NOVIN NET PARS

SPECIALIZED OIL ANALYSIS LABORATORY

آزمایشگاه تخصصی آنالیز روغن سیستم های مکانیکی و ترانسفورماتورها

”با خدمات ما،
تجهیزات شما
همیشه آماده کار
خواهند بود“

مراقبت وضعیت ماشین‌آلات از طریق آنالیز روغن

MONITORING THE CONDITION OF MACHINERY THROUGH OIL ANALYSIS

- مقدمه
- روش‌های نگهداری و تعمیرات
- انتخاب تکنیک نظارت بر وضعیت
- چرا استفاده از آنالیز روغن را ضروری می‌دانیم؟
- تاریخچه CM در دنیا و کشور
- انتخاب روغن در شرایط مختلف
- چه عواملی در کاهش عمر روغن دخالت دارد؟
- روغن موتور و کیفیت آن
- روغن‌های سیستم‌های هیدرولیک
- ذرات فرسایشی
- آلودگی
- آلودگی به وسیله جامدات
- آلودگی با آب
- چگونه می‌توان از کیفیت روغن و عملکرد ماشین اطمینان حاصل نمود.
- کنترل آلودگی روغن
- معرفی برخی ازآزمایش‌های مراقبت وضعیت
- منابع به وجود آورنده فلزات فرسایشی در روغن
- تعیین تناوب نمونه‌گیری روغن
- نحوه نمونه‌گیری روغن

به نام خدا

مقدمه

طی سالیان متمادی به موازات ساخت و تولید انواع ماشین‌آلات و تجهیزات مکانیکی و ارتقاء تکنولوژیک آنها، موضوع نگهداری و تعمیرات (نت) آنها پیوسته به عنوان یکی از مهم‌ترین مسائل بهره‌برداری مورد توجه بوده است و در این رابطه تلاش‌های زیادی برای دستیابی به روش‌هایی جهت افزایش هر چه بیشتر کارآیی و ایمنی کار و کاهش نیازهای تعمیراتی صورت گرفته است. از این رو، موضوع نگهداری و تعمیرات هر روزه اهمیت بیشتری یافته است. نگهداری و تعمیرات را می‌توان فعالیتی برای جلوگیری و یا تشخیص نقایص دستگاه و در نهایت رفع عیوب آن معنی نمود تا یک ماشین بتواند در وضعیت بهینه و قابل قبول، ادامه فعالیت دهد. طبیعی است که هر چه پیچیدگی دستگاه‌ها بیشتر باشد، به تناسب دقت مورد نیاز برای راهبری و هزینه‌های نگهداری و تعمیرات آن نیز بیشتر خواهد بود. امروزه در صنایع مختلف، کاهش این هزینه‌ها و در عین حال افزایش بهره‌وری ماشین‌آلات از اهمیت به سزایی برخوردار می‌باشد.

در پروژه‌های عمرانی و صنایع مختلف تولیدی، بکارگیری روش‌های صحیح نگهداری و تعمیرات از عوامل مهم در کاهش هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم و در نهایت کاهش قیمت تمام شده و افزایش سودآوری می‌باشد. برخی از مهم‌ترین عواملی که می‌تواند فعالیت‌های صنعتی و اقتصادی را در دست‌یابی به چنین وضعیتی قرار دهد عبارتند از:

۱- آماده نگهداشتن دستگاه، (کاهش هزینه غیرمستقیم نگهداری و تعمیرات).

۲- منابع نگهداری و تعمیرات اعم از بکارگیری نیروهای انسانی واجد شرایط و یا مواد مصرفی و قطعات با کیفیت (کاهش هزینه‌های مستقیم).

۳- افزایش عمر مفید دستگاه.

بنابراین همراه با پیشرفت‌های تکنولوژیک در طراحی تجهیزات مکانیکی و ساخت ماشین‌آلات پر قدرت و گرانقیمت، باید روش‌های نگهداری و تعمیرات، بهبود یابند. در همین رابطه تجارب موفقیت‌آمیز در بکارگیری تکنیک‌های نظارت بر وضعیت ماشین (Condition Monitoring Techniques)در صنایع بزرگ و سازمان‌های

نظامی کشورهای صنعتی به تدریج این روش‌ها به صنایع کوچک‌تر و سازمان‌های غیرنظامی منتقل و مورد استفاده قرار گرفته است. در کشور ما متاسفانه طی دهه‌های گذشته در سیستم نت هنوز تحول موثری ایجاد نشده است و بکارگیری روش‌های سنتی به عنوان روش متداول با کمترین بهره‌گیری از فن‌آوری‌های پیشرفته در زمینه کنترل و عیب‌یابی و تعمیر تجهیزات مورد استفاده قرار گرفته است.

با بهره‌گیری از روش‌های نوین نگهداری و تعمیرات که از قابلیت‌های بالایی در کنترل و تشخیص عیوب مکانیکی برخوردار هستند، امکان بهینه‌سازی کار سیستم‌ها و کنترل‌های مختلف، نظیر بررسی: روند استهلاک، کیفیت قطعات و مواد مصرفی و کیفیت تعمیرات، کاهش مصرف سوخت و انرژی، کاهش آلودگی‌های زیست محیطی، کاهش وقفه‌های زمانی در بهره‌برداری از ماشین‌آلات و افزایش ایمنی همراه با صرفه‌جویی‌های مالی و افزایش بازده اقتصادی می‌باشند، فراهم خواهد آمد.

روش‌های نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات

هر دستگاه پس از مدتی کارکرد دچار اشکالاتی می‌گردد که باید به موقع به آنها رسیدگی کرد. آنچه مسلم است امروزه بکارگیری روش‌های مراقبت وضعیت ماشین (CM)، به عنوان یک روش جامع در نگهداری و عیب‌یابی سیستم‌های مکانیکی در کشورهای صنعتی بکار گرفته می‌شود. اما طی سال‌های گذشته متأسفانه در کشورهای در حال توسعه که بیشتر تکیه آنها بر واردات ماشین‌آلات صنعتی، عمرانی و حمل و نقل است، روند استفاده از روش مذکور آهسته‌تر از میزان مورد انتظار بوده است.

به طور کلی شیوه‌های نگهداری و تعمیرات به وسیله متخصصین صنایع به سه روش زیر طبقه‌بندی می‌شود:

الف - روش تعمیر پس از خرابی	Breakdown Maintenance
ب - روش نگهداری و تعمیرات برنامه‌ریزی شده	Preventive Maintenance
ج - روش نگهداری و تعمیرات بر اساس نظارت بر وضعیت	Condition Monitoring

- الف - روش تعمیر پس از خرابی Breakdown Maintenance

تا سال‌های طولانی معمول‌ترین روش نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات براساس تعمیرات بعد ازخرابی بوده است. که عمده‌ترین عیب آن عدم امکان پیش‌بینی خرابی و زمان توقف می‌باشد. اتکاء به روش تعمیر بعد از خرابی توسط هر مدیر صنعتی که به کارگرفته شود به عنوان یک روش غیرکارا و پرهزینه غیرقابل توجیه می‌باشد. برخی از مسائل ناشی از این روش عبارتند از:

داشتن اطلاع قبلی از نقص پیش از خرابی تقریباً غیرممکن است.

وجود یک نقیصه در یک قطعه از ماشین می‌تواند باعث تسریع در خرابی، توسعه و تسری خسارت به سایر قطعات گردد.

خرابی و توقف ناگهانی ماشین‌آلاتی که در یک مجموعه از ماشین‌آلات کار می‌کنند به طور اجتناب ناپذیری بر کار دیگر ماشین‌ها و قسمت‌های فعال اثر بازدارنده داشته و این پدیده علاوه بر ضایعات سنگین مالی باعث رکود طولانی کار و تولید نیز می‌گردد به ویژه بر روی ماشین‌آلاتی که هنگام عملیات از حساسیت‌های فوق‌العاده‌ای برخوردار هستند.

تهیه و تدارک قطعات یدکی مورد نیاز و گردآوری افراد متخصص مربوطه به منظور انجام سریع و اقتصادی انواع تعمیرات پیش‌بینی نشده بسیار مشکل و یا غیرممکن به نظر می‌رسد.

در مواردی که ماشین‌آلات خارج از محیط‌های کارگاهی و دور از مراکز تعمیر فعالیت دارند (پروژه‌های عمرانی ، حمل و نقل و غیره) در صورت بروز خرابی منجر به تعمیرات اساسی، انجام عملیات تعمیراتی دچار مشکلات عدیده ای خواهد شد. طولانی‌تر شدن خواب دستگاه و افزایش هزینه‌های تعمیرات از آن جمله است. معمولاً در رابطه با ماشین‌آلات عمرانی، حمل و نقل و... خسارات مالی ناشی از توقف دستگاه و وقفه در کار به میزان قابل توجهی بیش از خود هزینه تعمیرات می‌باشد. موارد فوق برای کشورهای در حال توسعه که به طور عمده واردکننده ماشین‌آلات و قطعات می‌باشند به مراتب حادتر می‌باشد. به ویژه این که ممکن است در بعضی مواقع حتی در صورت تامین منابع مالی، به لحاظ مسائل سیاسی دستیابی به اقلام مورد نیاز وجود نداشته باشد.

