدوده کارکرد انواع گریس با توجه به سرعت و گرمای یاتاقان



www.mohandesyar.com

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

www.mohandesyar.com

اقتصادروغن

روغن هایکی ازمنابع تجدیدناپذیروازسرمایه های بزرگ ملی یک کشورهستندکه بایدحداکثراستفاده رازان 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 انهادرجاهای خیلی سردیاخیلی گرم.

٤-جلوگیری ازانبارکردن طولانی مدت انها.

۵-مخلوط نکردن روغن هائی که بایکدیگرسازگاری ندارند.

۶-جلوگیری ازریخت وپاش.

۷-باقی نگذاشتن روغن درته ظروف هنگام بازگشت ظرف.

۸-استفاده ازتکنولوژی جدیدانالیزروغن.

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 ازمایشات 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.

روش های تصفیه روغن های کارکرده

انچه که باعث کاهش عمروازدست رفتن خواص روغن هاوسیالات روانکارمی باشد.حضورانواع الودگی هاشامل: ذرات خارجی, رطوبت الودگی های ناشی ازتجزیه واکسیداسیون روغن وگاهااختلاط روغن باسایرروغن هااست.وجودالودگی 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 الودگی 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 ان رابه عنوان یک محصول فرعی به فروش رساند.بیشترروغن هاراپس از استفاده درشرایط کارکردسخت می توان برای مواردی که دارای شرایط کارکرداسانتری هستندیا به عنوان سوخت یاماده اولیه برای کارخانجات تصفیه روغن مجدداستفاده کرد.درنتیجه درانتخاب روغن باید مسائل بعدی ان ومسائل زیست محیطی نیز درنظرگرفته شود.

باتوجه به تولیدبیش ازیک میلیون خودرودرسال وافزایش سریع مصرف انواع روغن های موتوروصنعتی وپیش بینی مصرف ان درایندہ 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 ازان امری ملزم وقابل ملاحظه است درغیراین صورت ازبین بردن ویاسوزاندن ان هیچ گونه توجیه علمی وعملی نداردومی تواندباعث الودگی های زیست محیطی واتلاف مقادیرزیادی انرژی باشد .یکی ازراه های تولیدروغن استفاده ازروغن های مصرف شده (روغن سوخته) واحیا انهابه 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 دارندبیشتر روغن های موتوروصنعتی خودراازطریق تصفیه مجددروغن های کارکرده تامین می کنندوحتی دربعضی ازکشورهامثل المان این کاراجباری است وبیش از۲۰درصدروغن مصرفی انها ازروغن های تصفیه مجددتامین می شود.همچنین شرکت جنرال موتورزامریکانیزاستفاده ازروغن های تصفیه مجددراتائیدکرده واعلام نموده که هرنوع روغن موتوری که بتواندازمایشات موتوری استاندارد راباموفقیت بگذراندرموتورهای ساخت این شرکت قابل استفاده است.این

ازمایشات 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 ازمایشات انجام شده توسط ازمایشگاه 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 هاازالودگی 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 ازان حذف گردد.

بیشترین مشکلی که دررابطه با تصفیه روغن های کارکرده وجوددارد عبارتنداز:

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

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

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

٤-عدم وجود ازمایشگاه 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 الودگی هابه روغن پایه بدست امده بسته به نوع سطح کیفیت وکاربردموردنیاز مواد افزودنی موردنیازاضافه می شودووواردبازارفروش می شود.

انواع روش های تخلیص روغن

برای حذف بهتروسریعتر الودگی های موجوددرروغن های کارکرده ابتداروغن گـرم مـی شودسـپس وارد مخازن ته نشینی بزرگی می شودتامواد‌جامدموجوددران رسوب کنندومجدداذرات جامد,رطوبت والـودگی هـا 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 انهاپرداخته می شود:

روش ته نشینی

ازاین روش درصنایع سنتی برای تخلیص روغن استفاده می شوداین روش روغن برای مدت زمـان کـافی بطورساکن قرارمی گیردتااب والودگی های دیگرجامدسنگین موجـوددران بـه وسـیله نیـروی وزن تـه نشـین شوند. برای بالابردن سرعت ته نشین شدن معمولا روغن راتادرجه حرارت۷۲تـا۸۱درجـه سـانتیگرادگرم مـی کنندتاگرانروی روغن کم شودو موادموجوددرروغن راحت ترتـه نشـین شـوند.درعمـل معمـولا ازدومخـزن استفاده می شودابتدادرمخزن بالائی تخلیص اولیه صورت می گیردوسپس روغن به ارامی بـه یکـی ازمخـازن پایینی واردمی شودتاازبه هم خوردن روغن جلوگیری شوددربالای سطح مخزن نیزیـک عددشـناورتعبیه مـی شود تاروغن تمیزراازبالای مخزن خارج کندوالودگی های جامدواب نیزازانتهای مخزن خارج می شود.

تصفیه بااسیدسولفوریک

دراین روش ابتـداروغن گـرم مـی شـودتااب وناخالصـی هـای غیرمحلـول ازان جداشودسـپس روغـن بااسیدسولفوریک غلیظ مخلوط می شودوبه ان فرصت داده مـی شـودتامواد‌ناخالص ان تـه نشـین شـوندپس ازجداسازی لجن های اسیدی ازروغن ان راحرارت می دهندو ازصافی های متخلخـل عبـورمی دهنـد. بعضـی اوقات روغن راقبل ازفیلترکردن باخاک مخصوص واهک مخلوط نموده وسپس ازصافی عبورمی دهند.

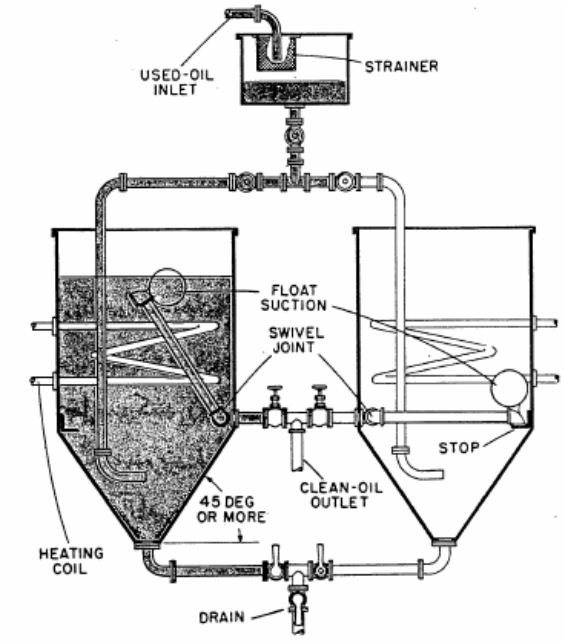
درزیرنمونه ای ازیکی ازفرایندهای تصفیه مجددروغن های کارکرده نشان داده شده است.

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 ان به۲۰۰درجه سانتیگرادرسانده می شودوان 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 ازنظرگرانروی تقریبا تصحیح شده واماده افزودن موادافزودنی لازم به ان اضافه می شود.



مخازن ته نشینی برای تخلیص کردن ناپیوسته

خاک های معینی مثل گل سرشوی مـی توانندمحصـولات حاصـل ازاکسیداسـیون روغـن وهمچنـین بعضـی ازموادافزودنی بخصوصی که درروغن وجوددارداز روغن جداکنند. دراین روش روغن راباخـاک مخصـوص مخلوط نموده وان رادرخلا حرارت مـی دهنـدتا موادسـبک واب ازان جداشـود.جداسـازی خـاک مخصـوص و ناخالصی های روغن به وسیله صافی های کاغذی ویاسطوح متخلخل وبه کمک پوشـش نـازکی ازخـاک Filter Aidانجام می شود.

تصفیه شیمیائی بامواد قلیائی وصاف کردن ان

دراین روش روغن مصرف شده(سوخته شده) رادرمخزن می ریزند وگرم می کننـدتامواد نامحلول دران تاحدامکان تـه نشـین وجداشودسـپس ایـن روغـن رابـااب یامواد قلیـائی مـی شویندتااسـیدموجوددران خنثـی شودولجن موجوددرروغن نیزته نشین شودسپس روغن حاصل راازفیلترهای نمدی عبورمی دهند.

دربعضی ازمواردموادسبک محلول درروغن رابه وسـیله عریـان سـازیStrippingدرخلادردسـتگاه خاصـی ازروغن جدامی کنندودرمواردی نیزقبل ازفیلتران راباخاک مخصوصی مخلوط نموده سپس ازصافی عبـورمی دهندتامواداکسیدشده محلول دران جداشودورنگ ان نیزروشن ترشود.

فیلتراسیون

درسیستم های گردشی روغن ها(روغن های روانکاری هیدرولیک یـا روغـن هـای تراشـکاری) تاانجـائی کـه ممکن است بایدازالوده شدن روغن جلوگیری شودولی باعنایت به اجتناب ناپذیربودن ورودبرخی ازالـودگی هـا برای بالابردن طول عمرروغن, روغن بایدتخلیص یااحیا مجددشود.

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

این سیستم ها ازسه قسمت تشکیل شده است:

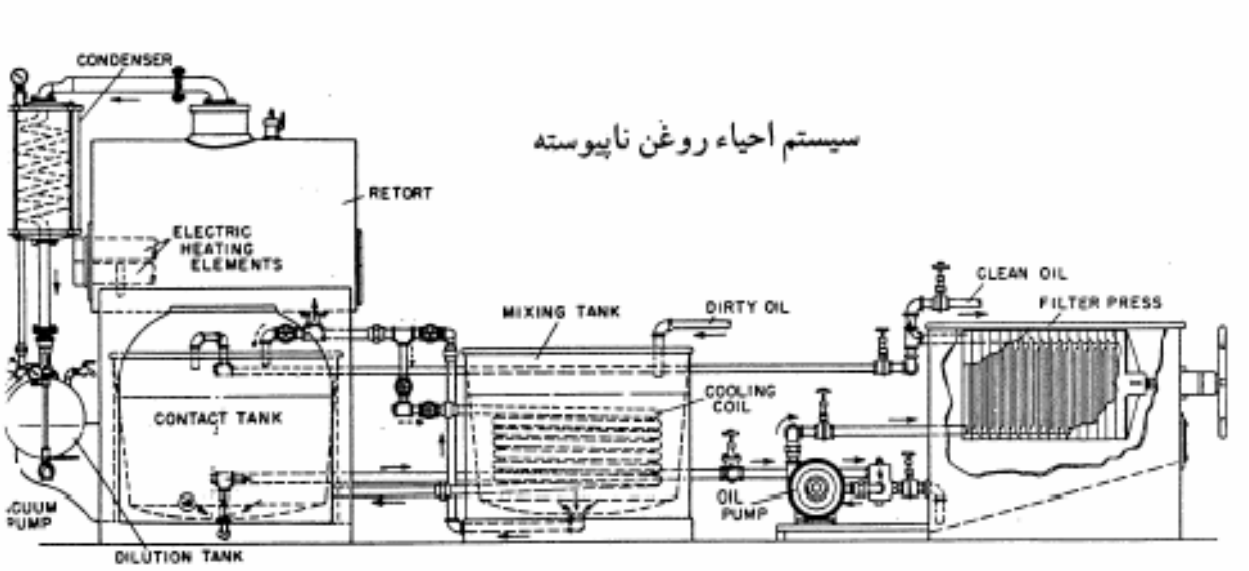
۱-جداکردن اب وذرات جامددرشت توسط فیلترهای سیمی درقسمت ته نشینی.

۲-جداکردن موادجامدمعلق ازطریق فیلترهای پارچه ای.

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

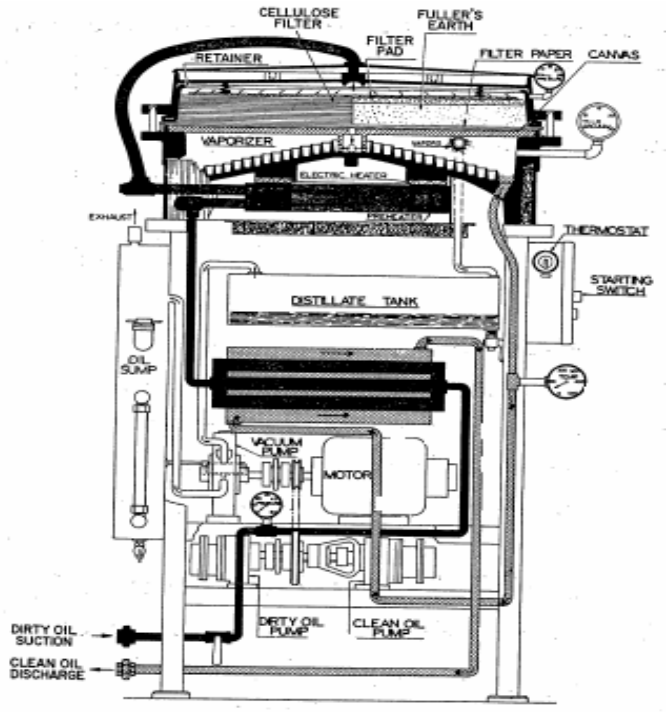
فیلترهای پارچه ای راممکن است به تنهائی وبدون این که سیستم راازسرویس خارج کرد جدانموداین پارچه ها ذرات باقطرتادومیکرون رامی توانندجداکنند.درنتیجه جداکردن گردوخاک ویامواد بازدارنده اکسیداسـیون توسط این فیلترها امکان پذیرنیست.

یک نمونه ازان درشکل زیرنشان داده شده است:



سیستم احیاء روغن ناپیوسته

درروش پیوسته ومداومContinuseبا استفاده ازفیلتر ذرات ناخالصی های موجوددرروغن ازان جدا می شوند(مثل فیلترهای روغن اتومبیل ها)وروغن تخلیص شده واردشبکه روغن کاری می شود.ازاین حالت وقتی استفاده می شودکه الودگی های موجوددرروغن خیلی زیادنباشد.البته جمع شدن تدریجی عناصرالوده کننده روی فیلترباعث افت فشاروو کاهش فلوی روغن می شودکه وقتی اختلاف فشارفشارسنج های نصب شده درقسمت های ورودی وخروجی فیلترازحدی بالاترورودمبین 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

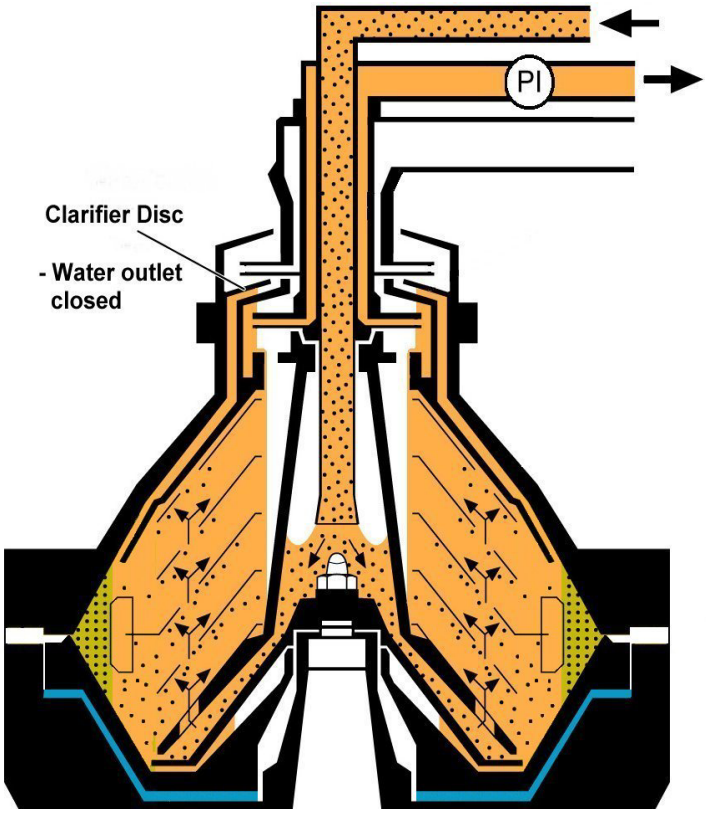
پ-برای جداکردن اب وذرات جامددرروغن

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 واردایـن 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 ان 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 انهابانتایج 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 کمتراز۶۰درجه سانتیگرادخیلی کم اکسیدمی شوندولی دردماهای بالاتربه ازای هر۱۰درجه افزایش دماسرعت اکسیداسیون تقزیبادوبرابرمی شود.همچنین باعث کراکینگ وپلیمره شدن روغن نیزمی شود.

۳-وجوداب اهن ومس سرعت اکسیداسیون رابسیارزیادمی کند.

