وزارت راه و شهرسازی

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

آموزشکده علمی-کاربردی راه و ترابری

پایان نامه تحصیلی مهندسی مکانیک ماشین های راهسازی و راهداری

عنوان پروژه :

طبقه بندی ، کاربرد و آنالیز روغن در ماشین آلات

استاد راهنما :

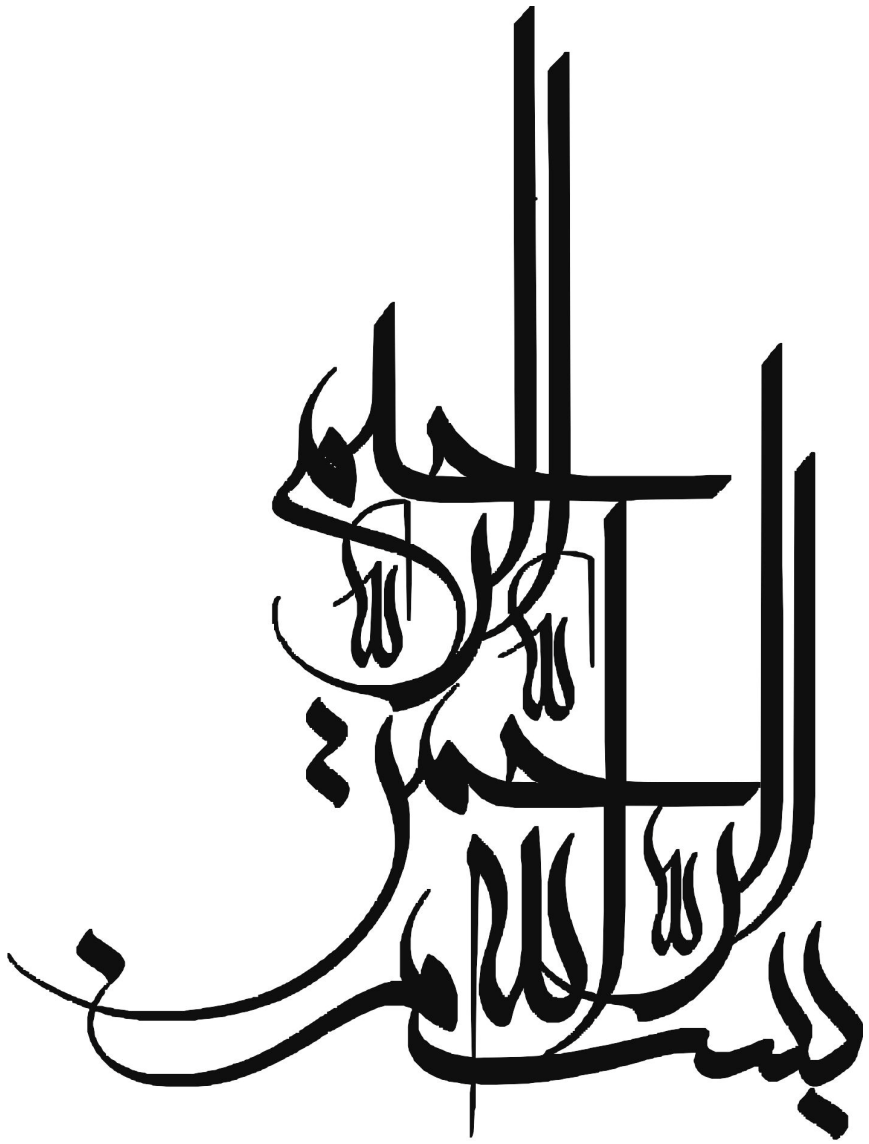
آقای مهندس کردجزی

دانشجویان :

مهیار قرگوزلو

محمد کامرانی

تابستان 1393


بسم الله الرحمن الرحيم

پایان نامه تحت عنوان **طبقه بندی ، کاربرد و آنالیز روغن در ماشین آلات، دانشگاه علمی کاربردی راه و ترابری** که توسط **مهیار قرگوزلو** و **محمد کامرانی** برای دریافت درجه کارشناسی در رشته مکانیک ماشین آلات با راهنمایی **آقای مهندس کردجزی** تهیه و تدوین شده و در تاریخ ..... بررسی شده و با درجه ..... و نمره ..... مورد تایید قرار گرفته است.

استاد راهنما

امضاء

پروردگارا

به من آرامش ده تا بپذیرم آن چه را که نمی توانم تغییر دهم

و دلیری ده تا تغییر دهم آن چه را که می توانم تغییر دهم

بینش ده تا تفاوت این دو را دریابم و

مرا فهم ده تا متوقع نباشم دنیا و مردم آن مطابق میل من رفتارکنند .

تقدیم به پدر و مادرم

ماحصل آموخته هایم را تقدیم می کنم به آنان که مهر آسمانی شان آرام بخش آلام زمینی ام است

به استوارترین تکیه گاهم ، دستان پرمهر پدرم

به سبزترین نگاه زندگیم ، چشمان سبز مادرم

که هرچه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هرچه بکوشم قطره ای از دریای بی کران مهربانیتان

را سپاس نتوانم بگویم .

امروز هستی ام به امید شماست و فردا کلید باغ بهشتم رضای شما

بوسه بر دستان پرمهرتان.

تقدیر و سپاس

من بنده آن کسم که آموخت حرفی به من و دلم برافروخت

با تشکر و سپاس فراوان از زحمات بی کران استاد بزرگوار

جناب آقای مهندس کردجزی که صبورانه در تنظیم این

مجموعه ما را یاری دادند و با راهنمایی‌های دلسوزانه

روشنگر راه مان بودند.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

چکیده 1

مقدمه 2

فصل اول : انواع روغن 4

1-1 انواع روغن 5

1-2 روانکاری 7

1-3 وظایف روغن‌های روانکار 7

فصل دوم : اصول کلی آنالیز روغن 10

2-1 اصول کلی آنالیز روغن 12

2-2 آزمایش های انجام شده بر روی روغن 16

2-3 منابع اصلی ذرات موجود در روغن 20

2-4 تکنیک‌های آزمایشی ذرات سائیده شده موجود در روغن 23

2-5 انواع سایش ودلایل آن ها 29

فصل سوم : عناصر فرسایشی 34

3-1 آلودگی آب 35

3-2 تغییرات گرانروی روغن در اثر آلودگی 38

3-3 پیش بینی تعمیرات ماشین‌آلات با استفاده از روش مراقبت وضعیت 39

فصل چهارم : نمونه گزارش‌های آنالیز روغن 40

4-1 آزمایش های ساده، فیزیکی، چشمی..... 40

4-2 آزمایش‌های استاندارد ASTM 43

4-3 آزمایش‌های بررسی و شناسایی ذرات فرسایشی و آلوده کننده ها 44

4-4 عوامل موثر برای اجرای موفق آنالیز روغن 45

4-5 پیش بینی تعمیرات ماشین‌آلات با استفاده از روش مراقبت وضعیت 54

نتیجه گیری 58

منابع 60

چکیده

آنالیز روغن یکی از تکنیک‌های اصلی مراقبت وضعیت ماشین‌آلات وموتورهای سنگین و به خصوص موتورهای دیزل به شمار می رود. این تکنیک یکی از مهم ترین تکنیک‌ها برای تشخیص فرسایش غیرعادی در ماشین آلات و تحلیل نوع آن و شناسایی قطعه تحت سایش می باشد. آنالیز روغن ابزاری است که می تواند برای کمک به بررسی وضعیت روغن روانکار تجهیز مورد استفاده قرار گیرد. این کار همانند نمونه گیری از خون انسان است. نمونه روغن همه آن چه که در داخل تجهیز اتفاق می افتد را نمایانگر نمی سازد، اما می تواند اطلاعات با ارزشی را در اختیار قرار دهد. در این تکنیک، مقداری از روغن روانکاری تجهیزات به عنوان نمونه گرفته شده و پس از ذخیره در ظرف های ویژه ای، به آزمایشگاه ارسال می شود. سپس با انجام یک سری تست های از پیش تعیین شده، از وضعیت روانکار و نیز وضعیت ماشین، اطلاعات مفیدی به دست می آید. کنترل آلودگی روغن، پایش وضعیت کیفی روغن و ارزیابی ذرات فرسایشی و کنترل وضعیت داخل ماشین به این وسیله، از اهداف اجرای (CM) روغن به شمار می روند. با بررسی و آزمایش منشاء اقلام و ذرات موجود در روغن می توان به اطلاعات گران قیمتی از وضعیت موتور دست پیدا نمود و با استفاده از یک سری از نمودارهای داده شده حتی می توان تمایل قطعات به سمت خرابی را شناسایی کرد و به تعمیرات پیشگیرانه دست زد و پیش از این که دچار خرابی های اساسی شد، موتور را نجات داد.

مقدمه

تا قبل از جنگ دوم جهانی با نبود سیستم مدون و علمی در نت، مبحث نگهداری و تعمیرات محدود به یک سری تمیز کاری و روغن کاری و سرویس اولیه ماشین آلات شده بود. اما با گذشت زمان و در خلال جنگ جهانی دوم به دلیل مقتضیات زمانی و نیاز به تولید انبوه جهت پوشش تقاضای بازار و کاهش هزینه‌های تولید به ازای واحد محصول، استراتژی تولید به سمت مکانیزاسیون و استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات پیچیده متمایل گردید، افزایش سطح مکانیزاسیون و بکارگیری روش های تولید جدیدتر، و ماشین‌آلات و تجهیزاتی به مراتب پیچیده تر، متنوع تر و گران تر را می طلبید. پس افزایش عمر ماشین‌آلات به عنوان یک سرمایه و دارایی با ارزش اهمیت بسیاری پیدا کرد. به علاوه با توسعه سیستم های تولیدی انبوه، افزایش قابلیت اطمینان دستگاه‌ها جهت جلوگیری از توقف تولید نیز دغدغه جدیدی در سازمان‌ها و صنایع تولیدی به نظر می آمد. در این برهه جهت کنترل و مدیریت هزینه‌های تعمیراتی تجهیزات و نیز یافتن راه‌هایی جهت افزایش عمر مفید آن‌ها و جلوگیری از توقفات تولید ناشی از خرابی تجهیزات و حذف اثرات سوء آن، سیستم‌های نت مدون پا به عرصه گذاشتند و رفته رفته تکنیک ها، روش‌ها و سیستم‌های جامع تر با کارایی و اهداف متعالی تر ایجاد گردیدند.

هر مجموعهٔ صنعتی یا خدماتی بدون بکارگیری یک برنامهٔ نگهداری صحیح از امکانات، بالاخص تجهیزات و ماشین‌آلات، توانمندی های خود را به سرعت از دست می‌دهد. عدم استفادهٔ مطلوب از نیروهای مجرب و عدم جایگزینی متد جدید در مدیریت نگهداری و مراقبت به جای روش سنتی در مجموعه‌های بزرگ صنعتی و ناوگان های عظیم، باعث استهلاک سریع تجهیزات و ماشین‌آلات خواهد شد.

مطمئنًا هزینه‌های سنگین قطعات یدکی از یک سو و تعمیرات زود هنگام به علت عدم مراقبت صحیح از طرف دیگر و هم چنین کاهش خدمات یا محصول نهایی بعلت توقف‌های طولانی و متوالی تجهیزات و ماشین‌آلات باعث خواهد شد که قیمت تمام شدهٔ محصول یا خدمت بیشتر از مقدار محاسبه شده باشد.