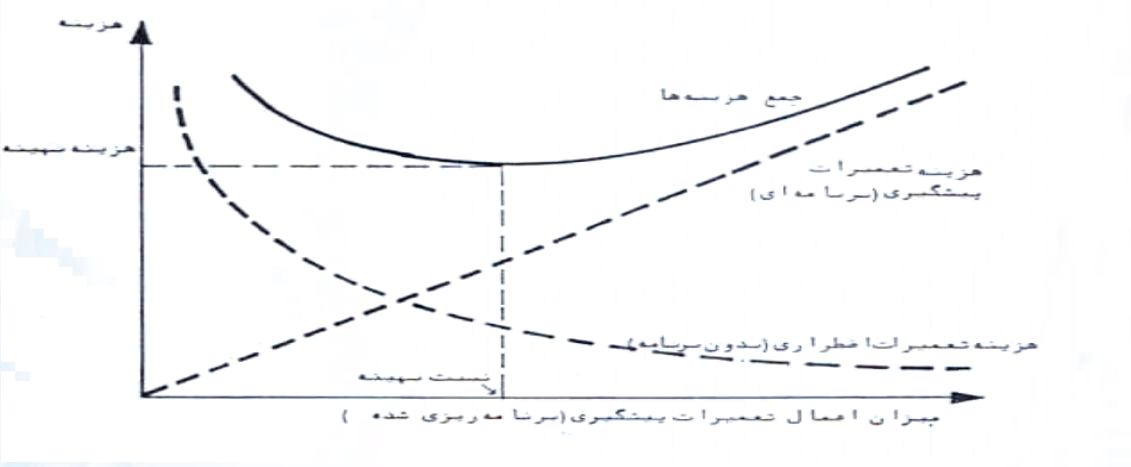
- برخی از دلایلی که ممکن است منجر به استفاده از روش BM شود به شرح ذیل می‌باشد:
  - مراقبت وضعیت (CM)به عنوان یک ابزار موثر هنوز برای همه صنعت شناخته شده نیست
  - تصمیم‌گیرندگان به مراقبت وضعیت اعتقاد ندارند (به دلیل فقدان تجربه، آگاهی و یا عدم اطلاع کافی از تحولات تکنولوژیکی)
  - عدم اطمینان از توجیه اقتصادی (CM)
  - عدم دسترسی به افراد فنی و با تجربه که قادر باشند از اطلاعات و نتایج آزمایش‌ها استفاده کنند.
  - خدمات مراقبت وضعیت در دسترس نمی‌باشد.

- ب - روش نگهداری و تعمیرات برنامه‌ریزی شده Preventive Maintenance

انجام این روش به طور عمده مبتنی بر تعمیرات برنامه‌ریزی شده و تعویض‌های دوره‌ای برخی از قطعات در فاصله‌های زمانی منظم و براساس جداول تنظیمی می‌باشد. این روش به طور کلی در حذف بیشتر خرابی‌های بلندمدت موفق است. سیستم نگهداری و تعمیرات برنامه‌ریزی شده بر پایه زمان بوده و ممکن است درگیر با طیف متنوعی از فعالیت‌های تعمیراتی، از آزمایش‌های ساده بازدیدی تا بازدیدهای داخلی ماشین‌آلات به شود. نگهداری و تعمیرات برنامه‌ریزی شده می‌تواند اصلاحی یا پیشگیری باشد. نگهداری و تعمیرات اصلاحی شامل تعمیرات جزیی که طی بازدید و تعمیرات تشخیص داده نشده می‌باشد. نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه برای یافتن و اصلاح هر شرایطی که ممکن است باعث خرابی ماشین گردد قبل از این که چنین خرابی اتفاق افتد مورد نظر می‌باشد. همه چک‌کردن‌ها و تنظیم‌هایی که در کتابچه راهنما هر ماشین آورده می‌شود جزء نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه می‌باشند. نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه از طریق سرویس‌ها، بازدیدها (معاینه‌ها)، تعویض‌های دوره‌ای

و تعمیرات اساسی به اهداف خود دست می‌یابد.

چنانچه به صورت مکرر فاصله زمانی بین دو سرویس پیشگیرانه افزایش یابد، احتمال خرابی بیشتر می‌شود. در این صورت مدیریت نگهداری و تعمیرات متحمل هزینه توقف دستگاه خواهد شد. متقابلاً کوتاه‌کردن دوره تناوب تعمیرات نیز منجر به افزایش هزینه‌ها می‌شود. در شکل شماره (۱) رابطه بین هزینه کل و روش نگهداری و تعمیرات به صورت شماتیک نمایش داده شده است.



شکل شماره (۱)

بنابراین بکارگیری روش PM در مقایسه با روش BM از مزیت‌های غیرقابل انکار و کارایی بالاتری برخوردار است. در عین حال که برخی از معایب قابل توجه در این روش نیز همچنان پا بر جا می‌باشد.

به طور اجمالی معایب روش PM عبارتند از:

- باز و بسته‌کردن قطعات به خودی خود می‌تواند باعث آسیب و فرسودگی گردد.
- عدم دقت کافی در مراحل باز و بست قطعات منجر به آسیب و بروز عیوب بعدی می‌گردد.
- تعمیرات زمانی (برنامه‌ریزی شده) می‌تواند منجر به تعویض قطعاتی شود که ممکن است هنوز بخش قابل توجهی از عمر مفید آن باقی مانده است و یا بالعکس.
- چون اطلاعات دقیق درباره وضعیت قطعات مختلف در دسترس نیست مشکلات و عیوب ممکن است هنوز در سیستم باقی مانده و در بین دو فاصله زمانی تعمیرات (دوره‌ای) بروز نماید.
- انجام تعمیرات دوره‌ای به صورت کامل و دقیق برای یک مجموعه‌ای از ماشین‌آلات مستلزم وقت و هزینه بسیار سنگینی است. به ویژه در ارتباط با ماشین‌آلات فعال در خارج از کارگاه (غیرثابت) نظیر ماشین‌آلات عمرانی، حمل و نقل و غیره به لحاظ پراکندگی و این که اغلب در مناطق دور از محل مراکز تعمیر فعال

هستند این مورد از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و نیازمند ایجاد تشکیلات وسیع‌تر و تامین منابع انسانی و صرف هزینه بیشتری می‌باشد.

- ج - روش نگهداری و تعمیرات بر اساس نظارت بر وضعیت Condition Monitoring

هدف از روش نگهداری و تعمیرات مبتنی بر وضعیت، به دست‌آوردن آثار و نشانه وضعیت ماشین است. در این روش نیازی به توقف دستگاه برای کسب اطلاع از وضعیت آن نیست و دستگاه به فعالیت خود ادامه می‌دهد. تا این که بتواند به صورت اقتصادی و ایمن نگهداری شده باشد.

بهره‌گیری از این روش با استفاده از تکنیک‌ها و تجهیزات مختلفی انجام می‌شود که همه آنها مبتنی بر دریافت اطلاعات از طریق زیر می‌باشند:

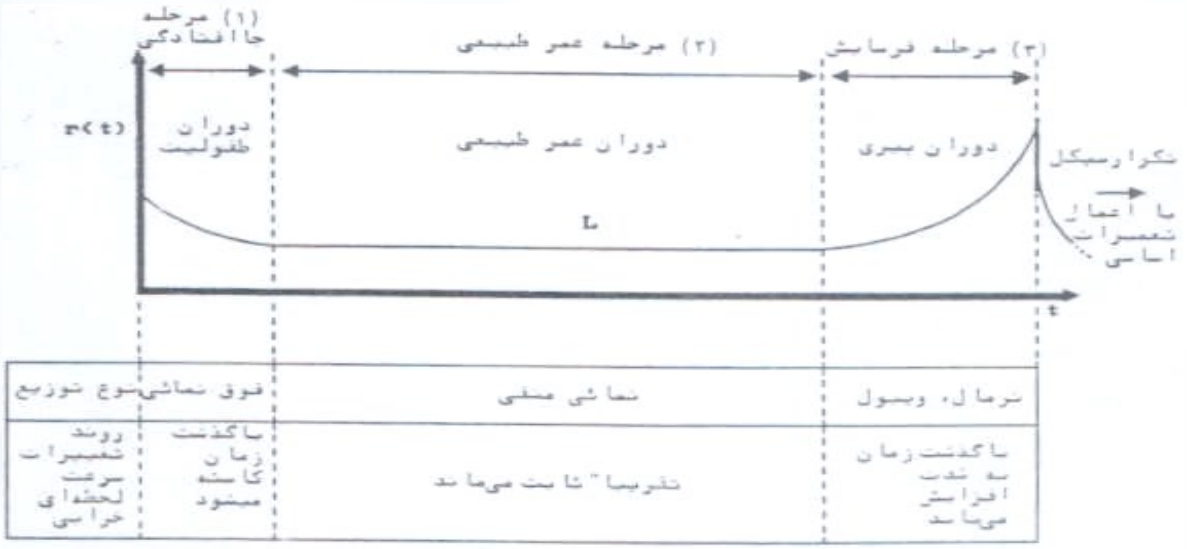
- مشاهداتی
- عملکرد
- ارتعاشات
- ذرات فرسایشی (از طریق تجزیه روغن)
- ترموگرافی و...

- انتخاب تکنیک مراقبت وضعیت

برای انتخاب تکنیک مناسب مراقبت وضعیت یک ماشین، باید ابتدا بررسی لازم از اجزاء ماشین صورت گیرد. سپس قطعاتی که احتمال خرابی بیشتر دارند تعیین شوند. با دانستن این نکات و آشنایی کامل با طرز کار دستگاه می‌توان تکنیک مناسب را انتخاب نمود. در هر حال تکنیک‌های نظارت براساس عملکرد و مشاهداتی یک ارزیابی عمومی وضعیت را ارائه می‌کند، درحالیکه تکنیک‌های آنالیز ارتعاشات و روغن اطلاعات‌ریز درباره دستگاه را ارائه می‌دهند.

تکنیک‌های نظارت از راه آنالیز ارتعاشات معمولاً برای ماشین‌آلات دوار، بکار برده می‌شوند، نظیر: الکتروموتور، ژنراتور و توربین. اما روش آنالیز روغن بر روی کلیه ماشین‌آلات و تجهیزات مکانیکی که دارای روغن به عنوان روانکار و یا به عنوان انتقال قدرت هستند قابل استفاده می‌باشد. با استفاده از آنالیز روغن امکان تهیه اطلاعات جامع درباره ذرات فرسایشی معلق در روغن دستگاه، وجود دارد. که ممکن است شامل تراکم، پراکندگی و یا شکل ذرات باشد. ذرات تولیدی در دوره‌های: آبندی- کار عادی– و یا

مرحله رسیدن به دوره خرابی در شکل شماره (۲) آورده شده است.