٤-بابعضی ازبازبینی های ساده می توان خراب شدن بیش ازحدروغن راتشخیص دادمثلا مخلوط شدن اب 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 ان باسوخت یاشکسته شدن روغن در درجه حرارت های بالااست.

۵-تغییررنگ روغن مبین وجودالودگی 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-افزایشIFTاهمراه باکاهشTANنشانه این است که روغن به سمت خنثی شدن می رودونشانه وخامت اوضاع روغن وازکارافتادن موادافزودنی ضدسایشZDDPدران است.

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

انالیز روغن های روانکار Oil 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 دررگ های بدن انسان حرکت می کندوعلاوه بروظیفه اصلی, حامل میکروب ها وبیماری هانیز هست درقسمت های مختلف ماشین الات 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 ان می توان یک روش بسیارموثربرای نظارت بروضعیت عملکرددستگاه هاوماشین الات مختلف بوجوداوردوباشناسائی یک اشکال کوچک که درماشین رخ داده می توان ازخرابی های بزرگترکه می تواندباعث ایجادخرابی ها وافزایش هزینه های ایجادشده شودجلوگیری نمود .

بطورمثال بااندازه گیری روندافزایشی سیلیکون موجوددرروغن شرایط سیستم هواکش مشخص می شودوجوداهن والومینیوم درروغن مبین سایش سیلندروپیستون است, رقیق شدن روغن مبین ورودسوخت اب ویاضدیخ به داخل روغن است, غلیظ شدن روغن مبین اکسیده شدن ان است ,وجودالودگی 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 ازمایشات موردنیازروی ان و انالیزروغن محقق می شود.

بطورکلی انالیز 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 الودگی 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 دستگاهها بر اساس انالیز 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 هاو 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 ازمایشگاههای انالیزروغن .

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-انالیزوتجزیه 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 ازمایش به پمپ بسته می شودو نمونه گیری در ان انجام شود .

١٤-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.

اهداف ونتایج حاصل از ازمایشات انالیزروغن

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

۲-اندازه گیری سیلیکون که الودگی 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 ان کاهش پیدامی کند.

٤-اندازه گیری الودگی اب که می تواندباعث کف کردن روغن زنگ زدگی وخوردگی شود.

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

www.mohandesyar.com

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

۷-اندازه گیری میزان رسوبات که شامل الودگی های معلق درروغن است ومی تواندبه دلیل ورودالودگی های خارجی غیرموثربودن فیلتررروغن 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 انالیزان 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 سانتریفیوز(1)	سیستم با فیلتر یا سانتریفیوز
شفاف	—	—	نیاز به عملی نیست	نیاز به عملی نیست
تیره	شفاف	کف کردن	علت کف کردن باید جستجو شود (3)	علت کف کردن باید مشخص شود (3)
تیره	روغن شفاف با لایه آب جدا شده	امولسیون نا پایدار (4)	خدا کردن آب و رسوب ها از محل مخلیه	بازرسی سانتریفیوژ (5)
تیره	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)

www.mohandesyar.com

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 ازمایشات 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	-	-	-	-
آزمایش‌تیمکن EP	D-۲۷۸۲و۲۵۰۹	-	-	ت	-	ت	ت	-
آزمایش‌چهار ساچمه EP	D-۲۷۸۳و۲۵۹۶	-	-	ت	-	ت	ت	-
آزمایش‌چهار ساچمه‌قطرخراش	D-۴۱۷۲و۲۲۶۶	-	-	ت	ت	ت	-	-
ضریب‌نایت اصطکاک	D-۵۱۸۳ US DM۵۷	-	-	ت	-	-	-	-
دمولسی بیلیتی	D-۱۴۰۱و۲۷۱۱	ت	-	ت	-	-	-	-
عددلسیدی‌و 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*

www.mohandesyar.com

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 انـدیکس خـواص اسیدی و قلیایی ، نقطه ریزش ،آلودگی آب و ... اندازه گیری می شود کـه مقـادیر انـدازه گیـری شـده بـا مقادیرمجازتوصیه شده ومقادیری که قبلا اندازه گیری شده وهمچنـین مقادیرانـدازه گرفتـه شـده ازنمونـه 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

ازمایش روغن جهت بررسی ذرات فلزی

باتوجـه بـه ایـن کـه روغـن درقسـمت هـای مختلـف ماشـین حضـوردارددوکلیه الـودگی هـا وسـائیدگی هاراباخودحمل می کندباگرفتن نمونه روغـن مـی تـوان ایـن ذرات فلـزی راشناسـائی کـرد,نحـوه سـائیدگی هارامشخص نمود,قطرانهاراراندازه گیری نمودونتیجتاسرمنشااصلی سایش کـه باعـث خرابـی هـای بعـدی مـی شودراشناسائی 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 می شوند که منبع هـر کدام ازانها بایکدیگرمتفاوت است وذیلا به توضیح هرکدام ازمنابع ان 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 .

www.mohandesyar.com

برای راهنمایی و تحلیل ذره هایی که در نمونه روغن یافت شده اند جداول زیر کمک موثری بـرای اینکـه 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

www.mohandesyar.com

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	بمب‌ها ـ کلاچ‌ها واشرهای فنری یاتاقان ها	واشرهای فنری بوش بمب		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

www.mohandesyar.com

لازم به توضیح است که مس عموما به شکل یک آلیاژ به صورت برنز ظاهر می شود و همراه با قلع (در برنز) وروی (در برنج) است .

فلزات فرسایشی موجوددرروغن شامل مواردزیراست:

۱-ذرات مربوط به عناصرمربوط به موادافزودنی که به عنوان افزودنی های روغن به منظوربهبودکیفیت وایجادبرخی خواص به روغن مورد استفاده قرار می گیرندو شامل 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 جزییات بیشتر باید به نقشه های اجرایی دستگاه ها وماشین الات که در آنها جنس قطعات داده شده یا مشورت با کارخانه سازنده مراجعه شود که با عنایت به پیشرفت روز افزون علم و تکنولوژی ، تکنولوژی ساخت ماشین آلات و قطعات خصوصا به دلیل استفاده از مواد جدید به سرعت تغییر می کند که باید دقت کامل را انجام داد .

برای شناسائی فلزات فرسایشی موجوددرروغن ازدستگاه هاوروش های متعددی استفاده می شودکه ذیلا به شرح برخی ازانهااشاره 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 انها 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 تاحدود۲۵۰میکرون رامشخص می کندکه ازنتایج ان می توان برای تشخیص انواع ومنابع سایش والودگی 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 انالیزسایش واندازه ذرات بافروگرافی

۱-این روش می تواند شکل ونوع ترکیب الودگی های مختلف وذرات حاصل ازسایش های تاسایز۲۵۰میکرون 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:

www.mohandesyar.com

الف-ذرات حاصل ازقطعات اهنی.

ب-ذرات حاصل ازسایش قطعات غیراهنی مثل مس سرب الومینیوم 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.

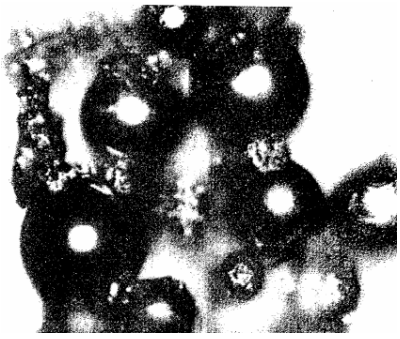
۲-سایش دراثرخستگی اجزا غلتشی نشان دهنده ایجادترک دراجزاغلتان یاتاقان های غلتشی می باشد.

۳-سایش دراثربریدن که معمولا به علت خط انداختن حاصل ازسایش فلزات سخت روی فلزات نرم تر ایجادمی شود.

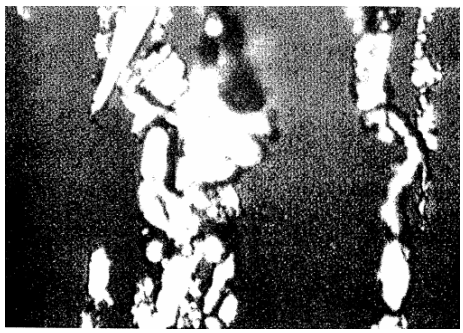
٤-سایش دراثرلغزندگی شدیدکه بوسیله بارهاوسرعت های زیادکه روی سطوح ولبه هاتولیدخط می کند بوجودمی اید.

۵-سایش دراثرغلتش ولغزش که بوسیله خط انداختن ذرات درشت وخستگی دردنده هابوجودمی اید.

درشکل های زیر چندنمونه ازنتایج حاصل ازازمایشات فروگرافی ودلایل مربوطه انهااورده شده 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 ان یک مغناطیس دوارقراردارد ریخته می شود.این عمل باعث رسوب ذرات سائیده شده بصورت مجموعه حلقه های هم مرکزی 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 ارگون 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.

انالیزروغن 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 ومواد‌افزودنی 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 تواندالودگی هاوذرات حاصل ازسایش راکه اندازه انهاحداکثر۷-۶میکرون است رامشاهده نمودونکته قابل توجه این که اعدادی که به وسیله این روش گزارش می شوندبه تنهائی مهم نیستندمهمترازان افزایش یاتغییرات زیادTrendدراین اعداداست که گروه تعمیرونگهداری ماشین الات بایدازمتالوژی ماشین وهمچنین نوع موادافزودنی که درروغن مورداستفاده قرارگرفته اطلاع داشته باشدتاازتصمیمات اشتباه وانجام عملیات غیرضروری جلوگیری شود.

مشاهده میکروسکوپیک

در این روش نمونه روغن روی شیشه مخصوص پخش می شود و زیر میکروسکوپ مورد مطالعه قرار می گیرد .

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

همانطور که قبلا نیز توضیح داده شد اکثر آزمایشات روی روغن برای شناسایی عیوب احتمالی روی دستگاه ها وماشین الات است که پس از شناسایی نوع ذرات, پارامتر مهم شناسایی مشخصه های 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 همراه با علت های سایش در آنها به تصویر کشیده شده و می توان نمونه ها را با یکی از آنها تطبیق داده و علت سایش را شناسایی کرد.

بخاطراصطلاحاتی متعددی که بوسیله صنایع یامحققین مختلف بکاربرده می شودوهمچنین به دلیل اینکه ممکن است دویاچندفرایندمختلف سایش بایکدیگرعمل کنندغالبا دسته بندی سایش هاخیلی دقیق نیست ولی بطور کلی سایش هادردودسته زیرطبقه بندی می شوند:

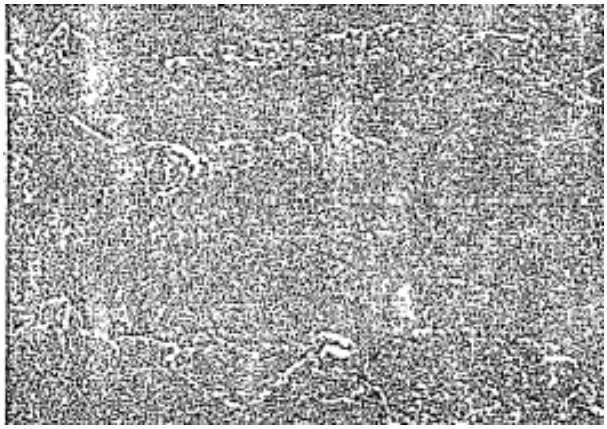
الف-سایش های پایه ای شامل:خوردگی شیمیائی,خستگی ,سایش حفره ای, سایش دراثرچسبندگی, سایش در اثرخراش ,سایش فرسایشی و.....

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....

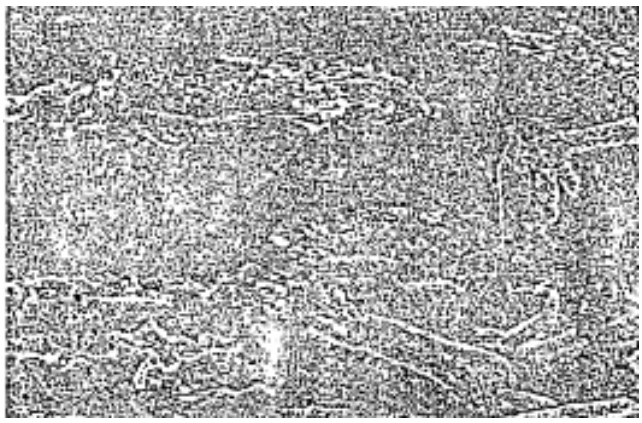
که ذیلا به برخی ازاین مواردااشاره می شود.

سایش لغزشی طبیعی

ذرات طبیعی هستند که حاصل سایش خوش خیم سطوح لغزنده بر روی هم هستند این ذرات به شکل صفحات مسطح و کوچکی اندکه بسیار نرم هستند.معمولا سطوح لغزنده متقابل دارای سختی یکسانی 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 باشد در حین کنده شدن ذرات لبه ها بر روی سطوح سائیده شده و پهن می شود و کش می آیند و از روی سطح کنده می شوند .



غالبا اندازه آنها طولی معادل 50 میکرون است.

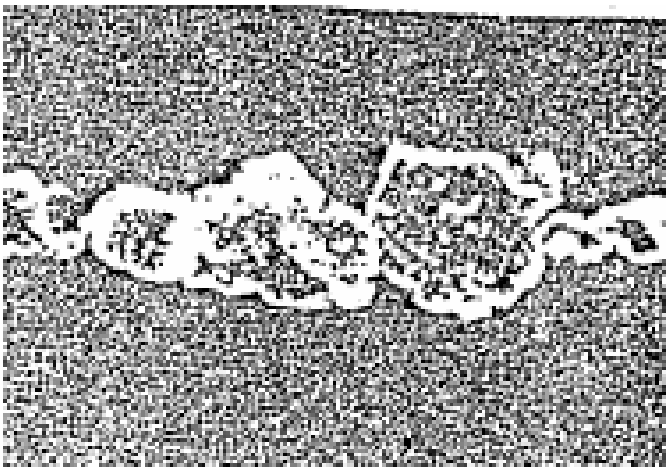
سایش حاصل از بریدگی

ذرات سائیده ای هستند که درنتیجه نفوذ و فرو رفتن یک سطح دیگر پدید می آیند وضعیت مشابه 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 فرو رود و همین مشکل را ایجاد کند گستره اندازه ذرات ممکن است 5-2 میکرون پهنا و 25 تا 100 میکرون طول داشته باشند.

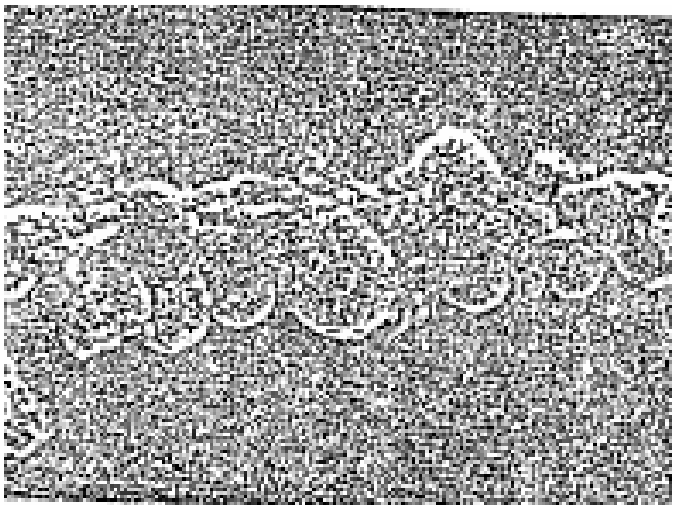
سایش خستگی غلتشی

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.

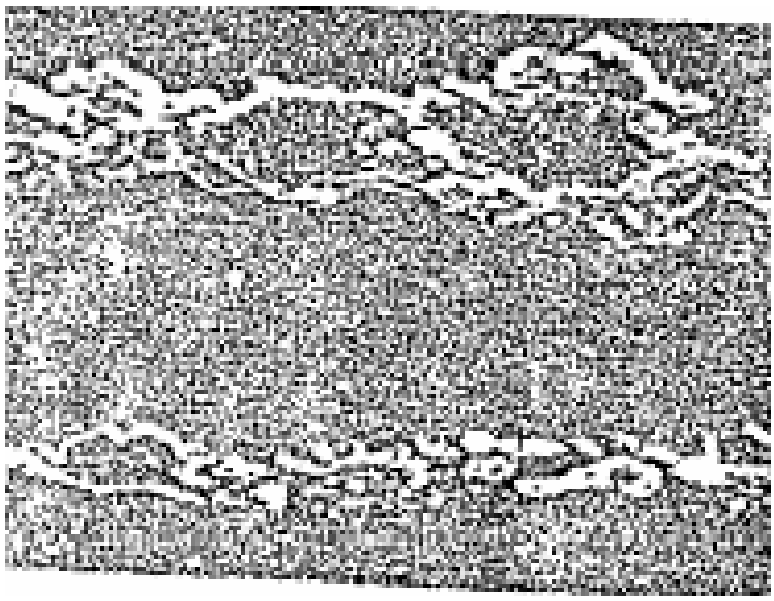


ترکیب غلتش و لغزش (در چرخ دنده ها)

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.