در نتیجه ضرورت بکارگیری یک روش جدید نت (نگهداری و تعمیرات) جهت صرفه جوئی در هزینه‌ها و استفادهٔ بهینه از تجهیزات و ماشین‌آلات برای اجرای هرچه سریع تر پروژه‌ها بیش از پیش احساس می‌شود. با عنایت به نقش حائز اهمیت روغن‌های روان کننده در افزایش طول عمردستگاه‌ها و ماشین‌آلات و لزوم انتخاب و استفاده صحیح آن‌ها لازم است کلیه مهندسین تکنسین‌ها وکلیه کسانی که به هر نحو با ماشین‌آلات وروغن‌ها سروکار دارند ویا از ماشین‌آلات استفاده می‌کنند بخصوص پرسنل تعمیر و نگهداری وعملیاتی و حتی مدیران خرید، اطلاعات وشناخت لازم و کافی ازروغن‌های مختلف داشته باشند تا بتوانند نسبت به خرید و انتخاب روغن با گرید و کیفیت مناسب موردنیاز دستگاه‌ها و ماشین‌آلات خود اقدام نمایند و حداکثرکارائی و راندمان را از ماشین بدست آورند.

فصل اول : انواع روغن

مقدمه

تا قبل از سال 1856 روغن مورد نیاز برای روانکاری چرخ ارابه‌ها و. . . از منابع روغن های حیوانی مثل روغن نهنگ، گاو، خوک و. . . و هم چنین روغن های گیاهی بدست می آمد ولی به دلیل این که مقاومت آن‌ها پایین بود و سریع تجزیه می شدند موارد استفاده آن‌ها محدود بود. هرچه کارها سنگین تر شد صنعت نیاز بیشتری به مواد جدید تر پیدا می کرد تا قادر باشند اصطکاک بین سطوح متحرک را کاهش دهند. ولی پس از استخراج نفت و پیشرفت صنعت نفت در سال 1883 و بهبود فرآیندهای نظیر تقطیر و تصفیه ی نفت خام روغن های نفتی تولید شده جایگزین روغن های چرب گردید و امکان استفاده از روغن‌های صنعتی در روغن کاری مقدور شد و روغن های نفتی خیلی زود برتری خود را نسبت به انواع دیگر روغن ثابت نمودند و در نتیجه استفاده از روغن های حیوانی، نباتی، ماهی و. . . برای روغن کاری به تدریج منسوخ شد.

همگام با پیشرفت صنایع نیاز به روغن های با کیفیت بالاتر بیشتر شد. در ابتدا سعی گردید با تصفیه بهتر روغن و افزودن مواد افزودنی جدیدتر و با کیفیت بالاتر ، روغن مناسب با طول عمر بیشتر تولید شود ولی با افزایش نیازهای زندگی و پیشرفت روز افزون تکنولوژی و دست یابی بشر به تکنولوژی های جدید و تسخیر فضا و کرات دیگر نیاز به تولید روغن های متنوع دیگر متعدد گردید که با تهیه و ساخت روغن های مصنوعی که از طریق فعل و انفعالات شیمیای پیچیده ای بدست می آیند روغن

هایی ساخته شده که قادر به تحمل رنج وسیعی از فشارها و درجه حرارت‌ها برای کاربرد های خاص خود می باشد.

هم چنین ظهور انرژی هسته ای نیز بعد دیگری به نیاز های روان کننده‌ها و محصولات نفتی افزوده است. وسایل موجود در صنایع هسته ای اعم از راکتورهای تحقیقاتی و تولید نیرو، ماشین آلات فرآیند سوخت، حمل کننده ها، جرثقیل های تاسیسات تولید تشعشع و. . . به روغن‌ها و گریس‌ها و مایعات خاص برای انجام روانکاری دارند و از آن جایی که صنعت نیروگاه هسته ای هنوز در حال توسعه می باشند و نمونه های طراحی شده و شرایط عملیاتی در حال تغییر می باشند راه طولانی در پیش روی مهندسین و محققین شاغل در ساخت روانکارها قرار داده است.

1-1 انواع روغن

روغن سیالی است که کاربردهای بسیارمتنوع و در نتیجه انواع بسیارگوناگون ومتفاوتی دارد ولی در نظرعده زیادی ازمردم همه این‌ها یک نوع کالا جلوه می‌کند و فرقی بین آن‌ها گذاشته نمی‌شود. یکی از دلایل این امر احتمالا این است که روغن‌ها دارای ماده مشترکی هستند که روغن پایه نامیده می‌شود. ولی با کاربردهای جدید و امروزی، دیگر نام روانکار بازگوکننده تمام وظایف روغن‌ها نیست و از روغن‌ها برای موارد متعدد استفاده می‌شود که علاوه بر روانکاری نقش‌های خیلی بیشتری را در دستگاه‌ها وماشین‌آلات ایفا می‌کنند.

1-1-1 انواع روغن‌ها :

1-روغن‌های روان کننده LUBRICATING OILS که شامل

- روغن‌های موتور MOTOR OIL
- روغن‌های توربین TURBINE OIL
- روغن‌های دنده GEAR OIL
- روغن‌های صنعتی INDUSTRIAL OIL

2-روغن‌های انتقال حرارت HEAT TRANSFER OIL

3-روغن‌های انتقال قدرت HYDRAULIC OIL

4-روغن‌های خنک کننده تراشکاری COOLANT OIL

5-روغن‌های محافظ PROTECTING OIL

6-روغن‌های عایق کننده INSULATION OIL

7-روغن‌های عملیات حرارتی و آب کاری QUENCHING OIL

8-روغن‌های عملیات نوردوشکل دهی فلزات

9-روغن‌های فرایندی شامل:

- روغن‌های فرایند نساجی (روانکاری نرم کنندگی حفاظت جلوگیری از الکتریسیته ساکن)
- روغن‌های فرایند لاستیک
- روغن‌های فرایند چرم
- روغن‌های فرایند کنف و. . .

با عنایت به اهمیت نقش روغن در روانکاری بیش ترین حجم این مقوله در باره روانکارها خواهد بود و در بخش‌های انتهائی نیز بحث‌های مختصری راجع به دیگر روغن‌ها خواهد شد.

1-2 روانکاری

روانکاری علم تسهیل حرکت نسبی سطوح درتماس بایکدیگرمی باشد و روانکار ماده ای است که به منظور کاهش اصطکاک بین دو سطحی که نسبت به هم دارای حرکت هستند قرارمی گیرد وبا ایجاد فیلمی از روغن از تماس فلز با فلزجلوگیری می‌نماید.

1-3 وظایف روغن‌های روانکار

روغن‌های روان کننده بسته به شرایط کار دستگاه وظایف زیر را انجام می‌دهند

- روان کنندگی وکاهش اصطکاک با تشکیل فیلم روغن بین قطعات ثابت ومتحرک به منظور به حداقل رساندن اصطکاک وجلوگیری و تقلیل و تاخیردرسایش درحین کار
- جذب وانتقال حرارت وخنک کردن وکنترل دمای قطعات
- جلوگیری از اثرات ضربه قطعات بر یکدیگر درحین حرکات مکانیکی قطعات
- آب بندی فواصل بین قطعات
- جلوگیری از فساد و خورندگی
- از ته نشین شدن مواد لجنی در موتور جلوگیری کند

- عمل کننده به عنوان حامل(Carrier) مواد شیمیایی یا ذرات ساییده شده موجود در روغن و انتقال آن‌ها از محوطه یاتاقان ها ودیگر نقاط روانکاری شونده به داخل مخزن روغن وجداکردن این ناخالصی‌ها درداخل فیلتر روغن
- شستشو وتمیزکردن قطعات وجلوگیری از ته نشین شدن وآلودگی روغن (بخصوص درموتورهای احتراق داخلی)
- صرفه جوئی درمصرف انرژی (کاهش توان مصرفی) باکاهش اصطکاک
- بالا نگه داشتن راندمان و قدرت موتور
- معلق نگه داشتن مواد زائد وجلوگیری از رسوب آن‌ها بر روی قطعات
- حفاظت ازسطوح درمقابل زنگ زدگی وخوردگی شیمیائی
- کاهش توان موردنیاز

که نتایج (توجیحات اقتصادی) آن شامل موارد زیر است

- افزایش طول عمرمفیدقطعات تحت نیروهای اصطکاک
- کاهش قیمت تمام شده تولیدات دراثرکارکرد بیشترماشین‌آلات
- کاهش نیروی انسانی تعمیرات وهزینه تعویض قطعات دستگاه ها
- کاهش هزینه‌های مصروفه جهت تامین توان موردنیاز (کاهش توان مصرفی)

لازم به توضیح است که برای روان کنندگی وایجاد فیلم مایع بین دوقطعه متحرک، تنها از روغن‌های روان کننده استفاده نمی‌شود بلکه دربسیاری ازموارد از مایعات دیگر نیز استفاده می‌شود، به عنوان مثال برای روانکاری پکینگ‌های پمپ‌های گریز از مرکز از مایع پمپ شونده که هرسیالی می‌تواند

باشد (به غیر از سیالات خیلی خورنده و کثیف) . برای روانکاری و ممانعت ازتماس قطعات داخلی پمپ‌ها نظیررینگ‌های فرسایشی، بوش‌ها، رینگ‌های داخلی و. . . ازمایع داخل پمپ وهم چنین برای روانکاری قطعات ثابت ومتحرک مکانیکال سیل‌ها (ROTORY& STATIONARY) ازمایع آب بندشونده داخل استافینگ باکس نظیر آب مواد نفتی یا هر مایع دیگری استفاده می‌شود و به همین دلیل توصیه می‌شود ، که این دستگاه‌ها به هیچ عنوان بدون مایع راه اندازی نشوند و حتی با انجام عملیات هواگیری شرایط مناسبی برای روانکاری را بوجود می آورند.

فصل دوم : اصول کلی آنالیز روغن

مقدمه

آنالیز روغن از چندین سال پیش در اکثر صنایع کشورهای پیشرفته به عنوان یک ابـزار بسـیارمفید و مناسب برای اهداف و مقاصد زیادی اعم ازشناسائی عیوب، علـل خرابـی هـا، کیفیـت نـوع روغـن خریداری شده و. . . مورد استفاده قرار گرفته که در صـورت اجـرای صـحیح آن در صـنایع مختلـف می‌تواند گامی بلند و تحولی اساسی در جهت حفظ سرمایه‌های ملی و کاهش وابستگی‌ها و مصـرف بهینه روغن بوجود آورد.

روغن نیز همانند خونی در رگ‌های بدن انسان حرکـت مـی‌کنـد وعـلاوه بـر وظیفـه اصـلی، حامـل میکروب‌ها و بیماری‌ها نیز هست درقسمت‌های مختلف ماشین‌آلات حرکت وسرکشی می‌کند وحامل اطلاعات زیادی از وضعیت قطعات و فرسایش‌های اتفاق افتاده است. روغن نیز این نشـانه‌هـا را بـه اطلاعات با ارزشی که به اهداف نگهداری و تعمیرات کمک می‌کند تبدیل می‌نماید. با نمونـه گیـری منظم روغن از یک دستگاه و با انجام آزمایش های برنامه ریزی شده به طور مستمر و با آنـالیز کـردن آن می‌توان یک روش بسیار موثر برای نظارت بر وضعیت عملکرد دستگاه‌ها و ماشین‌آلات مختلـف بوجود آورد و با شناسائی یک اشکال کوچک که در ماشین رخ داده می‌توان از خرابی‌های بـزرگ تـر که می‌تواند باعث ایجاد خرابی‌ها و افزایش هزینه‌های ایجاد شده شود جلوگیری نمود.