(شکل شماره ۲)

تاریخچه CMاز طریق آنالیز روغن

- خارج از کشور
- دهه ۱۹۴۰ جهت کنترل روغن لکوموتیوها (موتورهای بخار)
- دهه ۱۹۶۰ به طور سیستماتیک در تجهیزات هوایی و دریایی برخی ارتش‌ها
- کاترپیلار از ۱۹۷۰ به بعد به صورت SOS (Scheduled Oil Sampling)

در ایران

- از سال ۱۳۶۸ در قالب پروژه‌های تحقیقاتی
- از سال ۱۳۷۴ به صورت آزمایشی
- از سال ۱۳۷۷ به صورت جامع در بسیاری از صنایع

انتخاب روغن

بیشترین کاربرد روغن‌های روانکار، روانسازی حرکت قطعات متحرک در ماشین‌آلات و حفاظت از قطعات در برابر ساییدگی، گرد و خاک و دما می‌باشد، اما از آنجا که روغن به عنوان یک ماده شیمیایی دارای خواص مطلوب

از نظر مکانیکی، ترمودینامیکی و غیره است، در بعضی از کاربردهای صنعتی، روغن وظایفی غیر از روانسازی دارد. به طور مثال قدرت هیدرولیکی روغن، قدرت انتقال حرارت روغن نیز حائز اهمیت می‌باشد.با توجه به دامنه کاربرد روغن‌ها می‌توان آنها را به دو دسته کلی تقسیم نمود:

الف– روغن‌های صنعتی برای مصارف عمومی General Applications

ب– روغن‌های صنعتی برای مصارف خاص Special Applications

- الف) کاربرد روغن‌ها برای مصارف عمومی

در تاسیسات صنعتی اجزاء گوناگونی وجود دارد که نیاز به روغنکاری دارد، مانند انواع یاتاقان‌ها((Bearing، دنده‌ها ((Gears، کوپلینگ‌ها (Couplings)، سیلندرها (Cylinders)که وظیفه روغن و نحوهٔ روغنکاری در این اجزاء به طور عمده، جلوگیری و یا کاهش اصطکاک و ساییدگی می‌باشد.

- ب) کاربرد روغن‌ها برای مصارف خاص

کاربردهای اختصاصی کاربردهایی می‌باشند که در آنها روغن باید دارای ویژگی‌های خاص باشد. تا بتوان وظیفه و یا مجموعه وظایفی را که عهده دار می‌باشد انجام دهد. در بعضی از کاربردهای اختصاصی مسئله روانکاری اهمیت چندانی ندارد و وظایف دیگری از روغن مدنظر می‌باشد مانند روغن‌های هیدرولیک که برای انتقال نیرو، روغن‌های ترانسفورمر برای ایجاد محیطی عایق، روغن‌های حرارتی برای انتقال حرارت و ... به کار می‌روند.

- مهمترین کاربردهای اختصاصی روغن

⇒ روغن‌های توربین: توربین‌های گازی, توربین‌های آبی, توربین‌های بخار

⇒ روغن‌های کمپرسور: کمپرسورهای هوا، کمپرسورهای گاز

⇒ روغن‌های انتقال حرارت

⇒ روغن‌های فلز کاری: ماشین ابزار نورد، کشش، آبکاری، فرم دهی

⇒ روغن‌های هیدرولیک: هیدرولیک معمولی و ...

در انتخاب روغن همیشه دو موضوع را باید مورد توجه قرار داد:

۱. انتخاب روغن توصیه سازنده دستگاه

۲. حصول اطمینان ازکیفیت روغن

برای این که مشخص شود که روغن انتخاب شده از خصوصیات اولیه لازم برخوردار است، باید در نظر داشت که چه قسمت‌ها و اجزایی و با چه ویژگی باید روغنکاری شود (یاتاقان، دنده و غیره). این قطعات چه اندازه ای دارند، حرکت آنها چگونه است، فواصل بین قطعات چه وضعی دارند، میزان بار، سرعت و درجه حرارت چقدر است. در چنین مواردی ویسکوزیته روغن مسئله مهمی است که باید به دقت مورد توجه قرار گیرد.

اگر روغن در معرض تغییرات زیاد دما قرار می‌گیرد، شاخص گرانروی روغن اهمیت زیادی خواهد داشت. نوع روغن ممکن است از نظر فاکتورهای عمومی در یک سطح باشند، اما از نظر کیفیت کاملاً با هم متفاوت باشند. برای مثال اگر در ماشینی که نیاز به یک روغن هیدرولیک دارد و در دمای بالا کار می‌کند، روغن پایه ریخته شود، ممکن است برای مدتی کوتاه کار روغن رضایت بخش به نظر برسد و اشکالی هم پیش نیاید ولی رسوبات ناشی از اکسیداسیون روغن به زودی تجمع خواهد نمود که در این صورت خسارت‌های وارده در آینده بسیار پر هزینه خواهد بود.

- عوامل موثر در کاهش عمر روغن

از جمله عوامل مهمی که می‌تواند در کاهش عمر روغن مؤثر باشند عبارتند از:

۱- نگهداری (انبار کردن) نامناسب و آلوده شدن آن قبل از مصرف

۲- انتخاب نادرست روغن برای کاربرد مورد نظر و اختلاط روغن‌هایی که باهم سازگار نیستند (مثلاً موقع سرریز)

۳- عدم استفاده از لوازم مصرفی مناسب (فیلتر هوا، فیلترروغن و...)

۴- آلودگی روغن به سوخت، آب، گرد و خاک و غیره در حین کار

۵- تنظیم نبودن موتور دستگاه

۶- وجود ذرات فرسایشی بیش از حد مجاز در روغن

۷– پایین آمدن سطح تمیزی روغن در سیستم‌های حساس مکانیکی (توربین, کمپرسور و هیدرولیک)

- روغن موتور و کیفیت آن

روغن‌های موتور، برای روغنکاری سیلندر موتورهای احتراق داخلی، سوپاپ‌ها، بادامک‌ها و یا یاتاقان‌ها بکار برده می‌شوند. روغن موتور باید دارای خواص مشخصی باشد که موارد عمده آنها عبارتند از:

- داشتن گرانروی مناسب و ضریب اصطکاک بسیار کم ، تا بتواند بدون کاهش قدرت موتور به آسانی در تمام قسمت‌های موتور گردش نماید.
- مقاوم در مقابل حرارت مقاوم و اکسیده شدن. چون احتراق در موتور تولید حرارت زیاد می‌نماید، لذا روغن باید در آن درجه حرارت مقاومت نموده و خاصیت خود را حفظ نماید و اکسیده نشود.
- دارا بودن خاصیت پاک کنندگی مناسب . معمولاً پس از کار مداوم و حرارت زیاد، مواد لجنی در روغن موتور تولید می‌شود که برای جلوگیری از تشکیل آن روغن‌های موتور باید دارای مواد پاک کننده باشند.
- دارا بودن خاصیت ضد خوردگی و ضد زنگ: در نتیجه عمل احتراق مقداری آب و مواد اسیدی در روغن ایجاد می‌گردد که به داخل موتور نفوذ و باعث زنگ زدگی و خورندگی در قسمت‌های مختلف آن میگردد.
- دارای شاخص گرانروی بالا
- داشتن خاصیت ضد ساییدگی و مقاومت در برابر ضربه ،روغن موتور باید در مقابل فشار و حرارت تولید شده در اثر اصطکاک دائم سطوح فلزات با یکدیگر مقاومت نموده و خاصیت خود را حفظ نماید.
- داشتن خاصیت ضد کف ،در غیر این صورت به موتور آسیب جدی وارد خواهد شد. علاوه بر موارد گفته شده، روغن‌های موتور باید از ویژگی‌های دیگری از قبیل داشتن عدد قلیایی مناسب و ... برخوردار باشند.

- روغن های سیستم هیدرولیک

روغن هیدرولیک مورد استفاده در دستگاه‌ها تاثیر زیادی در کیفیت نگهداری و طول عمر مفید قطعات دارد. ۷۵ در صد خرابی سیستم‌های هیدرولیک، بخاطر آلوده شدن روغن به گرد و خاک، رطوبت و کثیفی محیط می‌باشد. لذا انتخاب و نحوه استفاده از آن از اهمیت زیادی برخوردار است.

برخی از خواص و مشخصات این فرآورده‌ها عبارتند از:

- جلوگیری از زنگ زدگی قسمت‌های داخلی پمپ‌ها و سیلندرها، اسپول‌ها، شیرها
- پیشگیری از ایجاد لجن و رسوب که به راحتی قادر است سوراخ‌های ریز صافی‌ها یا سوپاپ‌ها را مسدود کند.
- دارای خاصیت ضدکف کنندگی
- عمر طولانی
- خواص شیمیایی آنها تغییر نکند.
- با تغییرات دما، جریان پذیری (ویسکوزیته) تغییر نکند.

- به صورت لایه ای نازک و محافظ عمل کرده و از ساییدگی قطعات داخلی سیستم حفاظت نماید.
- پیشگیری از خوردگی و متخلخل شدن (pitting)قطعات
- در صورت نفوذ آب در روغن نباید با آن مخلوط شود.
- اثر تخریبی بر روی واشرها و کاسه نمدها نداشته باشد.
- شاخص گرانروی بالا، پایداری شیمیایی خوب، نقطه ریزش پایین، خاصیت ضداصطکاک و ضدساییدگی لازم را نیز داشته باشد.

- ذرات فرسایشی

به طور کلی همپای کارکرد دستگاه، ذرات فرسایشی ناشی از اصطکاک قطعات به درون روغن راه می‌یابند. براساس تحقیقات انجام شده ذرات فرسایشی درون روغن از نقطه نظر شکل، اندازه، جنس و رنگ می‌توانند به عنوان منبع بسیار غنی اطلاعات باشند. در واقع با تجزیه وتحلیل ذرات فرسایشی می‌توان تا حد بسیار زیادی پی به اتفاقاتی که در شرف وقوع می‌باشند و یا واقع شده اند، پی برد.

ذرات فرسایشی از نقطه نظر عوامل و مکانیزم به وجود آمدن آنها، به دسته بندی‌های مختلفی تقسیم بندی می‌شوند. که بعضی از آنها عبارتند از:

- فرسایش در دوره آب بندی

فرسایش تراشه ای که معمولاً دارای طول ۲۵ تا ۱۰۰ میکرون می‌باشند. ناشی از ...

خستگی غلطشی عمدتاً به شکل پولک یا کروی شکل ناشی از فرسایش یاتاقان‌ها یا بلبرینگ‌ها.

فرسایش شدید لغزشی از ۱۵ میکرون به بالا معمولاً ناشی از بارهای زیاد و دورهای کم.

- خوردگی

عوامل مختلفی بر طبیعت خورندگی یک روغن تاثیر دارد، مانند: دما، خواص شیمیایی روغن، رطوبت، پایداری اکسیداسیون، نوع و مقدار محصولات ناشی از فساد روغن در سیستم

- آلودگی

بدون تردید آلودگی‌ها دشمن همه نوع سیستم‌های مکانیکی می‌باشند (نظیر هیدرولیک و غیره)آلودگی‌ها در انواع سیستم‌های دارای روغن به روش‌های ذیل صورت می‌گیرد:

- در حین تولید- در طی مراحل تولید، روغن و یا ماشین (در مرحله ساخت، مونتاژ قطعات) آلوده می‌شوند.
- در حین کار - از طریق نفوذ از سیستم فیلتر و یا فساد روغن (در اثر انرژی حرارتی، فرسایش قطعات و غیره)

در یک سیستم فعال از طریق محیط (در انبار و یا حمل و نقل) کیفیت روغن از طریق آلودگی در اثر عوامل ذیل تنزل می‌یابد:

- آب
- سوخت (در موتورها)
- ذرات فرسایشی
- گرد و خاک محیط
- مواد شیمیایی (در صنایع شیمیایی)
- دوده ناشی از احتراق ناقص
- محصولات ناشی از خوردگی (Corrosion)
- محصولات ناشی از فساد افزودنی‌ها ویا روغن پایه
- ذرات آلی ناشی از عمل میکروبیولوژی

برخی از مشکلات که در اثر بعضی از آلاینده‌های فوق ایجاد می‌گردد عبارتند از:

- آلودگی با سوخت

بدیهی است که مسئله آلودگی روانکارها به وسیله سوخت از مواردی است که در موتورهای احتراق داخلی اتفاق می‌افتد. در موتورها آلودگی ممکن است به دلیل احتراق ناقص اتفاق بیافتد که نتیجه آن مخلوط شدن سوخت محترق نشده در روغن سیلندرها می‌باشد. در موتورهای بنزینی یا موتورهای دیزلی این آلودگی می‌تواند به دلیل نشتی پمپ یا انژکتور نیز پیش آید.

عمده ترین اثر این نوع آلودگی این است که ویسکوزیته روغن را کاهش می‌دهد. گاهی تابه آن حد که روان کننده فاقد مشخصات لازمه شده و فرسایش شدید اتفاق می‌افتد. خطر دیگراین است که ممکن است آتش سوزی رخ دهد زیرا مخلوط روغن و سوخت راحت تر محترق می‌شود.

آلودگی به وسیله ذرات جامد:

عمدتا چهار نوع آلودگی جامد در یک سیستم روغن می‌تواند وجود داشته باشد؛

۱- ذرات فرسایشی

۲- محصولات ناشی از فساد خود روغن

۳- محصولات ناشی از احتراق در موتور (دوده)

۴- گرد و خاک و هر نوع ذرات موجود در هوا و یا در فرآیند تولید که به درون روغن کشیده شود.

ذرات فرسایشی و گرد و خاک خارجی که به درون سیستم وارد می‌گردد همانند سمباده موجب فرسایش شدید قسمت‌هایی نظیر؛ یاتاقان‌ها، شیرها، چرخ دنده‌ها، میل بادامک و غیره می‌گردد. سیلیس به عنوان بزرگترین عامل فرسایش شناخته شده است. دوده و دیگر محصولات فساد روغن می‌تواند ویسکوزیته روغن را تا سطح غیرقابل قبول افزایش دهد.

- آلودگی با آب

براساس تحقیقات به عمل آمده، آلودگی روغن‌های مصرفی به آب، حتی روغن‌های نو یکی از عوامل عمده استهلاک سیستم‌های هیدرولیک، موتورها سیستم‌های دنده و دیگر قسمت‌ها می‌باشد. وجود آب می‌تواند در کاهش عمر روغن، اثری ۳ تا ۱۰ برابر داشته باشد و در بعضی از یاتاقان‌ها خوردگی شدید به وجود می‌آورد. البته در بعضی از روغن‌ها مثل روغن‌های توربین بخار طوری ساخته شده اند که نسبت به آب مقاومت بیشتری داشته باشند. روغن‌های هیدرولیک و روغن موتورها نیز نسبت به رطوبت حساس هستند.

آب ممکن است در نتیجه احتراق سوخت در موتور سرد یا ناشی از محیط خارج باشد، اگر دمای یک سیستم در یک جو مرطوب بالا و پایین برود، آب می‌تواند به وسیله تبخیر به راحتی خارج شود. اگر آب برای مدت کوتاه در سیستم باقی بماند، ممکن است درد سرکمی را ایجاد نماید. اگر در یک دوره طولانی در یک قسمت از سیستم باقی بماند، در این صورت می‌تواند منجر به تولید اسید در روغن شده و افزودنی‌های موجود در روغن، به صورت یک ترکیب شیمیایی و لجن در خواهد آمد. که به مراتب دارای خاصیت خورندگی بیشتری خواهد بود و می‌تواند باعث انسداد سوراخ‌های ریز نیز شود.

چگونه می‌توان از کیفیت روغن و عملکرد ماشین اطمینان حاصل نمود

روغن از زمانی که در سرویس قرار می‌گیرد با از دست دادن تدریجی خواص و آلوده شدن آن بر اثر وجود

ذرات باید پس از مدت زمان مشخصی تعویض شود. از گذشته‌های دوره تناوب تعویض روغن و مواد مصرفی مرتبط با آن از طریق سازندگان ماشین‌آلات و تجهیزات در جداول سرویس و نگهداری ماشین توصیه می‌شود، لذا سئوال این است، تا چه حدی می‌توان نسبت به زمان بهینه تعویض آنها مطمئن بود؟ بنابراین به هنگام ارزیابی وضعیت روغن در حین کار، باید به نکات مهمی از جمله موارد ذیل توجه گردد:

۱- تشخیص عمر مفید روغن عموما به کمک مقایسه نتایج تست‌های متوالی در فواصل معین از زمان، امکان پذیر است، مگر این که روغن آنقدر آلوده شده باشد که با یکبار آزمایش روی نمونه بتوان حکم کرد که روغن دیگر قابل مصرف نیست.

۲- روغن در حین کار اکسید می‌شود و مهمترین صدمه هم عموما از همین موضوع نا شی می‌گردد. زیرا اکسیداسیون روغن، لجن (Sludge)و مواد لاکی (Varnish)و ... تولید می‌کند. روغن‌هایی که دارای آنتی اکسیدان هستند، در دمای زیر ۶۰ درجه سانتیگراد خیلی کم اکسیده می‌شوند ولی در دمای بالاتر ازآن به ازای هر ۱۰ درجه افزایش دما، سرعت اکسیداسیون تقریبا دو برابر می‌شود.

۳- مخلوط شدن روغن با آب و یا وجود ذرات ناشی از ساییدگی و زنگ زدن قطعات نیز از جمله آثار خراب شدن بیش از حد روغن تشخیص داده شده است.

لازم به ذکر است:

- کاهش گرانروی: نشانه مخلوط شدن روغن با یک مایع یا روغن یا سوخت سبکتر، شکسته شدن شاخص گرانروی یا ویسکوزیته می‌باشد.
- افزایش گرانروی: نشانه اختلاط با روغن سنگین تر، اکسیده شدن بیش از حد در اثر حرارت می‌باشد.
- افزایش ۲۰٪ گرانروی، در اکثر موارد، افزایش شدید گرانروی محسوب می‌شود.
- کاهش شاخص گرانروی (VI)اختلاط با روغن که VIکمتری دارد و شکسته شدن پلیمرهای افزودنی
- افزایش شاخص گرانروی (VI)اختلاط با روغنی که VIبالاتر دارد اکسیده شدن روغن در بعضی از موارد
- کاهش نقطه اشتعال (FLASH POINT) نشانه اختلاط با روغن سبک‌تر/سوخت و یا شکست مولکولی روغن در اثر حرارت زیاد

با بررسی شرایط کاری دستگاه، تنها از طریق آنالیز روغن این امکان فراهم می‌گردد تا از وضعیت درونی سیستم به طور دقیق با خبر گردید.

از جمله دلایل استفاده از برنامه آنالیز روغن:

۱ – بررسی عملکرد سیستم در حال کار، اعم از: موتور، گیربکس، هیدرولیک، و...

۲ – بررسی شرایط فیزیکی و شیمیایی روغن مانند گرانروی، قلیاییت کل،VIو...

۳ – بهینه سازی تعویض روغن و مواد مصرفی

۴ – در حداقل نگه داشتن تعمیرات

۵ – جلوگیری از تعمیرات غیرضروری

۶ – فراهم نمودن امکان برنامه ریزی برای تعمیرات احتمالی

۷– کوتاهتر نمودن زمان انجام تعمیرات

۸ –شناسایی و تجزیه و تحلیل عیوب کثیر الوقوع

- شناسایی آلودگی‌ها

با توجه به این که وجود مقدار بیش از حد مجاز ذرات حاصل از فرسایش قطعات می‌تواند نشانگر فرسایش غیرعادی قطعات باشد، تکنیک‌های تجزیه روغن می‌تواند به عنوان یک متد مفید برای کنترل روند فرسایش ماشین‌آلات و تجهیزات مکانیکی مورد استفاده قرار گیرد.