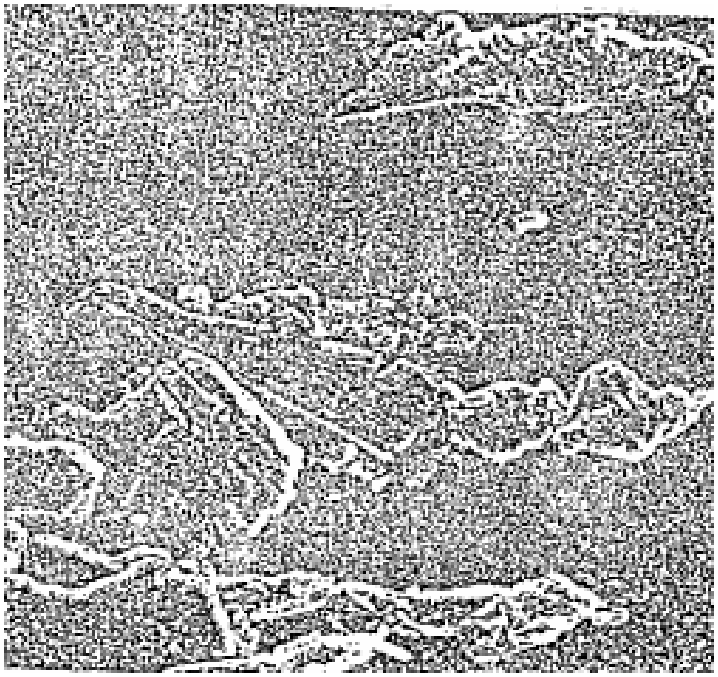
ذرات بزرگتر با اندازه ۲۰ میکرون در مقابل ذرات کوچکتر با اندازه ۲ میکرون کاملا مشهودند .

www.mohandesyar.com



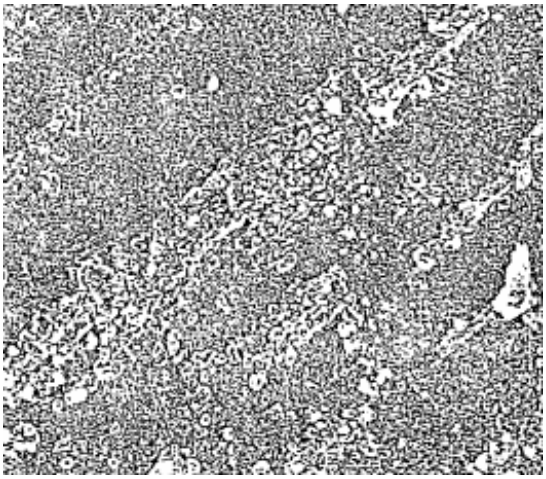
سایش لغزشی پیش رونده

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 ازمایشات 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 انهاست که اگرنرخ سایش افزایش یافته باشد باید مشکل ریشه یابی وحل گردد.که البته برای تجزیه و تحلیل روغن شخص انالیزکننده بایدعلاوه براطلاعات روغن نسبت به دستگاهی هم که نمونه روغن ازان گرفته شده اطلاعات کافی داشته باشد تانتایج ثمربخش باشد.

درصفحات اتی نیز مواردی ازاین گزارشات اورده شده است.

سیستم های روغنکاری Lubrication Systems

مهمترین عامل در کارآیی مفیددستگاهها وقطعات متحرک انهانوع صحیح روغن و سیستم روغن کاری است. اصولاً نوع سیستم روغنکاری بر اساس وضعیت ساختمانی ونوع قطعات بکاررفته دران و نیاز دستگاه مورد نظـر انتخاب می شود و به روش های زیر عملی می شود:

روش های یک بارمصرف

۱- روغنکاری قطره ای وتغذیه باظروف فتیله دار.

۲- روغنکاری پاششی .

روش های استفاده مجدد

۱- سیستم گردشی ثقلی.

۲- سیستم روغنکاری ترشحی.

۳- سیستم حمام روغن.

٤- سیستم روغنکاری به توسط رینگ زنجیر وطوقه).

۵- سیستم روغنکاری غرقابی.

۶-سیستم های روانکاری متمرکز.

الف-سیستم روغنکاری تحت فشار.

ب-سیستم روغنکاری مه ایOil Mist.

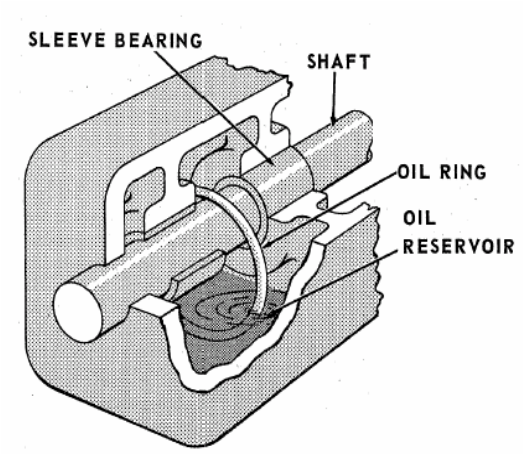
دراین بخش بیشتربه بحث روش های روانکاری صنعتی که بیشترین کاربردرادرصنایع داردپرداخته می شود.

روغن کاری به توسط رینگ

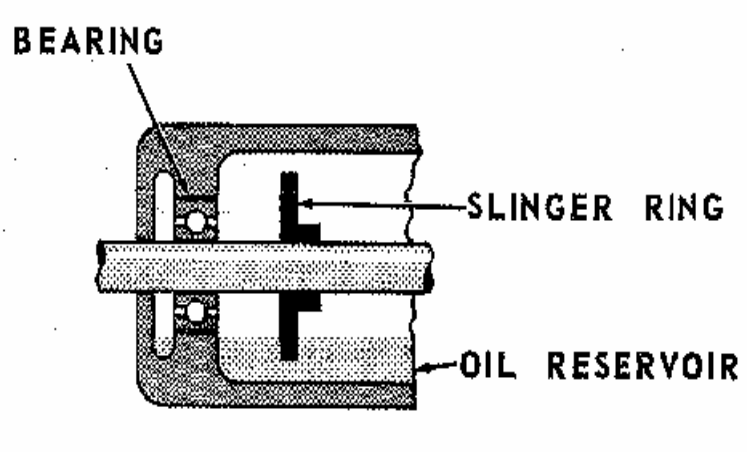
دریاتاقان هائی که به این روش روغنکاری می شوندروغن توسط یک رینگOil Ring که روی محورازاداست وبااان می چرخد,ودراثرچرخش محورروغن رانیزباخودبطرف بالا می اوردوروی یاتاقان پخش می کندوپس از روغنکاری مجددابه مخزن روغن برمی گردد.ازاین روش برای مواردی که محوردارای دورمتوسطی است استفاده می شود.درسرعت های زیادرینگ 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 شودوباان می چرخد.برای پاک کردن روغن وهدایت ان 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.



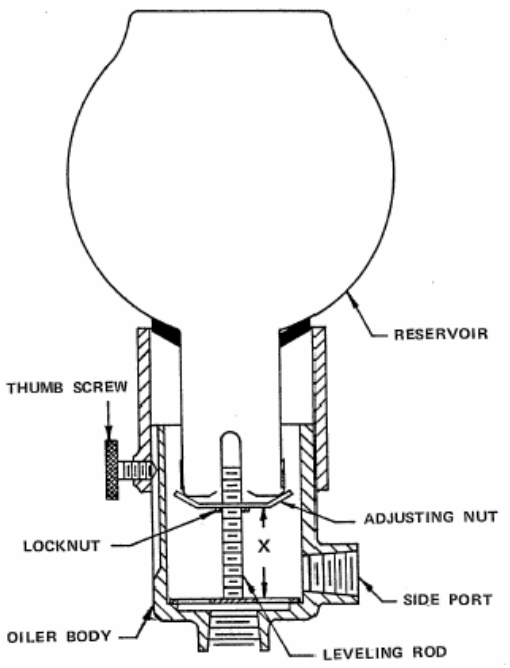
به دلیل نشتی های اجتناب ناپذیری که وجوددارد سطح روغن داخل محفظه یاتاقان تغییرمی کند که این می توانددراین نوع سیستم روانکاری اختلال ایجادکند پس لازم است سیستمی وجودداشته باشدکه بتواندبطوراتوماتیک سطح روغن رادرحدمطلوبی نگه دارد .

برای تنظیم اتوماتیک سطح روغن درداخل هوزینگ برینگ هاازسیستم هائی به نام Oil Potکه 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 ان پیچیده می شود و زیرمخزن شیشه ای قراردارد تنظیم می شود.باپیچاندن این مهره هاAdjusting Nut (برای جلوگیری ازشل شدن انهادرحین

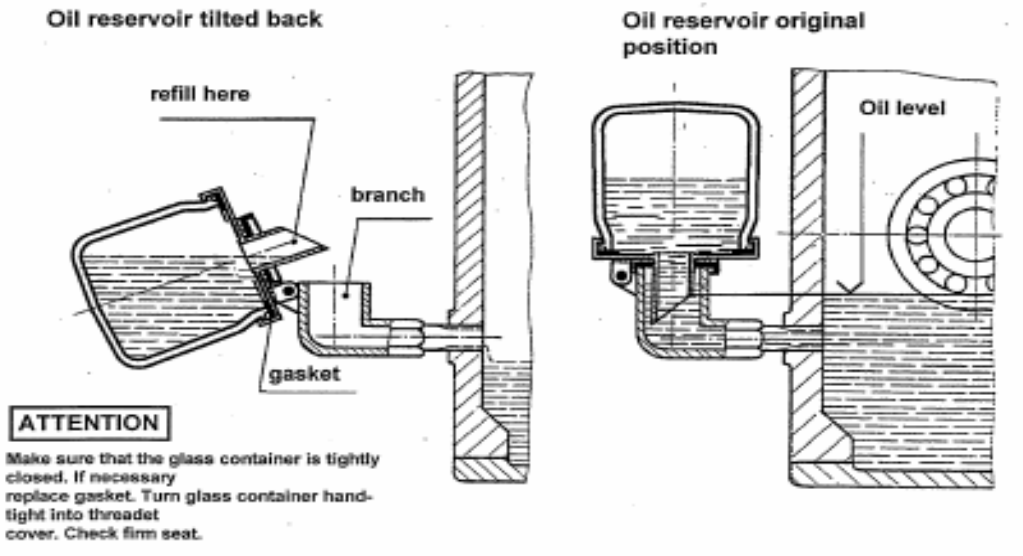
کارازدومهره استفاده می شود) به سمت بالا مخزن شیشه ای بالاترقرارمی گیرد(سطح روغن بالاترمی اید)وباعث تخلیه بیشتر روغن ازمخزن شیشه ای بطرف هوزینگ برینگ می شودتاحالت تعادل برقرارشود.

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.



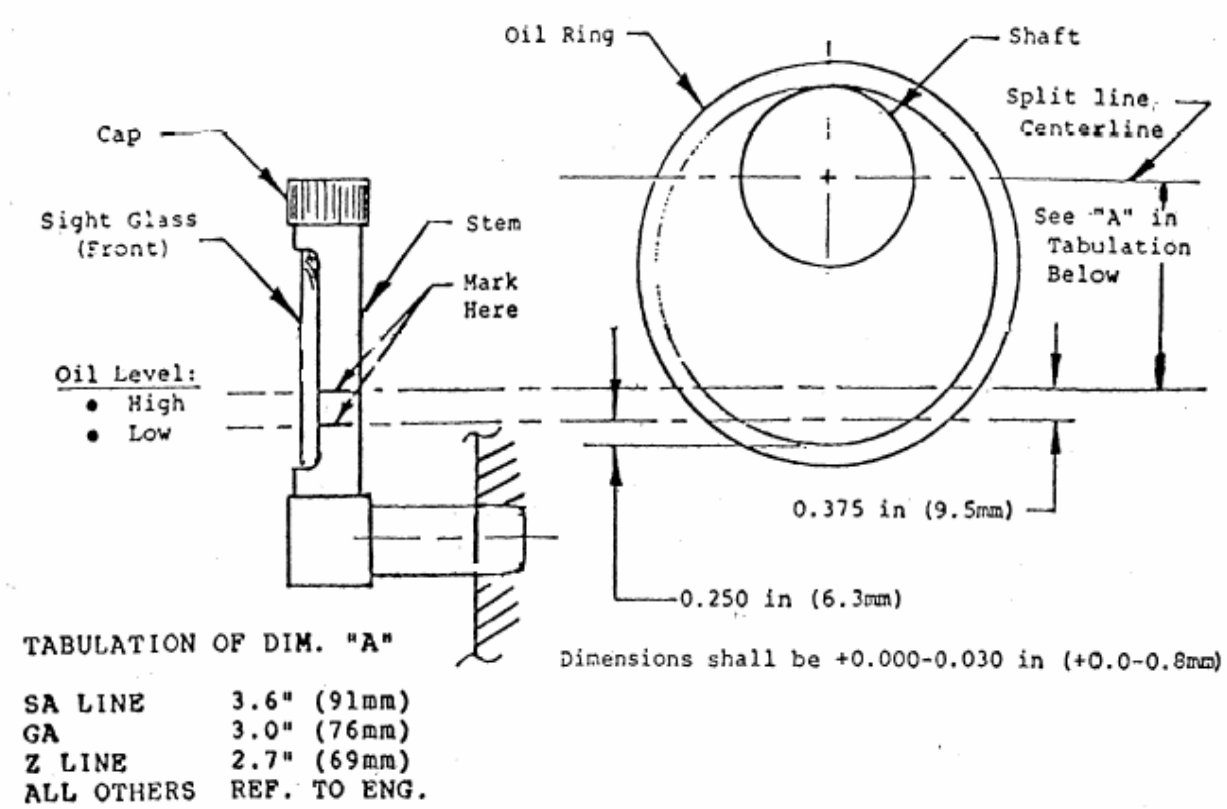
چندنکته:

۱- اگرلولـــه اتصـــال Oil Pot بـــه 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 به دلایلـی مفقودیـا برداشـته شـده است که این کارمی تواندباعث ازکارافتادن Oil Pot وعدم کنترل سـطح روغـن شـود ودرشـرایطی سـوختن برینگ ها وکاهش طول عمرانها رادراثرفقدان روغن بوجوداورد.

۳-اگرمخزن شیشه ای شکسته شده باشدیا ترک داشته باشد باعث می شود هواداخل ان نفـوذ کنـدوروغن داخل ان درمدت زمان کوتـاهی تخلیـه شـود وعملایـن سیسـتم کـاردهی خودراازدسـت بدهـد پـس عـلاوه براطمینان ازپربودن مخزن شیشه ای بایدمواردفوق الذکر نیزدرطی بازدیدها ی روزانه چک شوند.

ارتفاع روغن هوزینگ برینگ هائی که ازیاتاقان های بوشی استفاده می کنندوسیستم روغنکاری انهاازنوع Oil Ringاست بسته به قطرشافت وقطررینگ است ومی توان حداقل وحداکثرارتفاع روغن رابراسـاس ابعـاد Oil Ring بدست اورد که درشکل زیریک نمونه ان نشان داده شده است.



سیستم روغن کاری مرکزی تحت فشارForced Lubrication

دراین سیستم روغنکاری ازروغن تحت فشارعلاوه برخنک کاری برای روغنکاری یاتاقان هانیزاستفاده می شودودرصورتی که فشارروغن کم باشدبه دلیل کم شدن فلوی روغن یاتاقان هابه خوبی روغنکاری نمی شوندوباعث صدمه دیدن انهاخواهدشد(به دلیل عدم انتقال حرارت) برای روغنکاری یاتاقان هابایدهمیشه ازروغن تمیزاستفاده شودزیراذرات موجوددرروغن می توانددرفواصل کم بین قطعات گیربیفتدوباعث سائیدگی محورویاتاقان شود.