بطورکلی آنالیز و آزمایش روغن به منظورهای زیرانجام می‌شود:

- حصول اطمینان از وضعیت سلامت دستگاه
- شناسایی عیوب احتمالی در مراحل اولیه و در بدو تشکیل عیب
- شناسایی عوامل فرسایشی و استهلاک‌های غیر عادی
- اقدامات اصلاحی به موقع و قبل از بروز خسارت های جدی
- کاهش هزینه‌های تعمیراتی و تعویض به موقع قطعات
- کمک دربرنامه ریزی‌های تعمیرات دستگاه‌ها و ماشین‌آلات
- کنترل کیفیت قطعات و لوازم یدکی و مصرفی
- توسعه تکنیک‌های عیب یابی
- صرفه جویی در روغن مصرفی
- تعویض بهینه روغن و فیلتر روغن
- مشخص شدن میزان و نوع آلودگی‌های روغن
- بهینه نمودن سیستم (PM) و کنترل کردن اجرای آن
- کنترل‌های مدیریتی بیش تر بر کل سیستم
- کنترل کیفی تدارکات و خریدروغن
- کنترل سیستم انبار داری
- انجام امور تحقیقاتی
- هشدار به موقع و تشخیص عیب مدت‌ها قبل از بروز خسارت (تعمیرات پیش بینانه)
- کنترل مطمئن اقدامات پیشگیرانه

حسن روش عیب یابی دستگاه‌ها بر اساس آنالیز روغن این است که قبل از بروز خرابی جدی، مشکل ماشین در نطفه شناسایی می‌گردد و اقدامات اصلاحی مورد نیاز برای آن انجام می‌شود (برخلاف آنالیز ارتعاشات که پس از بوجود آمدن مشکل و ایجاد خرابی اقدامات اصلاحی روی ماشین انجام می‌شود) البته این دلیل برکنار گذاشتن آنالیز ارتعاشات نیست بلکه این روش‌ها و روش‌های دیگر در کنار هم و با هم دارای بهترین راندمان و کارآیی می‌باشند.

2-1 اصول کلی آنالیز روغن

این روش شامل مراحل اجرائی زیر است:

- نمونه گیری ازروغن طبق روش های استاندارد در فواصل زمانی معین
- ارسال نمونه‌های مختلف همراه مشخصات روغن و زمان کارکرد آن همراه با نمونه اصلی روغن مصرف شده در دستگاه به آزمایشگاه های آنالیز روغن
- انجام آزمایش های لازم روی روغن
- مقایسه نتایج بدست آمده با نتایج نمونه‌های قبلی (روند تغییرات)
- بررسی نوع شکل و اندازه ذرات موجود در روغن با استفاده از تکنیک‌های مختلف
- آنالیز و تجزیه و تحلیل اطلاعات بدست آمده وارائه توصیه‌ها و اقدامات فنی مورد نیاز
- انجام اقدامات پیشگیرانه و توصیه‌های لازم اصلاحی

2-1-1 نکات مهم درنمونه گیری روغن ازماشین‌آلات

نمونه گیری ازروغن از اهمیت زیادی برخوردار است و درصورتی که نمونه روغن گرفته شده نمونه واقعی از روغن موجود در سیستم نباشد می‌تواند باعث ایجاد خطا در نتایج بدست آمده و تصمیم گیری غلط شود.

- بسته به شرایط محیطی کار دستگاه معمولا فاصله‌های زمانی نمونه گیری توسط مهندس مراقب وضعیت تعیین می‌گردد و بستگی به نوع ماشین دارد
- بجز موارد خاص، نمونه گیری در ساعت کارکرد پایین توصیه نمی‌شود زیرا معمولا نمونه روغن با ساعت کارایی پایین فاقد اطلاعات کافی است
- معمولا برای موتورها (احتراق داخلی) نمونه گیری قبل از تعویض روغن انجام می‌شود ولی در صورتی که وضعیت دستگاه مشکوک یا غیر عادی باشد نمونه گیری بصورت موردی نیز انجام خواهد شد ولی در ماشین‌آلات صنعتی که عمر روغن چندین هزار ساعت است بر اساس زمان کار تعیین می‌شود
- برای نمونه گیری از ظروف نمونه گیری یکبار مصرف تمیز باید استفاده شود
- برای پیشگیری از آلودگی، درب ظروف نمونه گیری قبل و بعد از نمونه گیری باید بسته باشد
- نمونه گیری همیشه باید از یک نقطه مشخص و با یک روش مشابه انجام شود
- ظروف نمونه گیری نباید کاملا پر شوند بلکه 1/3 آن‌ها باید خالی باشد
- نمونه گیری باید قبل از فیلتر انجام شود
- نمونه روغن بایدطوری باشد که نماینده واقعی روغن ماشین باشد
- قبل از نمونه گیری دستگاه باید برای مدتی کار کرده باشد

- نمونه نباید از کف یا قسمت بالای روغن گرفته شود بهترین محل برای نمونه برداری قسمت وسط عمق مخزن روغن است
- نمونه گیری باید توسط پمپ مخصوص این کارانجام شود
- اطراف محل نمونه گیری باید قبلا تمیز شده باشد
- دقت شود هنگام نمونه گیری، آلودگی‌های محیطی نظیر آب، باران یاگرد و خاک وارد ظرف نمونه نشود

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

- قسمت‌های بیرونی شیلنگ با دستمال یکبار مصرف تمیز شود
- ظروف نمونه یک بارمصرف به پمپ بسته و اقدام به کشیدن نمونه روغن می‌شود پس از پر شدن ظرف آن را از پمپ باز نموده و محتوای آن دور ریخته شود
- ظرف تمیز نمونه برای آزمایش به پمپ بسته می‌شود و نمونه گیری در آن انجام شود

2-1-2 اهداف و نتایج حاصل از آزمایشات آنالیز روغن

- اندازه گیری فلزات حاصل ازسایش که افزایش مقدار یک یا چند فلز در نمونه نشان دهنده سایش بعضی از قطعات است
- اندازه گیری سیلیکون که آلودگی‌های موجود در روغن اعم از گرد و غبار (تائید ماده افزودنی ضدکف) را نشان می‌دهد و می‌تواند باعث سائیدگی شود

- اندازه گیری عدد بازی (TBN) که نشان دهنده خاصیت قلیائی باقیمانده درروغن است وباعث خنثی کردن اسیدهای موجود در روغن می‌شود و هرچه روغن بیشتر کارکرده باشد عدد بازی آن کاهش پیدا می کند
- اندازه گیری آلودگی آب که می‌تواند باعث کف کردن روغن زنگ زدگی و خوردگی شود.
- اندازه گیری تغییرات گرانروی که می‌تواند به دلیل آلودگی زیاد روغن اکسیداسیون روغن ویاتجزیه مواد افزودنی موجود در روغن باشد
- اندازه گیری عدد اسیدی (TBN) که افزایش آن می‌تواند یک راهنما برای تعویض روغن باشد (با دو برابر شدن آن روغن باید تعویض شود)
- اندازه گیری میزان رسوبات که شامل آلودگی‌های معلق در روغن است ومی تواند به دلیل ورود آلودگی‌های خارجی غیر موثر بودن فیلتر روغن تعمیرات نامناسب طراحی نامناسب سیستم فیلتراسیون و یا ایجاد تغییر در محیط کار کردن ماشین باشد
- اندازه گیری میزان اکسیداسیون روغن به دلیل افزایش یاکاهش درجه حرارت عملکرد روغن
- اندازه گیری دانسیته روغن (رقیق شدن روغن) که مبین ورود سوخت به داخل روغن است

2-2 آزمایش های انجام شده بر روی روغن ها

- بازدیدهای چشمی از روغن مصرف شده
- آزمون‌های آزمایشگاهی

2-2-1 بازدیدهای 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 باشد باید آن را به مدت یک ساعت در دمای 40 درجه سانتی گراد نگهداری نمود حال بر اساس ظاهر آن و تجربیات قبیل می توان اطلاعات مختصری از روغن بدست آورد که آنالیز آن نیاز به تجربه‌های قبلی دارد ولی این روش کارائی خیلی زیادی ندارد.

ظاهر نمونه		دلیل	عملی که باید انجام شود	
هنگام گرفتن	یک ساعت پس از گرفتن	----	سیستم بدون فیلتر سانتر فیوژ	سیستم با فیلتر سانتر فیوژ
شفاف	----	----	نیاز به عملی نیست	نیاز به عملی نیست
کدر	شفاف	کف کردن	علت کف کردن باید مشخص شود	علت کف کردن باید مشخص شود
کدر	روغن شفاف با لایه آب جدا شده	امولسیون ناپایدار	جدا کردن آب و روغن از محل	بازرسی سانترفیوژ
کدر	بدون تغییر	امولسیون پایدار	نمونه باید مورد ازمایش قرار گیرد	بررسی سانتریفیوژ یا تعویض روغن
کثیف	ذرات ته نشین شده	آلودگی	نمونه باید مورد ازمایش قرار گیرد	بررسی سانتریفیوژ یا تعویض روغن
سیاه یا بوی تند	بدون تغییر	روغن اکسید شده	نمونه باید مورد ازمایش قرار گیرد	نمونه باید مورد ازمایش قرار گیرد

جدول(2-1) بازدیدهای چشمی ار روغن موتور مصرف شده

2-2-2 آزمون‌های آزمایشگاهی

آزمون‌های آزمایشگاهی شامل موارد زیر است:

- آزمایش خواص فیزیکی و شیمیایی روغن و مقایسه آن با روغن نو برای ادامه کار روغن
- آزمایش ذرات فلزی جهت تشخیص وضعیت فرسایش قطعاتی که با روغن در تماس اند
- آزمایش آلاینده‌های موجود در روغن

2-2-2-1 آزمایش خواص فیزیکی و شیمیایی

در آزمایش خواص فیزیکی و شیمیایی روغن‌ها پارامترهایی نظیر ویسکوزیته، ویسکوزیته اندیکس خواص اسیدی و قلیایی، نقطه ریزش، آلودگی آب و ... اندازه گیری می‌شود که مقادیر اندازه گیری شده با مقادیر مجاز توصیه شده ومقادیری که قبلا اندازه گیری شده وهم چنین مقادیر اندازه گرفته شده از نمونه روغن‌های کار نکرده بدست آمده مقایسه می‌شود و از نتایج آن می‌توان به موارد زیر پی برد:

- کنترل وضعیت روغن برای ادامه کار یا تعویض آن
- کنترل کیفی روغن‌های موجود در انبار
- تشخیص سریع فیلترهای معیوب
- تایید سالم بودن روغن ها
- اطمینان از این که روغن صحیح در دستگاه مصرف شده یا نه
- تایید عملیات تمیز کاری سیستم پس از انجام تعمیرات روی دستگاه
- تایید سالم بودن آب بندها و مسیر هواکش از آلودگی ها

- کنترل مرغوب و تمیز بودن روغن‌ها قبل از ورود به انبار
- کنترل شرایط کاری دستگاه

2-2-2-2 آزمایش روغن جهت بررسی ذرات فلزی

باتوجه به این که روغن در قسمت‌های مختلف ماشین حضور دارد و کلیه آلودگی‌ها وسائیدگی‌ها را با خود حمل می‌کند باگرفتن نمونه روغن می‌توان این ذرات فلزی راشناسائی کرد، نحوه سائیدگی‌ها را مشخص نمود، قطرانها را اندازه گیری نمود و در نتیجه سرمنشا اصلی سایش که باعث خرابی‌های بعدی می‌شود را شناسائی کرد و قبل ازهرگونه اتفاقی که منجربه ازکارافتادن دستگاه می‌شود اقدام کرد.

2-2-2- 3 نتایج حاصل از آزمایشات ذرات فلزی موجود در روغن

- تشخیص فرسایش‌های احتمالی در آینده (بر اساس روند سایش)
- تشخیص این که ذرات ناشی از فرسایش مربوط به آلودگی روغن است یاخرابی قطعات
- تشخیص شدت مشکل ایجاد شده ازطریق نرخ تغییرات بدست آمده از آزمایشات انجام شده
- تایید مشکل ایجاد شده از راه‌های دیگر (مثل آنالیز ارتعاشات)
- استنتاج کلی و مشترک از سیستم برای تشخیص سریع ریشه‌های مشکل
- ضرورت انجام اقدامات نگهداری و تعمیرات

2-3 منابع اصلی ذرات موجود در روغن

عناصر موجود در روغن که مورد آزمایش قرار می‌گیرند به چند دسته طبقه بندی می‌شوند که منبع هر کدام از آن‌ها با یکدیگر متفاوت است.