با نمونه‌گیری روغن از قسمت‌های اصلی ماشین‌آلات: موتورها، سیستم‌های هیدرولیک، سیستم‌های انتقال قدرت و ... و تجزیه نمونه‌روغن این قسمت‌ها، در آزمایشگاه، یک دید جامع از وضعیت آنها خواهیم داشت. واقعیت این است که روغن چنین قسمت‌هایی در تماس دائم با سطح قطعات مختلف بوده و بنابراین قادر است اطلاعات را از سطوح مذکور از طریق آنالیز نمونه‌روغن به تشکیلات نظارتی منتقل نماید. از این طریق می‌توان پیش از اینکه خرابی به سطح فاجعه آمیز برسد از پیشرفت عیب پیشگیری نمود. بنابراین با استفاده از برنامه آنالیز روغن ضمن آگاهی از اشکالات به ظاهر جزیی و کوچک ماشین از هزینه‌های سنگین که در اثر خراب شدن کل سیستم به بار خواهد آمد جلوگیری می‌گردد.

با انجام آنالیز روغن می‌توان وجود و مقدار گرد و خاک در روغن موتور را شناسایی نمود و از این طریق، عملکرد سیستم هواکش و نحوه سرویس و نگهداری مشخص می‌گردد. به طور مثال وجود آهن و آلومینیم در روغن یک عامل هشدار دهنده در رابطه با سایش غیرعادی سیلندر و پیستون، (قبل از صدمه جدی) می‌باشد. با انجام آنالیز روغن می‌توان سرعت سایش یاتاقان‌ها را مشخص کرد، قبل از این که آسیب کلی به میل لنگ وارد آید. لغزش در سیستم هیدرولیک نیز به وسیله مقدار زیاد مس در روغن مشخص می‌گردد. مقدار زیاد کرم در

روغن هیدرولیک نیز می‌تواند نشان دهنده خط افتادن روی رادهای هیدرولیک باشد. رقیق شدن روغن به وسیله سوخت و نشت آب و ضدیخ به داخل روغن موتور را می‌توان با آزمایش روغن، قبل از آنکه آسیب کلی به سیستم وارد شود مشخص نمود. از این رو استفاده از روش آنالیز روغن به منظور کنترل سطح آلودگی‌های روغن، شناسایی منابع آلودگی و حذف آنها و همچنین تعیین مشخصات، کیفیت، عمر روغن اعم از روغن نو و یا کارکرده و شناسایی وضعیت ماشین‌آلات، می‌باشد.

برخی از آزمایش‌ها در برنامه آنالیز روغن CM:

- آنالیز اسپکتروسکوپی (طیف تابشی اتمی)

اسپکتروسکوپ از سال ۱۹۴۵ به عنوان ابزاری برای شناسایی عناصر فرسایشی موجود در روان کننده مورد استفاده قرار گرفته است. به کمک تکنیک اسپکتروسکوپی می‌توان اکثریت عناصر فلزی و غیر فلزی موجود در روغن را برحسب PPMاندازه‌گیری نمود.

با اطلاع از میزان عناصر فرسایشی موجود در روغن، می‌توان روند فرسایش قطعات موتور از قبیل: رینگ، پیستون، سیلندر، یاتاقان‌ها و ... ، سیستم‌های انتقال قدرت، گیربکس، دیفرانسیل، سیستم‌های هیدرولیک و... را مشخص کرد و قبل از این که به دستگاه آسیب کلی وارد آید تصمیم لازم در رابطه با پیشگیری و یا تعمیر را اتخاذ نمود. به طور مثال: وجود مقدار زیاد عنصر کرم (Cr)در روغن هیدرولیک می‌تواند نشان دهنده خط افتادن روی رادهای هیدرولیک یا سایش اسپول باشد.

انجام آزمایش اسپکتروسکپی در برنامه‌های آنالیز روغن، به منظور کنترل کیفیت روغن و آنالیز عناصر فرسایشی و شناسایی عناصر آلاینده در درون روغن الزامی است.

- Particle Quantifier Technique (PQ) سنجش ذرات آهن

با توجه به اهمیت فلز آهن در ترکیب ساختاری اکثریت قطعات ماشین‌آلات، طبیعتا روش‌های تست متنوعی برای تشخیص و اندازه گیری ذرات فرسایشی آهنی در روغن‌ها ابداع شده است.

تکنیکPQنیز در واقع به عنوان یک روش برای اندازه گیری میزان ذرات فرسایشی آهنی در نمونه‌های روغن بکار برده می‌شود. این تکنیک بیشتر برای اندازه گیری ذرات فرسایشی با خاصیت آهنربایی (آهنی آزاد) در روغن می‌باشد.

- فروگرافی مشاهداتی Analytical Ferrography (PA)

این روش برای مطالعه ذرات فرسایشی موجود در نمونه‌روغن دستگاه‌ها و تجهیزات (نظیر: موتورهای سنگین، هواپیما، سیستم‌های هیدرولیک و ...) به کار گرفته می‌شود. معمولا پس از این که از نتایج آزمایش‌های روتین وضعیت مشکوکی ملاحظه شود، از روش فروگرافی مشاهداتی استفاده می‌گردد. در این روش از نمونه‌روغن لامل‌های مخصوص تهیه شده (فروگرام)، و به وسیله میکروسکوپ ذرات مختلف موجود بر روی لام مشاهده و ارزیابی می‌شود.

با مطالعه ذرات از نظر ویژگی‌های مختلف می‌توان به عوامل و محل تولید ذرات و چگونگی فرایند فرسایش پی برد.

- گرانروی Viscosity

در انتخاب روغن، گرانروی مهم‌ترین خاصیتی است که باید در نظر گرفته شود. بنابراین گرانروی اولین و مهمترین ویژگی مورد انتظار روغن‌های مصرفی می‌باشد. به طور مثال: وقتی یک لایه روغن بین یاتاقان و شفت ایجاد می‌شود، بعضی از مولکول‌های روغن تمایل به جذب روی شفت و بعضی دیگر از مولکول‌های روغن تمایل به جذب روی سطح یاتاقان دارند. این عمل تنش برشی نام دارد و به طور مستقیم از گرانروی روغن و درجه حرارت عملکرد تاثیر می‌پذیرد. یک روغن چند درجه ای (مولتی گرید یا چهار فصل) با گرانروی کمتر معمولا پتانسیل کمتری برای تنش برشی خواهد داشت. از آنجا که روغن‌های با گرانروی کمتر و پتانسیل بیشتر برای تنش برشی باید بتوانند یک لایه روغن روی سطح ایجاد کنند، کاملا واضح است که با افزایش درجه حرارت، ممکن است لایه ایجاد شده روی سطح، به علت کم بودن گرانروی، شکسته شده و تماس فلز به فلز رخ دهد. هر گونه انحراف قابل توجه از میزان گرانروی تعریف شده، قطعا منجر به خسارات سنگین دستگاه خواهد شد. لذا پیوسته باید از صحت گرانروی روغن‌های مصرفی ماشین‌آلات اطمینان حاصل نمود. به این منظور روغن‌های نو و در حین کار مورد آزمایش گرانروی قرار می گیرند.

- فروگرافی مستقیم Direct Reading Ferrography (DRF)

این آزمایش به عنوان یک تست تکمیلی برای اسپکتروسکوپ فقط برای دستگاه‌ها و تجهیزات خاص استفاده می‌شود و مقادیر به دست آمده پیوسته با نتایج اسپکتروسکوپ جهت تحلیل مقایسه می‌شوند. در این تست، ذرات فلزی آهنربایی به خصوص آهن در دو محدوده: بالای ۵ میکرن و زیر ۵ میکرن مورد اندازه گیری قرار

می‌گیرند.

- شمارنده ذرات Particle Counter (PC)

به منظور رعایت سطح تمیزی روغن، کد تمیزی دستگاه‌ها (بسته به حساسیت دستگاه) مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. برای شمارش تعداد ذرات جامد معلق در روغن، در دانه بندی‌های مختلف (به ویژه روغن‌های هیدرولیک و سوخت‌ها) از این آزمایش استفاده می‌شود و نتایج در قالب کدهای استاندارد (استاندارد ISOاویا NAS)می‌باشد. شناسایی و شمارش ذرات از طریق لیزر انجام می‌شود.

- نقطه اشتعال Flash Point

این تست به منظور: تشخیص رقیق شدن احتمالی روغن موتورهای دیزلی، اندازه گیری میزان آتشگیری، طبقه بندی، شناسایی و کنترل روغن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. به طور مثال: در روغن‌هایی که دچار افت ویسکوزیته می‌شوند این آزمایش وجود یا عدم وجود آلودگی سوخت را نشان خواهد داد. نقطه اشتعال به دو روش باز (Open)و بسته (Closed cup)می‌تواند انجام گیرد.

- شاخص گرانروی Viscosity Index

تغییرات گرانروی، ناشی از تغییر دما با شاخص گرانروی سنجیده می‌شود. هر چه شاخص گرانروی روغنی بزرگتر باشد، گرانروی آن در اثر تغییر دما کمتر تغییر می‌کند. در مواقعی که درجه حرارت محیط کار دارای تغییرات زیاد باشد. شاخص گرانروی از مهمترین عوامل در انتخاب روغن است. VIروغن با اندازه‌گیری گرانروی روغن در ۴۰ درجه و ۱۰۰ درجه سانتیگراد و استفاده از کتابچه استاندارد بدست می‌آید.

- کف کنندگی Foaming

با توجه به شرایط مکانیکی کار قطعاتی که روغن با آنها تماس دارد و شدت ایجاد تلاطم TURBULENCE، ممکن است هوا با روغن مخلوط شده و کف ایجاد شود (مواد ناشی از اکسید اسیون، گرد و خاک و غیره، به ویژه حضور آب به ایجاد کف پایدار کمک می‌کنند).