روغن موردلزوم برای روغنکاری درمحفظه ایOil Reservoirذخیره می شود. روغن توسط پمپ از مخزن کشیده می شودوروغن تحت فشارپس ازخنک شدن وفیلتر شدن به محفطه 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 ان 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 فشارسنح 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 دران 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 ان مقداری انرژی پتانسیل در ان ذخیره می شودودرمواقع لزوم باعث تخلیه روغن می شود.

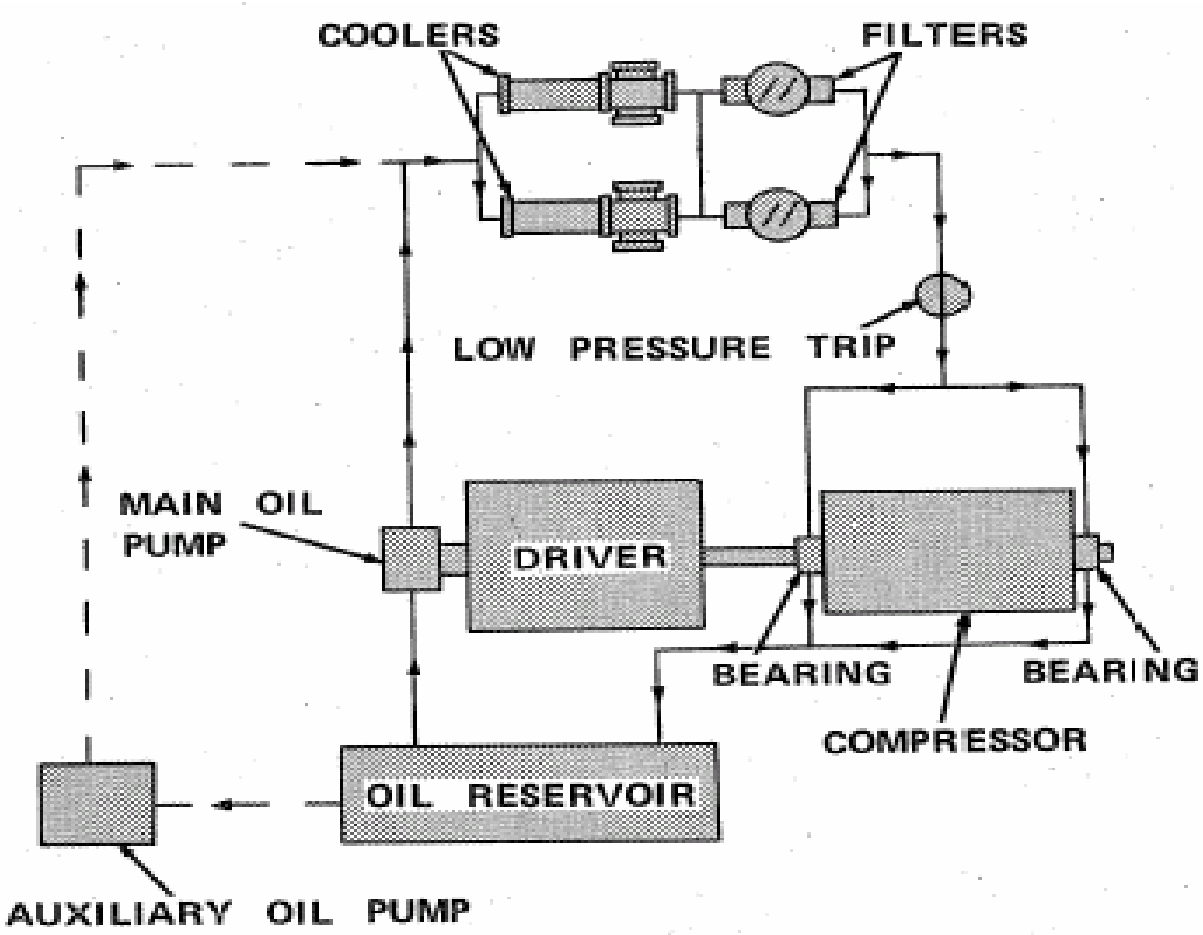
ث-حفاظت ازعدم گرفتگی فیلترهای روغن بااندازه گیری اختلاف فشارورودی وخروجی فیلتر.

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.

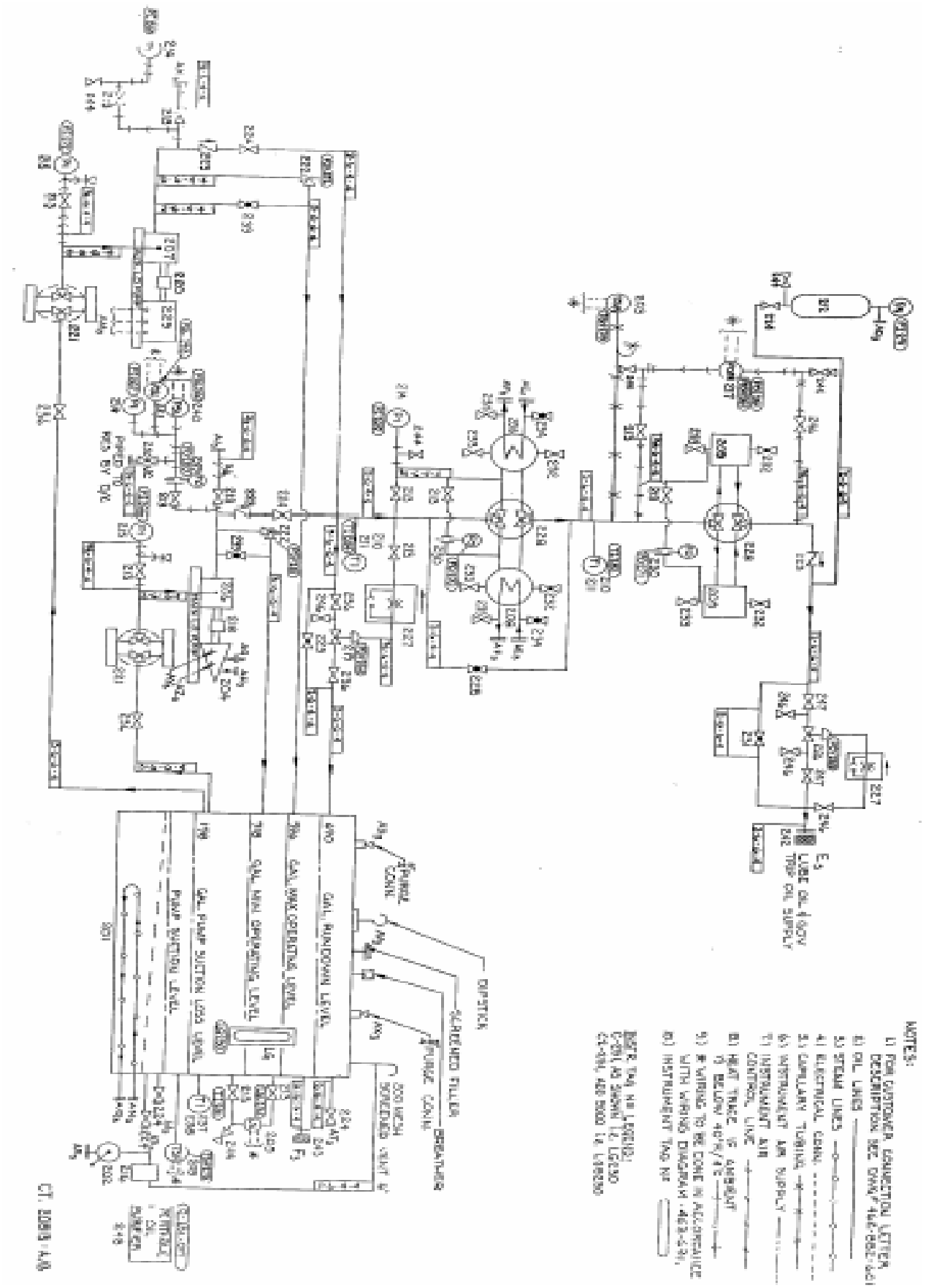
درشکل زیرفلودیاگرامی از یک سیستم روغنکاری تحت فشارنشان داده شده است.



لازم به توضیح است که قبل ازدرسرویس قراردادن پمپ یاهردستگاه دیگر کلیه این مجموعه وسیستم های حفاظتی ان بایدموردبررسی قرارگیرد(بخصوص بعدازنصب اولیه یا چک های روتین یا بعداز هر تعمیر اساسی)که ازعملکرد صحیح سیستم های حفاظتی ان اطمینان حاصل شود که ذیلا به نحوه چک کردن قسمت های مختلف ان پرداخته می شود.

www.mohandesyar.com

درشکل زیرشمائی ازیک سیستم روغنکاری نشان داده شده است.



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 ، ترانسمیترهای ، سوئیچ ها و ۰۰۰ طبق 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 بازرسی قسمت حساسشان برای حالت Shut Down , Alarm بااستفاده ازحمام روغن یا هر روش دیگر.

۵-چک کردن نحوه عملکرد کلیه سوئیچ هایی که بوسیله عامل فشار تعذیه می شوند ،فرمان می گیرند ، تحریک می شوند و عمل می کنند بوسیله تغییر فشار سیستمی که سوئیچ برای آن تدارک 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 مقررشده برای هر کدام از انها.

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 تحریک سیستم الارم درمواقعی است که پمپ اصلی روغن ازکارافتاده است. روش تست ان به این صورت است که پمپ یدک درسرویس قرارداده می شودودوسریک اهم متر روی این سوئیچ قرارداده می شودسپس ولوی که درمسیر خروجی پمپ یدک است ارام ارام بازمی شودتافشارروغن شروع به کم شدن کند وقتی فشارروغن مساوی میزان Setting مربوطه شد بایداین سوئیچ مدارراامتصل کندکه دراین صورت می 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 افت فشاراندازه گیری شده دردوطرف ورودی وخروجی فیلترروغن است .روش تست ان به این صورت است که با بستن تدریجی Tappingروی خروجی D.P و بالا بردن فشار خروجی سیستم, اندازه گیری اختلاف فشار انجام می شودوسوئیچ اخطاردهنده نیز مثل حالت قبل چک می شود.

۳-چک نمودن سیستم Shut Downدستگاه روی کلیه فرمانهائی که روی ان 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 انهااشاره می شود.

پمپ روغنکاری D.C

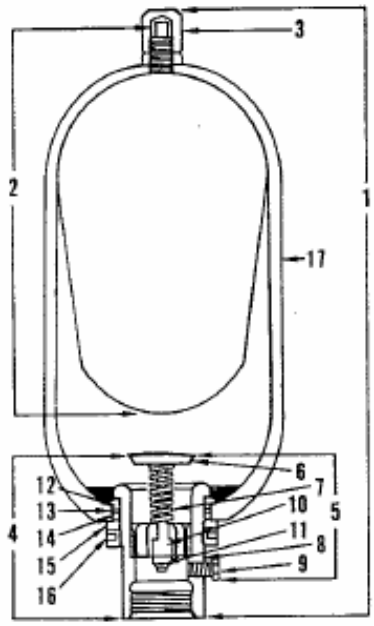
در دستگاه های بزرگ وگران قیمت برای حفاظت ازماشین هرقدرهم سرمایه گذاری شودمقرون به صرفه است زیرا اگردرطول عمردستگاه یک بارهم دستگاه را محافظت کندارزش ان را داردبه همین دلیل روی توربوژنراتورهای بزرگ علاوه برپمپ های روغن اصلی ,یدکی(توربینی یابخاری) واکومولاتورروغن, ازیک عددپمپ که موتوران بابرق جریان مستقیم 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 ازانهااستفاده شود.

اکومولاتورروغنLube Oil Accumulator

این سیستم شامل یک انباره استوانه باظرفیت حدود ده گالن روغن است که درداخل ان یک Bladerقراردارد‌که بایک گازبی اثرمثل ازت بافشارمناسب شارژمی شودواطراف ان 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 دران ذخیره می کند ودرصورتی که سیستم روغنکاری ازکاربیفتدوتوربین Tripکندپس ازتوقف توربین روغن ذخیره شده درداخل ان روی یاتاقان های داغ تخلیه می شودوازچسبیدن انهاروی محوروهمچنین تشکیل کک ممانعت می کند.لازم به توضیح است که این مجموعه به هیچ وجه نمی تواندکارروغنکاری راانجام دهدوفقط برای جلوگیری ازسیزSeizکردن یاتاقان هااز ان اسنفاده می شود.

لازم به توضیح است که درتوربین های بخاری که تروتل ولوواستاپ ولوبا فشارسیستم Lube Oilعمل می کنندازفشارروغن ذخیره شده دراکومولاتوربرای سریع تربسته شدن استاپ ولوStop Valveنیزاستفاده می شود.

درشکل زیرشمائی ازان نشان داده شده است.



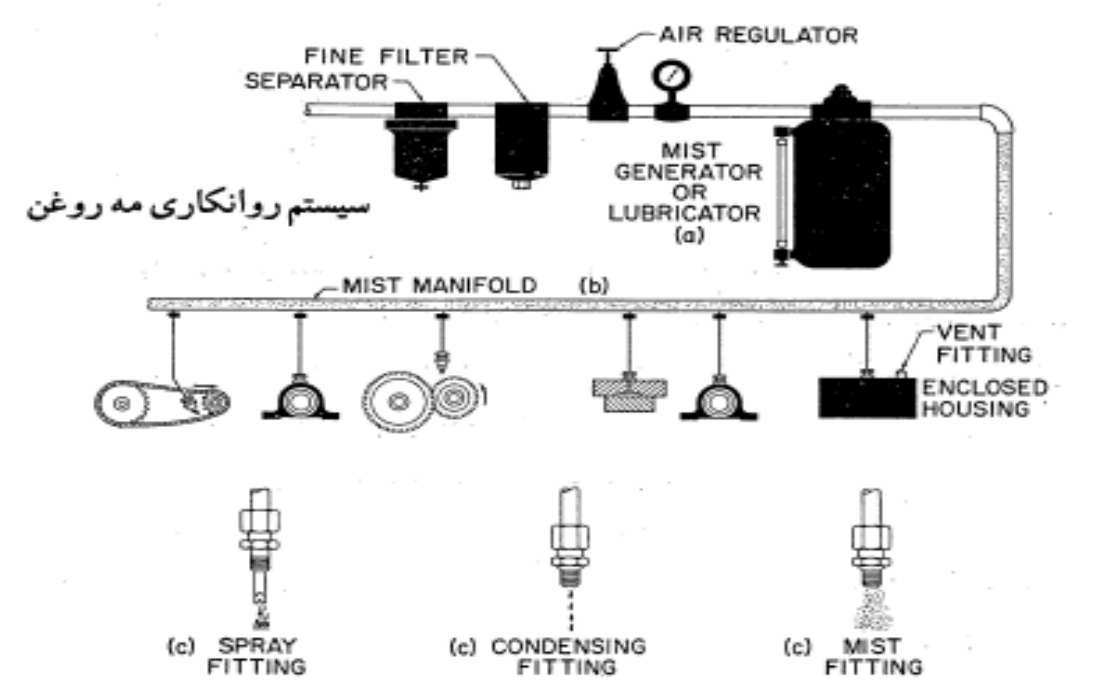
1	ACCUMULATOR, COMPLETE
2	BLADDER & GAS ASSEMBLY
3	VALVE GUARD
4	PORT ASSEMBLY
5	POPPET & PLUGASSEMBLY
6	POPPET
7	SPRING
8	PLUG
9	PIPE PLUG
10	PISTON
11	STOP NUT
12	ANTI-EXTRUSION RING
13	WASHER
14	PLUG "O" RING
15	SPACER
16	LOCK NUT
17	SHELL (not for sale)

سیستمTop Tank

دراین سیستم یک شاخه ازروغنی که روی یاتاقان ها منتقل می شودجدامی شودو واردیک مخزن که درارتفاع معینی ازسطح زمین قرارگرفته می شودRandom Tankودرصورت ازکارافتادن پمپ اصلی ودرسرویس نیامدن پمپ یدک, روغن ذخیره شده درمخزن تازمان توقف دستگاه درطولShut 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 قطرکمتراز۳میکرون یک مه روغنی بسیارپایداری راایجادمی کنندکه می تواننددریک فاصله طولانی درداخل مسیرجریان یابد.وقتی مه به محل موردمصرف می رسدسردمی شودوبه قطره های روغن یاتوده های به هم چسبیده تبدیل می شودوباعث روانکاری سطوح موردنظرمی شودوسطح فلزراروغنکاری می کند.دراثرکم شدن حالت تلاطم ذرات روغن بصورت کلوئیدی ونهایتا بصورت ذراتی باقطربزرگ 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 وان 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 باقطر۱۰۰میکرون 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 نـازل هـای 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 روغـن بهترصورت گیرد.

