

# Kenőanyagcsere és gépkarbantartás szervezés olajanalízis alapján

Szerző: Rahne Eric, okl. villamosmérnök

Copyright © PIM Professzionális Ipari Méréstechnika Kft.

Ahogy az ember véréből is számos információ nyerhető annak egészségi állapotáról, úgy a gépek kenőanyagának (olajának) vizsgálatával is sok mindent megtudhatunk azok állapotúkról és várható élettartamúkról, valamint a már meglévő vagy kialakuló problémáikról.

Nyilvánvaló, hogy az olajban azonnal jelentkeznek - és vizsgálatával felderíthető - bármilyen erózióval (kopással, forgácsolással stb.) járó géphiba, mivel annak "termékei" bekerülnek a kenőanyagba. De a gép élettartamát nagyban befolyásoló kenőanyag minőségét is érdemes ellenőrizni; hogy mennyire jó még a viszkozitása, nem eloxidált-e, nincs-e megengedhetetlen víztartalma, nincsenek-e benne szennyeződések. Jó, ha a vizsgálatokat a karbantartó a helyszínen; gyorsan el tudja végezni - lehetőleg rendszeresen megismételve. Az így képezhető trendek alapján a gép üzemeltetésére, a kenőanyag minőségére (megfelelőségére) és a szükséges cserék időpontjára vonatkozóan sok értékes információ kapható. Ezáltal időben történhet a kenőanyag cseréje, még mielőtt a gép károsodna, de mégsem túl korán, hiszen az egyre magasabb olajárak mellett érdemes minden kenőanyagot addig használni, amíg a feladatát ellátja. Az idő- vagy üzemóra-alapú csere értelmetlen pénzkidobás.

## Az olajvizsgálat gyakorlata

Hogyan vizsgálható meg az olaj állapota? Kézenfekvő megoldás az olajtársaságok vagy független olajvizsgáló laboratóriumok által nyújtott szolgáltatások igénybevétele. A legtöbb ilyen vizsgálat teljeskörű fizikai és vegyelemzést nyújt a beküldött kenőanyagról. Az árak nagyon változóak: 20 és 30 ezer forint közötti mintánkénti árak ugyanúgy előfordulnak, mint az olajszállítók által ingyenesen nyújtott értékelések. Akinek sok olajat kell használnia, vagy technológiai okoknál fogva gyakran kell azt cserélnie, a fentiek szerint tetemes kiadástkiadással kell kalkulálnia, ha ingyenes vizsgálatokat nem tud - vagy nem akar - igénybe venni. Ilyenkor a következőkben bemutatásra kerülő mobil (de sajnos nem kéziműszer-méretű) olajvizsgáló eszközök magas áruk ellenére is kedvező megoldást jelenthetnek.

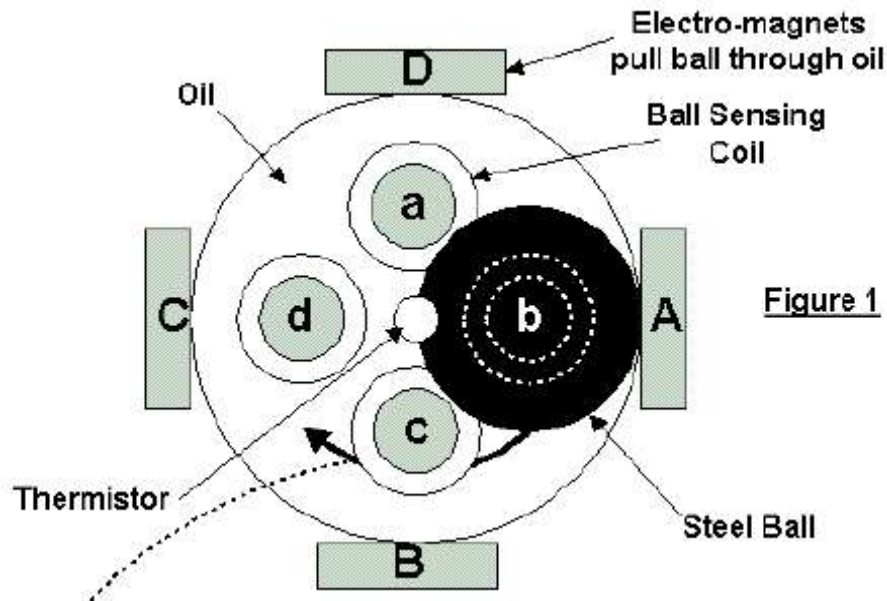
Gépészeti szempontból a kenőanyag legfontosabb paraméterei a következők: viszkozitás, semlegesítési szám, savszám, víztartalom; szilárd szennyezettség (fémes, nem fémes), oxidációs fok (öregedési jellemző), adaléktartalom (kálcium, cink, foszfor, vas, króm, ón, alumínium, réz, ólom, nikkel, szilícium, nátrium). A paraméterek többsége fizikai alapú vizsgálattal mérhető, tehát nem kellene vegyszerek (sem "vegyi" labor). Sok esetben az olaj jellemzői meglepően egyszerű fizikai folyamatok kihasználásával határozhatók meg.