کف کردن روغن باعث عدم روغنکاری (عدم تشکیل فیلم روغن)، سر رفتن روغن، عدم انتقال نیرو (در روغن‌های هیدرولیک)، محبوس نگاه داشتن هوا در سطح روغن و کمک به تسریع اکسیداسیون روغن و غیره

می‌شود. لذا با انجام این تست میزان خاصیت ضد کف روغن، برای روغن‌های هیدرولیک، موتور و توربین‌ها بررسی و ارزیابی می‌شود.

- آلودگی آب Water Content

اندازه گیری مقدار آلودگی آب در روغن از لحاظ اثری که بر روی خواص بازدارندگی، خورندگی و اکسیداسیون روغن دارد ضروری است. در صورتی که آلودگی آب از ۰/۱ در صد بیشتر باشد فساد روغن و عواقب خطرناک اسیدی برای دستگاه را در بردارد معمولا آلودگی آب کمتر از ۰/۱ در صد مشکل خاصی ندارد.

وجود آب در بعضی از یاتاقان‌ها خوردگی شدید بوجود می‌آورد البته در بعضی از روغن‌ها مثل روغن‌های توربین بخار، طوری ساخته شده اند که نسبت به آب مقاومت بیشتری داشته باشند.

اگر آب موجود در روغن موتور تبخیر نشود، با ماده پاک کننده روغن تولید امولسیون (کف سفید رنگ در موتور) می‌نماید که ممکن است سوراخ‌های فیلتر روغن را مسدود کند. ضمن این که باعث زنگ زدن و خوردگی نیز می‌شود.

تشخیص و اندازه گیری آلودگی آب به روش‌های مختلف انجام می‌شود که برخی از آنها به شرح ذیل می‌باشد:

- آلودگی آب به روش (Go/nogo) Water Cont.
- آلودگی آب به روش (سانتریفیوژ) Water & Sediment %
- آلودگی آب به روش (کارل فیشر) Water Determination

لازم به ذکر است که در تجهیزات مکانیکی مهم و حساس حد مجاز آلودگی آب برحسب ppmکنترل می‌گردد و برای آنها ۰/۱ در صد حد قابل قبول نمی‌باشد.

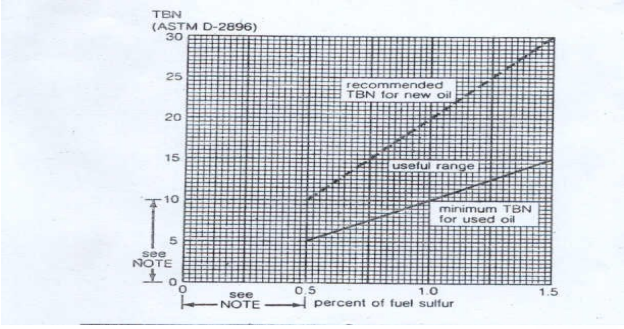
- عدد قلیاییت کل TBN

عواملی مانند: دما، خواص شیمیایی روغن، رطوبت، نوع و مقدار محصولات ناشی از فساد روغن در سیستم، احتمال تشدید فرایند اکسیداسیون روغن را افزایش می‌دهد. اکسیداسیون باعث ایجاد محیط اسیدی می‌شود. در موتورهای دیزلی، سوخت دیزل که دارای سولفور می‌باشد، طی احتراق، از طریق تقطیر گاز SO2و در نهایت تولید اسید سولفوریک می‌نماید. همچنین از راه‌های دیگر اسیدهای ضعیف آلی تولید شده به وسیله اکسیداسیون، به سرب یاتاقان‌ها حمله می‌کنند (قبل از فلزات دیگر).

یک سازنده ماشین‌آلات معتقد است که اگر محتوای گوگرد سوخت از ۵/۰ به ۱ درصد افزایش یابد فرسایش چهار

برابر افزایش خواهد یافت.

بنابراین روغن مصرفی دیزل‌های سنگین، باید دارای TBN متناسب با میزان در صد گوگرد سوخت مصرفی باشد. به اعتقاد بسیاری از کارشناسان، بعد از این که مقدار TBN روغن کارکرده به نصف مقدار روغن نو آن رسید تعویض آن الزامی می‌باشد. در نمودار شماره ۳ رابطه بین گوگرد سوخت مصرفی وTBN روغن مشخص شده است.



بنابراین عدم تناسب مقدار اولیه TBN با محیط اسیدی داخل موتور، عامل اصلی تشدید فرسایش و خوردگی شیمیایی آهن، سرب و مس می‌باشد.

برای پیشگیری از فرسایش خوردگی، تعویض به موقع روغن ضروری است، به ویژه وقتی از سوخت با گوگرد بالا استفاده شود.

- عدد اسیدی TAN

این عدد نشان دهنده افزایش مقدار اسیدیته در یک روغن می‌باشد. افزایش مقدار اسید در طول عمر کارکرد روغن یک راهنما برای زمان تعویض آن است. در برخی از صنایع، زمانی که مقدار عدد اسیدی روغن به دو برابر عدد اسیدی روغن کار نکرده رسید تعویض روغن باید انجام شود.

- منابع و منشاء عناصر فرسایشی در آنالیز روغن

در هنگام کار سیستم های مکانیکی مقادیر میکروسکوپی عناصر فرسایشی در طی زمان به روغن اضافه می شود. در شرایط طبیعی کار سیستم، سایش به آهستگی صورت گرفته و مقدار عناصر فرسایشی در روغن به طور پیوسته و آرام زیاد می شود. نمونه گیری های منظم و متوالی و ارزیابی مقدار عناصر فرسایشی این نمونه ها، تغییرات غیر متعادل را مشخص خواهد کرد . با ایجاد سابقه و مقایسه روند فرسایش غیر عادی می توان به علل

و عوامل احتمالی فرسایش پی برده و در بسیاری از موارد اتفاقات غیر قابل پیش بینی را کنترل یا پیشگیری کرد.

- آهن (Fe)

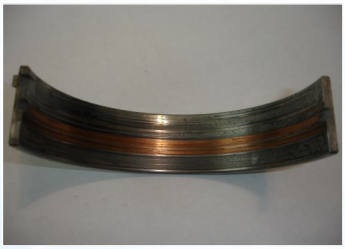
آهن عمومی‌ترین فلز فرسایشی در روغن می‌باشد. در بیشتر قطعات و تجهیزات پایه اصلی آن را آهن تشکیل می‌دهد. لذا آهن به شکل پراکنده و گسترده در روغن وجود دارد و به عنوان یک منبع مهم تولید ذرات فرسایشی مطرح می‌باشد

تجهیزات	
موتور	متداولترین گروه فلز فرسایش – موتور شامل : لاینرهای سیلندر (بوش) – رینگ‌های پیستون – Valve train- میل لنگ – میل بادامک – دنده‌های فنری (Spring gears) – واشرهای قفلی – مهره‌ها – پین‌ها – اتصالات – بلوک سیلندر – اویل پمپ
یاتاقان‌ها	یاتاقان‌های غلطکی: غلطک‌ها (فولاد با آلیاژ تنگستن) محفظه قرار گرفتن غلطک‌ها و نگهدارنده آنها. یاتاقان‌های ژورنال : یاتاقان‌های شفت – پوشش یاتافان‌ها کفشکی – کلیدها قفلی (Locking keys)
دنده‌ها	دنده‌های اصلی – پنیون‌ها – دندانه‌های سختکاری شده – پین‌های قفلی
انتقال قدرت	دنده‌ها – یاتاقان‌ها – لنت‌های ترمز – کلاچ – اسپول‌ها – پمپ‌ها – شفت قدرت خروجی (PTO)
سیستم‌هیدرولیک	پمپ – موتور – پره‌های پمپ – هوزینگ پمپ – شیرهای سروو – پیستون‌ها – سیلندرهای هیدرولیک
کمپرسورها	پمپ جاروب – Lubes– پره‌ها – اتصالات میل بادامک – یاتاقان‌ها – سیلندرها – هوزینگ – شفت‌ها – غلطک‌ها
توربین‌ها	دنده کاهنده – شفت– یاتاقان‌ها – لوله‌ها – کیس توربین

مس (Cu)

مس فلز با ارزشی است که مصرف آن به طور گسترده در صنایع مختلف وجود دارد، به دلیل این که این فلز قابلیت چکش خواری خوبی داشته و علاوه بر آن‌هادی حرارت و سرما می‌باشد. این فلز در سیستم کاهش دهنده اصطکاک (برینگ‌ها و یاتاقان‌ها) نیز همانند استفاده آن در انتقال حرارت به طور گسترده و فراوان مورد مصرف می‌باشد.

قسمت	منبع و منشاء عنصر مس (Cu)
موتورها	بوش سوپاپ‌های لکوموتیو – بوش گژن پین – بادامک – کولر روغن – تراست واشرها – گاورنر – یاتاقان‌ها Valve gear Train Thrust buttons
یاتاقان‌ها	یاتاقان‌های غلطکی : آلیاژ بکاررفته در جنس محفظه نگهدارنده غلطک‌ها یاتاقان‌های ژورنال : لایه‌های یاتاقان ژورنال Slinger rings ،Locking Keys
دنده‌ها	بوش‌ها – تراست واشرها
انتقال قدرت	کلاچ‌ها – دیسک‌های فرمان – یاتاقان‌ها
سیستم هیدرولیک	صفحات فشاری – پمپ – بوش‌ها – سیلندر – پیستون پمپ – کولر روغن
حرارتی	لوله‌های کولر – موج گیرها – صفحات
کمپرسورها	یاتاقان‌ها – صفحات فرسایش – تراست واشرها – اویل پمپ – کولرهای روغن – ترموستات – فیلترهای جداساز
توربین‌ها	یاتاقان‌ها – لوله‌ها - کولرها



قلع (Sn)

این فلز به صورت آلیاژ همراه سرب و مس در روکش یاتاقان‌ها به کار رفته است. آلیاژ مذکور به صورت لایه‌ای فدا شونده در روی یاتاقان‌ها کاربرد دارد.