مزایایMist Oiling System

۱- روانکاری کلیه سطوح.

۲- خنک کاری محفظه یاتاقان ها دراثرجریان هوا.

۳- جلوگیری ازورودالودگی به سیستم(به دلیل وجودجریان هوای بافشار)بخصوص بخاراب.

٤- کاهش مصرف روغن تا ٤٠٪ .

۵- روانکاری با بازدهی بالا .

۶-کاهش دمای هوزینگ ببرینگ بین ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی گراد که نهایتا می تواند باعث حذف Water jacketدرهوزینگ ببرینگ و رفع مشکلات ناشی از آن و..... شود.

روش تمیزنمودن سیستم روغن کاری Flushing

برای جلوگیری ازورودذرات جامدوزنگ های باقی مانده درلوله ها ومسیرهای روغنکاری به یاتاقان ها وسیل های اب بندکننده گازکه باعث نفوذانهابین قطعات ثابت ومتحرک می شودوحاصل ان سایش وفرسایش سـریع قطعات می شود الزامی است که کلیه مسیرها ونقاط مختلف سیستم روغنکاری چه برای دستگاه هائی است که جدیدا نصب شـده باشـند(بادقـت خیلـی بـالاتر) وچـه بعـدازتعمیرات اساسـی دسـتگاه هـای سـنگین عملیـات Flushingیاتمیزکاری طبق یک دستورالعمل انجام شودکه ذیلا به شرح ان پرداخته می شود.

برای دستگاه هائی که جدیدنصب می شوندFlushing باروغن توصیه شده توسط کارخانه سازنده بایدانجام شودکه قادربه حل کردن موم ها ومواد‌حفاظتی سطوح داخلی قطعات می باشدومقداران بین ۳۵تا۵۰ درصدظرفیت معمولی سیستم روغن است ولی پس ازتعمیرات اساسی دستگاه ها می توان ازروغن مورداستفاده شده روی دستگاه نیزبرای این کار استفاده نمودودراین شرایط مراحلی 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 زنگ بکار برده شده روی دستگاه ها, در روغن مخصوص قابل حل شدن هستند واحتیاج به تمیز کاری انها با مواد دیگری نیست.

۲- کلیه قسمت های اطراف وداخل دستگاه باید از خاک ، شن و دیگر کثافات تمیزشوند و در صورت نیاز به تمیز کاری بایدبا پارچه های بدون نخ های آزاد و با مایع تمیز کننده تمیز شوند .همچنین برای سهولت انجام کارواطمینان ازتمیزبودن محفظه های روغن معمولا داخل انهارنگ سفید زده می شود تا کثافات و اجسام خارجی احتمالی موجوددران به راحتی قابل رویت باشند .

۳-برای شستشوی لوله های داخلیFlushing و قسمت های داخلی ماشین آلات از روغن هایی باید استفاده شود که غلظت آن کمتر از غلظت روغن اصلی باشد تا قابلیت نفوذ و حرکت آن در کلیه منافذ و راهگاه ها بهتر باشد . لازم به توضیح است که برای دستگاه هائی که جدیدنصب می شوندبا توجه به نوع روغن های حفاظتی موجودروی انهاکه درحین حمل دستگاه رامحافظت می کنند نوع روغن برای Flushing نیزتوسط کارخانه سازنده پیشنهاد می گرددتابهتربتواندروغن های حفاظتی رانیزدرخودحل کند .

٤-اگرمخزن روغنLube Oil System Consoleازدستگاه جداست. سیستم لوله کشی بایدطوری طراحی شودکه درحین عملیات فلشینگ بتوان مسیرهای روغن واردشده به قسمت های اصلی(یاتاقان 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 ازانهاعبورکندوذرات موجوددران بین قطعات گیرنیفتد.

۶-برای انجام Flushingازپمپ یدک روغنAuxilary Oil Pump یادربعضی ازمواردازپمپ های مخصوص این کاراستفاده می شود.

۷-پس ازشارژروغن درمخزن وهواگیری ان 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 برقرارنمـود. (بـا برداشـتن Blank های مسیرهای روغن یاتاقان ها وقراردادن مش ریزدرانها) 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 مسیرDrainتخلیـه 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 روغـن کـم شـده کـه 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 اثـر 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 انهامی 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 ان.

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 وازمایشات لازم(که درفصل انالیزروغن بطورمفصل راجع به ان بحث شد) روی ان انجام شودولی باتوجه به شرایط محیطی نوع دستگاه نحوه ونحوه کار ان طول عمران 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 ان را مشخص می کنندوبادرنظرگرفتن سخت ترین شرایط کاری ساعت کارکردمفیدان 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 ان وهمچنین کاربردهای دیگر باانالیزکردن روغن تصمیم به تعویض گرفته می شود

www.mohandesyar.com

جدول طبقه‌بندی درجات گرانروی ISO و مقایسه آن با گرانروی SUS

گرانروی SAYBOLT SUS ۱۰۰°F ۳۷٫۸°C		عدد گرانروی ASTM SAYBOLT	محدودهٔ گرانروی سینماتیک cSt. ۴۰°C		میانگین گرانروی سینماتیک	درجه گرانروی ISO
حداکثر	حداقل		حداکثر	حداقل		
۳۵/۵	۳۴	۳۲	۲/۴۲	۱/۹۸	۲/۲	۲
۳۸/۲	۳۶/۵	۳۶	۳/۵۲	۲/۸۸	۳/۲	۳
۴۲/۷	۳۹/۹	۴۰	۵/۰۶	۴/۱۴	۴/۶	۵
۵۰/۳	۴۵/۷	۵۰	۷/۴۸	۶/۱۲	۶/۸	۷
۶۲/۸	۵۵/۵	۶۰	۱۱	۹	۱۰	۱۰
۸۳	۷۲	۷۵	۱۶/۵	۱۳/۵	۱۵	۱۵
۱۱۵	۹۶	۱۰۵	۲۴/۲	۱۹/۸	۲۲	۲۲
۱۶۴	۱۳۵	۱۵۰	۳۵/۲	۲۸/۸	۳۲	۳۲
۲۳۴	۱۹۱	۲۱۵	۵۰/۶	۴۱/۴	۴۶	۴۶
۳۴۵	۲۸۰	۳۱۵	۷۴/۸	۶۱/۲	۶۸	۶۸
۵۰۰	۴۱۰	۴۶۵	۱۱۰	۹۰	۱۰۰	۱۰۰
۷۵۰	۶۱۵	۷۰۰	۱۶۵	۱۳۵	۱۵۰	۱۵۰
۱۱۱۰	۹۰۰	۱۰۰۰	۲۴۲	۱۹۸	۲۲۰	۲۲۰
۱۶۰۰	۱۳۱۰	۱۵۰۰	۳۵۲	۲۸۸	۳۲۰	۳۲۰
۲۳۰۰	۱۸۸۰	۲۱۵۰	۵۰۶	۴۱۴	۴۶۰	۴۶۰
۳۴۰۰	۲۸۰۰	۳۱۵۰	۷۴۸	۶۱۲	۶۸۰	۶۸۰
۵۰۰۰	۴۱۰۰	۴۶۵۰	۱۱۰۰	۹۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
۷۵۰۰	۶۱۰۰	۷۰۰۰	۱۶۵۰	۱۳۵۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰

SUS مخفف عبارت Saybolt Universal Seconds ، واحد گرانروی در ۱۰۰ درجه فارنهایت است.

www.mohandesyar.com

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

www.mohandesyar.com

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 ترانسفورمرو کلیدهای 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

www.mohandesyar.com

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.

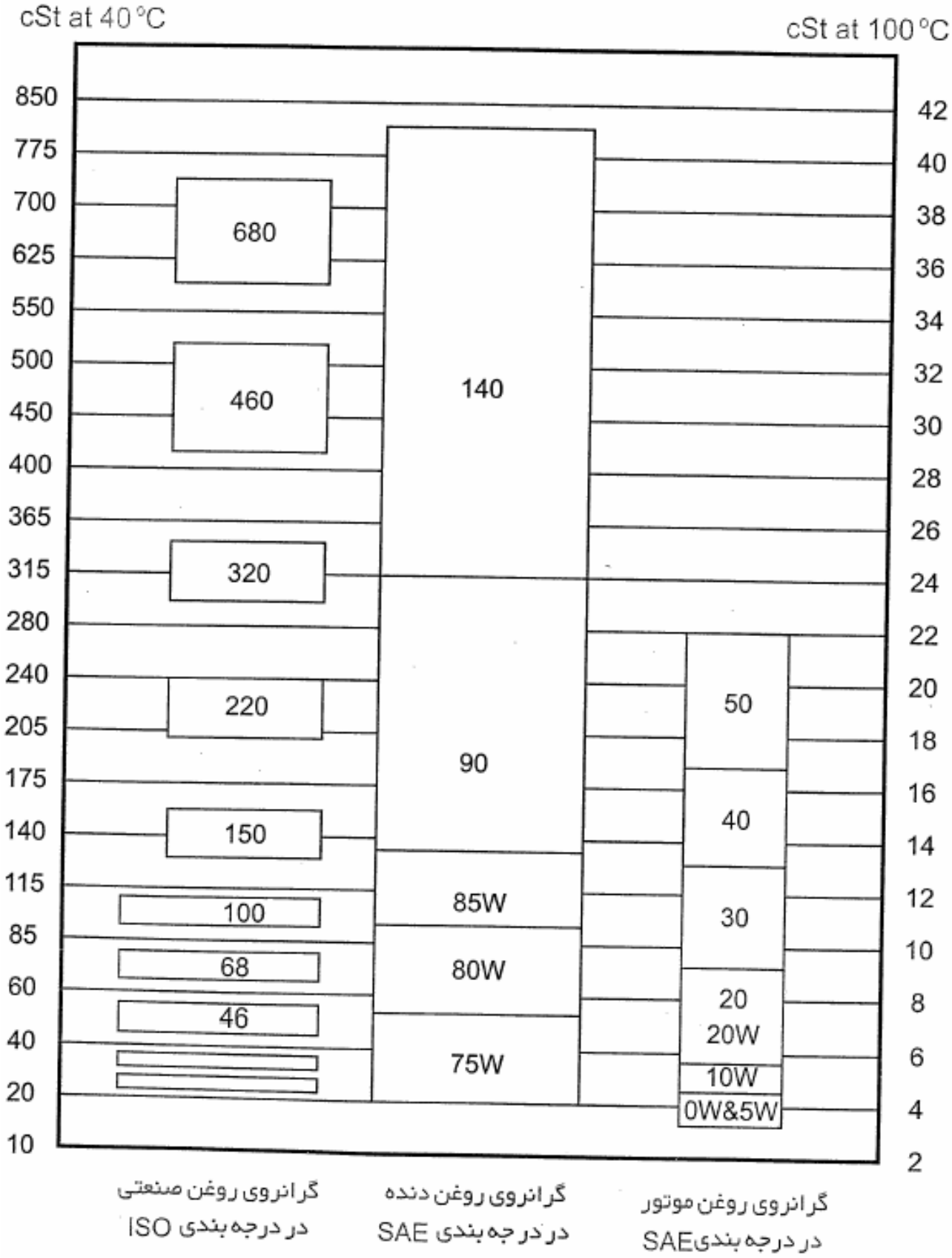
** بستگی به‌درجه گرانروی دارد.

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

**** دستورالعمل بهبود یافته

www.mohandesyar.com

معادل تقریبی درجه گرانروی روغن‌های موتور ، دنده و صنعتی در دمای 100°C و 40°C



www.mohandesyar.com

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	گمپرسور 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

www.mohandesyar.com

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

www.mohandesyar.com

Axle and Manual Transmission Lubricant Viscosity Classification

SAE Classification		70W	75W	80W	85W	90	140	250
Viscosity @ 100°C	min. (cSt)	4.1	4.1	7.0	11.0	13.5	24.0	41.0
	max (cSt)		No Requirement			24.0	41.0	No Req.
Viscosity of 150000 cP max.temp.°C		-55	-40	-26	-12	No Requirement		
Channel Point min.°C		No Requirement						
Flash Point min.°C		No Requirement						

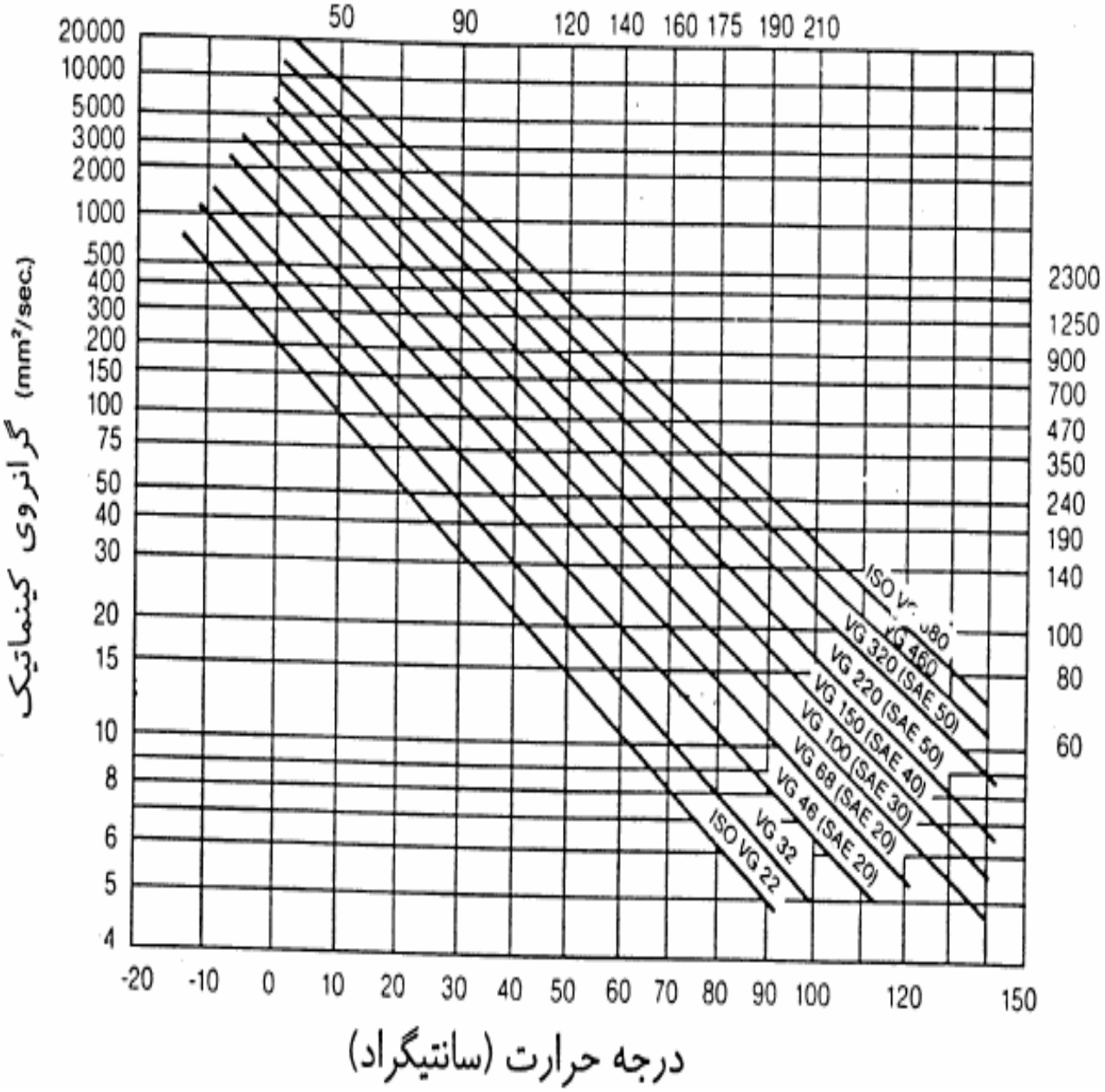
MIL-L-2105E Specification		75W	80W-90	85W-140
Viscosity @ 100°C	min. (cSt)	4.1	13.5	24
	max (cSt)	–	24.0	<41.0
Viscosity of 150000 cP max.temp.°C		-40	-26	-12
Channel Point min.°C		-45	-35	-20
Flash Point min.°C		150	165	180

◄ (cSt) مخفف واحد گرانروی یعنی Centi Stockes است.