Ügyesen megkonstruált vizsgálóeszközök esetében csak kis mennyiségű olajminták szükségesek, a vizsgálati idők pedig (a felméréndő paramétertől függően) pár másodperc és néhány perc között mozog. A vizsgálati eszközök viszonylag kis mérete és súlya az olajállapot helyszíni meghatározását is lehetővé teszi. A következőkben néhány módszert, valamint egy-egy arra épülő vizsgálóműszert mutatunk be.

## Ipari olajviszkoziméter

A cső alakú viszkoziméterek használata egyszerű, eredményük pontos, de a vizsgálat időigényes (főleg nagyobb viszkozitású olajok esetén), és utána többé-kevésbé körülményes a műszer tisztítása. Más mérési elv alkalmazásával az említett problémák elkerülhetők, sőt, a mérés automatizálható. Az olaj viszkozitásának mérésére a következő eljárás alkalmazható előnyösen: egy körkörös edényben körmozgásba hozunk egy fémgolyót az edényre ható szabályozott, forgó elektromágneses tér segítségével. A golyó haladási sebessége az olaj által gyakorolt ellenállástól függ. Tehát az egy kör megtételéhez szükséges idő lineárisan arányos az olaj viszkozitásával. Ha eközben mérjük az edény (tehát a benne levő olaj) hőmérsékletét is, az olaj viszkozitása az ismert hőmérsékletfüggés alapján a standard 40 °C-os vagy más bennünket érdeklő hőmérsékletű viszkozitásértékre számítható át.

A következő ábra egy ilyen elvű készülék felépítését mutatja. Az edény alá négy tekercs került elhelyezésre (a forgó tér létrehozása céljából), mindegyik meghajtó-tekercs mellé egy érzékelőtekercs is került, mely a golyó elhaladása során megváltozó elektromágneses tér által okozott fluxusváltozás érzékelése révén a golyó helyzetének detektálására képes. A golyó elhaladásának érzékelésére a mindig a soron következő mágnes bekapcsolódik, ezáltal a golyó egyre továbbhalad (körben). Az így létrehozott forgó elektromágneses tér által mozgatott golyó alkalmazásakor a mérés gyakorlatilag annak az időnek a meghatározására korlátozódik, amely a golyó két-két érzékelőtekercs előtti (fölötti) elhaladása között eltelik. A pontosság érdekében természetesen a teljes fordulathoz, illetve akár több fordulathoz szükséges időt mérik, átlagolják.



A CSi 52DV a fentiek szerint működő és a lehető legegyszerűbben használható ipari olajviszkózitás-mérő. Alkalmazásával kevesebb mint egy perc alatt bármilyen olajfajta viszkózitása meghatározható, ezután csupán papírtörölővel kell a műszert kitörölni és már jöhet is a következő minta. A CSi 52DV viszkóziméter digitálisan (PC-n) adja meg az olaj viszkózitását szabványos értékben (cSt-ben, 40 °C-on), de maga a mérés szobahőmérsékleten mehet végbe. A gépüzemeltető a viszkózitásérték alapján kiszűrheti az elhasználdott, hígított, vízzel szennyezett, téves vagy összekevert olajokat, megelőzve ezzel a nagyobb gépkárosodásokat. A mérések eredménye számítógépen trendelhető.