قسمت	منبع و منشاء عنصر قلع (Sn)
موتورها	(Valve Train) بوش گژن پین – بوش‌های میل بادامک – تراست واشر – گاورنر
یاتاقان‌ها	یاتاقان‌ها غلطکی : آلیاژ محفظه غلطک‌ها –یاتاقان‌ها ژورنال : روکش یاتاقان‌های ژورنال (بابیت)
دنده‌ها	بوش‌ها
انتقال قدرت	کلاچ‌ها – دیکس‌های فرمان – یاتاقان‌ها
سیستم هیدرولیک	صفحات فشاری پمپ – بوش‌ها – میتواند بعنوان افزودنی نیز دربرخی از روغن‌های هیدرولیک وجود داشته باشد.
کمپرسورها	یاتاقان‌ها – فیلترهای جداساز
توربین‌ها	یاتاقان‌ها – لوله‌ها – کولرها

سرب (Pb)

فلزی است نرم که به عنوان سطح فرسایشی فدا شونده استفاده می‌شود. به ویژه در یاتاقان‌های ژورنال جزء اصلی بابیت می‌باشد

قسمت	منبع و منشاء عنصر سرب (Pb)
موتورها	یاتاقان‌های اصلی – یاتاقان‌های ثابت و متحرک – می‌تواند بخشی از آلودگی ناشی از گازوییل باشد.
یاتاقان‌ها	در یاتاقان‌های غلطکی در قسمت محفظه نگهدارنده غلطک‌ها – در یاتاقان‌های ژورنال – قسمت اعظم بابیت پوشش یاتاقان‌ها
دنده‌ها	یاتاقان‌ها – می‌تواند از رنگ پوسته دیواره‌های کیس دنده‌ها باشد.
سیستم هیدرولیک	یاتاقان‌ها
کمپرسورها	یاتاقان‌ها
توربین‌ها	یاتاقان‌ها

کرم (Cr)

کرم به عنوان یک فلز مهندسی استفاده می‌شود و جهت افزایش سختی و مقاومت در مقابل خوردگی به کار می‌رود. این فلز در سیستم‌هایی که در شرایط سخت کار می‌کنند بیشتر به کار می‌رود.

قسمت	منبع و منشاء عنصر کرم (Cr)
موتورها	رینگ‌ها – لاینرها – سوپاپ‌های دود – از سیستم خنک کاری
یاتاقان‌ها	در آلیاژ غلطک‌های یاتاقان‌های غلطکی – یاتاقان‌های مخروطی
دنده‌ها	برخی یاتاقان‌ها – پوشش شفت‌ها – برخی از دنده‌ها خاص دارای پوشش کرم می‌باشند
انتقال قدرت	یاتاقان‌ها – فیلتر آب (تصفیه کننده آب)
سیستم‌های هیدرولیک	لاینرهای سیلندر – اسپول‌ها
مبدل‌های حرارتی	لوله‌های کولر – موج گیرها – صفحات
کمپرسورها	هوزینگ – یاتاقان‌ها – سیلندرها – صفحات فرسایش – تراست واشرها – قسمت بالایی یاتاقان‌ها – اویل پمپ – کولر روغن
توربین	پوشش شفت – برخی از یاتاقان‌ها

آلومینیوم(Al)

آلومینیوم یکی از فلزات با ارزش در تجهیزات، به خاطر داشتن استقامت بالا می‌باشد. همچنین مقاومت بسیار زیادی در مقابل خوردگی‌ها دارد. آلیاژهای آلومینیوم با دیگر فلزها باعث افزایش مقاومت حرارتی می‌شود. امروزه از این فلز با ارزش در ساختار تجهیزات به صورت ویژه استفاده می‌شود.

قسمت	منبع و منشاء عنصر آلومینیوم(Al)
موتورها	سیلندر – پیستون‌ها – هوا دهنده‌ها – بوش‌های اویل پمپ برخی یاتاقان‌ها – برخی بوش میل بادامک – برخی کولرهای روغن
یاتاقان	یاتاقان‌های غلطکی : در آلیاژ محفظه نگهدارنده غلطک‌ها – Locking Keys
دنده‌ها	بوش‌ها – تراست واشر – آلودگی‌های گریس
انتقال قدرت	بوش‌ها – کلاچ‌ها
سیستم هیدرولیک	برخی از سیلندرهای پمپ – پیستون – کولرهای روغن – بصورت کمپلکس در آلودگی گریس
مبدل‌های حرارتی	لوله‌های کولر – موج گیر – صفحات
کمپرسورها	هوزینگ – یاتاقان‌ها – سیلندر – صفحات فرسایش تراست واشر – یاتاقان‌ها – اویل پمپ – کولرهای روغن
توربین‌ها	یاتاقانها – لوله‌ها – کولرها سیستم‌های EHC: رسوبات ناشی از ترکیبات پوشش فیلترها

سیلیکون (Si)

بیشترین آلودگی مشاهده شده در آنالیز روغن مربوط به عنصر سیلیکون (ناشی از سیلیس (Sio2می‌باشد.

قسمت	منبع و منشاء عنصر سیلیکون (Si)
موتورها	بلوک سیلندر (در آلیاژ آلومینیوم) – نفوذ گرد وخاک از محل تنفس موتور – منابع خارجی
یاتاقان‌ها	در آلیاژ یاتاقان‌های غلطکی بهمراه آلومینیوم
دنده‌ها	بوش‌ها – تراست واشرها – آببند سیلیکونی – از افزودنی ضد کف روغن
انتقال قدرت	کفشک‌های ترمز – صفحات کلاچ – گرد و خاک
سیستم‌های هیدرولیک	برخی آببندهای الاستومتریک پمپ –کولرهای روغن
میدل حرارتی	لوله‌های کولر – موج گیرها – صفحات
کمپرسورها	گرد و خاک – آببند سیلیکونی – یاتاقان‌ها – کولر (آلیاژ آلومینیومی)
توربین	گرد و خاک – آببند سیلیکونی – افزودنی ضد کف

نقره (Ag)

نقره هادی خوبی برای جریان الکتریکی و حرارت می‌باشد و برای استفاده در یاتاقان‌ها دارای مزیت می‌باشد. و باعث ایجاد حداقل اصطکاک می‌شود. نقره در صورت وجود روی در افزودنی روغن دچار خوردگی شدید می‌شود. به همین علت در لکوموتیوها باید از عدم وجود روی در افزودنی روغن قبل از مصرف آن اطمینان حاصل کرد. نقره عموما در قسمت‌های بیرونی تجهیزات صنعتی به کار می‌رود.

قسمت	منبع و منشاء عنصر نقره (Ag)
موتور	سوپاپ‌ها – گاید سوپاپ – لاینرهای سوپاپ – یاتاقان‌ها می‌تواند از گرد و غبار باشد
یاتاقان‌ها	در آلیاژ غلطک یاتاقان‌های غلطکی - محل قرار گرفتن غلطک‌های یاتاقان
دنده‌ها	از آلیاژ فولاد دنده‌ها
سیستم‌های هیدرولیک	یاتاقان‌ها – سروو شیرها – پیستون‌ها
کمپرسورها	یاتاقان‌ها
توربین	یاتاقان‌ها – شفت – دنده‌های کاهنده

دیگر فلزات فرسایشی

عنصر	منابع احتمالی
تیتانیم	موتورهای جت – یاتاقان‌ها – آلودگی ناشی از رنگ‌ها
وانادیم	آلودگی سوخت – آلیاژ فولاد

مواد افزودنی:

علاوه بر عناصر فوق، عناصر مختلف دیگری نیز وجود دارند که در آنالیز روغن شناسایی می‌شوند. اکثر آنها در جدول زیر لیست شده‌اند.

عنصر	منبع احتمالی
سدیم	در افزودنی‌های ضد خوردگی – در اثر نشت مایع سیستم خنکاری به داخل موتور – از املاح – آب دریا – گرد و خاک
فسفر	ضد سایش – ضد خوردگی – ضد اکسیداسیون
منیزیم	افزودنی پاک کننده – در آلیاژهای فولاد
کلسیم	افزودنی پاک کننده – افزودنی جهت خنثی سازی سولفور سوخت موتور در آلودگی گریس‌ها
بر	افزودنی ضد خوردگی، ضد سایش، ضد اکسیداسیون،مایع خنک کاری باشد، آلودگی های گریس
باریم	مواد افزودنی ضد خودرگی – پاک کننده – ضد زنگ
روی	تراست واشرها– آلیاژ یاتاقان‌ها – ضد اکسیداسیون –ضد سایش - ضد خوردگی

- تعیین تناوب نمونه‌گیری روغن ماشین‌آلات

نمونه‌گیری روغن و آنالیز آن در دستگاه‌ها عمدتاً به منظور تعیین روند فرسایش، کیفیت روغن و اندازه گیری آلاینده‌های موجود در روغن انجام می‌شود. این عمل یکی از روش‌های بسیار موثر در کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات می‌باشد.

در هر حال به منظور استفاده از برنامه آنالیز روغن ماشین‌آلات، باید برای تعیین تناوب‌های زمانی نمونه‌گیری چند عامل را در نظر گرفت:

۱- ریسک مطمئن (حتی المقدور طوری رفتار کنیم که خود را در شرایط سخت و بروز عیوب و توقف‌های ناگهانی برای دستگاه قرار ندهیم).

۲- محیط عملیات ماشین نظیر؛ گرد و غبار، رطوبت و غیره.

۳- شرایط آب و هوایی (رطوبت ، خشکی و غیره).

۴- وضعیت تجهیزات و امکانات موجود (قطعات، مواد مصرفی و لوازم ذخیره).

۵- تعمیرات؛ کیفیت عملیات سرویس، نگهداری و تعمیرات یک عامل مهم در تعیین فاصله زمانی نمونه‌گیری می‌باشد.