2-3-1 فلزات فرسایشی موجود در روغن

مهم ترین هدف آزمایش روغن است و شامل عناصری نظیر آهن FE، کروم CR، آلومینیوم AL، مس CU، سرب PB، قلع SN، نیکل NI، نقره AG.

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

آلومینیوم	AL	دمنده ها، یاتاقان های میل سوپاپ، یاتاقانهای توربو شارژ، میل لنگ،
کرم	CR	سطح رینگ های پیستون، مواد افزودنی خنک کننده، بعضی قطعات پمپ ها
مس	CU	پوشش گژن پین، شاتون و یاتاقان های اصلی میل لنگ، بادامک ها، میل سوپاپ
آهن	FE	بوش های سیلندر آهنی، پیستون های آهنی چکش خوار، سیل های سخت میل سوپاپ، آلیاژ استیل بادامک ها
گوگرد	S	مواد افزودنی ضد سایش، مواد افزودنی پاک کننده
قلع	SN	بعضی از شاتون ها و یاتاقان های میل لنگ، پوشش بعضی از قطعات مثل پیستون
سرب	PB	سطوح یاتاقان ها، مواد افزودنی گریس و بنزین، مواد افزودنی ضد سایش
سیلیکون	SI	مواد افزودنی ضد کف، گرد و غبار، نشتی ماده خنک کننده، واشرها
نیکل	NI	یاتاقان ها، پره های توربو شارژ، نفت خام، اجزای استیل ضد زنگ
نقره	AG	یاتاقان ها، لحیم کاری ها
وانادیوم	V	پوشش های سطح، پره های توربین، شیرها
سدیم	NA	مواد افزودنی مایع خنک کننده، مواد افزودنی پاک کننده
بر	B	مواد افزودنی مایع خنک کننده، مواد افزودنی گریس
باریم	BA	مواد افزودنی پاک کننده، مواد افزودنی گریس
منیزیم	MG	بعضی ار آلیاژهای آلومینیوم، مواد افزودنی پاک کننده ، آب سخت
کلسیم	CA	بازدارنده های خوردگی، آب سخت، مواد افزودنی پاک کننده
روی	ZN	بازدارنده های خوردگی، مواد افزودنی ضد سایش
پتاسیم	K	مواد افزودنی مایع خنک کننده
فسفر	P	مواد افزودنی ضد سایش، مواد افزودنی فشار پذیر
کلر	CL	مواد افزودنی ضد سایش، مواد افزودنی فشار پذیر

جدول (2-2) مهم ترین عناصر موثر در موتور خودرو

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

فلزات فرسایشی موجود در روغن شامل موارد زیر است

- ذرات مربوط به عناصر مربوط به مواد افزودنی که به عنوان افزودنی‌های روغن به منظور بهبود کیفیت و ایجاد برخی خواص به روغن مورد استفاده قرار می‌گیرند و شامل روی ZN، فسفر P کلسیم CA منیزیم MN باریم BA مولیبدن MO که با انجام آزمایش روی روغن کار نکرده (نو) مشخص می‌شود که مربوط به روغن است یا ذرات فرسایشی
- ذرات ناشی از مواد آلاینده و افزودنی‌ها که سیلیس SI یک نمونه از آن است
- ذرات ناشی از مواد آلاینده و فلزات فرسایشی مثل وآنادیوم V
- ذرات ناشی از خنک کننده‌ها و افزودنی‌ها مثل سدیم NA و بر B

البته منابع یادشده فوق فقط به عنوان یک مرجع کلی هستند و برای بدست آوردن جزییات بیشتر باید به نقشه‌های اجرایی دستگاه‌ها و ماشین‌آلات 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 ماشین‌آلات و قطعات خصوصا به دلیل استفاده از مواد جدید به سرعت تغییر می‌کند که باید دقت کامل را انجام داد.

برای شناسائی فلزات فرسایشی موجود در روغن ازدستگاه‌ها وروش‌های متعددی استفاده می‌شود که ذیلا به شرح برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

2-4 تکنیک های آزمایشی ذرات سائیده شده موجود در روغن

- اسپکتروسکوپی جذب اتمی
- اسپکتروسکوپی انتشار اتمی
- فروگرافی
- رسوب دهنده دورانی ذرات
- فلورسنت پرتوایکس
- اسپکتروسکپی انتشاری (پلاسمایی – القایی)
- مشاهده میکروسکوپیک

.

2-4-1 اسپکتروسکوپی جذب اتمی

در این روش نمونه روغن در شعله سوازنده می‌شود، رنگ شعله مبین خواص هر یک از عناصری است که از شعله عبورمی کنند. باریکه‌های پرتوهای با طول موج‌های مشخص هرالمان که به شعله تابانده می‌شود بر اساس میزان نوری که جذب می‌شود مبین مقدار آن المان (فلز) در نمونه روغن است.

کاربرد این روش برای جستجوی فلزاتی است که اندازه قطر متوسط آن‌ها کمتر از ۱۵ میکرون باشند و دقت آن در رسوب‌های کمتر از 5 PPM است.

2-4-2 اسپکتروسکوپی انتشار اتمی

در این روش نمونه روغن با قوس الکتریکی سوزانده می‌شود و از شدت رنگ‌های طیفی قوس (که توسط فتو مولتی پلایر تحلیل می‌شوند) مستقیما بسیاری از المان‌های موجود در روغن تعیین می‌شود. کاربرد روش فوق برای جستجوی فلزاتی است که ریزتر از ۱۰ میکرون باشند و دقت آن برای اندازه گیری ذرات ریزتر از 5PPM کم است.

2-4-3 فروگرافی FERROGRAPHY

در این روش روغن رقیق شده از روی اسلاید شیشه ای که در میدان مغناطیسی خیلی قوی قرار دارد عبور داده می‌شود که با این عمل ذرات بر حسب اندازه هایشان روی اسلاید رسوب می‌کنند. کاربرد این روش برای توزیع اندازه ذرات است، که حکایت از جدی بودن سایش دارد و هم چنین شکل ذرات نیز تعیین کننده نوع مکانیزم سایش است.

این روش بطور موثر مقدار ذرات دراندازه‌های کمتر از یک میکرون تاحدود ۲۵۰ میکرون رامشخص می‌کند که از نتایج آن می‌توان برای تشخیص انواع ومنابع سایش وآلودگی دریک سیستم روغنکاری استفاده کرد.

2-4-3-1 روش های فروگرافی :

1-فروگرافی قرائت مستقیم DIRECT READING FERROGRAPHY

دراین روش غلظت ذرا ت حاصل ازسایش درروغن‌های روان کننده بصورت کمی اندازه گیری می‌شود و نتیجه اندازه گیری ها، بصورت گرافیکی گزارش می‌شود و در صورتی که درسیستم، سایش وجود داشته باشد غلظت عنصر ازحد از قبل تعیین شده بالاتر می‌رود.

2- فروگرافی تجزیه ای ANALYTICAL FERROGRAPHY

از این روش وقتی استفاده می‌شود که غلظت فلزات فرسایشی در روغن غیر عادی باشد. در این روش با استفاده از سه میکروسکوپ قوی و دوربین‌های اتوماتیک و یک فیلتر مخصوص اندازه‌های مختلف، نوع ترکیب، شکل و ساختمان ذرات فرسایشی مشخص می‌شود.

با استفاده از این روش و آگاهی داشتن از متالوژی قطعات می‌توان برای پیدا کردن مکانیزم و محل دقیق سایش غیر عادی استفاده کرد.

2-4-3-2 مزایا و محدودیت‌های آنالیز سایش واندازه ذرات با فروگرافی

- این روش می‌تواند شکل ونوع ترکیب آلودگی‌های مختلف و ذرات حاصل از سایش‌های تا سایز ۲۵۰ میکرون را مشخص کند
- این روش به اپراتور این ایده را می‌دهد که بتواند بفهمد سایش ایجاد شده عادی است و یا در اثر لغزش برش خوردگی و. . . بوجود آمده است
- با استفاده ازاین روش می‌توان منبع سایش را تشخیص داد (چرخ دنده یاتاقان و. . .)

محدودیت این روش این است که درمواقعی که بیش از یک قطعه همسان در سیستم وجود دارد شخص نمی‌تواند متوجه شود که کدام قطعه خراب شده است.

نوع ذرات و متالوژی فلزاتی که با استفاده از فروگرافی مشخص می‌شود عبارتست از

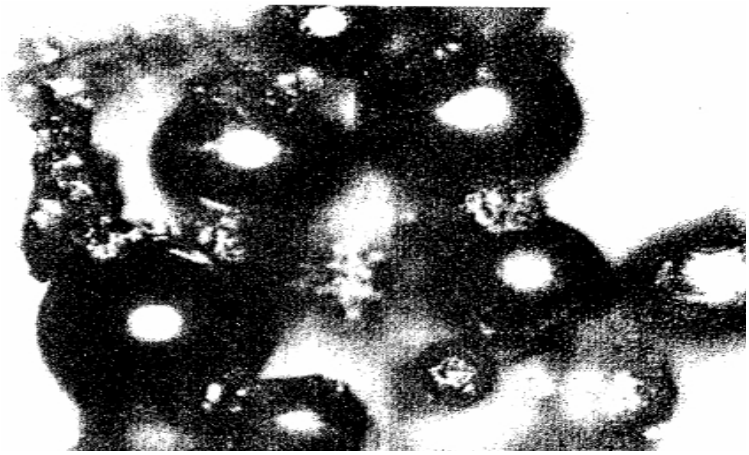
- ذرات حاصل از قطعات آهنی
- ذرات حاصل از سایش قطعات غیر آهنی مثل مس، سرب، آلومینیوم و. . .

- اکسیدهای فلزی که نشان دهنده سایش در اثر روغن کاری ناکافی رطوبت و یا حرارت زیاد در سیستم بوجود می‌آید

2-4-3-3 سایش هائی که توسط روش فروگرافی مشخص می‌شود

- سایش عادی در اثر مالش معمولا ذرات با اندازه یک تا پنج میکرون تولید می‌کند
- سایش در اثر خستگی اجزا غلتشی نشان دهنده ایجاد ترک در اجزا غلتان یاتاقان‌های غلتشی می‌باشد
- سایش در اثر بریدن که معمولا به علت خط انداختن حاصل از سایش فلزات سخت روی فلزات نرم تر ایجاد می‌شود
- سایش در اثر لغزندگی شدید که به وسیله بارها و سرعت‌های زیاد که روی سطوح ولبه‌ها تولید خط می‌کند بوجود می‌آید
- سایش دراثر غلتش و لغزش که بوسیله خط انداختن ذرات درشت وخستگی دردنده‌ها بوجود می‌آید

در شکل‌های زیر چند نمونه از نتایج حاصل از آزمایشات فروگرافی و دلایل مربوطه آن‌ها آورده شده است.



شکل(2-1) فروگرام نشان دهنده کره های کوچک تقریبا با قطر 5 میکرون

شکل (2-2) فروگرام نشان دهنده سایش شدید

2-4-4 رسوب دهنده دورانی ذرات

در این روش نمونه روغن بر روی صفحه شیشه ای که روی آن یک مغناطیس دوار قـرار دارد ریختـه می‌شود. این عمل باعث رسوب ذرات سائیده شده بصورت مجموعه حلقه‌های هم مرکزی می‌شود و کاربرد آن مثل فروگرافی است با این تفاوت که می‌تواند به دستگاه اندازه گیر کمی نیز متصل شود.

2-4-5 فلورسنت پرتوایکس

هنگامی که نمونه روغن در معرض باریکه رادیو اکتیو قرار داده می‌شود باعث می‌شود پرتـوایکس بـا مشخصه ماده موجود در داخل روغن انتشار یابد که در این روش اکثر فلزات یافت مـی‌شـوند ولـی دقت آن در حد (15PPM) است.

2-4-6 اسپکتروسکپی انتشاری (پلاسمایی – القایی)

در این روش نمونه روغن داخل یک مشعل پلاسما ارگون اسپری می‌شود و سـپس رنـگ‌هـای نـور انتشار یافته و شدت آن‌ها اندازه گیری می‌شود تا مقـدار آلمـان‌هـای مختلـف موجـود در روغـن را مشخص کند.

در این روش اکثر فلزات یافت می‌شوند ولی دقت این روش درحد (PPB) است.

2-4-6-1 آنالیز روغن به روش اسپکتروسکوپی

روش اسپکتروسکوپی یک روش ایده آل برای مشخص کـردن مقـدار عناصـر فلـزی مـواد افزودنـی ومقدار سایش در قطعات سیستم هائی از قبیل : موتور ها، توربین ها، سیستم‌های هیدرولیک، جعبـه دنده ها، کمپرسور ها، دیفرانسیل‌ها و. . . است. با این روش عناصر و ذرات سائیده شده درون روغن و موادافزودنی از قبیل : مس، آهن، سرب، کلسیم، بر، در مقیاس (PPM) اندازه گیری می‌شوند.

هم چنین از این روش برای تعیین منابع سایش و اندازه‌های نسبی ذرات سائیده شده که معمـولا بـه کمک گرادیان مغناطیسی ذرات جداسازی می‌شود استفاده می‌شود و می‌تواند در راستای جدی بودن خسارات احتمالی کمک کند و سپس با بررسی‌های میکروسکوپی شـکل و انـدازه‌هـای ذرات بـرای تعیین مکانیزم‌های سایش و با استفاده از یک نمونه رقیق شده روغن، ذرات شمارش می‌شود وبا آنالیز

و تحلیل ذرات سائیده شده موجود در روغن دستگاه، برای آگاهی دادن از وجود ذرات ناشی از تخریب قطعات ماشین مورد شناسائی قرار می‌گیرد و عیوب احتمالی که ممکن است در آینده ای نزدیک باعث تخریب و یا اعمال خسارت‌های زیاد به دستگاه شود شناسائی می‌گردد.

هم چنین از این روش می‌توان برای برنامه ریزی کردن زمان تعویض روغن بر اساس روند افزایش عناصر فرسایشی موجود در روغن در نمونه گیری‌های برنامه ای استفاده نمود.

محدودیت روش اسپکتروسکوپی این است که فقط می‌تواند آلودگی‌ها و ذرات حاصل ازسایش راکه اندازه آن‌ها حداکثر 7-6 میکرون است را مشاهده نمود و نکته قابل توجه این که اعدادی که به وسیله این روش گزارش می‌شوند به تنهائی مهم نیستند ، مهم تر از آن افزایش یا تغییرات زیاد (TREND) در این اعداد است که گروه تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات باید از متالوژی ماشین و هم چنین نوع مواد افزودنی که در روغن مورد استفاده قرارگرفته اطلاع داشته باشد تا از تصمیمات اشتباه و انجام عملیات غیر ضروری جلوگیری شود.

2-5 انواع سایش ودلایل آن ها

همان طور که قبلا نیز توضیح داده شد اکثر آزمایشات روی روغن برای شناسایی عیوب احتمالی روی دستگاه‌ها و ماشین‌آلات است که پس از شناسایی نوع ذرات، پارامتر مهم شناسایی مشخصه‌های فیزیکی ذرات سائیده شده از لحاظ، سایز، شکل و خواص آن برای تحلیل روی روغن است.

در آزمایشگاه‌های آنالیز روغن اطلس‌های زیادی وجود دارد که مشخصه‌های فیزیکی ذرات همراه با علت‌های سایش در آن‌ها به تصویر کشیده شده و می‌توان نمونه‌ها را با یکی از آن‌ها تطبیق داده و علت سایش را شناسایی کرد.

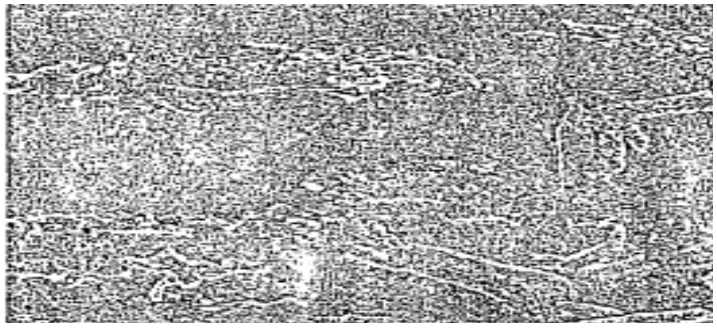
بخاطر اصطلاحات متعددی که به وسیله صنایع یا محققین مختلف بکار برده می‌شود و هم چنین به دلیل این که ممکن است دو یا چند فرایند مختلف سایش با یکدیگر عمل کنند غالبا دسته بندی سایش‌ها خیلی دقیق نیست ولی بطور کلی سایش‌ها در دو دسته زیر طبقه بندی می‌شوند:

- سایش‌های پایه ای شامل : خوردگی شیمیائی، خستگی، سایش حفره ای، سایش در اثر چسبندگی، سایش در اثرخراش، سایش فرسایشی و. . .
- سایش‌های در حین کار شامل: سفت بودن دنده‌ها و اجزای غلطان یاتاقان ها، لایه لایه شدن یاتاقان‌های تخت، تغییر شکل دادن به حالت پلاستیک و. . .

2-5-1 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 لبه‌ها بر روی سطوح سائیده شده و پهن می‌شود و کش می‌آیند و از روی سطح کنده می‌شوند. غالبا اندازه آن‌ها طولی معادل 50 میکرون است.



شکل (2-3) سایش لغزشی طبیعی ناشی از کنده شدن قطعات

2-5-2 سایش حاصل از بریدگی

ذرات سائیده ای هستند که در نتیجه نفوذ و فرورفتن یک سطح دیگر پدید می‌آیند وضعیت مشابه شرایطی است که قلم تراش بر روی قطعه ایجاد تراشه می‌کند. ذرات ساییده شده که در سطوح نرم فرو می‌روند در سطح مقابل نفوذ می‌کنند و ایجاد ذرات سایش حاصل از بریدگی می‌کنند 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.

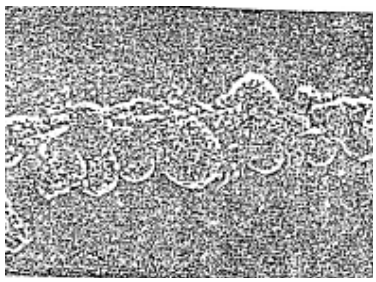
شکل (2-4) سایش ناشی از بریدگی

2-5-3 سایش خستگی غلتشی

ذرات پوسته ای شکل یا ورقه ای ناشی از خستگی از سطح تحت تنش آزاد می‌شوند و برروی سطح یک گودی تشکیل می‌شود. ذرات دارای اندازه حداکثر ۱۰۰ میکرون هستند که درحین عمل ورقه شدن خیلی کوچک و در مراحل اولیه تشکیل می‌شوند این صفحات مسطح و تخت دارای نسبت بزرگترین اندازه به ضخامت، بیشتر از 10 به 1 هستند.

ذرات کروی شکل دررابطه با خستگی یاتاقان‌های غلتشی است که در یاتاقان ایجاد ترک‌های ناشی از خستگی می‌کنند. کره‌ها 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.



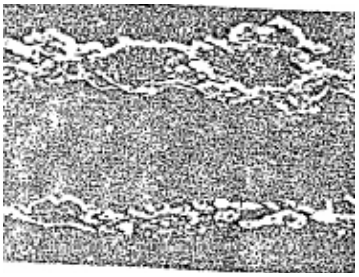
شکل(2-5) سایش خستگی غلطشی

2-5-4 ترکیب غلتش و لغزش در چرخ دنده‌ها

سرعت غلتشی و لغزشی نقش اساسی در مشخصه‌های ذرات ایجاد شده ناشی از سایش دارند. ذرات ناشی از خستگی شباهت زیادی به ذرات خستگی یاتاقان‌ها دارند. ذرات ممکن است دارای نسبت بزر گترین اندازه به ضخامت بین ٤ به ۱ تا ۱۰ به ۱ باشند ذرات با تکه‌های بزرگتر ناشی از تنش‌های

کششی بر روی سطح دنده‌ها باعث ترک‌های ناشی از خستگی می‌شوند که بطرف عمق دندانه‌ها انتشار می‌یابد.

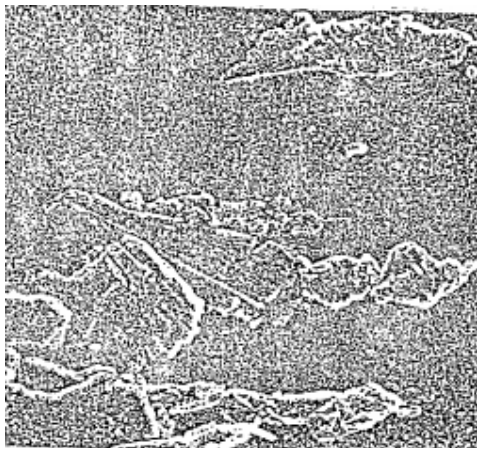
ذرات بزرگتر با اندازه ۲۰ میکرون در مقابل ذرات کوچکتر با اندازه ۲ میکرون کاملا مشهودند.



شکل(2-6) سایش ترکیب غلتش و لغزش در چرخ دنده ها

2-5-5 سایش لغزشی پیش رونده

ذرات سایش ناشی از لغزش پیش رونده دارای گستره اندازه ۲۰ میکرون و بزرگ ترهستند. پاره ای از این ذرات دارای گوشه‌های تیزی هستند و اندازه بزرگ تر آن‌ها نسبت به ضخامتشان حدود ۱۰ به یک است.



شکل(2-7) ذرات سایش ناشی از لغزش

فصل سوم : عناصر فرسایشی

مقدمه

سیلیس به عنوان یکی از عوامل اصلی آلودگی روغن در سیستم‌های مکانیکی شناخته شده است. ذرات سیلیکا در طبیعت وجود دارد و معمولا از مواردی که در ساخت قطعات موتور و اکثر سیستم‌ها بکار رفته، سخت تر می باشد. در نتیجه می تواند بر روی سطوح فولادی و فلزی خراش ایجاد نماید. براساس شرایط محیطی که تجهیزات یا ماشین‌آلات در آن کار می‌کنند دلایل متفاوتی برای ظهور سیلسیم در روانکار وجود دارد. ولی بالا رفتن مقادیر سیلسیم در روغن همیشه به معنای ورود خاک به سیستم نمی‌باشد بلکه عوامل دیگری نیز در افزایش مقدار سیلسیم نقش دارند.

با توجه به این که سیلیس به عنوان اصلی ترین عامل تخریب ماشین‌آلات و تجهیزات مکانیکی می‌باشد لذا افزایش مقادیر آن که با روش آزمایش اسپکترو متری در نتایج آنالیز نمونه‌های روغن مشخص می‌شود باید بسیار جدی گرفته شده و ریشهٔ اساسی مشکل مورد بررسی قرار گرفته و راه حل مناسب در جهت کاهش آن در نظر گرفته شود.

در صفحه بعدی نمونه هایی از افزایش مقدار سیلیس و تأثیر آن در فرسایش قطعات موتور نمایش داده می‌شود.