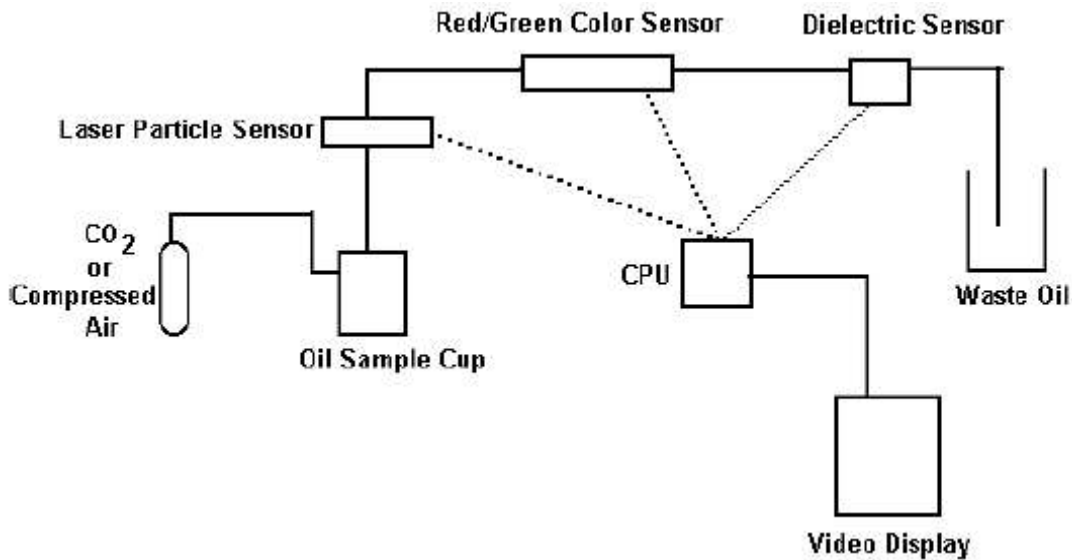
$$\log(\log(v + 0,7)) = A - B \log K$$

V = viszkózitás cst-ben  
 K = hőmérséklet Kelvin-ben  
 A és B = konstansok

Az A és B konstansok meghatározása az adott olaj 40°C-os és 100°C-os viszkózitása alapján történik, mely az olaj gyártói információjából - adatlap, leírás - vagy megfelelő referenciaolajok adataiból kivehető. A fenti összefüggés végülis a bevizsgálendő olajra vonatkozó "hőmérsékletfüggési görbét" eredményezi. Az adott hőmérsékleten végzett viszkózitásmérés eredménye e görbe alkalmazásával a szabványos 40°C-os értékre átszámítható.

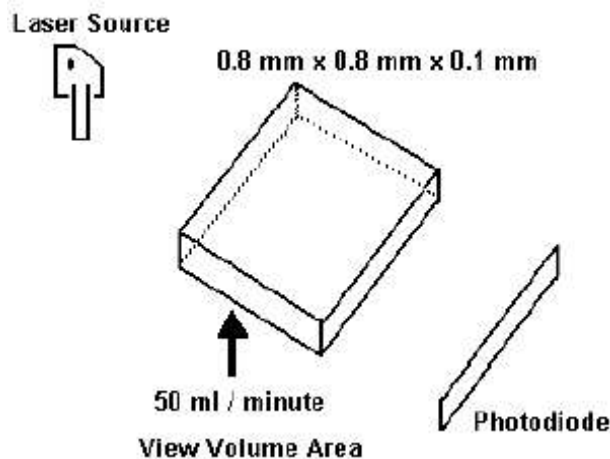
A CSi 52DV a fentiek szerint működő és a lehető legegyszerűbben használható ipari olajviszkózitás-mérő. Alkalmazásával kevesebb mint egy perc alatt bármilyen olajfajta viszkózitása meghatározható, ezután csupán papírtörölővel kell a műszert kitörölni és már jöhet is a következő minta. A CSi 52DV viszkóziméter digitálisan (PC-n) adja meg az olaj viszkózitását szabványos értékben (cSt-ben, 40 °C-on), de maga a mérés szobahőmérsékleten mehet végbe. A gépüzemeltető a viszkózitásérték alapján kiszűrheti az elhasználdott, hígított, vízzel szennyezett, téves vagy összekevert olajokat, megelőzve ezzel a nagyobb gépkárosodásokat. A mérések eredménye számítógépen trendelhető.