۶ - کیفیت روغن و سوخت؛ بدیهی است که روغن و سوخت با کیفیت پایین بر استهلاک روغن و دستگاه اثرمی‌گذارد. مشاوره با آزمایشگاه، کسب اطلاعات از سازنده دستگاه و دریافت مشخصات و کیفیت روغن از تولید کننده آن می‌تواند راهنمای موثری برای بهره برداران دستگاه باشد.

۷ - تجربه اپراتور؛ دانش فنی اپراتور در مراقبت و نگهداری موثر دستگاه اثر مستقیم بر برنامه ریزی نمونه‌گیری دارد.

به طور کلی، یک نقطه بهینه برای تناوب زمان نمونه‌گیری می‌تواند با توجه به دوره‌های زمانی تعویض روغن تعیین گردد. پس از ایجاد بانک اطلاعاتی برنامه مراقبت وضعیت و ایجاد چند سابقه از دستگاه، می‌توان نسبت به اصلاح و بهینه سازی فاصله زمانی نمونه‌گیری اقدام نمود.

جدول تناوب نمونه‌گیری زیر بر اساس شرایط متعارف کارکرد دستگاه‌ها و تجهیزات, در نظر گرفته شده است، از این رو می‌تواند به عنوان یک الگوی اولیه مورد استفاده دست‌اندرکاران قرار گیرد.

ردیف	ماشین‌آلات عمرانی	
	نوع دستگاه	تناوب نمونه‌گیری نرمال (ساعت / کیلومتر) (Scheduled Oil Sampling) (SOS)
۱	موتورهای دیزلی	۲۵۰ ساعت / ۱۰ هزار کیلومتر
۲	دیفرانسیل‌ها	۵۰۰-۷۰۰ ساعت / ۲۰ تا ۳۰ کیلومتر
۳	فاینال درایو	۵۰۰-۷۰۰ ساعت ۲۰ تا ۳۰ هزار کیلومتر
۴	انتقال قدرت	۵۰۰ ساعت / ۲۰ هزار کیلومتر

صنعت و ماشین‌آلات دریایی				
	نوع تجهیزات	تناوب نرمال نمونه‌گیری (Scheduled Oil Sampling) (SOS)		نمونه‌گیری موردی (براساس تقویم) (RandomOil Sampling) (ROS)
		براساس ساعت	براساس تقویم	
۱	توربین‌های بخار	۵۰۰	ماهیانه	سه ماهه
۲	توربین‌های آب	۵۰۰	ماهیانه	سه ماهه
۳	توربین‌های گاز	۵۰۰	ماهیانه	سه ماهه
۴	دیزل ژنراتورهای ثابت	۵۰۰	ماهیانه	سه ماهه
۵	موتورهای با سوخت گاز طبیعی	۵۰۰	ماهیانه	سه ماهه
۶	کمپرسورهای هوا / گاز	۵۰۰	ماهیانه	سه ماهه
۷	کمپرسورهای سیستم‌های برودتی	۵۰۰	ماهیانه	سه ماهه
۸	گیربکس‌های سنگین	۵۰۰	ماهیانه	سه ماهه
۹	گیربکس‌های نیمه سنگین	ـــــ	هر۳ ماه	هر شش ماه
۱۰	موتور با قدرت ۲۵۰۰ اسب و بالاتر	۵۰۰	ماهیانه	سه ماهه
۱۱	هیدرولیک	ـــــ	سه ماهه	هر شش ماه
۱۲	موتورهای دیزل	۲۵۰ ساعت	ماهیانه	سه ماهه

توجه: کارکرد نرمال یعنی این که دستگاه به طور پیوسته در حال کار باشد.

نمونه‌گیری روغن

هر چند تهیه نمونه‌روغن کار مشکل و پیچیده ای بنظر نمی‌رسد، با این حال این بخش از کار برنامه CM، بی نهایت مهم و تاثیر گذار می‌باشد. نمونه‌ای که از دستگاه گرفته می‌شود باید نماینده واقعی کل روغن باشد و در حقیقت نقش کلیدی و تعیین کننده در ارزیابی وضعیت دستگاه دارد. نمونه‌روغنی که وضعیت واقعی سیال را بیان نمی‌کند نه تنها ارزشی ندارد بلکه ممکن است نتایج آن منجر به اشتباهات تصمیمگیری و خسارات پر هزینه ای شود.

لذا اجرای یک برنامه نمونه‌گیری صحیح در درجه اول اهمیت قرار دارد. همچنین در اجرای یک برنامه

مراقبت وضعیت موثر، آموزش نیروهای انسانی درگیر با این کار باید یک اقدام جدی و اساسی تلقی گردد.

نحوه نمونه‌گیری روغن از دستگاه‌ها

مهمترین نکاتی که در ارتباط با نمونه‌گیری صحیح، باید مورد توجه واقع شود به شرح زیر است:

الف) نمونه‌گیری باید یکسان انجام گیرد و عواملی نظیر نقطه برداشت نمونه از قسمت مورد نظر و غیره نباید در نمونه‌گیری بعدی تغییر کند.

ب) در موتورهای (دیزلی/ بنزینی)، نمونه باید بلافاصله پس از خاموش نمودن دستگاه گرفته شود و برای آن دسته از سیستم‌هایی که روغن آنها از طریق پمپ روغن گردش ندارد، (دیفرانسیل و گیربکس‌های بدون پمپ و غیره)، بهترین روش این است که، قبل از نمونه‌گیری دستگاه مدتی حرکت نماید. و بلافاصله پس از توقف نمونه‌گیری انجام شود. برای دستگاه‌هایی نظیر توربین‌ها و غیره که نمونه‌گیری در حال کار از دستگاه انجام می‌شود، طبق دستورالعمل‌های سازندگان عمل شود.

ج) برای پیشگیری از آلودگی محیطی نمونه‌روغن (آب باران، ذرات گرد و غبار معلق در هوا و غیره)، به ویژه در شرایط هوای نامناسب، دقت کافی معمول گردد.

د) نمونه‌گیری باید از حد وسط ارتفاع مخزن روغن انجام شود.

در بیشتر ماشین‌ها نقاط مختلفی برای نمونه‌برداری روغن وجود دارد. به طور مثال؛ محل گیج روغن یا دریچه ریختن روغن (در برخی از موتورها) محل مناسب خواهد بود.

ه) در سیستم هیدرولیک نمونه‌گیری می‌تواند از شیر نمونه‌گیری در مسیر فشار یا تانک سیستم انجام شود. در سیستم دنده‌ها، ازمحل گیج روغن که به تشتک (کارتل) راه دارد نمونه گیری انجام می گیرد.

استفاده از پمپ مخصوص نمونه‌گیری روغن، امکان برداشتن نمونه را مستقیما از قسمت مورد نظر به ظرف نمونه فراهم می‌نماید (بدون اینکه هیچگونه آلودگی به داخل ظرف نمونه یا روغن نفوذ نماید).

ظروف نمونه‌روغن پلاستیکی یکبار مصرف با ظرفیت ۳۰ سی سی برای بیشتر سیستم‌ها کافی خواهد بود.

در ارتباط با نمونه‌های روغن نو و برخی از سیستم‌های حساس و مهم نمونه با حجم بیشتری مورد نیاز است که با مشاوره آزمایشگاه معین می‌گردد.

با دریافت نمونه‌روغن از قسمت‌های مورد نظر و تکمیل فرم اطلاعات همراه مربوط به نمونه‌روغن و ارسال آن به آزمایشگاه (سهل‌ترین روش ارسال از طریق پست پیشتاز) می‌توان از وضعیت دستگاه اطلاع کافی حاصل نمود.

وسایل و تجهیزات مورد نیاز نمونه‌گیری روغن

به منظور استاندارد نمودن کار نمونه‌گیری، وسایل زیر مورد نیاز می‌باشد:

۱- کیف حمل نمونه‌روغن

۲- پمپ مخصوص نمونه‌گیری

۳- ظرف مخصوص نمونه‌روغن

۴- شیلنگ نمونه‌گیری

۵- فرم‌های اطلاعات همراه نمونه‌روغن،

کلیه لوازم مذکور از طریق آزمایشگاه قابل تهیه می‌باشد.

در پایان این سئوالات مطرح می‌باشد:

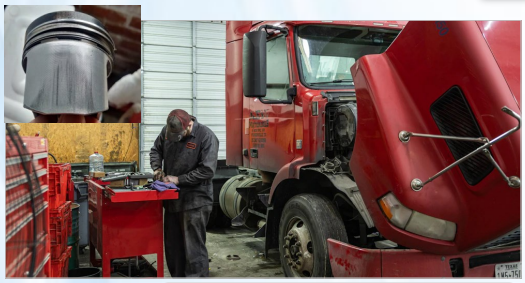
آیا همواره پیشگیری بهتر از تعمیر است ؟

آیا با توجه به مطالب مطروحه، راهبری ماشین‌آلات و تجهیزات بدون استفاده از آنالیز روغن امری کارشناسی، اقتصادی و منطقی به نظر می‌رسد؟

HEPTANE
SRV2421
TERRA

NOVIN NET PARS

MECHANICAL SYSTEMS AND TRANSFORMER OIL ANALYSIS LABORATORY



انجام آزمایش های مورد نیاز و ارائه آن درکوتاه ترین زمان ممکن

تشخیص بموقع خرابی قبل از خسارت

تائید سلامت دستگاه

دفتر مرکزی و آزمایشگاه:
تهران، خیابان شهید بهشتی، خیابان شهید صابونچی، کوچه مبینی، پلاک ۳۴
E-mail:novinnet pars.lab @gmail.com
www.novinnetpars.com
تلفکس: ۳۰-۸۸۵۲۲۱۲۷ - ۰۲۱
امور مشتریان ۰۹۹۱۲۵۸۲۶۹۱ روابط عمومی ۰۹۹۱۲۵۸۲۶۸۳

دانش بنیان

NACI
National Accreditation Center of Iran
مرکز ملی تایید صلاحیت ایران

نفت، گاز و پتروشیمی