

مراقبت وضعیت ماشین آلات

Machinery Condition Monitoring

آنالیز ذرات فرسایشی
Lubricant & Particle Analysis

معرفی اجمالی CM

- مقدمه

- روشهای نگهداری و تعمیرات
- انتخاب تکنیک نظارت بروضعیت
- 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 بوسیله جامدات
- آلودگی با آب
- چگونه میتوان از کیفیت روغن و عملکرد ماشین اطمینان حاصل نمود
- کنترل آلودگی روغن
- معرفی برخی از آزمایشهای مراقبت وضعیت
- منابع بوجود آورنده فلزات فرسایشی در روغن
- تعیین تناوب نمونه گیری روغن
- نحوه نمونه گیری روغن
- وسایل و تجهیزات مورد نیاز جهت نمونه گیری
- همواره پیشگیری بهتر از تعمیر میباشد



بسمه تعالی

مقدمه:

طی سالیان متمادی به موازات ساخت و تولید انواع ماشین آلات و تجهیزات مکانیکی و ارتقاء تکنولوژیک آنها، موضوع نگهداری و تعمیرات (نت) آنها پیوسته به عنوان یکی از مهمترین مسائل بهره برداری مورد توجه بوده است و در این رابطه تلاشهای زیادی برای دستیابی به روشهایی جهت افزایش هرچه 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، متناسباً دقت مورد نیاز برای راهبری و هزینه های نگهداری و تعمیرات آن نیز بیشتر خواهد بود. امروزه در صنایع مختلف، کاهش این هزینه ها و در عین حال افزایش بهره وری ماشین آلات از اهمیت به سزایی برخوردار میباشد. در پروژه های عمرانی و صنایع مختلف تولیدی، بکارگیری روشهای صحیح نگهداری و تعمیرات از عوامل مهم در کاهش هزینه های مستقیم و غیر مستقیم و نهایتاً کاهش قیمت تمام شده و افزایش سودآوری میباشد. برخی از مهمترین عواملی که می تواند فعالیتهای صنعتی و اقتصادی را در دست یابی به چنین وضعیتی قرار دهد عبارتند از :

- ۱- آماده نگهداشتن دستگاه، (کاهش هزینه غیر مستقیم نگهداری و تعمیرات).
 - ۲- منابع نگهداری و تعمیرات اعم از بکارگیری نیروهای انسانی واجد شرایط و یا موادمصرفی و قطعات با کیفیت (کاهش هزینه های مستقیم).
 - ۳- افزایش عمر مفید دستگاه .
- بنابراین همراه با پیشرفتهای تکنولوژیک در طراحی تجهیزات مکانیکی و ساخت ماشین آلات پر قدرت و گرانبیست، بایستی روشهای نگهداری و تعمیرات، بهبود یابند. در همین رابطه تجارب موفقیت آمیز در بکارگیری تکنیکهای نظارت بر وضعیت ماشین (Condition Monitoring Techniques) در صنایع بزرگ و سازمانهای نظامی کشورهای صنعتی تدریجاً این روشها به صنایع کوچکتر و سازمانهای غیر نظامی منتقل و مورد استفاده قرار گرفته است. در کشور ما متأسفانه طی دهه های گذشته در سیستم نت هنوز تحول موثری ایجاد نشده است و بکارگیری روشهای سنتی بعنوان روش متداول با کمترین بهره گیری از فن آوری های پیشرفته در زمینه کنترل و عیب یابی و تعمیر تجهیزات مورد استفاده قرار گرفته است.
- با بهره گیری از روشهای نوین نگهداری و تعمیرات که از قابلیتهای بالائی در کنترل و تشخیص عیوب مکانیکی برخوردار هستند، امکان بهینه سازی کار سیستم ها و کنترلهای مختلف، نظیر بررسی: رونداستهلاک، کیفیت قطعات و مواد مصرفی و کیفیت تعمیرات، کاهش مصرف سوخت و انرژی، کاهش آلودگیهای زیست محیطی، کاهش وقفه های زمانی در بهره برداری از ماشین آلات و افزایش ایمنی همراه با صرفه جوئیهای مالی و افزایش بازده اقتصادی می باشند، فراهم خواهد آمد.

روشهای نگهداری و تعمیرات ماشین آلات

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

بطور کلی شیوه های نگهداری و تعمیرات بوسیله متخصصین صنایع به سه روش زیر طبقه بندی می شود:

- الف- تعمیرات بعد از خرابی Breakdown Maintenance (BM)
- ب- تعمیرات برنامه ریزی شده Preventive Maintenance (PM)
- ج- تعمیرات پیش بینی شده بر مبنای نظارت بر وضعیت Condition Based Maintenance (CBM)

الف - روش تعمیر پس از خرابی :

تا سالهای طولانی معمول ترین روش نگهداری و تعمیرات ماشین آلات بر اساس تعمیرات بعد از خرابی بوده است. که عمده ترین عیب آن عدم امکان پیش بینی خرابی و زمان توقف میباشد. اتکاء به روش تعمیر بعد از خرابی توسط هر مدیر صنعتی که به کار گرفته شود بعنوان یک روش غیر کارا و پرهزینه غیر قابل توجیه میباشد. برخی از مسائل ناشی از این روش عبارتند از :

- ۱- داشتن اطلاع قبلی از نقص پیش از خرابی تقریباً غیر ممکن است.
- ۲- وجود یک نقیصه در یک قطعه از ماشین میتواند باعث تسریع در خرابی، توسعه و تسری خسارت به سایر قطعات گردد.
- ۳- خرابی و توقف ناگهانی ماشین آلاتی که در یک مجموعه از ماشین آلات کار میکنند بطور 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 بویژه بر روی ماشین آلاتی که هنگام عملیات از حساسیتهای فوق العاده ای برخوردار هستند.
- ۴- تهیه و تدارک قطعات یدکی مورد نیاز و گردآوری افراد متخصص مربوطه بمنظور انجام سریع و اقتصادی انواع تعمیرات پیش بینی نشده بسیار مشکل و یا غیر ممکن بنظر میرسد.
- ۵- در مواردیکه ماشین آلات خارج از محیط های کارگاهی و دور از مراکز تعمیر فعالیت دارند (پروژه های عمرانی، حمل و نقل و غیره) در صورت بروز خرابی منجر به تعمیرات اساسی ، انجام عملیات تعمیراتی دچار مشکلات عدیده ای خواهد شد. طولانی تر شدن خواب دستگاه و افزایش هزینه های تعمیرات از آن جمله است. معمولاً ”در رابطه با ماشین آلات عمرانی و حمل و نقل و... خسارات مالی ناشی از توقف دستگاه و وقفه در کار بمیزان قابل توجهی بیش از خود هزینه تعمیرات میباشد. موارد فوق برای کشورهای در حال توسعه که عمدتاً وارد کننده ماشین آلات و قطعات میباشد بمراتب حادثر میباشد. بویژه اینکه ممکن است بعضاً حتی در صورت تامین منابع مالی، به لحاظ مسائل سیاسی دستیابی به اقلام مورد نیاز وجود نداشته باشد.