1-3 آلودگی آب

آب یک آلوده کنندهٔ جهانی است و باید درست شبیه آلودگی‌های ریز جامد از مایعات جدا شود. آب می‌تواند به حالت حل شده یا به حالت آزاد باشد خسارت ناشی از وجود آب عمومًا بشرح زیر می باشد:

- خوردگی سطوح فلزی
- تسریع سائیدگی چسبنده
- سائیدگی بلبرینگ ها
- تجزیهٔ مواد افزودنی
- اختلاف غلظت
- افزایش هدایت الکتریکی

آلوده شده روغن توسط آب می‌تواند مشکلات مختلفی از جمله کاهش کارآئی، خرابی و آلودگی میکروبی را به وجود آورد. در صورت وجود میزان بیشتر آب، خواص ضدخوردگی روغن کاهش می‌یابد و افزودنی‌های حاوی روی (Zn) از روانکار خارج می‌گردند و خواص روانکاری و فشارپذیری روانکار کاهش می‌یابد.

آب به طرق مختلف می‌تواند وارد قسمت‌های مختلف ماشین‌آلات شود. زمانی که آب بصورت معلق در داخل روغن‌های روانکار وجود داشته باشد به عنوان یک آلوده کنندهٔ شیمیایی تلقی می‌شود و بسته به شرایط مختلف اثرات مخرب آن در کاربردهای یاتاقانی می‌تواند به حد اثرات مخرب ذرات آلوده کننده رسیده یا از آن نیز فراتر رود. کنترل‌های مراقبتی در مورد ورود آب بایستی همانند ذرات به عمل آید تا تجمع آن در داخل روانکار و در نتیجه صدمه به سطوح یاتاقان‌ها به حداقل برسد.

3-1-1 تأثیر آب بر روی سطوح و عمر یاتاقان‌ها

- وجود آب آزاد در داخل روغن روانکار و عمر یاتاقان غلطشی را از ۱۰ تا بیش از ۱۰۰ بار کاهش می‌دهد
- وجود آب آزاد در داخل روغن روانکار باعث بوجود آمدن محیط خورنده و از بین رفتن لایهٔ مرزی روغن می‌شود
- وجود آب آزاد در داخل روغن روانکار در ایجاد انواع خوردگی ها، حفر ه‌ها و صدمه زدن به سطوح یاتاقانهای ژورنال کمک می کند
- یاتاقانهای بابیتی که اکثرًا از سرب و قلع تشکیل شد ه اند به آسانی در مجاورت آب و اکسیژن اکسیده می‌شوند
- حفرات بخاردار همراه با تبخیر آب از داخل می‌توانند حفره هایی به شکل لانه زنبوری در روی سطوح یاتاقان‌ها بوجود آورند
- کلیهٔ قسمت‌های آهنی داخل موتور که با آب در تماس باشند در معرض خوردگی شیمیایی قرار می‌گیرند و ذرات به تدریج از سطوح جدا شده و وارد روغن می‌گردد

3-1-2 تأثیر آب روی افزودنی‌ها و پایهٔ روغن روانکارها

استحکام و پایداری شیمیایی و فیزیکی روانکارها حتی با کم ترین مقدار آب معلق مورد تهدید قرار می‌گیرد. آب می‌تواند به عنوان یک میزبان برای فعل و انفعالات شیمیایی با انواع ترکیبات و عناصر شامل افزودنی ها، روغن پایه و آلاینده‌های معلق در روغن به شمار آید (تجزیه به وسیلهٔ آب).

هم چنین معلوم شده است که آب به:

- محدودکننده‌های زنگ زدگی
- بهبود بخشنده‌های غلظت
- پایه روغن

حمله می کند.

و تأثیرات جانبی آن عبارتند از:

- تولیدات جنبی نامطلوب مثل لعاب، لجن و. . .
- رسوب روی سطوح
- غلیظ شدن روانکار

3-1-3 تأثیر آب بر روی عناصر هیدروفیلی

هیدروفیل یعنی آب دوست فلزاتی که در آب می‌توانند واکنش نشان دهند فلزات هیدروفیلی نامیده می شوند. مانند آهن، مس و سرب و. . .

2-3 تغییرات گرانروی روغن در اثر آلودگی

هرچه آلودگی روغن بیشتر باشد کاهش گرانروی نیز بیشتر است ، کاهش گرانروی همراه با کاهش نقطه اشتعال روغن ، علامت آلودگی سوخت در روغن می باشد.

1-2-3 عوامل افزایش گرانروی

- آلودگی سیلیس و آب
- اکسیداسیون
- شرایط سخت کار دستگاه و ایجاد درجهٔ حرارت و فشار بالا ممکن است موجب تولید ترکیبات پلیمر در روغن شود که باعث بالا رفتن ویسکوزیتهٔ آن گردد

2-2-3 عوامل کاهش گرانروی

- در اثر آلودگی روغن با سوخت محترق نشده
- مقادیر زیاد آب معلق، که باعث کاهش تحمل فشار یک روانکار می گردد

افزایش گرانروی بدلیل تأثیر منفی بر سیالیت روغن و کاهش گرانروی بدلیل عدم ایجاد فیلم مناسب روغن مابین قطعات می توانند صدمات جبرا ن ناپذیری به محدودهٔ تحت روانکاری وارد آورند

3-3 پیش بینی تعمیرات ماشین‌آلات با استفاده از روش مراقبت وضعیت

- بررسی نتیجهٔ آزمایش نمونه اول
- ارزیابی روند افزایش ذرات در نمونه‌های بعدی
- شناسائی عناصر اصلی فرسایش به تناسب قسمت مربوطه
- کارکرد روغن مورد آزمایش
- ترکیب عناصر فرسایشی در نتیجهٔ آزمایش
- تشخیص حد بحران
- بررسی علائم ظاهری دستگاه

فصل چهارم : نمونه گزارش‌های آنالیز روغن

صدها آزمایش مختلف برای تست و ارزیابی روانکارها وجود دارن که اغلب دو یا سه آزمایش مختلف برای بیان یک خصوصیت مشابه روانکار وجود داشته که اختلاف آن‌ها در هزینه آزمایش، زمان مورد نیاز برای آزمایش و دقت آزمایش می باشد.

به طور کلی آزمایش های روغن را می توان به سه گروه تقسیم کرد :

- آزمایش های ساده فیزیکی و چشمی
- آزمایش های استاندارد ASTM
- آزمایش های بررسی و شناسایی ذرات فرسایشی فلزی و آلوده کننده ها

4-1 آزمایش های ساده فیزیکی و چشمی

آزمایش های ساده فیزیکی و چشمی شامل هفت آزمایش به شرح زیر می‌باشد:

4-1-1 آزمایش ظاهری (رنگ روغن)

ساده ترین نوع آزمایش بررسی ظاهری روغن می باشد که در بر دارنده اطلاعاتی در مورد وضعیت روغن و آلوده کننده‌ها ی آن می باشد. بیشتر روغن‌ها هنگامی که نو هستند دارای رنگ طلایی براق و عاری از ذرات معلق جامد بوده که هنگام آلوده شدن دارای ظاهری تیره، می گردند. چنان چه تیره شدن رنگ روغن به تدریج صورت پذیرد، عامل آن اکسید شدن روغن می باشد.

4-1-2 آزمایش بوی روغن

اغلب روغن‌ها بدون بو و یا دارای بوی ملایم هستند و در طی کار بوی آن حالت تندی، سوختگی ویا زنگ زدگی پیدا می کند. بوی غیر معمول روغن می تواند نشان دهنده آلوده شدن روغن، (مانند آلوده شدن روغن با سوخت) باشد.

4-1-3 آزمایش ویسکوزیته

آزمایش ویسکوزیته از مهم ترین آزمایش های دوره ای روغن می باشد. از این رو شرکت‌های زیادی تجهیزات آزمایش سیار ویسکوزیته (که به سهولت و با سرعت و دقت می‌توان در محل کار ماشین اندازه گیری نمود) ساخته اند. عمومی ترین روش اندازه گیری ویسکوزیته، آزمایش سرعت سقوط گوی‌ها می باشد. در این روش گوی‌ها به طور آزاد همزمان از داخل استوانه حاوی نمونه روغن و استوانه حاوی روغن مرجع سقوط می کنند. فاصله سقوط هر گوی با روغن مرجع مقایسه و عامل تعیین کننده در میزان ویسکوزیته می باشند.

4-1-4 آزمایش قطره

این آزمایش برای تشخیص کثیفی روغن استفاده می شود. در این روش یک یا دو قطره از نمونه روغن را روی یک تکه از کاغذ که روی سطح صافی قرار داده شده ریخته می شود. قطره های روغن روی سطح کاغذ پخش شده و سرانجام خشک می گردند. اگر میزان پخش بودن روغن کم بوده وبالا فاصله خشک گردد نشان دهنده کثیف ولجنی بودن روغن می باشد، چنانچه روغن تمیز باشد میزان پخش شدن به نزدیکی لبه های کاغذ نیز می رسد. از این روش می توان برای اطلاع از مواد افزودنی موجود در روغن و یا به پایان رسیدن عمر روغن استفاده نمود.

4-1-5 آزمایش وجود آب

وجود آب به مقدار کم تر از یک در صد رنگ روغن را شیری نمی کند در صورتی که با قراردادن چند قطره از نمونه روغن بر روی صفحه داغ (تقریباً ۲۵۰ درجه فارنهایت) وجود آب قابل شناسایی می باشد. اگر آب در داخل روغن وجود داشته باشد به سرعت تبخیر شده و صدایی ناشی از ترکیدن حباب، آن ایجاد می شود.

4-1-6 آزمایش شمارش ذرات

این آزمایش ساده ترین روش برای اندازه گیری ذرات آلوده کننده موجود در روغن می باشد. نمونه روغن که معمولاً ۱۰۰ میلی متر می باشد را از یک فیلتر استاندارد عبور داده و سپس سطح ظاهری فیلتر با عکس مرجعی که در آن سطوح مختلفی از ذرات نشان داده شده مقایسه می گردد. فراوانی بیشتر ذرا ت موجب خاکستری تیره و یا پررنگ شدن سطوح می گردد.

4-1-7 آزمایش اندازه گیری نقطه اشتعال

نقطه اشتعال روغن، درجه حرارتی است که در آن درجه حرارت، روغن به اندازه ای تبخیر می شود که با نزدیک کردن یک شعله به سطح روغن، جرقه ای در سطح آن ایجاد شود. این آزمایش روش مناسبی برای تشخیص آلوده شدن روغن با سوخت می باشد.

4-2 آزمایش‌های استاندارد ASTM

در سال های اخیر انجمن آمریکایی تست مواد، استانداردهای مهمی را برای آزمایش روغن ارائه نموده

که چند نمونه از آن‌ها که اغلب برای آزمایش پریودیک روغن مورد استفاده قرار می‌گیرند به شرح زیر می‌باشد:

1-آزمایش ویسکوزیته (ASTM D445)

آزمایش ویسکوزیته از مهم ترین آزمایش‌های فیزیکی روغن بوده و از طریق آن ضمن شناسایی روغن نامناسب، قابلیت کارکرد روغن نیز مشخص می‌گردد. در این روش زمان لازم برای جریان یافتن حجم معینی از روغن از داخل لوله‌های با اندازه مشخص و در دمایی معین (برای صنایع 40 و برای موتور 100 درجه سانتی گراد) را اندازه گیری می‌کنند.

2-آزمایش تعیین مجموع عدد اسیدی (ASTM D 974) – آزمایش TAN

در این روش میزان اسید مورد استفاده در یک محلول معرف که با اضافه کردن هیدروکسید پتاسیم (KOH) تغییر رنگ دهد را اندازه گیری می‌کنند. در بعضی از روغن‌ها که دارای رنگ تیره هستند نمی‌توان از این روش استفاده نمود. بنابراین از روش ASTM D664 که میزان تغییرات رسانایی الکتریکی روغن را متناسب با میزان افزودن (KOH) اندازه گیری می‌نماید، استفاده می‌گردد.