www.mohandesyar.com

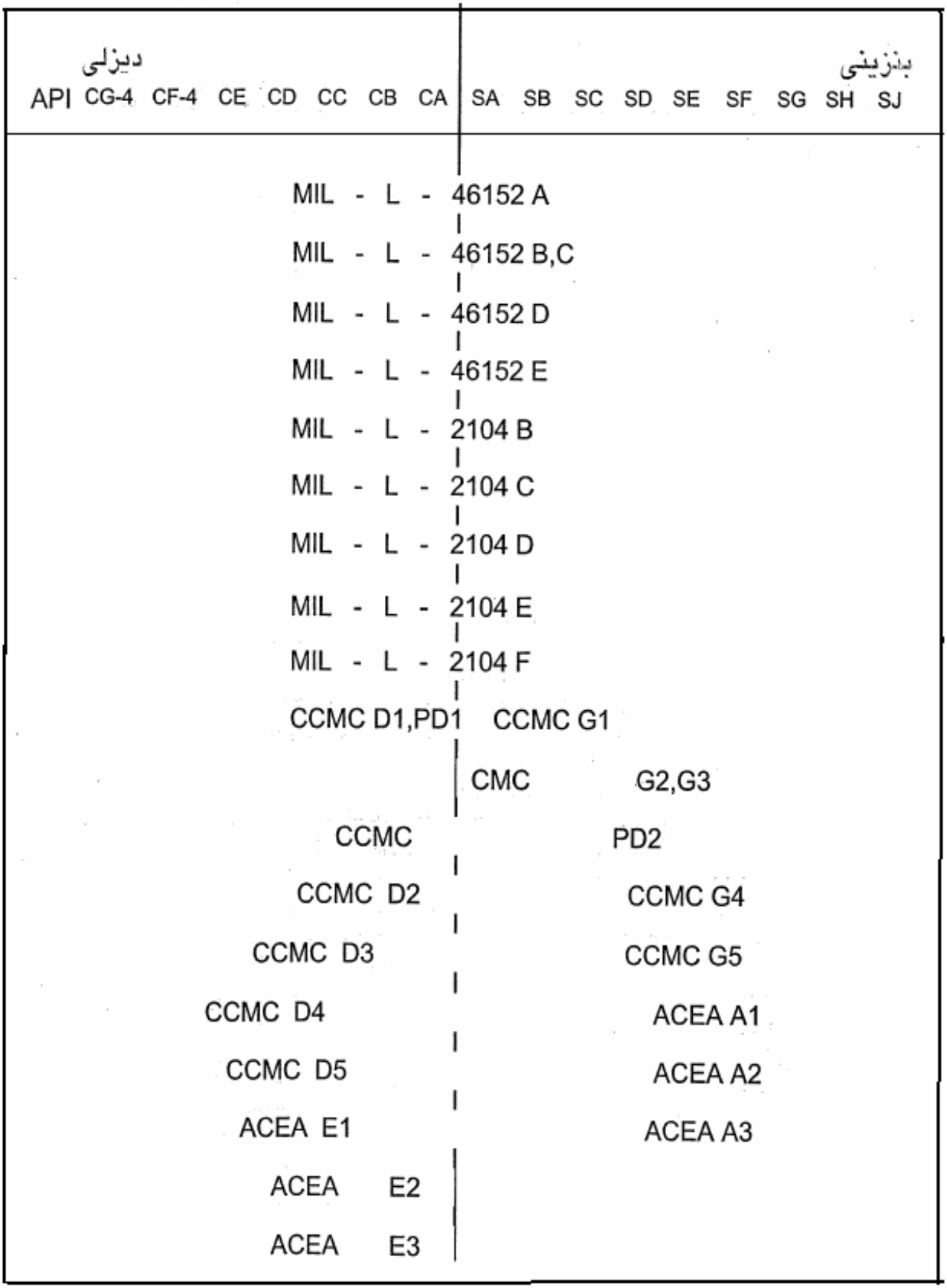
نمودار گرانروی ـ درجه حرارت

تبدیل تقریبی درجه حرارت‌های فارنهایت



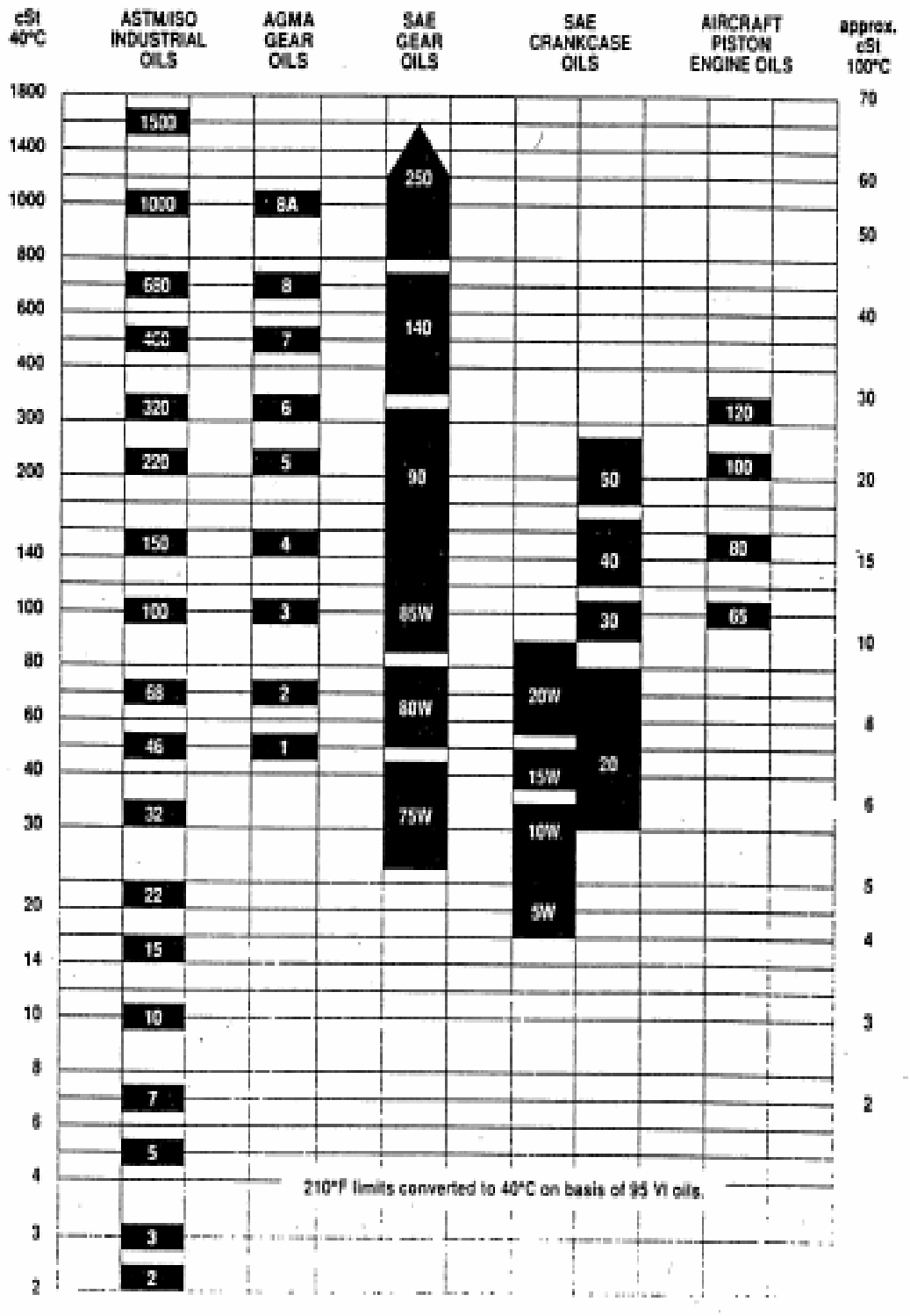
www.mohandesyar.com

مقایسه سطوح کیفیت مختلف روغن‌های موتور



www.mohandesyar.com

گرانروی های تقریباً معادل در سیستم های طبقه بندی



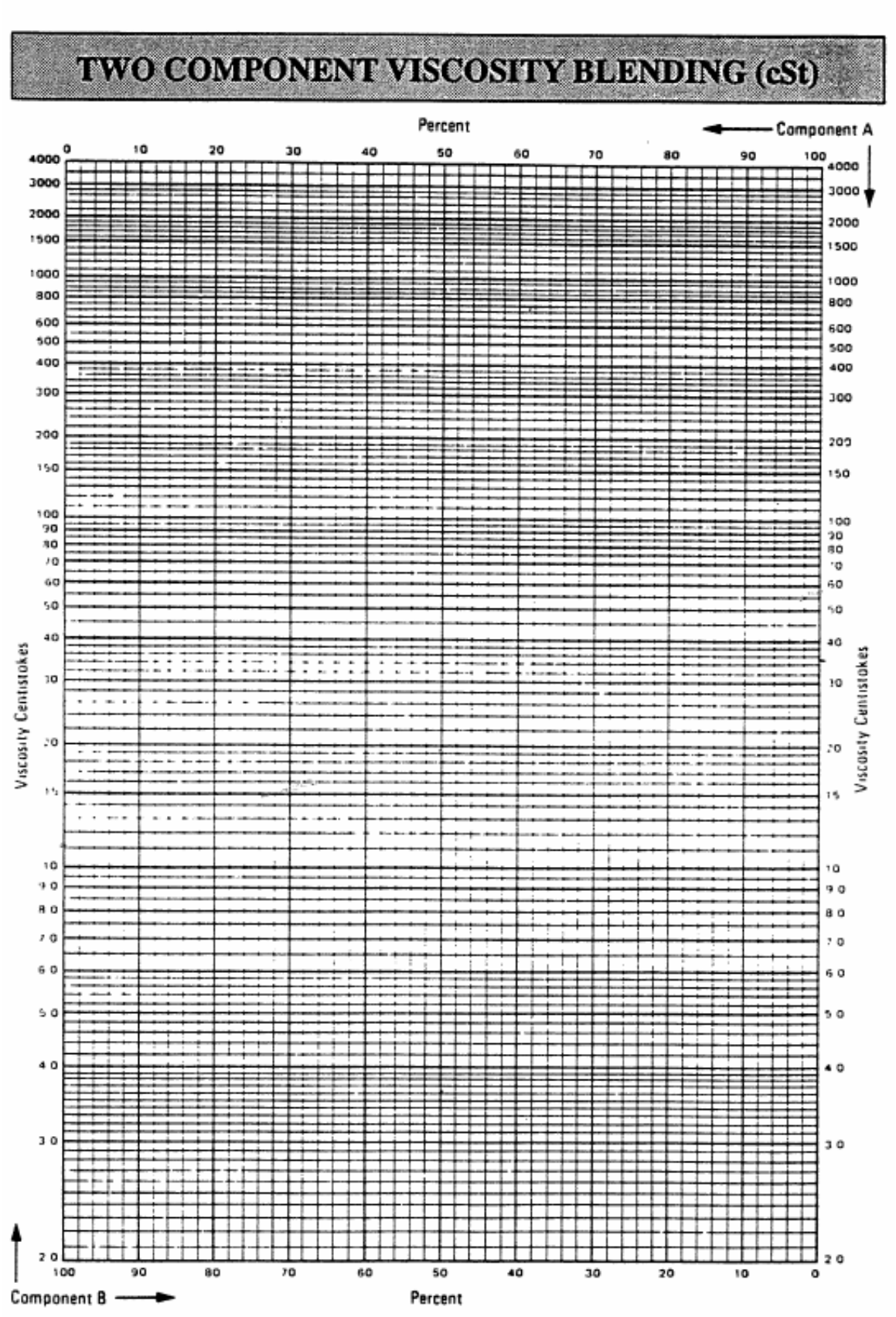
www.mohandesyar.com

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.lbs.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 D۱۳۰)ASTM)	۱B	۱A	۱	گزارش شود	۱		۲A
زنگ زدگی IP-۱۳۵وASTM D۶۶۵ الف) آب مقطر ب) آب دریا فرموله شده	گذرانده شود		گذرانده شود	گذرانده شود	گذرانده‌شود گذرانده‌شود	گذرانده شود	
مقاومت‌دربرابراکسیداسیون (ASTM - D۲۸۹۳) حداکثرافزایش گرانروی در ۹۵°C		۷	۱۰	گزارش شود	۱۰		۱۰

www.mohandesyar.com

ازجدول زیربرای تعیین درصدموردنیازروغن های باویسکوزیته های مختلف برای ساخت روغن باویسـکوزیته موردنیازاستفاده می شود.



www.mohandesyar.com

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 $38^\circ C$ (dm^3/h)			
۲۹/۷ in Hg	۰/۴	–	۰/۷
نسبت هوا به سوخت	۱۳:۱	–	۱۶/۵:۱

www.mohandesyar.com

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

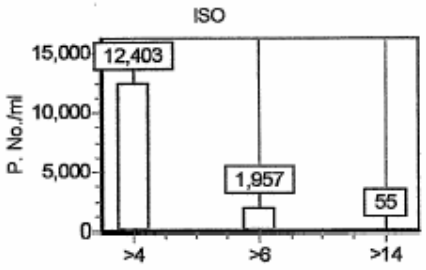
تاریخ نمونه گیری	1384/03/16
تاریخ آزمایش	1384/03/24
سازنده روغن	ایرانول
نام روغن	توربین
درجه روغن	HB125
کارکرد دستگاه km/h	
کارکرد روغن km/h	6480h
سرریز روغن	0

وضعیت کلی

عادی

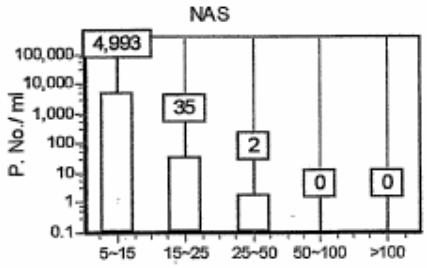
ISO 4406 (1999) Code: 21/18/13

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

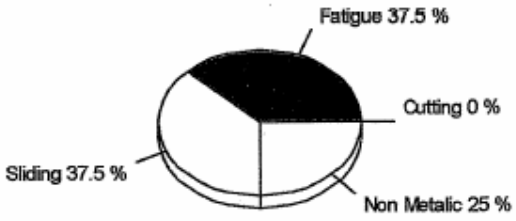
Wear Summary

Total Part/ml	Average Diameter (um)	Standard Deviation (um)	Maximum Diameter (um)
12407	5.5	1.9	37.0

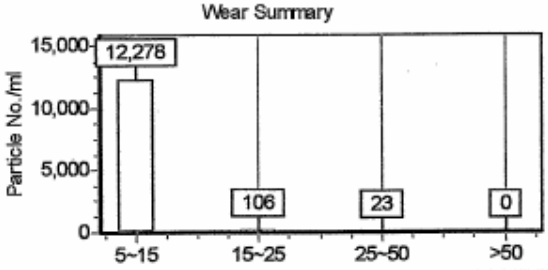
Soot (%)	0.0%	Free water(ppm)	0.0ppm

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			

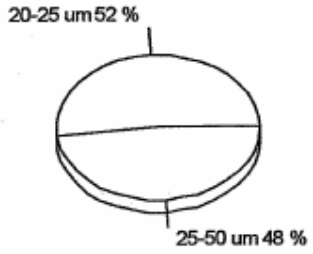
Morphology Classification



Wear Summary



Wear Dimention



توصیه:

1841 165

ATK-F5100600

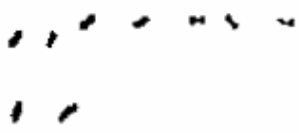
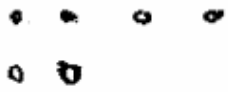
www.mohandesyar.com

بسمه تعالی

آنالیز روغن و ذرات فرسایشی (کنترل و عیب یابی ماشین آلات) تاریخ چاپ: ۱۳۸۴/۰۳/۲۴ نوبت آزمایش: ۱

Page 2 of 2 | کد دستگاه: PNE-C1-601C-COM | نام مشتری: پالایشگاه نفت اصفهان

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

www.mohandesyar.com

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

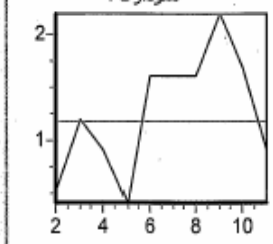
مالک دستگاه: پالایشگاه نفت اصفهان	نام دستگاه: C1-601C	ظرفیت روغن: 3217 Lit	تاریخ تعویض روغن: / /
کد دستگاه: PNE-C1-601C-COM	قسمت: مخزن روغن	توان دستگاه: 2566 hp	محل کار: CODE4
کد ملی دستگاه:	مدل دستگاه: COM	سال ساخت:	ملاحظات:
	سازنده: TURBODYNE WEST	آخرین تعمیر: / /	۸۴/۰۳/۱۶ ـــ ۳۵

وضعیت کلی: **عادی**

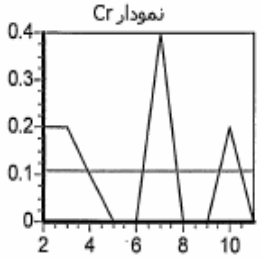
تاریخ چاپ ۸۴/۰۳/۲۴ | نوبت آزمایش ۱۱

تاریخ نمونه		۸۳/۱۲/۲۴	۸۴/۰۱/۲۴	۸۴/۰۲/۲۴	۸۴/۰۳/۱۲	
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					
کارکرد روغن	km/h	6371h	6417h	6476h	6480h	
سرریز روغن		20	40	30	0	
	متوسط مقادیر					
عناصر فرسایشی ppm						
Fe	D-6595	1.2	1.6	2.2	1.7	0.9
Cr	D-6595	0.1	0	0	0.2	0
Al	D-6595	0.1	0	0.2	0.1	0.2
Cu	D-6595	7.0	7.6	6.1	6.4	6
Pb	D-6595	2.1	2.6	3.4	2.5	0.8
Sn	D-6595	0.6	0.2	1	0.3	0
Ni	D-6595	0.0	0	0	0	0
Ti	D-6595	0.0	0	0	0	0
Ag	D-6595	0.0	0	0	0	0
Mo	D-6595	0.0	0	0	0	0
افزودنیها ppm						
Zn	D-6595	1.5	1.3	2	1.5	1
P	D-6595	2.0	1.5	0	0	7.7
Ca	D-6595	0.5	0.9	0	0.8	0
Ba	D-6595	2.2	3.3	0	0	0
Mg	D-6595	1.0	1.3	1.5	1.1	0.9
آلاینده ها ppm						
Si	D-6595	0.0	0	0.2	0	0
Na	D-6595	0.0	0	0	0	0
B	D-6595	0.0	0	0	0	0
V	D-6595	0.1	0	0	0	0
آلودگی ها			منفی	منفی	منفی	منفی
آلودگی آب	Crackle					
آلودگی سوخت	-					
	# Fuel Dilution %vol	0.0				
شاخصهای فرسایش						
PQ	#	17.3	20	22	20	12
DL	#	9.4	14	11	13	10
DS	#	4.4	5	5	6.5	6
IS	#	80.5	171	96	126.75	64
TDPQ	#	0.0				
مشخصات فیزیکی و شیمیایی						
VIS40	D-445	73.4	78**	74**	63**	78**
VIS100	D-445	0.0				
VI	D-2270	0.0				
F. Pt. 'C	D-3828					
TBN	D-2896	0.0				
TAN	D-974	0.1	0.092	0.093	0.097	0.089
Color	D-1500					
P. Pt. 'C	D-97					
Density	D-4052	0.0				
آزمایش AF	§		-	-	-	-
وضعیت			مرزی قبول	مرزی قبول	مرزی قبول	عادی

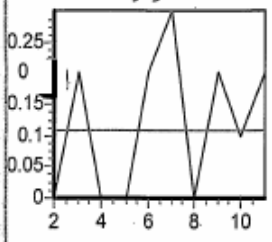
نمودار Fe



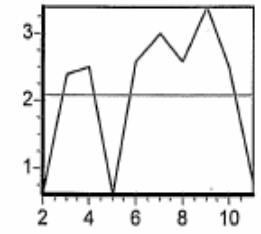
نمودار Cr



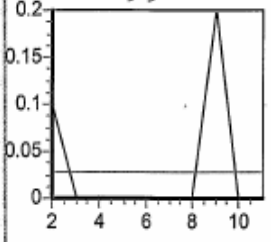
نمودار Al



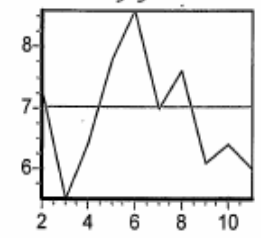
نمودار Pb



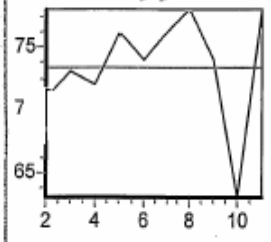
نمودار Si



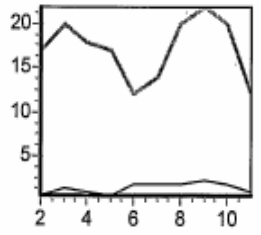
نمودار Cu



نمودار Vis40



نمودار PQ/ Fe



آزمایش بر اساس دستورالعمل سازنده دستگاه انجام می شود.

x = مرزی xx = غیر قابل قبول xxx = بحرانی

تغییرات وضعیت: گرانروي پايين تر از ميزان لازم بنظر ميرسد

نظریه: مناسب بودن گرانروي روغن بررسي شود.

توصیه:

www.mohandesyar.com

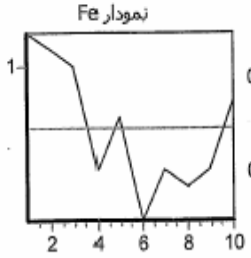
آنالیز روغن و ذرات فرسایشی(کنترل و عیب یابی‌ماشین آلات)

مالك دستگاه	پالایشگاه نفت اصفهان	نام دستگاه	C1-601A	ظرفیت روغن Lit	3217
		قسمت	مخزن روغن	توان دستگاه hp	2566
کد دستگاه	PNE-C1-601A-TUR-GEAR	مدل دستگاه	TUR-GEAR	سال ساخت	
کد ملي دستگاه		سازنده	TURBODYNE WEST	آخرین تعمیر	/ /

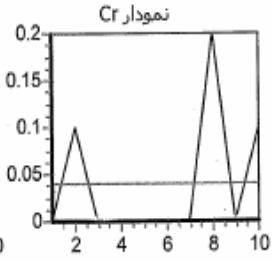
وضعیت کلی	تاریخ تعویض روغن	/ /
رسیدگي سریع	محل کار	CODE4
	ملاحظات	

تاریخ چاپ ۸۳/۱۱/۲۳ نوبت آزمایش ۱۰

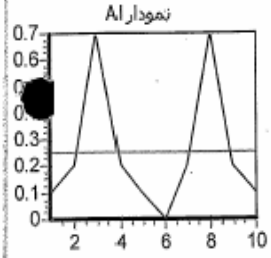
نمودار Fe



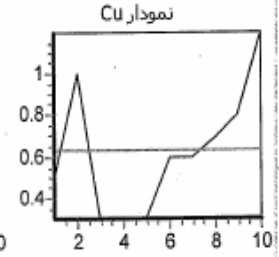
نمودار Cr



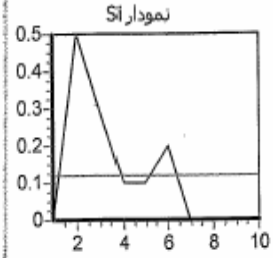
نمودار Al



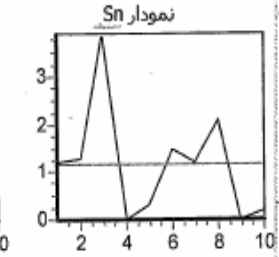
نمودار Cu



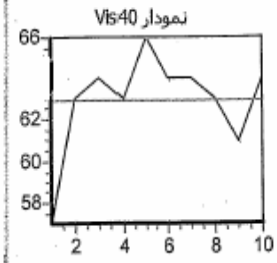
نمودار Si



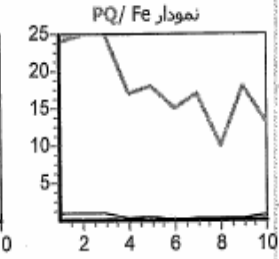
نمودار Sn



نمودار Vis40



نمودار PQ/ Fe



	تاریخ نمونه	۸۳/۱۱/۱۸	۸۳/۱۰/۱۳	۸۳/۰۹/۰۳	۸۳/۰۸/۰۴	
	تاریخ آزمایش	۸۳/۱۱/۲۴	۸۳/۱۰/۱۶	۸۳/۰۹/۰۷	۸۳/۰۸/۰۸	
	سازنده روغن	ایرانول	ایرانول	ایرانول	ایرانول	
	نام روغن	توربین	توربین	توربین	توربین	
	درجه روغن	HB100	HB100	HB100	HB100	
	کارکرد دستگاه km/H					
	کارکرد روغن Km/H	/10896	/10089	/9425	/8715	
	سرریز روغن		213		220	روش آزمایش ASTM
عناصر فرسایشی ppm	Fe	0.8	0.4	0.3	0.4	D-6595
	Cr	0.1	0	0.2	0	D-6595
	Al	0.1	0.2	0.7	0.2	D-6595
	Cu	1.2	0.8	0.7	0.6	D-6595
	Pb	0	0	0	0	D-6595
	Sn	0.2	0	2.1	1.2	D-6595
	Ni	0	0	0	0	D-6595
	Ti	0	0	0	0	D-6595
	Ag	0	0	0	0	D-6595
	Mo	0	0	0	0	D-6595
آلاینده ها ppm	Si	0	0	0	0	D-6595
	Na	0	0	0	0	D-6595
	B	0	0.1	0	0	D-6595
	V	0	0	0	0	D-6595
افزودنیها ppm	Zn	0.7	0.3	0	0.1	D-6595
	P	8.8	0	0	0	D-6595
	Ca	0	0.5	0	0	D-6595
	Ba	1.9	1.4	0	0	D-6595
	Mg	0	0	0	0	D-6595
شاخصهای فرسایش	PQ	13	18	10	17	#
	DL	2	9.5			#
	DS	1	4.3			#
	IS	3	71.76			#
	TDPQ					#
مشخصات فیزیکی و شیمیایی	cSt 40° C گرانروي	64	61	63	64	D-445
	cSt 100° C گرانروي					D-445
	VI شاخص گرانروي					D-2270
	Flash Point °C					D-3828
	TBN mgKOH/g					D-2896
	TAN mgKOH/g	0.143	0.124	0.108	0.138	D-974
	Fuel Dilution %vol					#
	آلودگي آب	>>0.1%***	>>0.1%***	>>0.1%***	Crackle Test	
	آلودگي سوخت					
	آزمایش AF	-	-	-	-	#

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
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 ☐

www.mohandesyar.com

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		ساعت کارکرد		تاریخ	شماره نمونه
								۱۰۰°C	۴۰°C	دستگاه	روغن		
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																	
Ag	Al	Ba	Cr	Mo	Ni	SN	V	B	Cu	Fe	Mn	Na	Si	Ca	Mg	P	Pb	Zn
۱*	۴*	۲	۲*	۱*	۱*	۱*	۱*	۲	۲۵*	۱۰۲*	۱	۹	۲۹*	۸۰۰	۳	۱۱۰۰	۳*	۱۶۲۰

نمودار تمایل به‌سایش										فاکتور سایش	درصد تخریب روغن					
۰	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰			ذرات کربنی	اکسیدها	No_x	Co_x	So_4	ZDDP
* فقط برای عناصری که باعث سایش می‌شوند به‌کاربرده می‌شود ۱۷۰										۰/۷۰۸۳	-	۳۵	۲۰	۴۰	۲۰	۳۴

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.

www.mohandesyar.com

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

www.mohandesyar.com

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

www.mohandesyar.com

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

www.mohandesyar.com

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

www.mohandesyar.com

جدول معادل یابی روغن‌ها و گریس‌های داخلی و خارجی

	BP	SHELL	CASTROL	ESSO	پارس	بهران	روانکاران صنعت	سطح کیفیت
روغن های هیدرولیک	ENERGOL HLP 100	TELLUS 100	HYSPIN AWS 100	NUTO H100	بابک ویژه 100	هیدرولیک 100	کامل هیدرولیک 100	DIN 51524 PART II
	ENERGOL HLP 150	TELLUS 150	HYSPIN AWS 150	NUTO H150	بابک ویژه 150	هیدرولیک 150	کامل هیدرولیک 150	DIN 51524 PART II
	ENERGOL HLP 220	TELLUS 220	HYSPIN AWS 220	NUTO H220	بابک ویژه 220	هیدرولیک 220	کامل هیدرولیک 220	DIN 51524 PART II
روغن های دنده صنعتی	ENERGOL CLP 68	OMALA 68	ALPHA SP 68	SPARTAN EP 68	پارس نیسان 68	بهران بردبار 68	کامل پولاد 68	U.S.Steel 224
	ENERGOL CLP 100	OMALA 100	ALPHA SP 100	SPARTAN EP 100	پارس نیسان 100	بهران بردبار 100	کامل پولاد 100	U.S.Steel 224
	ENERGOL CLP 150	OMALA 150	ALPHA SP 150	SPARTAN EP 150	پارس نیسان 150	بهران بردبار 150	کامل پولاد 150	U.S.Steel 224
	ENERGOL CLP 220	OMALA 220	ALPHA SP 220	SPARTAN EP 220	پارس نیسان 220	بهران بردبار 220	کامل پولاد 220	U.S.Steel 224
	ENERGOL CLP 320	OMALA 320	ALPHA SP 320	SPARTAN EP 320	پارس نیسان 320	بهران بردبار 320	کامل پولاد 320	U.S.Steel 224
	ENERGOL CLP 460	OMALA 460	ALPHA SP 460	SPARTAN EP 460	پارس نیسان 460	بهران بردبار 460	کامل پولاد 460	U.S.Steel 224
	ENERGOL CLP 680	OMALA 680	ALPHA SP 680	SPARTAN EP 680	پارس نیسان 680	بهران بردبار 680	کامل پولاد 680	U.S.Steel 224
	———	OMALA 1000	ALPHA SP 1000	SPARTAN EP 1000	ندارد	ندارد	کامل پولاد 1000	U.S.Steel 224
روغن های کمپرسور	ENERGOL RC 32	CORENA 32	AIRCOL PD 32	COMPERESSOR OIL 32	ندارد	کمپرسور 32	کامل سهند 32	VDL
	ENERGOL RC 46	CORENA 46	AIRCOL PD 46	COMPERESSOR OIL 46	ندارد	کمپرسور 46	کامل سهند 46	VDL
	ENERGOL RC 68	CORENA 68	AIRCOL PD 68	COMPERESSOR OIL 68	ندارد	کمپرسور 68	کامل سهند 68	VDL
	ENERGOL RC 100	CORENA 100	AIRCOL PD 100	———	ندارد	کمپرسور 100	کامل سهند 100	VDL
	ENERGOL RC 150	CORENA 150	AIRCOL PD 150	COMPERESSOR OIL 150	ندارد	کمپرسور 150	کامل سهند 150	VDL

www.mohandesyar.com

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 گیردنی	——	——	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 گیوان	32 درفش	کامل کاوه 32	DIN 51524 PART I
	ENERGOL EM 46	CARNEA 46	MAGNA 46	NURAY 46	46 گیوان	46 درفش	کامل کاوه 46	DIN 51524 PART I
	ENERGOL EM 68	CARNEA 68	MAGNA 68	NURAY 68	68 گیوان	68 درفش	کامل کاوه 68	DIN 51524 PART I
	ENERGOL EM 100	CARNEA 100	MAGNA 100	NURAY 100	100 گیوان	100 درفش	کامل کاوه 100	DIN 51524 PART I
	ENERGOL EM 150	CARNEA 150	MAGNA 150	NURAY 150	150 گیوان	150 درفش	کامل کاوه 150	DIN 51524 PART I
	ENERGOL EM 220	CARNEA 220	MAGNA 220	NURAY 220	220 گیوان	220 درفش	کامل کاوه 220	DIN 51524 PART I

www.mohandesyar.com

جدول معادل یابی روغن‌ها و گریس‌های داخلی و خارجی

روغن‌های خالص ماشینکاری

سطح کیفیت	روانکاران صنعت	بهران	پارس	ESSO	CASTROL	SHELL	BP
DIN 51524 PART I	کامل کاوه 320	درفش 320	کیوان 320	NURAY 320	magna 320	CARNEA 320	Energol EM 320
DIN 51524 PART I	کامل کاوه 460	——	کیوان 460	NURAY 460	——	CARNEA 460	Energol EM 460
	کامل بران H	ندارد	ندارد	——	ILOCUT103,106,110,330	Garia H	Energol CrL 55
	کامل بران 211	برش 11	——	DORTAN 11	ILOCUT461,462	MACRON 21	——
	کامل بران 212	برش 12	——	DORTAN 12	ILOCUT 480,482	MACRON 21	——
	کامل بران 213	ندارد	——	DORTAN 13	ILOCUT 152,156	Garia B	Sevora 32,46
	کامل بران 214	ندارد	اسکروماشین	DORTAN 14	——	——	——
	کامل بران 232	ندارد	——	DORTAN 32	——	——	——
	کامل بران 233	برش 33	——	DORTAN 33	ILOCUT 331,334	Garia T	——
	کامل بران 234	برش 34	——	DORTAN 34	——	——	——
	کامل بران 236	برش 36	——	DORTAN 36	ILOCUT 1201,170	Garia T	Sevora S68
	کامل بران 237	ندارد	——	DORTAN 37	——	——	——
	کامل بران 251	ندارد	——	DORTAN 51	ILOFORMBWN 205	Garia D,927	Cilora 10
	کامل بران 253	برش 53	——	DORTAN 53	——	——	Energol CE ML73
	کامل بران 255	ندارد	——	DORTAN 55	HONILO 401	——	——
روغن های ماشین ابزار	کامل قوام K32	——	راک دریل 32	FEBIS K32	ندارد	Tonna T32	Energol HP 10C
چند منظوره	کامل قوام K46	——	——	FEBIS K46	ندارد	ندارد	——
	کامل قوام K68	مقاوم K68	——	FEBIS K68	Magna BD 68	Tonna T68	Energol MP 20C
	کامل قوام K100	——	——	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد
	کامل قوام K150	——	——	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد
	کامل قوام K220	مقاوم K220	——	FEBIS K220	Magna CF 220	Tonna T220	Energol HP 220C

www.mohandesyar.com

جدول معادل یابی روغن‌ها و گریس‌های داخلی و خارجی

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	پامارگاد 10W	آذرخش ویژه 10W	کامل دیزل SAE 10W	API CD

روغن موتور

www.mohandesyar.com

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	کلسیم‌کمپلکس	زمرد	کامل گریس کلسیم کمپلکس	صابون کلسیم کمپلکس
——	——	——	——	راوندگرافیته	——	کامل گریس کلسیم گرافیت	صابون کلسیم پرکننده گرافیت
ENERGREASE B2	DARINA	SPHEEROL BN	NORVA 275	پارس کوهین	ندارد	کامل گریس بنتون	خاک بنتونیت

www.mohandesyar.com

جدول تبدیل دمای سانتیگراد به فارنهایت و یا بالعکس

TO °C	From °T	TO °F	TO °C	From °T	TO °F	TO °C	From °T	TO °F
26.7	80	176.0	48.9	120	248.0	71.0	160	320.0
27.2	81	177.8	49.4	121	249.8	71.7	161	321.8
27.8	82	179.6	50.0	122	251.6	72.2	162	323.6
28.3	83	181.4	50.6	123	253.4	72.8	163	325.4
28.9	84	183.2	51.1	124	255.2	73.3	164	327.2
29.4	85	185.0	51.7	125	257.0	73.9	165	329.0
30.0	86	186.8	62.2	126	258.8	74.4	166	330.8
30.6	87	188.6	52.8	127	260.6	75.0	167	332.6
31.1	88	190.4	53.3	128	262.4	75.6	168	334.4
31.7	89	192.2	53.9	129	264.2	76.1	169	336.2
32.2	90	194.0	54.4	130	266.0	76.7	170	338.0
32.8	91	195.8	55.0	131	267.8	77.2	171	339.8
33.3	92	107.6	55.6	132	269.6	77.8	172	341.6
34.9	93	199.4	56.1	133	271.4	78.3	173	343.4
34.4	94	201.2	56.7	134	273.2	78.9	174	345.2
35.0	95	2.03.0	57.2	135	275.0	79.4	175	347.3
35.6	96	204.8	57.8	136	276.8	80.0	176	348.8
36.1	97	206.6	58.3	137	278.6	80.6	177	356.0
36.7	98	208.4	58.9	138	284.0	81.1	178	352.4
37.2	99	210.2	59.4	139	282.2	81.7	179	354.2
38.8	100	212.3	60.0	140	284.0	82.2	180	356.0
38.0	101	213.8	66	141	285.8	82.8	181	357.8
38.9	102	215.6	61.1	142	287.6	83.3	182	356.0
39.4	103	217.4	61.7	143	289.4	83.9	183	361.4
40.0	104	219.2	62.2	144	291.2	84.4	184	363.2
40.6	105	221.0	62.8	145	293.0	85.0	185	365.0
41.1	106	222.8	63.3	146	294.8	85.6	186	366.8
41.7	107	224.6	63.9	147	296.6	86.1	187	368.6
42.2	108	226.4	64.4	148	298.4	86.7	188	374.0
42.8	109	228.2	65.0	149	300.2	87.2	189	372.2
43.3	110	230.0	56.6	150	302.0	87.8	190	374.0
43.9	111	231.8	66.1	151	303.8	88.3	191	375.8
44.4	112	233.6	66.7	152	305.6	88.9	192	377.6
45.3	113	235.4	67.2	153	307.4	89.4	193	379.4
45.6	114	237.2	67.8	154	309.2	90.0	194	381.2
46.1	115	239.0	68.3	155	311.0	90.6	195	383.0
46.7	116	248.8	68.9	156	312.8	91.1	196	383.0
46.7	116	240.8	68.9	156	312.8	91.1	196	384.8
47.2	117	242.6	69.4	157	314.6	91.7	197	386.6
47.8	118	244.4	70.0	158	316.4	92.2	198	384.4
48.3	119	246.2	70.6	159	318.2	92.8	199	390.2
-40.0	-40	-40.0	-17.8	0	32.0	4.4	40	104.0
-39.2	-39	-38.2	-17.2	1	33.8	5.3	41	105.8
-38.9	-38	-36.4	-16.7	2	35.6	5.6	42	107.6
-38.3	-37	-34.6	-16.1	3	37.4	6.1	43	109.4
-37.8	-36	-32.8	-15.6	4	39.2	6.7	44	111.2
-37.2	-35	-31.0	-15.0	5	41.0	7.2	45	113.0
-36.7	-34	-29.2	-14.4	6	42.8	7.8	46	114.8
-36.1	-33	-27.4	-13.9	7	44.6	8.3	47	116.6
-35.6	-32	-25.6	-13.3	8	46.4	8.9	48	118.4
-35.0	-31	-23.8	-12.8	9	48.2	9.4	49	120.2

www.mohandesyar.com

طبقه بندی گرانروی ISO

گرانروی کینماتیک (Cst) در ۴۰°C		طبقه بندی گرانروی ایزو
حداکثر	حداقل	
۲/۴۲	۱/۹۸	ISO VG۲
۳/۵۲	۲/۸۸	ISO VG۳
۵/۰۶	۴/۱۴	ISO VG۵
۷/۴۸	۶/۱۲	ISO VG۷
۱۱/۰	۹/۰۰	ISO VG۱۰
۱۶/۵	۱۳/۵	ISO VG۱۵
۴۲/۲	۱۹/۸	ISO VG۲۲
۳۵/۲	۲۸/۸	ISO VG۳۲
۵۰/۶	۱۴/۴	ISO VG۴۶
۷۴/۸	۶۱/۲	ISO VG۶۸
۱۱۰	۹۰/۰	ISO VG۱۰۰
۱۶۵	۱۳۵	ISO VG۱۵۰
۲۴۲	۱۹۸	ISO VG۲۲۰
۳۵۲	۲۸۸	ISO VG۳۲۰
۵۰۶	۴۱۴	ISO VG۴۶۰
۷۴۸	۶۱۲	ISO VG۶۸۰
۱۱۰۰	۹۰۰	ISO VG۱۰۰۰
۱۶۵۰	۱۳۵۰	ISO VG۱۵۰۰
۲۴۲۰	۱۹۸۰	ISO VG۲۲۰۰
۳۵۲۰	۲۸۸۰	ISO VG۳۲۰۰

www.mohandesyar.com

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

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.

www.mohandesyar.com

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	۳۳/۳ (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

www.mohandesyar.com

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 در ساعت)	–	–	–	–	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	۱ یا ۰/۳۵	حداقل ۰/۳۵	۱	حداقل ۰/۳۵	۱ یا ۰/۴	۱	۱
فشار مطلق منیفلد (اینچ جیوه)	اتمسفر	۴۰	۴۴–۴۵	۵۲/۷–۵۳/۳	اتمسفر	۶۷/۳	اتمسفر

www.mohandesyar.com

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 کاربل (m^3/h)									
در °C ۳۸ و ۲۹/۷ in Hg	۳								

www.mohandesyar.com

CORPORATE PLANNING

UNLEADED REGULAR MOTOR GASOLINE

ANALYSIS	UNIT	LIMIT	TEST METHOD
Density@15°c	Kg/m3	report	ASTM D1298
Distillation :			" D 86
10%Evaporated@	°c	65max	" "
50% " @	°c	110 max	" "
75% " @	°c	150 max	" "
F.B.P	°c	205 max	" "
Residue	vol %	2 max	" "
Loss	vol %	report	" "
Sulphur Total *	PPm	40 max	" D1266
Corrosion 3hrs@100°c	-	1a	" D130
Vapour pressure,Reid@37.8°c	Kpa lb.	48.3~55.2(See Note1) 7~ 8	" D323
Gum Content(AIR JET)	mg/100ml	4max	" D381
Induction period@100°c	mins	480min	" D 525
Colour(Lovibond)	-	Red(1.0Kg/1000M3)	IP17
Benzen	vol %	1max	GC
Aromatic	vol %	35max	GC or D1319
Olefin	vol %	18max	GC or D1319
Octane Number(Research) **	-	90min	ASTM D2699
Mercaptan content	PPm	5max	" D3227
MTBE	vol %	15max	
Oxygen Content	wt%	report	See Note2

Note1:From 1st Khordad to end of Mehr 55.2Kpa & from 1st Aban to end of Ordibehesht 48.3 Kpa
Note2:Oxygen content % m/m in the blended gasoline can be determind as follow:

$$m/m\% = \frac{0.1353}{Density\ \ of\ \ gasoline} \times \text{vol \%MTBE}$$

The present gasoline sulphur content will be reduced to 40wtppm in several stages.

www.mohandesyar.com

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.

www.mohandesyar.com

N.I.O.R.D.C.

LUB OIL 1104

CORPORATE PLANNING
ALBORZ MOTOR OIL
PERFORMANCE LEVEL DEF STAN 91-43
API SERVICE CLASSIFICATION CB/SC
SAE 40

ANALYSIS	UNIT	LIMIT	TEST METHOD
Density @15°C	kg/m^3	report	ASTM D 1298
Colour	–	report	" D 1500
Flash point	°C	225min	" D 92
Pour point	°C	-9 max	" D 97
Viscosity kin @ 40°C	c.St	report	" D 445
Viscosity kin @ 100°C	c.St	13.0-15.0	" D 445
Viscosity index	–	90 min	" D 2270
Viscosity apparent	mpa.s**	----	" D 5293
Foaming Characteristics :			" D 892
Tendency/stability in			
Seq.I @24 °C	ml	25/0 max	
Seq.II @93.5°C	ml	150/0 max	
Seq .III @ 24 °C	ml	25/0 max	
Water and sediments	vol%	0.02 max	" D 2273
Total base number (T.B.N)	mgkoH/g	report	" D 2896
Metal content (as additives):		***	A.A.S
Zn	wt%	***	"
Ca	wt%	***	"
Mg	wt%	***	"
Composition :			
Base oil	NIORDC base oil 40.		
Performance Additives	current approved formulation .see footnote***		

- The latest issues of the relevant test methods shall be used .

** 1mPa.s=1cP..

*** Results to comply with exact limits for current fromulation being used.
Approved formulations and corresponding control data will be supplied by Research Institute of Petroleum Industry.

www.mohandesyar.com

N.I.O.R.D.C. LUB OIL1141

CORPORATE PLANNING

ALAMUT MOTOR OIL

PERFORMANCE LEVEL MIL-L-45199B(SERIES 3)

API SERVICE CLASSIFICATION CD

SAE 10 W

ANALYSIS	UNIT	LIMIT	TEST METHOD
Density @15°C	kg/m^3	report	ASTM D 1298
Colour	--	report	" D 1500
Flash point	°C	195min	" D 92
Pour point	°C	-30 max	" D 97
Viscosity kin @ 40°C	c.St	report	" D 445
Viscosity kin @ 100°C	c.St	5.5-6.5	" D 445
Viscosity index	--	95 min	" D 2270
Viscosity apparent @ -20°C	mpa.s**	3500 max	" D 5293
Foaming Characteristics:			" D 892
Tendency/stability in			
Seq.I @24 °C	ml	- /125	
Seq.II @93.5°C	ml	-/25	
Seq .III @ 24 °C	ml	-/125	
Water and sediments	vol%	0.02 max	" D 2273
Total base number (T.B.N)	mgkoH/g	10 min	" D 2896
Metal content (as additives) :		***	A.A.S
Zn	wt%	***	"
Ca	wt%	***	"
Mg	wt%	***	"
Composition:			
Base oil	NIORDC base oil 10W.		
Performance Additives	current approved formulation .see footnote***		

*The latest issues of the relevant test methods shall be used.

**1mPa.s = 1cP.

***Results to comply with exact limits for current fromulation being used.

Approved formulations and corresponding control data will be supplied by Research Institute of Petroleum Industry.

www.mohandesyar.com

N.I.O.R.D.C. LUB OIL 1145

CORPORATE PLANNING

ALAMUT MOTOR OIL

PERFORMANCE LEVEL MIL – L- 45199B (SERIES 3)

API SERVICE CLASSIFICATION CD

SAE 50

ANALYSIS	UNIT	LIMIT	TEST METHOD
Density @15°C	kg/m^3	report	ASTM D 1298
Colour	-	report	" D 1500
Flash point	°C	240min	" D 92
Pour point	°C	zero max	" D 97
Viscosity kin @ 40°C	c.St	report	" D 445
Viscosity kin @ 100°C	c.St	18.0-20.0	" D 445
Viscosity index	--	90 min	" D2270
Viscosity apparent	mpa.s**	--	" D 5293
Foaming Characteristics:			" D 892
Tendency/stability in			
Seq.I @24 °C	ml	- /125	
Seq.II @93.5°C	ml	-/25	
Seq .III @ 24 °C	ml	-/125	
Water and sediments	vol%	0.02 max	" D 2273
Total base number (T.B.N)	mgkoH/g	10 min	" D 2896
Metal content (as additives) :		***	A.A.S
Zn	wt%	***	"
Ca	wt%	***	"
Mg	wt%	***	"
Composition:			
Base oil			
Performance Additives	current approved formulation .see footnote***		

*The latest issues of the relevant test methods shall be used.

**1mPa.s = 1cP.

***Results to comply with exact limits for current fromulation being used.

Approved formulations and corresponding control data will be supplied by Research Institute of Petroleum Industry.

www.mohandesyar.com

N.I.O.R.D.C. LUB OIL 1154
CORPORATE PLANNING
ARJAN MOTOR OIL
PERFORMANCE LEVEL MIL – L- 2104 D
API SERVICE CLASSIFICATION CD/SE
SAE 40

ANALYSIS	UNIT	LIMIT	TEST METHOD
Density @15°C	kg/m^3	report	ASTM D1298
Colour	--	report	" D1500
Flash point	°C	225min	" D 92
Pour point	°C	-9 max	" D 97
Viscosity kin @ 40°C	c.St	report	" D 445
Viscosity kin @ 100°C	c.St	14.0-16.0	" D 445
Viscosity index	--	90 min	" D 2270
Viscosity apparent	mpa.s**	--	" D 5293
Foaming Characteristics: Tendency/stability in			" D 892
Seq.I @24 °C	ml	25/0 max	
Seq.II @93.5°C	ml	150/0 max	
Seq .III @ 24 °C	ml	25/0 max	
Water and sediments	vol%	0.02 max	" D 2273
Total base number (T.B.N)	mgkoH/g	12.0 min	" D 2896
Metal content (as additives) :		***	A.A.S
Zn	wt%	***	"
Ca	wt%	***	"
Mg	wt%	***	"
Composition:			
Base oil	NIORDC base oil 40 w.		
Performance Additives	current approved formulation .see footnote***		

*The latest issues of the relevant test methods shall be used.

**1mPa.s = 1cP.

***Results to comply with exact limits for current fromulation being used.

Approved formulations and corresponding control data will be supplied by Research Institute of Petroleum Industry.

www.mohandesyar.com

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.