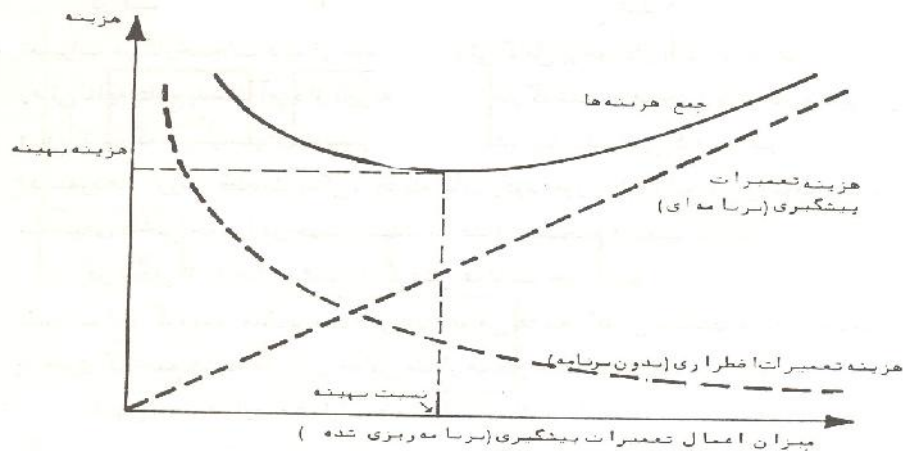
برخی از دلایلی که ممکن است منجر به استفاده از روش BM شود بشرح ذیل میباشد :

- مراقبت وضعیت (CM) بعنوان یک ابزار موثر هنوز برای همه صنعت شناخته شده نیست.
- تصمیم گیرندگان به مراقبت وضعیت اعتقاد ندارند (بدلیل 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 نمیشود.

ب - روش نگهداری و تعمیرات برنامه ریزی شده (PM) :

انجام این روش عمدتاً مبتنی بر تعمیرات برنامه ریزی شده و تعویض های دوره ای برخی از قطعات در فاصله های زمانی منظم و بر اساس جداول تنظیمی می باشد. این روش بطور کلی در حذف بیشتر خرابیهای بلند مدت موفق است. سیستم نگهداری و تعمیرات برنامه ریزی شده بر پایه زمان بوده و ممکن است درگیر با طیف متنوعی از فعالیتهای تعمیراتی، از آزمایشهای ساده بازدید تا بازدیدهای داخلی ماشین آلات بشود. نگهداری و تعمیرات برنامه ریزی شده میتواند اصلاحی باشد یا پیشگیری. نگهداری و تعمیرات اصلاحی شامل تعمیرات جزئی که طی بازدید و تعمیرات تشخیص داده نشده می باشد. نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه برای یافتن و اصلاح هر شرایطی که ممکن است باعث خرابی ماشین گردد قبل از اینکه چنین خرابی اتفاق افتد مورد نظر میباشد. همه چک کردنها و تنظیم هایی که در کتابچه راهنما هر ماشین آورده میشود جزء نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه میباشد. نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه از طریق سرویسها، بازدیدها (معاینه ها)، تعویض های دوره ای و تعمیرات اساسی به اهداف خود دست می یابد.

چنانچه مکرراً 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 کوتاه کردن دوره تناوب تعمیرات نیز منجر به افزایش هزینه ها میشود. در شکل شماره (۱) رابطه بین هزینه کل و روش نگهداری و تعمیرات بصورت شماتیک نمایش داده شده است.



(شکل شماره ۱)

بنابراین بکارگیری روش PM در مقایسه با روش BM از مزایای غیر قابل انکار و کارائی بالاتری برخوردار است. در عین حال که برخی از معایب قابل توجه در این روش نیز همچنان پابرجا میباشد. بطور اجمال معایب روش PM عبارتند از :

- ۱- باز و بسته کردن قطعات به خودی خود میتواند باعث آسیب و فرسودگی گردد.
- ۲- عدم دقت کافی در مراحل باز و بست قطعات منجر به آسیب و بروز عیوب بعدی میگردد.
- ۳- تعمیرات زمانی (برنامه ریزی شده) میتواند منجر به تعویض قطعاتی شود که ممکن است هنوز بخش قابل توجهی از عمر مفید آن باقی مانده است و یا بالعکس.
- ۴- 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 (دوره ای) بروز نماید.
- ۵- انجام تعمیرات دوره ای بصورت کامل و دقیق برای یک مجموعه ای از ماشین آلات مستلزم وقت و هزینه بسیار سنگینی است. بویژه در ارتباط با ماشین آلات فعال در خارج از کارگاه (غیر ثابت) نظیر ماشین آلات عمرانی، حمل و نقل و غیره بلحاظ پراکندگی و اینکه 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.

روش نگهداری و تعمیرات بر مبنای مراقبت وضعیت (CBM)

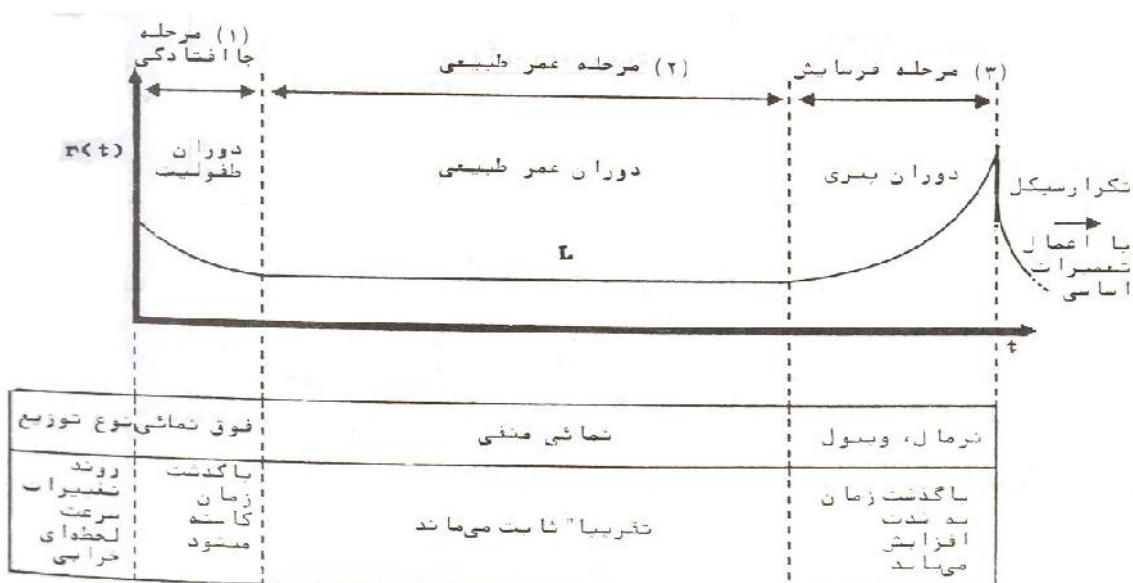
هدف از روش نگهداری و تعمیرات مبتنی بر وضعیت، بدست آوردن آثار و نشانه وضعیت ماشین است. در این روش نیازی به توقف دستگاه برای کسب اطلاع از وضعیت آن نیست و دستگاه به فعالیت خود ادامه می دهد. تا اینکه بتواند بصورت اقتصادی و ایمن نگهداری شده باشد. بهره گیری از این روش با استفاده از تکنیکها و تجهیزات مختلفی انجام میشود که همه آنها مبتنی بر دریافت اطلاعات از طریق زیر میباشد:

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

انتخاب تکنیک مراقبت وضعیت :

برای انتخاب تکنیک مناسب مراقبت وضعیت یک ماشین، بایستی 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 تکنیک های نظارت بر اساس ((عملکرد)) و ((مشاهداتی)) یک ارزیابی عمومی وضعیت را ارائه میکند، در حالیکه تکنیکهای (ارتعاشات) و (تجزیه روغن) اطلاعات ریز درباره دستگاه را ارائه میدهند.

تکنیکهای نظارت از راه آنالیز ارتعاشات معمولاً برای ماشین آلات دوار، بکاربرده میشوند، نظیر: الکتروموتور، ژنراتور و توربین. اما روش آنالیز روغن بر روی کلیه ماشین آلات و تجهیزات مکانیکی که دارای روغن به عنوان روانکار و یا به عنوان انتقال قدرت هستند قابل استفاده می باشد. 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 دوره های: آبدی - کار عادی - و یا مرحله رسیدن به دوره خرابی در شکل شماره (۲) آورده شده است.



(شکل شماره ۲)

شناخت کافی از ویژگیهای روغن های مورد استفاده در ماشین آلات و تجهیزات، مستلزم آشنائی با نحوه کار ماشین آلات و تجهیزات، بخصوص نحوه کار اجزاء متحرکی که نیاز به روانکاری دارند و آگاهی از شرایط کار آنها می باشد. با توجه به تنوع روغن ها ، نه تنها شناخت از مواد تشکیل دهنده روغن و کیفیت آنها بایستی مد نظر قرار گیرد بلکه اطلاع از چگونگی شرایط کار ماشین نیز ضروری می باشد.

تاریخچه CM از طریق آنالیز روغن در دنیا و کشور

خارج از کشور

- دهه ۱۹۴۰ جهت کنترل روغن لکوموتیوها (موتورهای بخار)
- دهه ۱۹۶۰ بطور سیستماتیک در تجهیزات هوایی و دریائی برخی ارتشها
- کاتریلار از ۱۹۷۰ به بعد بصورت SOS (Scheduled Oil Sampling)
- در ایران:
- از سال ۱۳۶۸ در قالب پروژه های تحقیقاتی
- از سال ۱۳۷۴ بصورت آزمایشی
- از سال ۱۳۷۷ بصورت جامع در بسیار از صنایع

انتخاب روغن

بیشترین کار برد روغنهای روانکار، روانسازی حرکت قطعات متحرک در ماشین آلات و حفاظت از قطعات در برابر سائیدگی و گرد و خاک و دما می باشد، اما از آنجائیکه روغن بعنوان یک ماده شیمیائی دارای خواص مطلوب از نظر مکانیکی، ترمودینامیکی و غیره است، در بعضی از کاربردهای صنعتی، روغن وظایفی غیر از روانسازی دارد. بطور مثال قدرت هیدرولیکی روغن، قدرت انتقال حرارت روغن نیز حائز اهمیت می باشد.

با توجه به دامنه کاربرد روغن ها می توان آنها را بدو 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 یاتاقنها (Bearing) ، دنده ها (Gears) ، کوپلینگ ها (Couplings) ، سیلندرها (Cylinders) که وظیفه روغن و نحوه روغن کاری در این اجزاء بطور عمده، جلوگیری و یا کاهش اصطکاک و سائیدگی می باشد .

ب) کاربرد روغنها برای مصارف خاص

کاربردهای اختصاصی کاربردهایی می باشند که در آنها روغن باید دارای ویژگیهای خاص باشد. تا بتوان وظیفه و یا مجموعه وظایفی را که عهده دار می باشد انجام دهد. در بعضی از کاربردهای اختصاصی مسئله روانکاری اهمیت چندانی ندارد و وظایف دیگری از روغن مد نظر می باشد مانند روغنهای هیدرولیک که برای انتقال نیرو، روغنهای ترا نسفورمر برای ایجاد محیطی عایق، روغنهای حرارتی برای انتقال حرارت و بکار میروند.

مهمترین کاربردهای اختصاصی روغن :

- روغنهای توربین : توربینهای گازی ، توربین های آبی ، توربین های بخار
- روغنهای کمپرسور : کمپرسورهای هوا ، کمپرسورهای گاز
- روغنهای انتقال حرارت
- روغنهای فلز کاری : ماشین ابزار نورد، کشش ، آبرکاری ، فرم دهی
- روغنهای هیدرولیک : هیدرولیک معمولی و ...

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

۱- در همان ابتدای کار، روغن انتخاب شده باید دارای خصوصیات مناسب دستگاه باشد

۲- کیفیت روغن مد نظر قرار گیرد

برای اینکه مشخص شود که روغن انتخاب شده از خصوصیات اولیه لازم بر خوردار است، باید در نظر داشت که چه قسمت ها 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 بدقت مورد توجه قرار گیرد.

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

عواملی که در کاهش عمر روغن دخالت دارد

از جمله عوامل مهمی که می تواند در کاهش عمر روغن مؤثر باشد عبارتند از:

- ۱- نگهداری (انبار کردن) نامناسب و آلوده شدن آن قبل از مصرف
- ۲- انتخاب نادرست روغن برای کار برد مورد نظر و اختلاط روغن هایی که باهم سازگار نیستند (مثلاً موقع سرریز)
- ۳- عدم استفاده از لوازم مصرفی مناسب (فیلتر هوا ، فیلتر روغن 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- پائین آمدن سطح تمیزی روغن در سیستم های حساس مکانیکی (توربین ، کمپرسور هیدرولیک)

روغن موتور و کیفیت آن

- روغنهای موتور، برای روغنکاری سیلندر موتورهای احتراق داخلی، سوپاپها، بادامکها و یا یاتاقانها بکار برده می شوند. روغن موتور باید دارای خواص مشخصی باشد که موارد عمده آنها عبارتست از:
- الف - دارای گراندرومی متناسب و ضریب اصطکاک بسیار کم باشد، تا بتواند بدون کاهش قدرت موتور به آسانی در تمام قسمتهای موتور گردش نماید.
- ب - در مقابل حرارت مقاوم باشند و اکسیده نشوند. 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.
- ج - خاصیت پاک کنندگی مناسب داشته باشند. 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.
- د - 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 خوردگی در قسمتهای مختلف آن میگردد. یک روغن خوب باید دارای مواد ضد خوردگی و ضد زنگ باشد.
- ه - دارای شاخص گراندرومی بالا باشند.
- و - خاصیت ضد سائیدگی و مقاومت در برابر ضربه داشته باشند: 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.
- ز - روغن موتور باید دارای خاصیت ضد کف باشد در غیر اینصورت به موتور آسیب جدی وارد خواهد شد. علاوه بر موارد گفته شده، روغنهای موتور باید از ویژگیهای دیگری از قبیل داشتن عدد قلیائی مناسب و ... برخوردار باشند.

روغن سیستمهای هیدرولیک :

روغن هیدرولیک مورد استفاده در دستگاهها تأثیر زیادی در کیفیت نگهداری و طول عمر مفید قطعات دارد. ۷۵ درصد خرابی سیستمهای هیدرولیک، بخاطر آلوده شدن روغن به گرد و خاک، رطوبت و کثیفی محیط می باشد. لذا انتخاب و نحوه استفاده از آن از اهمیت زیادی برخوردار است. برخی از خواص و مشخصات این فرآورده ها عبارتند از:

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

- بصورت لایه نازک و محافظی 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 شیمیائی خوب، نقطه ریزش پائین، خاصیت ضد اصطکاک و ضد ساییدگی لازم را نیز داشته باشد.

ذرات فرسایشی :

بطور کلی همپای کارکرد دستگاه ، ذرات فرسایشی ناشی از اصطکاک قطعات به درون روغن راه می یابند. بر اساس 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 و تحلیل ذرات فرسایشی میتوان تا حد بسیار زیادی پی به اتفاقاتی که در شرف وقوع می باشند و یا واقع شده اند برد. ذرات فرسایشی از نقطه نظر عوامل و مکانیزم بوجود آمدن آنها، به دسته بندی های 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 می باشند.
 - خستگی غلطشی عمدتاً" به شکل پولک یا کروی شکل ناشی از فرسایش یاتاقانها یا بلبرینگ ها.
 - فرسایش شدید لغزشی از ۱۵ میکرون به بالا معمولاً ناشی از بارهای زیاد و دورهای کم.
 - خوردگی
- عوامل مختلفی بر طبیعت خوردگی یک روغن تاثیر دارد، مانند : دما، خواص شیمیائی روغن، رطوبت، پایداری اکسیداسیون، نوع و مقدار محصولات ناشی از فساد روغن در سیستم

آلودگی :

- بدون تردید آلودگیها دشمن همه نوع سیستمهای مکانیکی می باشند (نظیر هیدرولیک و غیره) آلودگیها در انواع سیستمهای دارای روغن به روشهای ذیل صورت می گیرد:
- در حین تولید- در طی مراحل تولید، روغن و یا ماشین (در مرحله ساخت، موتناژ 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 (درانبار و یا حمل و نقل)

کیفیت روغن از طریق آلودگی در اثر عوامل ذیل تنزل می یابد:

- آب
 - سوخت (در موتورها)
 - ذرات فرسایشی
 - گرد و خاک محیط
 - مواد شیمیائی (در صنایع شیمیائی)
 - 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 آلاینده های فوق ایجاد میگردد عبارتند از :

آلودگی با سوخت

بدیهی است که مسئله آلودگی روانکارها بوسیله سوخت از مواردی است که در موتورهای احتراق داخلی اتفاق میافتد.. در موتورها آلودگی ممکن است بدلیل احتراق اتفاق بیافتد که نتیجه آن مخلوط شدن سوخت محترق نشده در روغن سیلندرها میباشد. در موتورهای بنزینی یا موتورهای دیزلی این آلودگی میتواند بدلیل نشستی پمپ یا انژکتور نیز پیش آید. عمده ترین اثر این نوع آلودگی این است که ویسکوزیته روغن را کاهش میدهد. گاهی تا به آن حد که روان کننده فاقد مشخصات لازمه شده و فرسایش شدید اتفاق میافتد. خطر دیگر این است که ممکن است آتش سوزی اتفاق افتد زیرا مخلوط روغن و سوخت راحت تر محترق میشود.

آلودگی بوسیله ذرات جامد :

عمدتاً 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 قسمتهائی نظیر؛ یاتاقانها، شیرها، چرخ دنده ها، میل بادامک و غیره میگردد. سیلیس بعنوان بزرگترین عامل فرسایش شناخته شده است. دوده و دیگر محصولات فساد روغن میتواند ویسکوزیته روغن را تا سطح غیر قابل قبول افزایش دهد.

آلودگی با آب :

بر اساس تحقیقات به عمل آمده، آلودگی روغنهای مصرفی به آب، حتی روغنهای نو یکی از عوامل عمده استهلاک سیستمهای هیدرولیک، موتورها سیستم های دنده و دیگر قسمتها می باشد. وجود آب می تواند در کاهش عمر روغن، اثری ۳ تا ۱۰ برابر داشته باشد و در بعضی از یاتاقانها خوردگی شدید بوجود می آورد. البته در بعضی از روغن ها مثل روغنهای توربین بخار طوری ساخته شده اند که نسبت به آب مقاومت بیشتری داشته باشند. روغنهای هیدرولیک و روغن موتور ها 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 پائین برود، آب میتواند بوسیله تبخیر براحتی خارج شود. اگر آب برای مدت کوتاه در سیستم باقی بماند، ممکن است درد سر کمی را ایجاد نماید. اگر در یک دوره طولانی در یک قسمت از سیستم باقی بماند، در این صورت می تواند منجر به تولید اسید در روغن شده و افزودنیهای موجود در روغن، بصورت یک ترکیب شیمیائی و لجن در خواهد آمد. که بمراتب دارای خاصیت خوردگی بیشتری خواهد بود و میتواند باعث انسداد سوراخهای ریز نیز بشود.

چگونه میتوان از کیفیت روغن و عملکرد ماشین اطمینان حاصل نمود

روغن از زمانی که در سرویس قرار می گیرد با از دست دادن تدریجی خواص و آلوده شدن آن بر اثر وجود ذرات باید پس از مدت زمان مشخصی تعویض شود. از گذشته های دور تناوب تعویض روغن و مواد مصرفی مرتبط با آن از طریق سازندگان ماشین آلات و تجهیزات در جداول سرویس و نگهداری ماشین توصیه می شود، لذا سؤال این است، تا چه حدی می توان 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 عموماً به کمک مقایسه نتایج تست های متوالی در فواصل معین از زمان، امکان پذیر است، مگر اینکه روغن آنقدر آلوده شده باشد که با یکبار آزمایش بر روی نمونه بتوان حکم کرد که روغن دیگر قابل مصرف نیست.

۲- روغن در حین کار اکسید می شود و مهمترین صدمه هم عموماً از همین موضوع ناشی میگردد. زیرا اکسیداسیون روغن، لجن (Sludge) و موادلاکی (Varnish) و ... تولید می کند. روغن هائی که دارای آنتی اکسیدان هستند، در دمای زیر ۶۰ درجه سانتیگراد خیلی کم اکسیده می شوند ولی در دمای بالاتر از آن به ازای هر ۱۰ درجه افزایش دما، سرعت اکسیداسیون تقریباً دو برابر می شود. مخلوط شدن روغن با آب و یا وجود ذرات ناشی از سائیدگی و زنگ زدن قطعات نیز از جمله آثارخراب شدن بیش از حد روغن تشخیص داده شده است.

لازم بذکر است:

کاهش گرانروی : نشانه مخلوط شدن روغن بایک مایع یا روغن یا سوخت سبکتر، شکسته شدن شاخص گرانروی یا ویسکوزیته می باشد.

افزایش گرانروی : نشانه اختلاط با روغن سنگین تر، اکسیده شدن بیش از حد در اثر حرارت می باشد

افزایش ۲۰٪ گرانروی، دراکثر موارد، افزایش شدید گرانروی محسوب می شود

کاهش شاخص گرانروی (VI): اختلاط با روغن که VI کمتری دارد و شکسته شدن پلیمرهای افزودنی

افزایش شاخص گرانروی (VI): اختلاط با روغنی که VI بالاتر دارد اکسیده شدن روغن در بعضی از موارد کاهش نقطه اشتغال (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 می گردد تا از وضعیت درونی سیستم بطور 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 شیمیائی روغن مانند گرانروی، قلیائیت کل، VI و ...
 - ۳ - بهینه سازی تعویض روغن و مواد مصرفی.
 - ۴ - در حداقل نگه داشتن تعمیرات
 - ۵ - جلوگیری از تعمیرات غیر ضروری
 - ۶ - فراهم نمودن امکان برنامه ریزی برای تعمیرات احتمالی
 - ۷ - کوتاهتر نمودن زمان انجام تعمیرات
 - ۸ - شناسائی و تجزیه و تحلیل عیوب کثیر الوقوع
 - ۹ - مشخص نمودن عناصر افزودنی روغن، تطابق آنها با سطح کیفیت روغن های توصیه شده توسط سازنده دستگاه
 - ۱۰ - شناسائی آلودگی های روغن نو و در حال کار از قبیل: آب، سوخت، ذرات، گرد و خاک و ...
 - ۱۱ - اجرا و توسعه استراتژی پیشگیری و پیشبینی فرسایشهای غیرعادی و خرابی
- با توجه به اینکه وجود مقدار بیش از حد مجاز ذرات حاصل از فرسایش قطعات می تواند نشانگر فرسایش غیر عادی قطعات باشد، تکنیکهای تجزیه روغن میتواند بعنوان یک متد مفید برای کنترل روند فرسایش ماشین آلات و تجهیزات مکانیکی مورد استفاده قرار گیرد.
- با نمونه گیری روغن از قسمتهای اصلی ماشین آلات: موتورها، سیستم های هیدرولیک، سیستم های انتقال قدرت ... و تجزیه نمونه روغن 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 بنابر این قادر است اطلاعات را از سطوح مذکور از طریق آنالیز نمونه روغن 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 بظاهر جزئی و کوچک ماشین از هزینه های سنگین که در اثر خراب شدن کل سیستم به بار خواهد آمد جلوگیری می گردد.
- با انجام آنالیز روغن میتوان وجود و مقدار گرد و خاک در روغن موتور را شناسائی نمود و از این طریق عملکرد سیستم هواکش و نحوه سرویس و نگهداری مشخص میگردد. بطور مثال وجود آهن و آلومینیم در روغن یک عامل هشدار دهنده در رابطه با سایش غیرعادی سیلندر و پیستون، (قبل از صدمه جدی) می باشد. با انجام آنالیز روغن میتوان سرعت سایش یاتاقان ها را مشخص کرد، قبل از این که آسیب کلی به میل لنگ وارد آید. لغزش در سیستم هیدرولیک نیز بوسیله 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 بوسیله سوخت و نشت آب و ضد یخ 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 بمنظور کنترل سطح آلودگیهای روغن، شناسائی منابع آلودگی و حذف آنها و همچنین تعیین مشخصات، کیفیت، عمر روغن اعم از روغن نو ویا کارکرده و شناسائی وضعیت ماشین آلات، می باشد.

برخی از آزمایشها در برنامه آنالیز روغن CM:

آنالیز اسپکتروسکوپی (طیف تابشی اتمی):

اسپکتروسکوپ از سال ۱۹۴۵ بعنوان 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 PPM اندازه گیری نمود. با اطلاع از میزان عناصر فرسایشی موجود در روغن، میتوان روند فرسایش قطعات موتور از قبیل: رینگ، پیستون، سیلندر، یاتاقانها و ... ، سیستم های انتقال قدرت ، گیربکس، دیفرانسیل، سیستم های هیدرولیک و ... را مشخص کرد و قبل از اینکه به دستگاه آسیب کلی وارد آید تصمیم لازم در رابطه با پیشگیری و یا تعمیر را اتخاذ نمود. بطور مثال: وجود مقدار زیاد عنصر کرم (Cr) در روغن هیدرولیک می‌تواند نشان دهنده خط افتادن روی رادهای هیدرولیک یا سایش اسپول باشد. انجام آزمایش اسپکتروسکوپی در برنامه های آنالیز روغن، به منظور کنترل کیفیت روغن و آنالیز عناصر فرسایشی و شناسائی عناصر آلاینده در درون روغن الزامی است .

(Particle Quantifier Technique) PQ :

با توجه به اهمیت فلز آهن در ترکیب ساختاری اکثریت قطعات ماشین آلات، طبیعتاً روشهای تست متنوعی برای تشخیص و اندازه گیری ذرات فرسایشی آهنی در روغنها ابداع شده است. تکنیک PQ نیز در واقع به عنوان یک روش برای اندازه گیری میزان ذرات فرسایشی آهنی در نمونه های روغن بکار برده می‌شود. این تکنیک بیشتر برای اندازه گیری ذرات فرسایشی با خاصیت آهنربائی (آهنی آزاد) در روغن می باشد.

فروگرافی مشاهداتی (Analytical Ferrography) :

این روش برای مطالعه ذرات فرسایشی موجود در نمونه روغن دستگاهها و تجهیزات (نظیر : موتورهای سنگین ، هواپیما ، سیستمهای هیدرولیک و ...) به کار گرفته میشود. معمولاً پس از اینکه از نتایج آزمایشهای روتین وضعیت مشکوکی ملاحظه شود، از روش فروگرافی مشاهداتی استفاده می‌گردد. دراین روش از نمونه روغن لامل های مخصوص تهیه شده (فروگرام)، و بوسیله 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. بطور مثال: وقتی یک لایه روغن بین یاتاقان و شفت ایجاد میشود، بعضی از مولکولهای روغن تمایل به جذب روی سطح یاتاقان دارند. این عمل تنش برشی نام دارد و بطور مستقیم از گرانروی روغن و درجه حرارت عملکرد تاثیر می پذیرد. یک روغن چند درجه ای (مولتی گرید یا چهار فصل) با گرانروی کمتر معمولاً پتانسیل کمتری برای تنش برشی خواهد داشت. از آنجائیکه روغنهای با گرانروی کمتر و پتانسیل بیشتر برای تنش برشی باید بتوانند یک لایه روغن روی سطح ایجاد کنند، کاملاً واضح است که با افزایش درجه حرارت، ممکن است لایه ایجاد شده روی سطح، بعلت کم بودن گرانروی، شکسته شده و تماس فلز به فلز رخ دهد. هرگونه انحراف قابل توجه از میزان گرانروی تعریف شده، قطعاً منجر به خسارات سنگین دستگاه خواهد شد. لذا پیوسته باید از صحت گرانروی روغنهای مصرفی ماشین آلات اطمینان حاصل نمود. به این منظور روغنهای نو و در حین کار مورد آزمایش گرانروی قرار می گیرند.

فروگرافی مستقیم (Direct Reading Ferrography) :

این آزمایش بعنوان یک تست تکمیلی برای اسپکتروسکوپ فقط برای دستگاهها و تجهیزات خاص استفاده می شود و مقادیر به دست آمده پیوسته با نتایج اسپکتروسکوپ جهت تحلیل مقایسه می شوند. در این تست، ذرات فلزی آهنربائی به خصوص آهن در دو محدوده: بالای ۵ میکرون و زیر ۵ میکرون مورد اندازه گیری قرار می گیرند.

شمارنده ذرات (Particle Counter) :

بمنظور رعایت سطح تمیزی روغن، کد تمیزی دستگاهها (بسته به حساسیت دستگاه) مورد ارزیابی قرار می گیرد. برای شمارش تعداد ذرات جامد معلق در روغن، در دانه بندیهای مختلف (بویژه روغنهای هیدرولیک و سوختها) از این آزمایش استفاده می شود و نتایج در قالب کدهای استاندارد (استاندارد ISO و NAS) میباشد. شناسائی و شمارش ذرات از طریق لیزر انجام می شود.

نقطه اشتعال (Flash Point) :

این تست بمنظور: تشخیص رقیق شدن احتمالی روغن موتورهای دیزلی، اندازه گیری میزان آتشگیری، طبقه بندی، شناسائی و کنترل روغنها مورد استفاده قرار می گیرد. بطور مثال: در روغنهایی که دچار افت ویسکوزیته می شوند این آزمایش وجود یا عدم وجود آلودگی سوخت را نشان خواهد داد. نقطه اشتعال بدو روش باز (Open) و بسته (Closed cup) می تواند انجام گیرد.

شاخص گرانروی (Viscosity Index):

تغییرات گرانروی، ناشی از تغییر دما با شاخص گرانروی سنجیده می شود. هر چه شاخص گرانروی روغنی بزرگتر باشد، گرانروی آن در اثر تغییر دما کمتر تغییر می کند. در مواقعی که درجه حرارت محیط کار دارای تغییرات زیاد باشد. شاخص گرانروی از مهمترین عوامل در انتخاب روغن است. VI روغن با اندازه گیری گرانروی روغن در ۴۰ درجه و ۱۰۰ درجه سانتیگراد و استفاده از کتابچه استاندارد بدست می آید.

کف کنندگی (Foaming):

باتوجه 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 اکسیداسیون، گردوخاک و غیره، به ویژه در حضور آب به ایجاد کف پایدار کمک می کنند) 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 می شود. لذا با انجام این تست میزان خاصیت ضد کف روغن، برای روغنهای هیدرولیک، موتور و توربینها بررسی و ارزیابی می شود.

آلودگی آب (Water Content):

اندازه گیری مقدار آلودگی آب در روغن از لحاظ اثری که بر روی خواص بازدارندگی، خوردندگی و اکسیداسیون روغن دارد ضروری است. در صورتیکه آلودگی آب از ۰/۱٪ بیشتر باشد فساد روغن و عواقب خطرناک اسیدی برای دستگاه را در بردارد معمولا آلودگی آب کمتر از ۰/۱٪ مشکل خاصی ندارد. وجود آب در بعضی از یاتاقانها خوردگی شدید بوجود می آورد البته در بعضی از روغن ها 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) می نماید که ممکن است سوراخهای فیلتر روغن را مسدود کند. ضمن اینکه باعث زنگ زدن و خوردگی نیز می شود. تشخیص و اندازه گیری آلودگی آب به روشهای مختلف انجام می شود که برخی از آنها به شرح ذیل می باشد:

آلودگی آب به روش (Go/nogo) Water Cont.

آلودگی آب به روش (سانتریفیوژ) Water & Sediment %

آلودگی آب به روش (کارل فیشر) Water Determination

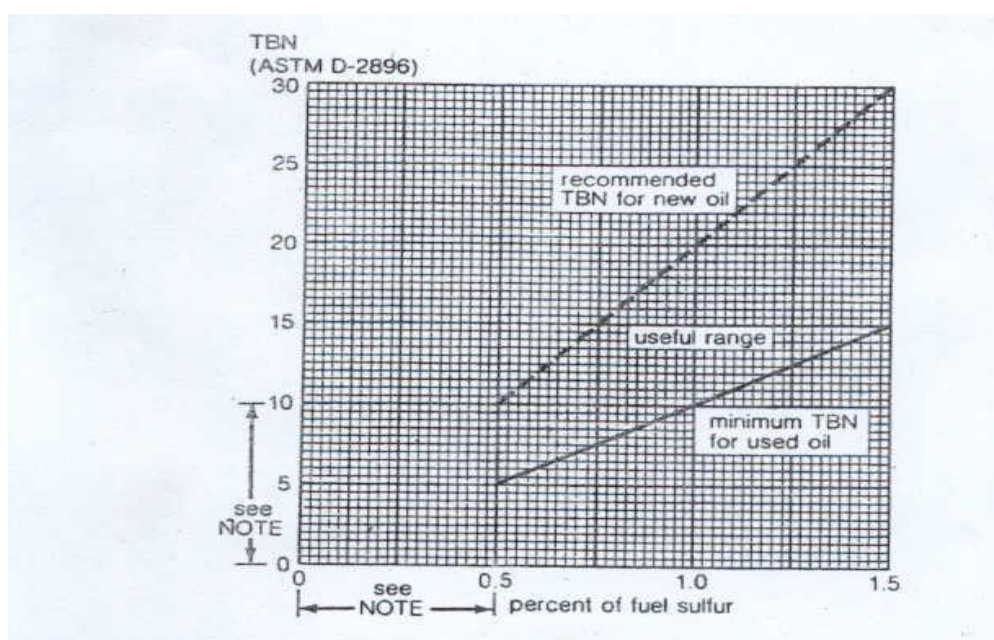
لازم به ذکر است که در تجهیزات مکانیکی مهم و حساس حد مجاز آلودگی آب بر حسب ppm کنترل میگردد و برای آنها ۰/۱ درصد، حد قابل قبول نمی باشد.

عدد قلیائیت کل (TBN) :

عواملی مانند: دما، خواص شیمیائی روغن، رطوبت، نوع و مقدار محصولات ناشی از فساد روغن در سیستم، احتمال تشدید فرایند اکسیداسیون روغن را افزایش می دهد. اکسیداسیون باعث ایجاد محیط اسیدی میشود. در موتورهای دیزلی، سوخت دیزل که دارای سولفور میباشد، طی احتراق، از طریق تقطیر گاز SO₂ و در نهایت تولید اسید سولفوریک می نماید. همچنین از راه های دیگر اسیدهای ضعیف آلی تولید شده بوسیله اکسیداسیون، به سرب یا تاقان ها حمله میکنند (قبل از فلزات دیگر).

یک سازنده ماشین آلات معتقد است که اگر محتوای گوگرد سوخت از ۰/۵ 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 اینکه مقدار TBN روغن کار کرده به نصف مقدار روغن نو آن رسید تعویض آن الزامی می باشد. در نمودار شماره ۳ رابطه بین گوگرد سوخت مصرفی و TBN روغن مشخص شده است. بنابر این عدم تناسب مقدار اولیه TBN با محیط اسیدی داخل موتور، عامل اصلی تشدید فرسایش و خوردگی شیمیایی آهن، سرب و مس می باشد. برای پیشگیری از فرسایش خوردگی، تعویض بموقع روغن ضروری است، بویژه وقتی از سوخت با گوگرد بالا استفاده شود.



(نمودار شماره ۳)

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، زمانیکه 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

از جداول زیر میتوان بعنوان راهنمای مناسبی برای تعیین منشاء (منابع بوجود آورنده) عناصر فرسایشی که توسط آنالیز روغن مشخص می گردد استفاده نمود:

آهن (Fe): آهن عمومی ترین فلز فرسایشی در روغن می باشد. در بیشتر قطعات و تجهیزات پایه اصلی آنرا آهن تشکیل میدهد. لذا آهن بشکل پراکنده و گسترده در روغن وجود دارد و بعنوان یک منبع مهم تولید ذرات فرسایشی مطرح میباشد.

منبع و منشاء عنصر آهن (Fe)	تجهیزات
متداولترین گروه فلز فرسایش - موتور شامل: لاینرهای سیلندر (بوش) - رینگهای پیستون - Valve train - میل لنگ - میل بادامک - دنده های فنری (Spring gears) - واشرهای قفلی - مهره ها - پین ها - اتصالات - بلوک سیلندر - اویل پمپ	موتور
یاتاقانهای غلطکی: غلطکها (فولاد با آلیاژ تنگستن) محفظه قرار گرفتن غلطکها و نگهدارنده آنها. یاتاقانهای ژورنال: یاتاقانهای شفت - پوشش یاتاقانها کفشی - کلیدها قفلی (Locing keys)	یاتاقانها
دنده های اصلی - پنیونها - دندانه های سختکاری شده - پینهای قفلی	دنده ها
دنده ها - یاتاقانها - لنهای ترمز - کلاچ - اسپولها - پمپها - شفت قدرت خروجی (PTO)	انتقال قدرت
پمپ - موتور - پره های پمپ - هوزینگ پمپ - شیرهای سروو - پیستونها - سیلندرهای هیدرولیک	سیستمهای هیدرولیک
پمپ جاروب - Lubes - پره ها - اتصالات میل بادامک - یاتاقانها - سیلندرها - هوزینگ - شفتها - غلطکها	کمپرسورها
دنده کاهنده - شفت - یاتاقانها - لوله ها - کیس توربین	توربین ها

مس (Cu): مس فلز با ارزشی است که مصرف آن بطور گسترده در صنایع مختلف وجود دارد، بدلیل اینکه این فلز قابلیت چکش خواری خوبی داشته و علاوه بر آن هادی حرارت و سرما میباشد. این فلز در سیستم کاهش دهنده اصطکاک (برینگ ها و یاتاقانها) نیز همانند استفاده آن در انتقال حرارت بطور گسترده و فراوان مورد مصرف میباشد.

منبع و منشأ مس (Cu)	قسمت
بوش سوپاپهای لکوموتیو - بوش گژن پین - بادامک - کولر روغن - تراست واشرها - گاورنر - یاتاقانها Valve gear Train Thrust buttons	موتورها
یاتاقانهای غلطکی : آلیاژ بکاررفته در جنس محفظه نگهدارنده غلطکها یاتاقانهای ژورنال : لایه های یاتاقان ژورنال Locking Keys , Slinger rings	یاتاقانها
بوشها - تراست واشرها	دنده ها
کلاچها - دیسکهای فرمان - یاتاقانها	انتقال قدرت
صفحات فشاری - پمپ - بوشها - سیلندر - پیستون پمپ - کولر روغن	سیستمهای هیدرولیک
لوله های کولر - موج گیرها - صفحات	حرارتی
یاتاقانها - صفحات فرسایش - تراست واشرها - اویل پمپ - کولرهای روغن - ترموستات - فیلترهای جداساز	کمپرسورها
یاتاقانها - لوله ها - کولرها	توربین ها

قلع Sn: این فلز بصورت آلیاژ همراه سرب و مس در روکش یاتاقانها بکار رفته است. آلیاژ مذکور بصورت لایه ای فدا شونده در روی یاتاقانها کاربرد دارد

منبع و منشأ عنصر قلع (Sn)	قسمت
(Valve Train) بوش گژن پین - بوشهای میل بادامک - تراست واشرها - گاورنر	موتورها
یاتاقانها غلطکی : آلیاژ محفظه غلطکها - یاتاقانها ژورنال : روکش یاتاقانهای ژورنال (باییت)	یاتاقانها
بوشها	دنده ها
کلاچها - دیسکهای فرمان - یاتاقانها	انتقال قدرت
صفحات فشاری پمپ - بوشها - میتواند بعنوان افزودنی نیز در برخی از روغنهای هیدرولیک وجود داشته باشد.	سیستم هیدرولیک
یاتاقانها - فیلترهای جداساز	کمپرسورها
یاتاقانها - لوله ها - کولرها	توربینها

آلومینیوم (Al): آلومینیوم یکی از فلزات با ارزش در تجهیزات، بخاطر داشتن استقامت بالا می باشد. همچنین مقاومت بسیار زیادی در مقابل خوردگی ها دارد. آلیاژهای آلومینیوم با دیگر فلزها باعث افزایش مقاومت حرارتی می شود. امروزه از این فلز با ارزش در ساختار تجهیزات بصورت ویژه استفاده می شود.

منبع و منشأ عنصر آلومینیم (Al)	قسمت
سیلندر - پیستون ها - هوا دهنده ها - بوشهای اویل پمپ برخی یاتاقانها - برخی بوش میل بادامک - برخی کولرهای روغن	موتورها
یاتاقانهای غلطکی : در آلیاژ محفظه نگهدارنده غلطکها - Locking Keys	یاتاقان
بوشها - تراست واشر - آلودگیهای گریس	دنده ها
بوشها - کلاچها	انتقال قدرت
برخی از سیلندرها ی پمپ - پیستون - کولرهای روغن - بصورت کمپلکس در آلودگی گریس	سیستم هیدرولیک
لوله های کولر - موج گیر - صفحات	مبدل های حرارتی
هوزینگ - یاتاقانها - سیلندر - صفحات فرسایش تراست واشر - یاتاقانها - اویل پمپ - کولرهای روغن	کمپرسورها
یاتاقانها - لوله ها - کولرها	توربین ها
سیستمهای EHC : رسوبات ناشی از ترکیبات پوشش فیلترها	

کرم (Cr): کرم بعنوان یک فلز مهندسی استفاده می شود و جهت افزایش سختی و مقاومت در مقابل خوردگی بکار می رود. این فلز در سیستمهایی که در شرایط سخت کار می کنند بیشتر بکار می رود.

منبع و منشأ عنصر کرم (Cr)	قسمت
رینگها - لاینرها - سوپاپهای دود - از سیستم خنککاری	موتورها
در آلیاژ غلطکهای یاتاقانهای غلطکی - یاتاقانای مخروطی	یاتاقانها
برخی یاتاقانها - پوشش شفتها - برخی از دنده ها خاص دارای پوشش کرم می باشند	دنده ها
یاتاقانها - فیلتر آب (تصفیه کننده آب)	انتقال قدرت
لاینرهای سیلندر - اسپولها	سیستمهای هیدرولیک
لوله های کولر - موج گیرها - صفحات	مبدل های حرارتی
هوزینگ - یاتاقانها - سیلندرها - صفحات فرسایش - تراست واشرها - قسمت بالائی یاتاقانها - اویل پمپ - کولر روغن	کمپرسورها
پوشش شفت - برخی از یاتاقانها	توربینها

سرب (Pb): فلزی است نرم که بعنوان سطح فرسایشی فدا شونده استفاده می شود. بویژه در یاتاقانهای ژورنال جزء اصلی باییت می باشد.

منبع و منشأ عنصر سرب (Pb)	قسمت
یاتاقانهای اصلی - یاتاقانهای ثابت و متحرک - می تواند بخشی از آلودگی ناشی از گازوئیل باشد.	موتورها
در یاتاقانهای غلطکی در قسمت محفظه نگهدارنده غلطکها - در یاتاقانهای ژورنال - قسمت اعظم باییت پوشش یاتاقانها	یاتاقانها
یاتاقانها - می تواند از رنگ پوسته دیواره های کیس دنده ها باشد.	دنده ها
یاتاقانها	سیستمهای هیدرولیک
یاتاقانها	کمپرسورها
یاتاقانها	توربینها

سیلیکون (Si)

بیشترین آلودگی مشاهده شده در آنالیز روغن مربوط به عنصر سیلیکون (ناشی از سیلیس SiO_2) می باشد.

سیلیس بطور وفور در پوسته زمین وجود دارد، ماسه کریستال بسیار سختی است و می تواند بمیزان زیادی از فلزات را مورد سایش قرار دهد.

منبع و منشأ عنصر سیلیکون (Si)	قسمت
بلوک سیلندر (در آلیاژ آلومینیوم) - نفوذ گرد و خاک از محل تنفس موتور - منابع خارجی	موتورها
در آلیاژ یاتاقانهای غلطکی به همراه آلومینیوم	یاتاقانها
بوشها - تراست واشرها - آبنند سیلیکونی - از افزودنی ضد کف روغن	دنده ها
کفشکهای ترمز - صفحات کلاچ - گرد و خاک	انتقال قدرت
برخی آبنندهای الاستومتریک پمپ - کولرهای روغن	سیستمهای هیدرولیک
لوله های کولر - موج گیرها - صفحات	میدل حرارتی
گرد و خاک - آبنند سیلیکونی - یاتاقانها - کولر (آلیاژ آلومینیومی)	کمپرسورها
گرد و خاک - آبنند سیلیکونی - افزودنی ضد کف	توربین

نقره (Ag): نقره هادی خوبی برای جریان الکتریکی و حرارت می باشد و برای استفاده در یاتاقانها دارای مزیت می باشد. و باعث ایجاد حداقل اصطکاک می شود. نقره در صورت وجود روی در افزودنی روغن دچار خوردگی شدید می شود. به همین علت در لکوموتیوها می بایست از عدم وجود روی در افزودنی روغن قبل از مصرف آن اطمینان حاصل کرد. نقره عموماً در قسمت‌های بیرونی تجهیزات صنعتی بکار می رود.

منبع و منشأ عنصر نقره (Ag)	قسمت
سوپاپها - گاید سوپاپ - لاینرهای سوپاپ - یاتاقانها میتواند از گرد و غبار باشد	موتور
در آلیاژ غلطک یاتاقانهای غلطکی - محل قرار گرفتن غلطکهای یاتاقان	یاتاقانها
از آلیاژ فولاد دنده ها	دنده ها
یاتاقانها - سروو شیرها - بیستونها	سیستمهای هیدرولیک
یاتاقانها	کمپرسورها
یاتاقانها - شفت - دنده های کاهنده	توربین

دیگر فلزات فرسایشی

منابع احتمالی	عنصر
موتورهای جت - یاتاقانها - آلودگی ناشی از رنگها	تیتانیوم
آلودگی سوخت - آلیاژ فولاد	وانادیم

مواد افزودنی :

علاوه بر عناصر فوق، عناصر مختلف دیگری نیز وجود دارند که در آنالیز روغن شناسائی می شوند. اکثر آنها در جدول زیر لیست شده اند.

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

تعیین تناوب نمونه گیری روغن ماشین آلات

نمونه گیری روغن و آنالیز آن در دستگاه ها عمدتاً به منظور تعیین روند فرسایش، کیفیت روغن و اندازه گیری آلاینده های موجود در روغن انجام میشود. این عمل یکی از روشهای بسیار موثر در کاهش هزینه های نگهداری و تعمیرات میباشد.

در هر حال بمنظور استفاده از برنامه آنالیز روغن ماشین آلات، باید برای تعیین تناوب های زمانی نمونه گیری 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

(مصرفی و لوازم ذخیره)

۴- تعمیرات؛ کیفیت عملیات سرویس، نگهداری و تعمیرات یک عامل مهم در تعیین فاصله زمانی نمونه گیری میباشد.

۵- کیفیت روغن و سوخت؛ بدیهی است که روغن و سوخت با کیفیت پائین بر استهلاک روغن و دستگاه اثر میگذارد.

۶- تجربه اپراتور؛ دانش فنی اپراتور در مراقبت و نگهداری موثر دستگاه اثر مستقیم بر برنامه ریزی نمونه گیری دارد.

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.

بطور کلی، یک نقطه بهینه برای تناوب زمان نمونه گیری میتواند با توجه به دوره های زمانی تعویض روغن تعیین گردد. پس از ایجاد بانک اطلاعاتی برنامه مراقبت وضعیت و ایجاد چند سابقه از دستگاه، می توان نسبت به اصلاح و بهینه سازی فاصله زمانی نمونه گیری اقدام نمود. جدول زیر بر اساس شرایط متعارف کارکرد دستگاه ها و تجهیزات ، تناوب نمونه گیری در نظر گرفته شده است، از این رو میتواند بعنوان یک الگوی اولیه مورد استفاده دست اندرکاران قرار گیرد.

ماشین آلات عمرانی		ردیف
تناوب نمونه گیری نرمال (ساعت / کیلومتر) (Scheduled Oil Sampling) (SOS)	نوع دستگاه	
۲۵۰ ساعت / ۱۰ هزار کیلومتر	موتورهای دیزلی	۱
۷۰۰-۵۰۰ ساعت / ۲۰ تا ۳۰ کیلومتر	دیفرانسیل ها	۲
۷۰۰-۵۰۰ ساعت / ۲۰ تا ۳۰ هزار کیلومتر	فاینال درایو	۳
۵۰۰ ساعت / ۲۰ هزار کیلومتر	انتقال قدرت	۴

صنعت و ماشین آلات دریائی			
نمونه گیری موردی (بر اساس تقویم) (Random Oil Sampling) (ROS)	تناوب نرمال نمونه گیری (Scheduled Oil Sampling) (SOS)		نوع تجهیزات
	بر اساس تقویم	بر اساس ساعت	
سه ماهه	ماهانه	۵۰۰	توربین های بخار
سه ماهه	ماهانه	۵۰۰	توربین های آب
سه ماهه	ماهانه	۵۰۰	توربین های گاز
سه ماهه	ماهانه	۵۰۰	دیزل ژنراتورهای ثابت
سه ماهه	ماهانه	۵۰۰	موتورهای با سوخت گاز طبیعی
سه ماهه	ماهانه	۵۰۰	کمپرسورهای هوا / گاز
سه ماهه	ماهانه	۵۰۰	کمپرسورهای سیستم های برودتی
سه ماهه	ماهانه	۵۰۰	گیربکس های سنگین
هر شش ماه	هر ۳ ماه	—	گیربکس های نیمه سنگین
سه ماهه	ماهانه	۵۰۰	موتور با قدرت ۲۵۰۰ اسب و بالاتر
هر شش ماه	سه ماهه	—	هیدرولیک
سه ماهه	ماهانه	۲۵۰ ساعت	موتورهای دیزل

توجه: کارکرد نرمال یعنی اینکه دستگاه بطور پیوسته در حال کار باشد.

نمونه گیری روغن :

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

لذا اجرای یک برنامه نمونه گیری صحیح در درجه اول اهمیت قرار دارد. همچنین در اجرای یک برنامه مراقبت وضعیت موثر، آموزش نیروهای انسانی درگیر با این کار بایستی یک اقدام جدی و اساسی تلقی گردد.

نحوه نمونه گیری روغن از دستگاه ها :

مهمترین نکاتی که در ارتباط با نمونه گیری صحیح، باید مورد توجه واقع شود بشرح زیر است:

الف) نمونه گیری بایستی یکسان انجام گیرد و عواملی نظیر نقطه برداشت نمونه از قسمت مورد نظر و غیره نبایستی در نمونه گیری بعدی تغییر کند.

ب) در موتورهای (دیزل/بنزین)، نمونه بایستی بلافاصله پس از خاموش نمودن دستگاه گرفته شود. برای آن دسته از سیستمهایی که روغن آنها از طریق پمپ روغن گردش ندارد (دیفرانسیل و گیربکسهای بدون پمپ و غیره)، بهترین روش اینستکه، قبل از نمونه گیری دستگاه مدتی حرکت نماید و بلافاصله پس از توقف نمونه گیری انجام شود. برای دستگاههایی نظیر توربینها و غیره که نمونه گیری در حال کار دستگاه انجام می شود، طبق دستورالعمل های سازندگان عمل شود.

ج) در سیستم هیدرولیک نمونه گیری میتواند از شیر نمونه گیری در مسیر فشار یا تانک سیستم انجام شود. در سیستم دنده ها، محل گیج روغن که به تشتک (کارتل) راه دارد.

ه) برای پیشگیری از آلودگی محیطی نمونه روغن (آب باران، ذرات گرد و غبار معلق در هوا و غیره)، بویژه در شرایط هوای نامناسب، دقت کافی معمول گردد.

ح) نمونه گیری بایستی از حد وسط ارتفاع مخزن روغن انجام شود.

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

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

ظروف نمونه پلاستیکی یکبار مصرف، با ظرفیت حدود ۳۰ سی سی برای بیشتر سیستمها کافی خواهد بود.

در ارتباط با نمونه های روغن نو و برخی از سیستم های حساس و مهم، نمونه با حجم بیشتری مورد نیاز است که با مشاوره آزمایشگاه معین می گردد.

نمونه ها به همراه فرمهای تکمیلی مربوطه، بایستی در اسرع وقت به آزمایشگاه ارسال شود. ارسال نمونه

معمولا از طریق پیک و یا پست های سریع (پیشتاز و غیره) انجام می شود.

وسایل و تجهیزات مورد نیاز جهت نمونه گیری روغن:

به منظور استاندارد نمودن کار نمونه گیری، وسایل زیر مورد نیاز می باشد:

۱- کیف مخصوص حمل نمونه روغن

۲- پمپ مخصوص نمونه گیری

۳- ظرف ویژه نمونه روغن

۴- شلنگ نمونه گیری

۵- فرمهای مخصوص نمونه روغن،

کلیه لوازم مذکور از طریق آزمایشگاه قابل تهیه می باشد

در پایان این سئوالات مطرح می باشد:

آیا همواره پیشگیری بهتر از تعمیر است؟ و

آیا با توجه به مطالب مطروحه، راهبری ماشین آلات و تجهیزات بدون استفاده از برنامه

آنالیز روغن

امری کارشناسی و اقتصادی است

آدرس : تهران - خیابان شریعتی - بالاتر از خیابان شهید بهشتی،

کوچه شهرتاش، پلاک ۱۸ طبقه سوم

تلفن : ۸۸۵۱۳۷۶۱-۸۸۷۶۷۲۲۸

فاکس: ۸۸۵۱۳۷۶۰

www.tavannet.com

contact@tavannet.com