Természetesen az olaj viszkózitása csak egy a lényeges adatok közül. A kenőanyag további felhasználhatósága szempontjából ugyanolyan fontos tudni, hogy mennyi a víztartalma, mennyire oxidált, milyen mértékű a fémes és nem fémes szennyezettsége. Mindezt fizikai eljárásokkal lehetséges kideríteni. A következő ábra az ilyen paraméterek meghatározására alkalmas eszköz sematikus felépítését vázolja.



A sűrített levegő, illetve a szén-dioxid az olajminta szállítását szolgálja a berendezésen belül. Az olaj először lézeres részecskeszámlálón áramlik keresztül, amely a benne levő szilárd szennyeződések méretét és mennyiségét képes felmérni. Ezután az olaj egy piros-zöld fényérzékelő előtt halad el, amely az abszorpciós spektrum meghatározását végzi, ezáltal az olaj kémiai változására (oxidáltságára) utaló adatot szolgáltatva. A soron következő vizsgálat az olaj dielektromos tényezőjét adja meg, és ezzel információt ad az olaj minőségére, egyebek között vizes szennyezettségének mértékére vonatkozóan.

A berendezés központi eleme a lézeres részecskeszámláló. Működésének lényege annak megállapítása, hogy a pillanatnyilag a szenzor előtt lévő mikromintában (a teljes olajminta csak töredéknyi részében) van-e, és ha igen, milyen méretű a szilárd részecske (sematikusán lásd a lenti ábrán). A mikrominta extrém kicsi térfogata garantálja, hogy tipikus olajok esetén (kevesebb mint 15 000 részecske/ml) statisztikailag legfeljebb egy részecske jut a vizsgálandó mikromintára. Ha egy-egy szilárd részecske jelen van, a detektor (lézertényre érzékeny optikai dióda) által szolgáltatott feszültségjel amplitúdója a részecske méretével (megvilágított felületének nagyságával) arányos. A felületadat pedig jó közelítéssel a részecske térfogatával, illetve rádiuszával arányosnak tekinthető. A teljes olajminta bevizsgálása tehát egymás után analizált mikrominták információinak összegzése és statisztikai kiértékelése formájában zajlik: csupán összegezni kell, hogy milyen méretű részecskékből hányszor fordult elő egy-egy darab. A méreteket pedig a különböző szabványok előírásai alapján szokás kategorizálni, csoportosítani.



A legismertebb két olajtisztasági és -minőségi szabvány az ISO 4406 és a NAS 1638. Táblázatunk e két szabványban rögzített határértékeket hasonlítja össze. Az ISO 4406 szabványt leginkább a hidraulikaolajokkal kapcsolatosan szokás alkalmazni, az előforduló részecskék kummulatív összegzésén alapul (például hány 5  $\mu\text{m}$ -nél nagyobb részecske van a mintában), a minta mennyisége 1 ml. A NAS 1638 szabvány a kenőolajok területén terjedt el, számlálási módszere differenciális (hány 5 és 15  $\mu\text{m}$  közötti méretű részecske van a mintában?), a vonatkoztatási olajminta pedig 100 ml.