3-آزمایش تعیین مجموع عدد بازی (ASTM D2896) – آزمایش TBN

در این روش میزان قلیائیت روغن که قادر است اسیدهای خورنده موجـود در روغـن را خنثـی کنـد اندازه گیری می‌شود.

4-آزمایش آلودگی آب (ASTM D 17444)

در این روش مقدار آب موجود در روغن توسط واکنش نمونه روغن با معرف کـارل فیشـر مشـخص می‌گردد. این آزمایش دارای دقت ویژه ای (PPM) بوده و برای نشـان دادن مقـادیر انـدک آب مفیـد می‌باشد.

3-4 آزمایش‌های بررسی و شناسایی ذرات فرسایشی و آلوده کننده ها

علاوه بر آزمون‌های ASTM طی سال های اخیر آزمایش هایی برای شناسایی ذرات فرسایشی فلـزی و آلوده کننده‌ها توسعه یافته است. این آزمایش‌ها قادرند تا ذرات کوچکی ناشی از ورود گرد و خاک و یا فرسایش فلزات در داخل روغن را تشخیص داده و قبل از شروع عیب میـزان و انـدازه ذرات را بیان کنند. آزمایشاتی که از کاربرد بیشتری برخوردار می‌باشند به شرح زیر می‌باشند:

1- آزمایش طیف نگار تابشی (نشر اتمی)

دراین آزمایش مقدار کمی از نمونه روغن تبخیر و طول موج نور ساطع شده ازآن انـدازه گیـری مـی شود. این تجهیزات قادرند به طور هم زمان نور ساطع شده از بیش از 20 عنصر فلزی یاآلوده کننـده رااندازه گیری کنند. این تکنیک بدلیل سرعت بیش از 20 عنصر در کمتر از یک دقیقه به عنوان ابزار پایه ای برای آنالیز روغن می باشد.

2- آزمایش کمیت سنج ذرات

این آزمایش نیز برای نشان دادن ذرات آهنی موجود در روانکار بوده وبه دلیل عـدم نیـاز بـه اپراتـور ورزیده، امکان انجام آزمایش در محل کار دستگاه، سرعت انجام آزمایش و هزینه کـم آن از آزمـایش های پایه ای برنامه آنالیز روغن می باشد.

4-4 عوامل موثر برای اجرای موفق آنالیز روغن

در برخی مواقع برنامه آنالیز روغن شکست خورده و یا یک شرکت از ادامه اجـرای آن منصـرف مـی شود. علت این موضوع نیز اثر بخش بودن اجرای آن در عمـل مـی باشـد. بـه عبـارت دیگـر اثـرات ظاهری آنالیز روغن (بصورت کاهش توقفات و حجم تعمیرات و. . .) مشاهده نمی گردد.

نمونهها به صورت روتین به آزمایشگاه ارسال شده و نتایج آنالیز دریافت می گردد. اما فعالیـت هـای نگهداری و تعمیرات مورد نیاز از گزارشات دریافتی استخراج نگردیده و یا بصورت جدی بـه مـورد اجرا در نمیآید.

در این قسمت هدف این است تا تمام مراحلی که باید برای موفقیت در اجرای کامل برنامه آنالیز روغن طی شود را مورد بررسی قرار دهیم.

فرض کنید که تصمیم به اجرای برنامه آنالیز روغن در سازمان و یا شرکت خود گرفته باشید. یک برنامه آنالیز روغن با درک مفهوم قابلیت اطمینان ماشین‌آلات و خواست واقعی به بهبود میزان آن آغاز می‌گردد.

در ادامه لازم است تا مراحل نه گانه زیر برای اجرای موفق برنامه آنالیز روغن انجام پذیرد. مساله ای که اجرای موفق مراحل نه گانه مزبور را تضمین می‌نماید، حس مسئولیت پذیری مجریان برنامه از راننده ماشین تا آزمایشگاه آنالیز روغن می‌باشد.

4-4-1 تعهد در برابر برنامه

تعهد در برابر یک برنامه آنالیز روغن شامل پذیرش مسئولیت اجرای آن توسط یک بخش خاص از سازمان و یا ایجاد بخش (CM) در سازمان یا شرکت می باشد. مدیریت ارشد سازمان باید براین موضوع واقف باشد که جهت اجرای موفق برنامه نیاز به بودجه کافی و نیروی انسانی باانگیزه و آموزش دیده (که توانایی اجرای برنامه را دارا باشند) می‌باشد.

لازم است اهداف قابل اندازه گیری برای برنامه تعریف گردیده و به صورت دوره ای جهت تعیین میزان پیشرفت آن‌ها و سازگاری با نیازهای آینده، مورد محاسبه و تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

4-4-2 ثبت وضعیت فعلی

مدیریت ارشد سازمان تمایل دارد تا از میزان اثربخشی اجرای برنامه‌ها آگاه گردد. جهت پاسخگویی به این موضع لازم است تا وضعیت و شرایط ماشین، نسبت خرابی‌ها و هزینه‌ها قبل از اجرای برنامه مشخص و تعیین گردد. اطلاعات مزبور از گزارشات نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات قابل استخراج می باشد.

4-4-3 انتخاب آزمایشگاه مناسب

انتخاب آزمایشگاه مناسب جهت آنالیز نمونه‌های روغن ارسالی می باشد. برخی از شرایط و ویژگی های یک آزمایشگاه مناسب (که می تواند جهت ارزیابی آزمایشگاه مدنظر قرار گیرد) به شرح زیر است

- پرسنل آزمایشگاه باید دارای گواهی و مجوزهای لازم جهت انجام آزمایشات باشند
- تجهیزات آزمایشگاه باید با تکنولوژی روز دنیا فاصله زیادی نداشته و از شرایط مطلوبی برخوردار باشند
- آزمایشگاه باید تمیز و دارای سازماندهی مناسب باشد
- آزمایشات باید براساس استانداردهای معتبر هم چون استاندارد ASTM انجام پذیرد
- گزارشات مربوط به وضعیت اضطراری نتایج آنالیز روغن باید در سریع ترین زمان به اطلاع سازمان رسانده شود
- گزارشات روتین آنالیز روغن باید در یک فرمت مشخص و ساده ارائه گردد
- گزارشات باید حداکثر ظرف 3 الی 4 روز پس از ارسال نمونه، آماده و اعلام گردد
- آزمایشگاه باید دارای خدمات پشتیبانی فنی و آموزشی باشد

- آزمایشگاه باید دارای مدرک سیستم مدیریت کیفیت (ISO) باشد
- هزینه آزمایشات باید در حد مناسبی بوده و نحوه پرداخت آن نیز با شرایط کاری سازمان هم خوانی داشته باشد

4-4-4 انتخاب ماشین جهت آنالیز

در شروع کار ماشینی را انتخاب نمائید که با یک یا دو بار آزمایش نتایج مثبتی بدست آید. این موضوع در راستای ایجاد باور نزد مدیریت ارشد سازمان می باشد.

براین اساس در ابتدا لازم است تا ماشین‌آلات بحرانی شناسایی گردد.

ماشین‌آلات بحرانی دارای یک یا چند مورد از ویژگی های زیر می باشند:

- ماشین هایی که خرابی آن‌ها منجر به توقف کلی عملیات گشته و یا ممکن است حوادث ناگواری را به همراه داشته باشد
- هزینه تعمیرات ماشین بسیار بالا باشد
- ماشین‌آلاتی که با سرمایه گذاری بالایی خریداری شده اند
- ماشین هایی که دارای سوابق تعمیر یا خرابی متعدد بوده اند
- ماشین هایی که هزینه روغن در آن‌ها یک فاکتور اساسی می باشد (دارای مخزن بزرگ روغن می باشند)

4-4-5 انتخاب آزمایش‌های موردنیاز

انتخاب نوع آزمایش مورد نیاز برای نمونه روغن به ماشین یا نوع اجزاء محل مصرف روغن وابسته بوده و لازم است در این رابطه سوابق خرابی اجزاء ماشین مورد بررسی، آنالیز (RCM) و هم چنین اهداف فاصله تعویض روغن مد نظر قرار گیرد.

در این گام نیاز است تا ارتباط مناسبی بین مسئول (CM) در سازمان و آزمایشگاه وجود داشته باشد. مسئول (CM) بایداطلاعات مورد نیازرا در اختیار آزمایشگاه قرار داده تا تصمیم گیری‌ها جهت انتخاب نوع آزمایش و هزینه‌های آن انجام پذیرد.

لزم به ذکر است که آزمایش‌های روتین قابل استفاده برای نمونه روغن اجزاء ماشین‌آلات عمرانی شامل موارد زیر می‌باشد:

- آزمایش طیف نگار تابشی (نشر اتمی)
- ازمایش گرانروی ASTM D445
- آزمایش آلودگی با آب (صفحه داغ)
- آزمایش کمیت سنج ذرات

آزمایشاتی که در صورت ضرورت باید انجام پذیرد شامل آزمایش تعیین مجموع عدد بازی (TBN) و آزمایش تعیین نقطه اشتعال می‌باشد.

4-4-6 نمونه گیری از روغن

برای هر آزمایشی که روی روغن صورت گیرد احتیاج به نمونه ای است که نمایندهٔ واقعی کل سیستم باشد. نمونه گیری ساده ترین مرحله اجرای برنامه آنالیز روغن می باشد ولی اهمیت بسیار زیادی دارد و در صورت صحیح نبودن نمونه گیری نتایج آزمایشات روغن فاقد اعتبار خواهد بود. در

صورت بروز اشتباه در این بخش نتایجی که از آزمایش آنالیز روغن بدست می‌آید کاملا بی ارزش است، بنابراین در هنگام نمونه گیری باید نهایت توجه در نمونه گیری صورت بگیرد.

4-4-6-1 چهار مورد اصلی در باب نمونه گیری روغن

- انتخاب ابزار نمونه گیری روغن
- تعیین تناوب نمونه گیری برای اجزاء مختلف ماشین
- مشخص نمودن محل های نمونه گیری روغن در اجزاء مختلف
- نحوه نمونه گیری از روغن

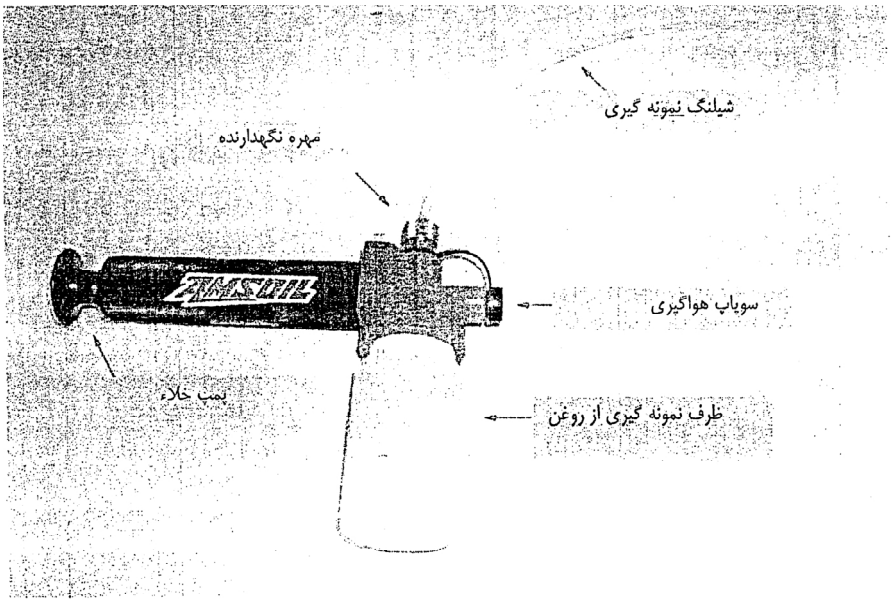
انجام کلیه موارد چهارگانه برعهده بخش (CM) سازمان بوده و در این رابطه می‌توان از نظرها و توصیه‌های آزمایشگاه طرف همکاری با سازمان نیز استفاده نمود. در ادامه به تشریح موارد یاد شده می‌پردازیم.

4-4-6-2 انتخاب ابزار نمونه گیری روغن

نمونه‌گیری روغن به چهار روش قابل انجام بوده و بر این اساس ابزار نمونه‌گیری بر چهار دسته تقسیم می‌گردد:

1-پمپ مکشی (خلاء) دستی

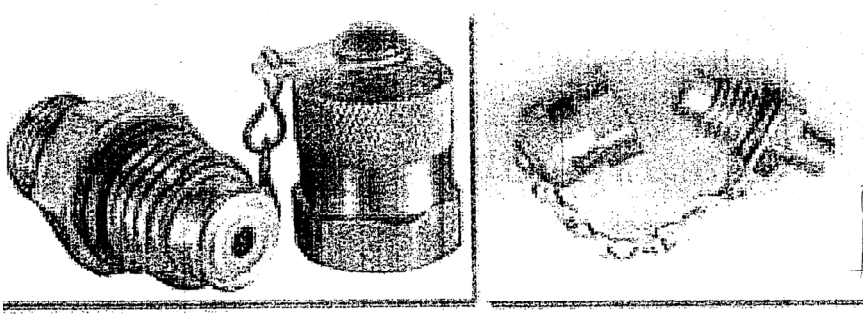
یک نمونه از این پمپ در شکل زیر نشان داده شده است. از این پمپ برای نمونه بـرداری از روغـن موجود در سیستم‌های بسته هم چون موتور ماشین استفاده می‌گردد.



شکل(4-2) نمونه ای از یک پمپ دستی یا مکشی

2-شیر نمونه‌گیری نوع سوزنی

از شیرهای نمونه گیری سوزنی برای نمونه‌گیـری از روغـن سیسـتم‌هـای هیـدرولیک و سیسـتم‌هـای روغنکاری مرکزی استفاده می‌گردد.برای استفاده از شیرهای نمونه‌گیری سوزنی، لازم است شیر مزبور بر روی لاین روغن نصب گردد.



شکل(4-3) نمونه ای از شیر سوزنی برای نمونه گیری روغن

3- شیر نمونه‌گیری PETEOCK

عملکرد شیرهای (PETEOCK) مشابه شیرهای آب می‌باشد. از این دسته از شیرها برای نمونه‌گیری از لاین روغن استاده می‌گردد.

4- شیر تخلیه

برخی از سیستم‌ها دارای شیر نمونه‌گیری روغن می‌باشند. در قسمت چهارم به تشریح نحوه نمونه‌گیری روغن از این سیستم‌ها خواهیم پرداخت.

3-6-4-4 تعیین تناوب نمونه‌گیری برای اجزاء مختلف ماشین

تناوب انجام نمونه‌گیری از روغن وابسته به نوع ماشین، کاربرد، شرایط و محیط کارکرد ماشین می‌باشد.

تناوب نمونه‌گیری برای آن دسته از ماشین هایی که در شرایط محیطی نامناسب مشغول بکار می‌باشند، از سایر ماشین‌آلات کمتر خواهد بود.

جدول زیر می‌تواند به عنوان یک راهنمای کلی برای تعیین تناوب نمونه‌گیری مورد استفاده قرار گیرد. لازم به ذکر است که استفاده از توصیه‌های آزمایشگاه در این زمینه موثر خواهد بود.

اجزاء ماشین	تناوب نمونه‌گیری	ملاحظات
موتور دیزل	100 الی 500 ساعت کار	تناوب نمونه‌گیری براساس شرایط محیط کار ماشین انتخاب گردد
گیربکس	هر سه ماه یکبار	در صورت نامناسب بودن محیط کار و با استفاده ممتد از ماشین نمونه‌گیری می‌تواند هر 750 ساعت و یا به صورت ماهیانه نیز انجام پذیرد.
دیفرانسیل		
فاینال درایو		
سیستم هیدرولیک		

جدول (4-1) نمونه گیری متناوب از اجزای مختلف ماشین

4-4-6-4 مشخص نمودن محل‌های نمونه‌گیری روغن

محل های نمونه‌گیری روغن در ماشین‌آلات عمرانی شامل موتور، گیربکس، دیفرانسیل، فاینال درایو و سیستم هیدرولیک می‌باشد. با توجه به اهمیت موضوع و میزان فرسایش اجزاء، نمونه‌گیری روغن موتور ماشین از اهمیت بیشتری نسبت به سایر اجزاء ذکر شده دارا می‌باشد.

4-4-6-5 نحوه نمونه‌گیری از روغن

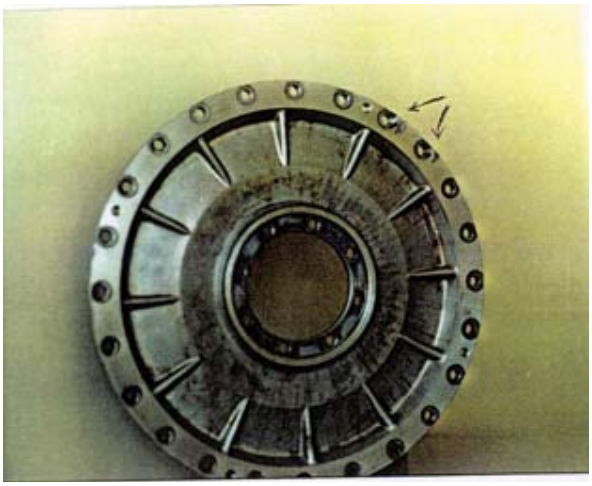
نمونه روغن را باید از محلی از سیستم گردش روغن تهیه نمود که:

- اطلاعات متعدد و بیشتری را از وضعیت روغن در اختیار ما قرار دهد. به عنوان مثال وضعیت تمیزی روغن، وجود رطوبت، میزان افزودنی‌ها و نوع و میزان ذرات فرساینده
- میزان اطلاعات در روغن طوری باشد که نشان دهنده خصوصیات کل سیستم باشد. به عنوان مثال اگر از کف مخزن روغن نمونه‌گیری کنیم به دلیل وجود رسوبات ذرات فرسایشی میزان این ذرات در نمونه روغن بالا بوده و این در حالی است که ممکن است این ذرات به میزان مجاز درون سیستم موجود باشند

4-5 پیش بینی تعمیرات ماشین‌آلات با استفاده از روش مراقبت وضعیت

- بررسی نتیجهٔ آزمایش نمونه اول
- ارزیابی روند افزایش ذرات در نمونه های بعدی
- شناسائی عناصر اصلی فرسایش به تناسب قسمت مربوطه
- کارکرد روغن مورد آزمایش
- ترکیب عناصر فرسایشی در نتیجهٔ آزمایش
- تشخیص حد بحران
- بررسی علائم ظاهری دستگاه

اشکال (4-1 و 4-2 و 4-3) نمونه هائی از پیش بینی تعمیرات براساس نتایج آنالیز روغن می‌باشد که با کمترین هزینه را ه اندازی گردیده است.



شکل (4-4) نمونه هائی از پیش بینی تعمیرات براساس نتایج آنالیز روغن

مشخصات دستگاه	نتیجه آنالیز واحد: PPM
نوع دستگاه: لودر قسمت: توربین قطعات معیوب: پره و بوش دنده	SI: 12. 4 FE: 31. 6 CR: 0 PB: 19. 4 CU: 241 AL: 35. 7

شکل (4-5) نمونه هائی دیگر از پیش بینی تعمیرات براساس نتایج آنالیز روغن

مشخصات دستگاه	نتیجه آنالیز واحد: PPM
نوع دستگاه: بولدوز قسمت: موتور قطعات معیوب: یاتاقان	SI: 44 FE: 56. 2 CR: 5. 2 PB: 17. 7 CU: 60. 8 Al: 13. 8

مشخصات دستگاه	نتیجه آنالیز واحد: PPM
نوع دستگاه: کمپرسی بنز قسمت: دیفرانسیال قطعات معیوب: پوسته نگهدارنده و واشرها	SI: 11 FE: 611. 7 CR: 0. 8 PB: 2. 3 CU: 6. 8 AL: 2. 2 PA: 1192

نتیجه گیری

بازکردن فایلی خاص بنام آنالیز روغن و در نظر گرفتن یک سری آزمایشات در زمان بهره برداری از دستگاه‌ها باعث کاهش بسیاری از هزینه‌ها چه از نظر طول عمر قطعات و چه از لحاظ زمان بهینه تعویض روغن گردیده و مسئولان را در جهت هرچه بهتر نگهداری و کارآمد کردن ماشین آلات یاری می نماید. در آزمایش های آنالیز روغن مقدار مواد حاصل از سایش محل های مختلف و منشأ مواد خارجی و آلودگی ها مشخص می گردد. برخی سایش ها مجاز و قابل پیش بینی هستند ، اما وجود سایش های غیرمجاز می تواند نشان دهنده مسئله ای باشد که عامل خرابی یکی از اجزای اصلی دستگاه یا موتور شود. پیش بینی خرابی و اقدام تعمیراتی در جهت رفع آن می تواند در کاهش هزینه‌های تعمیر، آسیب ها و خرابی ها، افزایش عمر ماشین و کاهش زمان صرف شده برای تعمیرات نقش تعیین کننده ای ایفا می کند . در ضمن قابل ذکر است که نباید فراموش شود که نمونه روغن گرفته شده از نظر این که آن روغن باید نمونه ای از کل روغن ماشین باشد، برای ما مهم است و باید با دقت و مکانیزم استانداردی برداشته شود تا کل فرایندها و آزمایش های تشریح شده نتیجه بخش باشند. یکی از جنبه های مهم برنامه های مراقبت وضعیت ماشین آلات از طریق آنالیز روغن بحث صرفه جویی اقتصادی است . در صورتی که آنالیز روغن بدرستی و با اعمال مدیریت صحیح اجرا شود نه تنها قادر به کاهش قابل توجه هزینه در بخش نگهداری وتعمیرات می باشد بلکه نقش مهمی نیز در افزایش تولید و یا خدمات خواهد داشت .

برنامه (CM) فقط یک شیوهٔ نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه نیست، بلکه یک منبع سرشار اطلاعات مدیریتی است که می تواند به خوبی به آمادگی تجهیزات در جهت تدوین و برنامه ریزی کار و تولید کمک کند . به عنوان یک روش نگهداری و تعمیرات آنالیز روغن می تواند نگاه عمیق به درون ماشین داشته باشد . و شرایط نامطلوب دستگاه را که نادیده انگاشته شده و یا مخفی بوده، مشخص نماید.

به این ترتیب اعمال یک برنامهٔ مؤثر کنترلی و نظارتی بر وضعیت تجهیزات و سیستم های مکانیکی ، کاهش هزینه های مستقیم و غیرمستقیم را برای صنایع و پروژه های عمرانی بدنبال خواهد داشت.

منابع

منابع فارسی

- بهادری یکتا حسن ، پروژه آنالیز روغن روشی موثر برای نت پیش بینانه در ماشین آلات عمرانی وزارت جهاد کشاورزی.
- مراقبت و نگهداری از ماشین آلات از طریق آنالیز ذرات فرسایشی در روغن ، مرکز آموزش علمی کاربردی شهید تفویضی.
- پروژه کاربرد و مشخصات محصولات شرکتهای نفت بهران ، پارس ، روانکاران صنعت ، ایرانول و نفت سپاهان.

منابع خارجی

- Catalog Oil Analysis FA-ST Filtration Analysis Services Technology Ltd;
- Drew D. Troyer ; Why Oil Analysis Should Be Performed On-Site;
- Oil Analysis Service Reduce Downtime - Increase Productivity، Plastic Process Equipment، INC. technical Catalog;
- Surapol. Raadnui ;Wear Particles:University of Wales Swansea March 1995