## Az ISO 4406 és a NAS 1638 szabvány összehasonlítása

Szabvány	Számlálási módszer	Referenciatérfogat	Részecskeméret ( $\mu\text{m}$ )
ISO 4406	kummulatív	1 ml	>5, >15
NAS1638	differenciális	100 ml	5...15, 15...25, 25...50, 50...100

### Példa a fenti elv alapján működő eszközre: CSi Trivector Analyzer

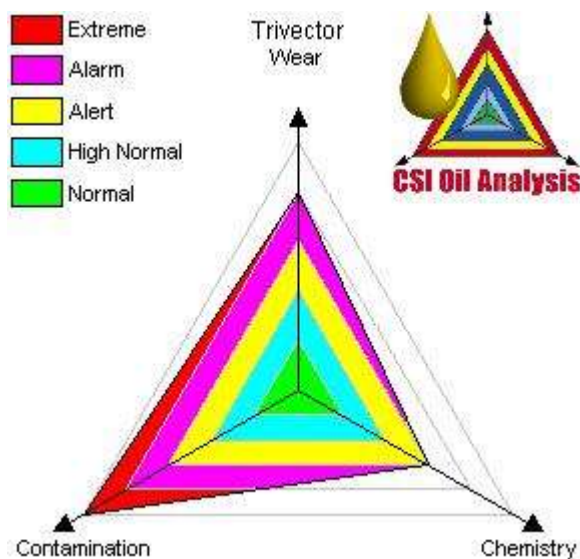
A CSi 5200 Trivector Analyzer egyesíti a különféle olajanalizáló készülékek képességeit. A műszerrel fizikai eljárásokra alapozva (tehát vegyszerek nélkül) vizsgálható az olajminta elfáradása, oxidálása, a fémes és nem fémes szilárd szennyeződés mértéke és a víztartalom. Rendelkezik továbbá beépített lézeres részecskeszámlálóval is, és mikroszkopikus minták készítésére is képes. E képességek révén a gépüzemeltető részére minden információt megad ahhoz, hogy az olaj megfelelőségét, illetve tovább-felhasználhatóságát el lehessen dönteni. A vizsgálatok eredményei már néhány perc alatt rendelkezésre állnak, könnyen megismételhetők, trendelhetők és a CSi Trivector ábrázolás révén szemléletesen megjeleníthetők.



#### Készülékjellemzők, műszaki adatok

- vizsgálható olajfajták: minden ipari olajtípus
- analizálható paraméterek:
  - kémiai index – olajoxidációs tényező (index-szám)
  - dielektrikum értéke
  - nemfémes szennyeződések mennyisége (index-szám)
  - nagyméretű nemfémes szennyeződések mennyisége (index-szám)
  - vízmolekulák és más korrodáló anyagok jelenléte (index-szám)
  - víztartalom (százalékban)
- ISO 4406 ill. NAS 1638 szabványnak megfelelő tisztasági kódok
- >2 $\mu\text{m}$ , >5 $\mu\text{m}$ , >10 $\mu\text{m}$ , >15 $\mu\text{m}$ , >25 $\mu\text{m}$ , >50 $\mu\text{m}$ , >75 $\mu\text{m}$  és >100 $\mu\text{m}$  méretű részecskék száma
- fémes (mágnesezhető) szennyeződések (index-szám)
- nagyméretű fémes (mágnesezhető) szennyeződések (index-szám)
- analízis időtartam: 8 perc
- szükséges olajminta: kb. 50 ml
- folyamatkijelzés színes LED-ekkel, vezérlés PC-ről
- eredménydokumentálás, adattrendelés PC-n
- külső méret, súly: 362 x 454 x 438 mm, 12,5 kg

Nagyon jó ötlet a különböző olajparaméterek összefoglalása egy-egy háromdimenziós vektorba, ahogy a következő példa (CSI Trivector) mutatja: az ábra gyorsan áttekinthető információtartalma alapján pillanatok alatt eldönthető az olaj tovább felhasználhatósága.



Az olajállapot felmérése során ne feledkezzünk meg az olajban lévő szennyeződések vizuális vizsgálatáról sem. Igenis sokat elárul egy-egy "részecske" formája és színe. Sok esetben a meglévő vagy kialakuló géphibára is lehet következtetni! Megfelelő nagyítású és minta-átvilágítású mikroszkópok alkalmazásával szinte vallathatjuk a mintákat. Ennek példájául szolgáljanak a következő képek:

