

Kenőanyagok vizsgálata

1. A kenőanyagok feladata:

- súrlódás csökkentése
- kopáscsökkentés
- súrlódási hő elvezetése

2. A kenőanyagokat többféle szempont szerint csoportosíthatjuk, pl.

- Konzisztencia szerinti csoportosítás:
 - folyékony kenőanyag (kenőolaj)
 - konzisztens, azaz plasztikus, kenőcsszerű (kenőzsír, gépszír)
 - szilárd
 - esetleg légnemű
- Eredet szerinti csoportosítás:
 - kőolaj alapú
 - növényi, állati eredetű
 - szintetikus azaz mesterségesen előállított

3. Kenőolajok és tulajdonságai

A legáltalánosabban használt kenőanyagok a folyékony kenőanyagok, azaz kenőolajok. Kenőolajokat a súrlódás, kopás csökkentésére elterjedten használnak. Nem folyékony kenőanyagot (kenőzsírt, szilárd kenést) csak akkor használunk, ha a folyékony kenőanyag valamilyen oknál fogva nem megfelelő. Elsősorban a felhasználási hely határozza meg, hogy milyen kenőolajat használjunk. Leginkább elterjedt a különféle ásványi olaj (kőolaj) alapú olajok használata. Előnyük a viszonylagos olcsóságuk. Környezetvédelmi okok miatt egyre terjed a növényi olaj alapú kenőolajok használata. A kenőolajból ugyanis a legnagyobb elővigyázatosság ellenére is kerülhet a környezetbe. Az ásványi olajok a környezetbe kerülve lassabban bomlanak le, mint a növényi olajok, ezért környezeti hatásuk kedvezőtlenebb. A növényi olajokat a környezetbe kerülve a mikroorganizmusok sokkal gyorsabban bontják le (hiszen hosszú időn keresztül csak az egyenes szénláncú növényi olajjal találkoztak, az elágazó szénláncú ásványolajjal csak az utóbbi században) ezért kevésbé környezetkárosítók. Pl. motorcsónak versenyeken csak növényi olaj használható kenőolajként, hiszen az esetlegesen elcsöpögő olaj közvetlenül az élővízbe jut. Egyre terjed a szilikon olajok –mint mesterségesen előállított olajok - használata is.

Néhány fontos tulajdonság:

- **viszkozitás és a viszkozitás függése a hőmérséklettől**
- **lobbanáspont**
- **dermedéspont**

A viszkozitás fogalma és meghatározása:

A viszkozitás a folyadékokban a belső folyadékrétegek egymáshoz képest való elcsúsztatásánál fellépő - súrlódás jellegű – mozgást gátló ellenállás. A felhasználás szempontjából a kenőolaj nagyon fontos (talán legfontosabb) jellemzője.

Newton törvénye szerint a “folyadékrétegek” elcsúszása során fellépő erő egyenesen arányos a súrlódó felületek nagyságával, egymáshoz viszonyított sebességével és fordítottan arányos a rétegek távolságával. Az arányossági tényező (együttható) a viszkozitás (η):

$$F = \eta \frac{dv}{dx} A$$

Ahol : F – súrlódási erő

η - a folyadék belső súrlódási együtthatója, **(dinamikai) viszkozitása**

A – a súrlódó felület

$\frac{dv}{dx}$ a $\frac{\Delta v}{\Delta x}$ hányados határértéke (lásd derivált) ahol a számláló az elcsúszó “rétegek”

egymáshoz viszonyított sebessége, a nevező pedig a rétegek távolsága. Ezt a hányadost szokás sebesség gradiensnek is nevezni.

Mérése a Newton trv. szerint történik, pl. forgó felületekkel (rotációs viszkoziméterek).

Mértékegysége:

$$N = \eta \cdot \frac{s}{m} \cdot m^2 \quad \text{amiből } \eta \text{ mértékegysége } \frac{N}{m^2} s. \text{ Figyelembe véve, hogy a } \frac{N}{m^2} = Pa, \text{ ezért}$$

η **dimenziója** $Pa \cdot s$

Az SI mértékrendszer bevezetéséig a centipoise-t (cP) használták: ($1cP = 0.001Pa \cdot s$)

Vannak a folyadékoknak olyan tulajdonságai, melyek nem a dinamikai viszkozitással, hanem a dinamikai viszkozitás és a sűrűség hányadosával arányosak, mint pl. egy vékony csövön (kapillárison) adott mennyiségű folyadék átfolyási ideje. Ezért bevezették a **kinematikai viszkozitás** (ν) **fogalmát, ami a dinamikai viszkozitás és a sűrűség hányadosa**. Mérése kapilláris viszkoziméterekkel történik.

Mértékegysége: $\nu = \frac{1Pa \cdot s}{1 \frac{kg}{m^3}} = \frac{m^2}{s}$. Gyakrabban használt mértékegysége a $\frac{mm^2}{s}$.

Régi mértékegysége a stokes (St), illetve századrésze a centistokes (cSt). $\left(1cSt = 1 \frac{mm^2}{s}\right)$

A dinamikai és a kinematikai viszkozitás mellett használnak még (bár egyre kevésbé) empirikus módszereket is, melyek “relatív viszkozitás” értékeket szolgáltatnak. Európában az Engler-féle módszer terjedt el. A vizsgálat során mérik, hogy a szabványos méretű Engler-féle viszkoziméterből egy adott hőmérsékleten hányszor lassabban folyik ki a vizsgálandó olaj 200 ml-e, mint az ugyanilyen mennyiségű 20 °C-os desztillált víz.

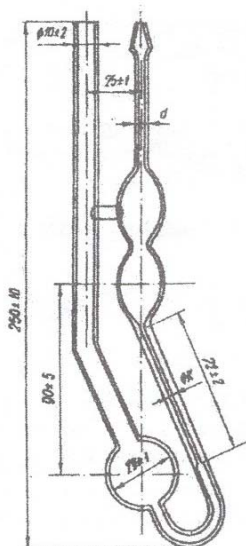
A kenési hely szabja meg, hogy milyen viszkozitású olajat használunk. Az olaj az egymáson elmozduló – fém, műanyag, stb. – felületek között kenőanyag filmet hoz létre, ami megakadályozza a felületek egymással való érintkezését. Ha a kenőanyag nem tud megmaradni a felületek között, a kenés nem megfelelő, az alkatrészek idő előtt tönkremennek. A kenés minősége erősen függ a kenőanyag viszkozitásától. Ha a felületek közötti **nyomóerő nagy, akkor nagyobb viszkozitású** olajat kell használni, mert a kis viszkozitásút kinyomnák az alkatrészek maguk közül. Ellenben kis terhelésnél (pl. óra, műszerek, stb.) elegendő kis viszkozitású kenőolaj is. Természetesen igyekszünk a lehető legkisebb, de még elégséges viszkozitást választani, hiszen a nagyobb viszkozitású olajjal kent alkatrészek nehezebben mozdulnak el, nagyobb az energia veszteség. Ezért szokták a kis viszkozitású olajokat energia takarékos olajoknak is nevezni. **Lassan mozgó alkatrészek kenésére szintén nagyobb viszkozitású olaj szükséges**, mert több ideje van a kenőanyagnak kifolyni a kenési helyről. Gyorsan mozgó alkatrészek kenésére kis viszkozitású olaj a megfelelő, mint például a textiliparban a gyorsan pörgő orsókhoz egészen kis viszkozitású “orsó olajat” használunk. A felületek megmunkálási finomsága, illesztési pontossága is befolyásolja a szükséges viszkozitást. Nagyon **finoman illesztett, kis felületi egyenetlenségeket tartalmazó felületekhez elég a kisebb viszkozitású olaj**, míg a nagy egyenetlenségek “elfedéséhez” nagyobb viszkozitású olaj szükséges. Ezért elegendő a legújabb –finoman megmunkált felületekkel gyártott - autókba a

kisebbs viszkozitású olaj mint a régebben gyártottba és ezért javít az erősen kopott jármű üzemi tulajdonságain a nagyobb viszkozitású olaj használata.

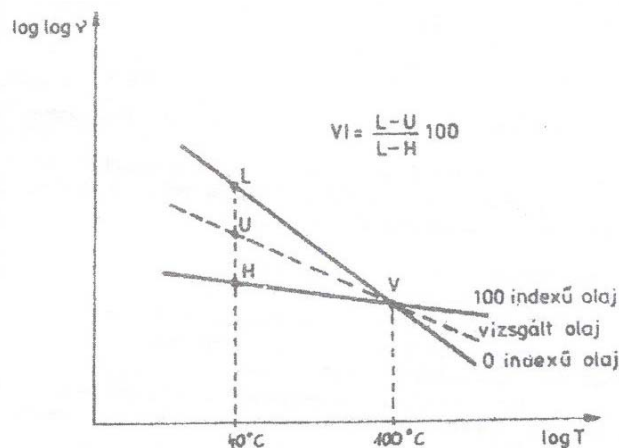
A kinematikai viszkozitás mérése a laboratóriumi gyakorlaton:

A kinematikai viszkozitás mérésére szolgálnak az ún. kapillár viszkoziméterek, amelyek segítségével az olaj viszkozitását az ásványolajipar által nemzetközileg használt és elfogadott kinematikai viszkozitási egységben ($\text{mm}^2/\text{s}=\text{cSt}$) lehet meghatározni. A mérés elve, hogy szabványos berendezésben, adott hőmérsékleten az olajat megfelelő nyomáson kapillárison engedik át és mérik a meghatározott térfogatú olaj kifolyási idejét. A kifolyási idő arányos a kinematikai viszkozitással, ezért ha a kifolyási időt megszorozzuk egy – az adott készülékre jellemző – arányossági tényezővel, megkapjuk a kinematikai viszkozitást. Az arányossági tényező neve műszerállandó, amit ismert viszkozitású folyadék mért átfolyási idejéből számolnak vissza. Ezt a műveletet kalibrálásnak, hitelesítésnek nevezik. A műszerállandót az illetékes mérésügyi hatóság állapítja meg.

A kapillár viszkoziméterek egyik ismert típusa a módosított Ostwald-féle viszkoziméter. A kinematikai viszkozitás mérésére szolgáló viszkoziméterhez – a különböző viszkozitású olajtermékeknek megfelelően- más és más méretű (“vastagságú”) kapilláris tartozik, amit az 1. ábrán láthatunk. Adatait és kiválasztási szempontjait szabvány rögzíti. A hőmérséklet pontos beállítása és tartása érdekében termosztálás szükséges. Termosztátként lényegében bármely edény alkalmazható, amelyben a fürdő-folyadék hőmérséklete beállítható és tartható a mérés teljes időtartama alatt $0.05\text{ }^\circ\text{C}$ pontossággal. A fürdő feltöltésére $70\text{ }^\circ\text{C}$ -ig vizet, magasabb hőmérsékleten pl. szilikon-olajat lehet használni. A gyakorlaton használt készülékek közül a $40\text{ }^\circ\text{C}$ -ra beállított vízzel, a $100\text{ }^\circ\text{C}$ -ra beállított szilikon-olajjal van feltöltve. A hűtés csapvízzel történik. Elektronika tarja a beállított hőmérsékletet a fűtés szabályozásával. Az egyenletes hőmérséklet beállítása érdekében gépi keverést alkalmazunk. A fürdő hőmérsékletét a bele merülő, $0.1\text{ }^\circ\text{C}$ beosztású higanyos hőmérőn tudjuk ellenőrizni. Az átfolyási időt legalább tized másodperc pontosságú stopperrel mérjük. A mérést csak tökéletesen tiszta és száraz kapillárisal szabad megkezdeni. Ezért a viszkozimétert petroléterrel vagy éterrel, utána alkohollal, végül desztillált vízzel kiöblítjük és levegő átszívással szárítjuk. A vizsgálandó olajminta előkészítése során – szükség esetén – víztelenítés és szűrés is szükséges lehet.



1. ábra



A viszkozitási index meghatározásának elve.

2. ábra

A mérés menete:

- A viszkoziméter vastagabb csövére gumicsövet húzunk, majd a viszkozimétert nyílásával lefelé fordítva a vékonyabb csövön át a kapilláris kezdetén lévő jelig felszívjuk a vizsgálandó folyadékot, buborékmentesen.
- A viszkozimétert eredeti helyzetébe fordítjuk, a vékonyabb cső felső részét megtöröljük és a viszkozimétert a fürdőbe helyezzük úgy, hogy a fürdő folyadék a felső gömböt ellepje és a viszkoziméter szárai függőlegesen álljanak.
- A fürdő hőmérsékletét 0.05 °C pontossággal beállítjuk.
- Megvárjuk, amíg a fürdő hőmérséklete stabilizálódik, s a minta a fürdő hőmérsékletét átvette. Ehhez általában legalább 10 perc szükséges. Ügyelni kell, hogy a viszkoziméterben a folyadék a mérés teljes időtartama alatt buborékmentes legyen!
- A hőmérséklet beállása után a viszkoziméter vékonyabb csövére gumicsövet húzva, a vizsgálandó olaj felszínét a két gömb között lévő “felső” jel fölé szívjuk. A szívást megszüntetjük és a szívásra használt gumicsövet eltávolítjuk. A műszer nagyon könnyen törik, ezért a szívó gumicsövet szinte nem is húzzuk rá a viszkoziméterre, hanem egyik kézzel fogva hozzá érintjük.
- A folyadéknívó lassan süllyedni kezd. A stopperórát akkor indítjuk, amikor a folyadék felszín a két gömb között lévő, felső jelhez ér és akkor állítjuk le, amikor az alsó gömb alatt lévő “alsó” jelhez ér. Gyakorlatilag tehát az alsó gömbnyi térfogat – a jelekkel beállított szabványos térfogat – átfolyási idejét mérjük. Mérés előtt megkeressük a jeleket és kipróbáljuk a stoppert.

A mérés értékeléséhez legalább három eredmény szükséges, melyek 0.5 %-nál nem jobban nem térhetnek el egymástól. A viszkozitást a mért átfolyási időnek és a – műszerre írt – műszerállandónak a szorzata adja:

$$v_t = c_t \cdot i$$

Ahol : v_t - a t hőmérsékleten mért kinematikai viszkozitás (mm²/s, azaz cSt)

c_t - a műszerállandó (mm²/s²)

i - a mért átfolyási idő középértéke másodpercben

A viszkozitás függése a hőmérséklettől:

A folyadékok viszkozitása a hőmérséklet emelkedésével csökken, csökkenésével nő. A változás mértéke az olaj nagyon fontos minőségi tulajdonsága. Azt az olajat tekintjük értékesebbnek, melynek kevésbé változik a viszkozitása a hőmérséklet-változás hatására. Ha a viszkozitás kétszeres logaritmusát (tehát a viszkozitás logaritmusának a logaritmusát) ábrázoljuk az abszolút hőmérséklet logaritmusának a függvényében, közelítően egyenest kapunk. Ebből adódóan két hőmérsékleten mért viszkozitás meghatározásával más hőmérsékletekre is tudunk interpolálni ill. extrapolálni, ha a kérdéses hőmérséklet abba a tartományba esik, ahol még fennáll a linearitás. A kenőolajok egymásközi összehasonlításának egyszerűsítésére és a viszkozitás hőmérséklettől való függésének egyetlen számmal való jellemzésére több kísérlet történt, melyek alapján több abszolút és relatív minősítő számot vezettek be. Ma az abszolút minősítésre példa a motorolajok fokozatba sorolása, míg a relatív minősítésre a viszkozitási index (VI). A relatív minősítés lényege, hogy az olaj viszkozitás-hőmérsékleti viselkedését két, önkényesen kiválasztott alapolaj sorozat viselkedéséhez hasonlítjuk.

A viszkozitási index:

A fogalom bevezetésekor kiválasztották a viszkozitás változás szempontjából az akkor ismert legjobb és legrosszabb olajokat. A legjobb az, amelynek a legkevésbé nő a viszkozitása a hőmérséklet csökkenésével. A legjobbat ("paraffinos" alapolajok) elnevezték 100-as viszkozitási indexűnek, a legrosszabbat ("nafténes" alapolajok) pedig 0-snak. Ez a két alapolaj két különböző helyről származó kőolajból készül. Természetesen mind a viszkozitásukat kevésbé változtató (100-as indexű), mind a viszkozitásukat nagyon változtató (0-s indexű) olajokból vannak kisebb-nagyobb viszkozitású olajok, hiszen az index nem a viszkozitást, hanem a viszkozitásnak a **változását** mutatja. Így 0-s és 100-as indexű alapolajok viszkozitás szerinti sorozatát kapjuk. Az alapolajoknak a sorozatából azokhoz az olajokhoz hasonlítjuk a vizsgálandó olaj viszkozitásának hőmérséklet szerinti változását, amelynek kinematikai viszkozitása 100 °C-on a vizsgálandó olaj kinematikai viszkozitásával azonos. Mérése a vizsgált olaj viszkozitás-változásának a két alapolaj sorozattal való összehasonlításán alapszik. A pontos definíció előtt vizsgáljuk meg a meghatározást egy konkrét példán, kerekített számokkal. Kíváncsiak vagyunk az olaj mintánk viszkozitási indexére. Először lemérjük a kinematikai viszkozitását 100 °C-on. Legyen például 4 mm²/s. Mind a nullás, mind a százás viszkozitási indexű sorozatból kiválasztjuk azt a mintát, amelynek 100 °C-on ugyanúgy 4 mm²/s a viszkozitása, mint a mintánknak. Van tehát három olajunk, (1) az ismeretlen, (2) a nullás indexű és (3) a százás indexű, s mindháromnak megegyezően 4 mm²/s a viszkozitása 100 °C-on. Lehűtjük mindháromat 40 °C-ra, s lemérjük a viszkozitásukat. A nullás indexű viszkozitása jócskán megnőtt (esetünkben közelítően 25 mm²/s-ra, ami a későbbiekben az L lesz a képletben), a százás kevésbé (20 mm²/s-ra, ami a H lesz a képletben), az ismeretlen mintánk pl. 21 mm²/s-ra (U a képletben). "Beskálázzuk" a 20 mm²/s és 25 mm²/s közötti távolságot 0 index és 100 index közé úgy, hogy a 0 index a 25 mm²/s-ra, a 100 index a 20 mm²/s-ra essen. Akkor a min mintánk 21 mm²/s-a a 80-as indexre esik. Ennyi a viszkozitási index. Fogalmazhatunk úgy is: megnézzük hogy a mi mintánk "távolsága" a nullás indexűtől (25-21=4) hány %-a a nullás és a százás távolságának (25-20=5). A 4 a 5-nek 80%-a, azaz $VI = \frac{25 - 21}{25 - 20} \cdot 100 = 80$. A viszkozitási index mértékegység nélküli viszonyszám (nem %). Tehát lineáris interpolációt végeztünk. Képlettel:

$$VI = \frac{L - U}{D} \cdot 100$$

Ahol :

VI – a viszkozitási index

U - a vizsgált olajminta kinematikai viszkozitása 40 °C-on (mm²/s)

L - annak az alapolajnak a viszkozitása 40 °C-on (mm²/s), amelynek viszkozitási indexe 0, és viszkozitása 100 °C-on megegyezik a vizsgált olajminta viszkozitásával.

H - annak az alapolajnak a viszkozitása 40 °C-on (mm²/s), amelynek viszkozitási indexe 100, és viszkozitása 100 °C-on megegyezik a vizsgált olajminta viszkozitásával.

D=L-H

A nullás és százás indexű olajok viszkozitásait (L és H a képletben) nem mérjük, hiszen azt egyszer lemérték, táblázatba foglalták, s szabványként megadott táblázatból olvassuk ki. A táblázat első oszlopában a 100 °C-os kinematikai viszkozitás, a többi oszlopában rendre az első oszlopban megadott viszkozitású olajhoz tartozó L,D,H értékek találhatóak. Ha az általunk mért 100 °C-os viszkozitás nem szerepel a táblázatban, akkor a hozzá legközelebb eső két érték között interpolációval határozzuk meg az alapolajok L,D,H adatait. A VI értéket egész számra kerekítve kell megadni. Az eredetileg önkényesen 100-as viszkozitási indexűnek választott olajoknál a mai technológiákkal lényegesen jobbat is elő tudnak állítani, ezért VI 100 fölötti is

lehet, sőt – a nullásnál rosszabb olajok esetén – akár negatív is. Negatív indexűekkel a gyakorlatban nem találkozunk, 100-nál nagyobb indexűekkel annál inkább. A mai legkorszerűbb motorolajok VI-e már 200 körüli. Ha a megadott képlettel kiszámolt VI>100, akkor az un. kiterjesztett viszkozitási indexet kell kiszámolni. Jele az angol Viscosity Index Extension kifejezés alapján VI_E .

$$VI_E = \frac{10^N - 1}{0.00715}$$

Az egyenletben szereplő N jelentése a következő: $v_{100^\circ\text{C}}^N = \frac{H}{N}$

$$\text{ebből } N = \frac{\log(H) - \log(U)}{\log(v_{100^\circ\text{C}})}$$

Ahol $v_{100^\circ\text{C}}$ = vizsgált olaj kinematikai viszkozitása 100 °C-on,

H és U pedig a korábbiakban definiált értékek. (A logaritmus azonosságai alapján bármilyen alapú logaritmussal számolva ugyanazt az eredményt kapjuk.)

A képlet jelentését a 2. ábrán szemléltetjük.

A kenőolajok csoportosítása viszkozitásuk szerint:

Ipari alkalmazás során számos, különböző célra gyártott és általában különböző tulajdonságú olajokkal találkozhatunk. Példának felsorolunk néhány olajat, közelítően viszkozitás szerint növekvő sorrendben: orsóolajok, gépolajok, szerszámgepolajok, turbinaolajok, hidraulika olajok, kompresszor olajok, hajtóműolajok, fűrészgépolaj, szánkenő olajok, tengelyolajok, stb.

Rövidített jelölésük általában utal az olaj nevére és a 40 °C-on mért kinematikai viszkozítására. Pl. az O-10 olyan orsóolaj, a G-32 olyan gépolaj, melynek viszkozitása 40 °C-on 10 illetve 32 mm²/s.

Nagyon fontos csoportot képeznek a gépjárművekben használt motorolajok, melyek tulajdonságait külön részletezzük.

A motorolajoknál is a legfontosabb kiválasztási szempont a viszkozitás, mégpedig az üzemi hőmérsékleten mutatott viszkozitás. A mai gépjárművek motorjai 100 °C körüli hőmérsékleten üzemelnek. Mivel a viszkozitás a nem műszaki emberek számára nehezen kezelhető fogalom, ezért a hétköznapi autós számára az SAE (Society of Automotive Engineering – Autóipari Egyesület) “nyári” viszkozitási fokozatokat definiált a 100 °C-os kinematikai viszkozitás alapján:

SAE viszkozitási fokozat	kinematikai viszkozitás 100 °C-on , minimum (mm ² /s)	kinematikai viszkozitás 100 °C-on , maximum (mm ² /s)	kinematikai viszkozitás 150 °C-on , minimum (mm ² /s)
20	5.6	9.3	2.6
30	9.3	12.5	2.9
40	12.5	16.3	2.9 (0W-40,5W-40,10W-40)
40	12.5	16.3	3.7 (15W-40,20W-40,25W-40)
50	16.3	21.9	3.7
60	21.9	26.1	3.7

Mint látható, a kisebb fokozat kisebb viszkozitásnak felel meg. A mai autók túlnyomó többségében a 40-es fokozatú olaj való. A 30-as fokozatú – kisebb viszkozitású – olajat csak azokba az autókba szabad beletenni, amelyek gépkönyve ezt egyértelműen megengedi (finom

illesztésekkel, kis tűrésekkel gyártott legújabb autók). Más járművekben használva elégtelen lesz a kenés és hamarabb tönkremegy az autó. 50-es és 60-as fokozatú olajat akkor használunk, ha valamilyen oknál fogva az előírt 40-es fokozat nem megfelelő. Ilyen ok lehet a szokásosnál nagyobb terhelés, olyan vezető, akinek a kezében gyorsabban megy tönkre a kocs. Pl. gyakorlatlan vezető, aki még nagy gázadásokkal, fékezésekkel – a többi autó között cikázva – vezet. Elméletileg nagyobb viszkozitású olaj kellene a tuningolt autókba is, de a gyakorlatban ennek nem sok jelentősége van, mert a tuningolt jármű egyébként is hamar tönkremegy, hiszen a tuningolás során a gyár által a lökésszerű nagy terhelések elleni védelmet biztosító programból éppen a védelmet törlik. (A tuning úgy viszonyul az autó egészségéhez, mint a sportolóéhoz a dopping). 50-es fokozatú olajat lehet használni pl. egy kopott hengerű járműbe. Ez általában műszerrel mérhető csökkenését okozza a kipufogó gázzal távozó elégtelen szénhidrogéneknek (“zöld kártya”!). A 60-as fokozatú olajok általában versenyeken használatosak. Az üzemi hőmérsékleten mért viszkozitás mellett nagyon fontos jellemzőjük a motorolajoknak a viszkozitás hőmérséklet szerinti változása. Ennek jellemzésére már láttuk a viszkozitási indexet, ami műszaki emberek által használatos, mert a nagyközönség számára túl bonyolult. Ezért vezette be az SAE az olajok hideg viselkedésére vonatkozó “téli” fokozatokat, ami alacsony hőmérsékleteken mért viszkozításokat és a 60000 mPas-os viszkozitáshoz mint szivattyúzhatósági határhoz tartozó szivattyúzhatósági határ-hőmérsékleteket definiál. A 2004 –ben frissített szabványt rövidítve az alábbi táblázatban adjuk meg. A részletes táblázat a laboratóriumban megtekinthető. A legfeljebb 60000 mPas-os viszkozitáshoz tartozó hőmérsékletek:

Téli fokozat	0W	5W	10W	15W	20W	25W
Hőmérséklet (°C)	-40 °C	-35 °C	-30 °C	-25 °C	-20 °C	-15 °C

Azokat az olajokat, melyek vagy a nyári, vagy a téli fokozatból egyet teljesítenek, monograde azaz egyfokozatú olajoknak nevezzük. A ma gyártott olajokra általában mind téli, mind nyári fokozatot megadnak, ezért multigrade vagy többfokozatú olajnak nevezzük. Pl. az 5W-40 egy ma használt jó minőségű olaj. Az adott nyári fokozaton belül természetesen annál nagyobb az olaj viszkozitási indexe, minél alacsonyabb a téli fokozat. A 0W-40 viszkozitási indexe közel van a 200-hoz.. Ez nagyon jó minőségű olaj. A kisebb viszkozitási indexű olajok kőolajból szétválasztási műveletekkel előállíthatók (desztillációval az olajban benne lévő vegyületeket “válogatjuk szét”) . A nagy viszkozitási indexű olajok már nem állíthatók elő egyszerű műveletekkel, mert a természetes kőolajban nincsenek megfelelő minőséget biztosító vegyületek. Ezért kémiai eljárásokkal **új vegyületeket** kell készíteni (szintézis). Így ezeket szintetikus olajoknak, míg a hagyományos technológiával gyártott olajokat ásványolaj alapúaknak nevezik. (Persze végső soron a szintetikus olajok is ásványolaj alapúak, hiszen szintézisük is ásványolaj termékekre épül). Régebben azt javasolták, hogy meleg éghajlatra 50-es, hidegre 30-as fokozatú olajat használjunk. Mivel a nyári fokozat az üzemi hőmérsékleten – ami pedig a mai autóknál a környezeti hőmérséklettől alig függ - mért viszkozitásra vonatkozik, ezért ez ma már nem helytálló. Helyette a magas viszkozitási indexre, azaz az alacsony téli fokozatra kell fektetni a hangsúlyt. A motor túlterhelése esetén nő az alkatrészek hőmérséklete, hiszen az állandó hőmérsékletű hűtővíz nagyobb hőmennyiséget nagyobb hőmérsékleti különbség esetén tud felvenni. A magasabb hőmérséklet csökkenti az olaj viszkozitását, romlik a kenés az olajszivattyú működési elvéből adódóan csökken az olajnyomás. Ebben az esetben is inkább a magasabb viszkozitási indexű olajat és lehetőleg ne a magasabb nyári fokozatút használjuk. Adott nyári fokozaton belül annál magasabb az olaj viszkozitási indexe, minél alacsonyabb a téli (W) fokozat. Magas viszkozitási indexű olajok előállítás drága, ezért az alacsony téli fokozatú olajok általában a nyári fokozatra engedélyezett tartomány alsó részére esnek, marketing okból. A 100 °C-on azonos viszkozitású olajok közül annak csökken jobban a viszkozitása emelt hőmérsékleten (motor túlterhelés), amelynek kisebb a viszkozitási indexe. Természetesen azonos

viszkózitási indexű olajok közül ami 100 °C-on a tartomány alsó részére esik, annak magasabb hőmérsékleten is kisebb lesz a viszkózitása, mint a tartomány felső részére esőnek (lásd 40-es fokozat két részre bontása 150 °C-on).

Alapvetően más szemléletű osztályozása a motorolajoknak a teljesítmény szint szerinti osztályozás. Több szervezet osztályozása is használatos. Legjelentősebb az API (American Petroleum Institute – Amerikai Ásványolaj Intézet) és az európai ACEA (Association des Constructeurs d’Automobiles – Európai Autógyártók Szövetsége) által alkalmazott minősítés. A specifikációkat számos laboratóriumi vizsgálathoz rendelik, melyek a kenőolaj minőségének értékelésére szolgálnak. Az osztályozást időnként aktualizálják, így egyes – korábban létezett – fokozatok törlésre kerülnek, és újakat vezetnek be. A vizsgált jellemzők közül néhány: mosóhatás, diszpergáló képesség, oxidációval szembeni ellenállás, kopásállóság.

Az API kétféle kategóriát különböztet meg: benzinmotorokra (“S”) és diesel motorokra (“C”). Mindkét kategóriában egy másik betű áll az S illetve C után. Minél hátrább van a második betű az abc-ben, annál jobb minőségű az olaj. Pl. az SH olaj gyengébb minőségű, mint az SJ. Jelenleg már csak az SJ és SL fokozatú minősítés kérhető, a többi érvényét veszítette. SH és elvétve SG fokozatú olaj még kapható. SI és SK fokozat nem létezik.

Az ACEA minősítés egy betűből és egy számból áll. Minél nagyobb a szám annál jobb az olaj. Részletes ismertetésük meghaladja a jegyzet lehetőségeit, de irodalomban megtalálható. Jelenleg (2006 február) érvényes kategóriák:

- Benzin és diesel motorokra összevontan: A1/B1, A3/B3, A3/B4, A5/B5. Eredetileg az A betű a benzin üzemű, míg a B betű a diesel motorokra vonatkozott, de utólag összevont kategóriákat hoztak létre
- Katalizátor barát olajok: C1, C2, C3
- Nehéz üzemű diesel motor olajok: E2, E4, E6, E7

Ezen kívül számos autógyár saját minősítést is bevezetett pl. Mercedes-Benz, BMW, VW/Audi (VAG), Porsche, MAN, VOLVO, Scania, Renault.

A viszkózitási tulajdonságok mellett a kenőolajok fontos tulajdonsága a lobbanáspont. Mérése kenőolajoknál “nyílt terű” lobbanáspont mérő készülékkel történik. Lobbanásponton azt az 1013 mb nyomásra átszámított legkisebb hőmérsékletet értjük, amelyen megszabott körülmények között a kőolaj termékből annyi gőz keletkezik, hogy a fölötte lévő levegővel elegyedve, láng közelítésére a vizsgált anyag teljes felületére kiterjedően ellobban. A legalább öt másodpercig tartó folyamatos égéshez tartozó hőmérséklet neve gyulladáspont. A lobbanáspont az olaj párolgására, összetételére, a motorolaj hígulására, (esetleg benzinnel keveredésére) és tűzveszélyességére jellemző érték, így ismerete egyrészt az illető olaj felhasználhatósága szempontjából, másrészt üzembiztonsági okokból szükséges.

Szintén fontos jellemző a dermedéspont, ami tájékoztatásul szolgál, hogy a kenőolaj mennyire alacsony hőmérsékletig marad folyékony.

Jelentős tulajdonság a motorolaj hőállósága. A felső dugattyúgyűrű magas hőmérsékleti zónában van (versenymotoroknál különösen), ami nagy megpróbáltatás az olaj számára. Ha ezt a hőmérsékletet nem bírja el, akkor kokszosodik és eltömi a dugattyú testben a gyűrű vajatát. Ez esetben a tüzelőanyag elégeésekor keletkező nagynyomású gáz nem tud bejutni a gyűrű mögé (a dugattyú test és a gyűrű közé), nem feszíti a gyűrűt megfelelő erővel a hengernek és így romlanak a motor üzemi paraméterei (és a gyűrű is tönkremegy).

A motorolajok felhasználás közbeni viselkedésére lehet következtetni a Conradson-szám értékéből, ami a szabványos körülmények között elvégzett termikus bontás után visszamaradó szényszerű anyag (kocsz) %-os mennyisége.

A kenőolajoknál nemcsak a használatlan olaj vizsgálata ad fontos információkat, hanem az elhasznált ("fáradt") olaj analízise is. Elsősorban a motorolajoknál alkalmazzák a fáradt olaj vizsgálatának a módszereit. A használat során az olaj nagy molekulái törtelődnek, a viszkozitás, viszkozitási index, lobbanáspont csökken. A szennyező anyagok felhalmozódnak. Ha ismerjük, hogy a motor egyes alkatrészei milyen ötvözetekből állnak, következtetéseket tudunk levonni, hogy melyik alkatrész kopik esetleg erősebben. Erre szolgál a fáradt olajok elemanalízise, melynek során az olajban lévő kémiai elemek – kiemelten a fémek – mennyiségét mérik. A leggyakoribb vizsgálatok:

Kinematikai viszkozitás 40 és 100 °C-on, VI, sav-, lúg-, üledék-, üzemanyag-, víz-, glikol-, klór-, koromtartalom, lobbanáspont, folyáspont, oxidációs és nitrációs fok, habzási jellemző, motorolaj adalékelem tartalom (Ca, Mg, Zn, P, B), kopásfémek és szennyezők (Fe, Cr, Sn, Pb, Al, Cu, Ni, Si, Na). Például a Si tartalom szennyeződésre, a Fe, Al, Cr a henger kopására, a Cu, Sn, Pb pedig csapágy kopásra utal.

Olaj adalékok

A kenőolajok tulajdonságainak javítására adalékokat kevernek az olajhoz. Különösen jelentősek az adalékok motorolajok esetén.

Néhány adalék típus

- Viszkozitás- és viszkozitásindex növelők
- Detergens-diszpergens (lerakódások ellen véd)
- Dermedéspont csökkentők
- Súrlódás, kopás csökkentők
- Oxidáció és korrózió gátlók
- Habzásgátlók
- EP (nagy terhelés) adalékok

A gyártók általában nem teszik közzé, hogy milyen adalékot és mennyit használnak az egyes olajhoz. Jelentős részük szilárd kenőanyag, ami a lökészerű nagy terhelések esetén jótékony hatású. Az adalék típusa és mennyisége függ a használatától is. Egy gyakorlott vezető esetén pl. nincsenek olymértékű lökészerű terhelések, mint az ügyetlen (az ő szóhasználatuk szerint "sportos") vezetők esetén. Általánosan használt adalékanyagok a grafit, a molibdéndiszulfid, cinkvegyületek. A gyárak komoly, hozzáértő szakembergárdával nagy költséggel kikísérletezik, hogy melyik adalék milyen mennyiségű használata célszerű általános használat esetén. Járulékos adalékolás általános használatra nem célszerű, mert általában ha javít az egyik paraméteren, többet ront a másikon. Az adalékokkal nem spórolnak a gyártók, hiszen az adalékok költsége az olaj árához képest nem nagyon jelentős. Adott adalékból azért nem tesznek bele többet, mert nem célszerű bele többet tenni. Ennek ellenére számos olajadalék kapható. A jelenleg ügyeletes csodaszerek mind a kenőolaj gyártása során is alkalmazott adalékok: többsége grafit, molibdéndiszulfid, cinkvegyület (pl. alkilditiofoszfát-cink), mikrokerámia (pl. bótnitrid), vagy finom eloszlású puhafém (pl. réz). Alkalmazásuk csak akkor nem káros, ha a használó tudja, hogy az ő autóhasználatában miben tér el az átlagostól és ehhez milyen adalék javasolható, továbbá, hogy ez biztosan nem ütközik az olajban már benne lévő adalékokkal. Okozott már komoly károkat is járulékos adalékolás. Példaként említhető a korábban árult teflonos adalék. Ez nagyon komoly hasznot hozott. A kereskedőknek és a gyártóknak. Komoly károkat okozott az autó tulajdonosoknak. (A teflon mint viszkozitás növelő és szilárd kenőanyag javította a kopott motor kompresszióját, érezhetően nőtt a motor teljesítménye. Egy darabig, de gyorsan tönkre is ment. A teflon hatására csökkent a hengerfalán az olaj nedvesítése, nőtt a kopás. A teflon nem csak ott vált ki, ahol a gyártó mondta, hanem máshol is, időnként még le is pattogzva.).

Az összetételt általában nem szeretik a gyártók megadni, de ma már (hatósági előírás miatt) egyre több termékhez érhető el ún. "biztonsági adatlap", ami a veszélyességi besorolást adja meg, de szakemberek számára – mellékesen – a termék összetételére is utal.

Az egyéb adalékok közül a szilikonolajat említjük meg, ami **nagyon kis** mennyiségben az olajhoz adagolva habzásátló hatású.

4. Konzisztens kenőanyagok

Azokra a kenési helyekre, ahova a folyékony kenőanyag nem megfelelő, mert nem maradna meg a kenési helyen hanem elfolyyna (pl. autónál futómű gombcsuklók, kerékcsapágyak), a környezeti hatások, por, víz miatt a környezettől részbeni elszigetelés szükséges, konzisztens kenőanyagokat, más néven kenőzsírokat használunk.

A kenőzsírokat anyaguk szerint osztályozva lehetnek:

- szintetikusak (pl. a szilikonzsírok)
- kenőolaj alapúak (pl. gépszírok)

A gyakorlat során a gépszírokkal foglalkozunk, szilikonzsír a laborban megtekinthető. (Egészségre nem ártalmas, de bőrről nehezen mosható le!).

A gépszírok

A gépszírok kenőolaj alapú konzisztens kenőanyagok, amelyeknél a folyósságot valamilyen konzisztencia növelő, sűrítő anyag adagolásával megszüntették. A sűrítő anyag lehet szintén ásványolaj termék (pl. cezerin), lehet szervetlen anyag (pl. a bentonit nevű agyagásvány), de legtöbbször **szappanokat** használnak erre a célra. A szappanok hosszú szénláncú zsírsavak sói. A termékek tulajdonságait elsődlegesen a felhasznált szappanok kationja határozza meg.

A gépszírok összetételüket tekintve 80-90 % kenőolajból és 10-20% szappanból állnak. Emellett tartalmazhatnak adalék-, töltő-, és színezőanyagokat is. Az adalékokat kis mennyiségben használják, de adagolásuk a termék tulajdonságait jelentősen befolyásolhatja.

Az adalékolás célja többféle lehet:

- emulzió stabilitás javítás
- élettartam növelés (antioxidánsok)
- tapadás javítás (EP azaz extreme pressure adalékok)
- kopásátlás
- korrózió gátlás

A nagyobb mennyiségben használt töltőanyagok rendszerint szilárd kenőanyagként is használható, réteges kristályszerkezetű anyagok, mint a grafit, vagy a molibdéndiszulfid. Ezenkívül használnak finomszemcsés porokat – kolloid kén, teflon por – is. A gépszírokat korábban főleg kalcium (hazai jele: KZS) ill. nátrium-szappanokkal (NZS) készítették. Jelenleg a lítium-szappanokkal készített zsírok (LZS) használata általános. A felhasznált szappan szerint nevezzük nátrium-, kalcium-, lítium-bázisú zsíroknak.

- A **nátrium-bázisú** zsírok viszonylag magas, mintegy 120 °C hőmérsékletig használhatók, de nem vízállóak
- A **kalcium-bázisú** zsírok vízállóak, de 60 °C hőmérséklet felett nem használhatók
- A **lítium-bázisú** zsírok a két csoport előnyös tulajdonságait egyesítik, vízállóak és 120 °C-ig használhatók, azonban jóval drágábbak.

A többféle kationt tartalmazó zsírokat komplex zsíroknak nevezzük. Ezekben ólom-, alumínium-, magnézium-, és bárium-szappanok is használatosak.

A gépszírok vizsgálata

A penetráció

A penetráció szó behatolást jelent. A gépszírok konzisztenciáját, szilárdságát vagy lágyágát a penetrációs (behatolási) értékkel jellemzik. A behatolás mértékét egy erre a célra szerkesztett, szabványosított alakú 150 g súlyú kúppal határozzák meg és az 5 másodperc alatti bemerülési mélységgel jellemzik.

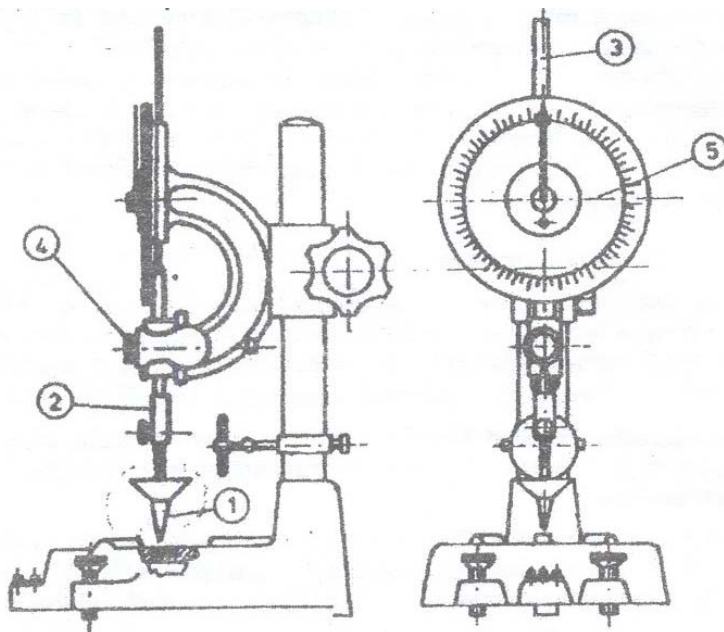
A penetráció meghatározására szolgáló penetrométer távolságmérő eszköz. Ennek megfelelően a penetráció értékét 0.1 mm-ben kifejezve adják meg. A penetrométer tárcsája is 0.1 mm-re van skálázva. (Nem számoljuk át mm-re!) A penetrációt 25 °C-os szobahőmérsékleten mérik.

A gyakorlaton használhoz **hasonló** penetrométer rajza a 3. ábrán látható. A laboratóriumi készülék a fényképeken látható.

A penetráció meghatározása:

- A készülékhez tartozó edénykét a vizsgálandó zsírmintával levegőzárványtól mentesen megtöltjük
- A minta felületét spatulával símára lehúzzuk, majd a vízszintesre állított penetrométer alaplapjára helyezzük
- A penetrométer kúpját kiindulási helyzetbe állítjuk: az indítógomb nyomva tartása mellett a kúpot úgy állítjuk be, hogy csúcsa a zsírfelület középpontjára essen és a felületet éppen érintse, majd az indító gomb elengedésével ebben a helyzetben rögzítjük
- Hogy a kúp ne fékeződjék a behatolás alatt, nem közvetlenül, hanem egy fogasléc ütköztetésével csatlakozik a mutatóhoz. Ezért a kúpnak a zsír felületéhez való illesztése után a fogaslécet úgy mozdítjuk el, hogy alsó vége ütközzön a kúp szárával. A fogasléccel mozog együtt a mutató is.
- Mivel a kúp pontosan a zsír felszínén van, ez a 0 bemélyedés. Ennek megfelelően a mutató mögött elhelyezkedő és **szabadon forgatható , skálázott körlapot** addig forgatjuk, míg a skála 0 pontja a mutató végéhez kerül
- A penetráció meghatározásához ezt követően stopperóra egyidejű indításával a készülék indító gombját benyomjuk és **5 másodpercig nyomva tartjuk**, majd elengedjük
- Az indítógomb elengedésekor az elmozdult mérőkúp a mérés utáni helyzetben rögzül. A fogasléces csatlakozás miatt a mutató nem mozdult el. A létrejött benyomulás, a penetrációs érték megállapításához a készülék fogaslécét óvatosan a mérőkúptengely után toljuk mindaddig, míg az ütközés helyre nem áll. A fogasléccel együtt elmozdult a mutató is. Az elmozdulás a skálázott körlapról leolvasható

A mérést egymás után ötször végezzük el és számtani átlagot számítunk. A mérések között a penetrométer kúpját minden alkalommal tisztára töröljük és a minta felületét elsímítjük. A számítás során nem vehetők figyelembe azok a mérések, melyek az átlagtól 3%-nál jobban eltérnek. Ezeket az értékeket új méréssel kell pótolni. Az új mérések elvégzésére a mérésvezető utasítása az irányadó.



A penetrométer rajza.

1- mérőkúp, 2- tartórúd, 3- fogazott lécs, 4- indító gomb, 5- skálázott körkép

3. ábra



4. ábra

A cseppenéspont meghatározása

A kenőzsírok **cseppenéspontja** az a hőmérsékleti érték, amelynél az olvadó anyag első cseppje lecseppen. Az a hőmérséklet, amikor még nem cseppent le, csak félgömbszerű kidudorodást mutat a készülék alján, a **folyáspont**. Ez a hőmérséklet tájékoztatást ad a zsír használhatóságának felső hőmérsékleti határáról. A használat során a hőmérsékletnek a cseppenéspontot 30 °C-nál jobban általában nem szabad megközelítenie.

A különböző fémszappanokkal készült zsírok cseppenéspontja általában eltérő, ezért a cseppenéspont meghatározása hozzásegít a zsírminták típus szerinti megkülönböztetéséhez is.

A cseppenéspont mérő készülék lényegében egy hőmérő, amelynek alsó részén fémhüvely és a minta elhelyezésére szolgáló edényke van. Az Ubbelodhe-féle cseppenéspont mérő készülék rajzát a 4. ábrán szemléltetjük.

A zsírminta cseppenéspontjának meghatározásához a készülék alján lévő edénykét a zsírmintával (spatula használatával) megtöltjük, majd a hőmérő végére visszahelyezzük úgy, hogy a hőmérő higanyzsákja a mintába nyomuljon. A mintatartó edényke alsó nyílásán kinyomódott zsírfelesleget letöröljük oly módon, hogy a zsírfelszín a fenékperemmel egy síkban legyen.

A minta, ill. a hőmérő melegítését légfürdőben végezzük. Így a megfelelő ütemű és egyenletes melegítést biztosítani lehet. A légfürdőt 40 mm átmérőjű, 200-250 mm hosszú kémcsőben hozzuk létre, ami a fényképek között látható. A cseppenéspont mérő hőmérőt kifűrt dugó segítségével, zsírral töltött állapotban a kémcsőbe helyezzük úgy, hogy a mintatartó edény a kémcső fenekétől 20 mm távolságra legyen. A kémcsövet olajfürdőbe mártjuk. Olajfürdőként állványra helyezett főzőpohár szolgál. Az olajfürdő melegítése úgy történik, hogy a várható cseppenéspontnál 10 °C-al alacsonyabb hőfoktól kezdve a minta hőmérséklete percenként kb. 1 °C-al emelkedjék.

A laboratóriumban többféle zsírminta látható.

5. Szilárd kenőanyagok

Vannak olyan kenési helyek, ahol sem a folyékony, sem a konzisztens kenőanyagok nem alkalmazhatók hatékonyan, de szilárd kenőanyag megfelelő. Példa ilyen kenési helyekre a lassú mozgású, nagy terhelésű, nagy hőmérsékletű kenési hely, vagy ahol pl. a szennyeződés miatt nem alkalmazható sem folyékony, sem konzisztens kenőanyag. Gyakran használt szerves, nagy terhelést bíró kenőanyag a grafit és a molibdéndiszulfid. Kenőzsírokban töltőanyagként is használatosak nagy terhelésű helyeken. A molibdéndiszulfid nagy terhelést és hőt elviselő pasztaként is használatos. Előfordul, hogy valamely helyen egyáltalán nem tudunk kenni. A laborban példaként látható egy autó ablakmosó fogaskerék szivattyú, ahol természetesen nem keverhetünk kenőanyagot az ablakmosó folyadékba a fogaskerék kenése céljából. Ilyen helyen célszerű puha fém (bronz) vagy műanyag (pl. teflon) alkatrész használata, amit "önkenőnek" is tekinthetünk. A teflonból elkészített alkatrészek alkalmazása terjed olyan helyeken, ahol nehezebben oldható meg a kenés.

A laboratóriumban szilárd kenőanyagra látható példák: bronzból grafitból csapágy perselyek, teflon spray (folyékony vivőanyag + teflon por), molibdéndiszulfid paszta. (A fekete molibdéndiszulfid paszta ruhán csúnya nyomot hagy!).

6. Szilikon termékek

A mesterségesen előállított kenőanyagok csoportjában egy nagyobb jelentőségű a szilikon olajok és szilikon zsírok használata. A szilikonolajnak számos előnye van: nagyon jó a hőállósága, nagyon jó a víztaszító tulajdonsága, széles viszkozitási tartományban gyártható, nagyon kicsi a tenziója (párolgása). Ez utóbbi tulajdonságot szokás úgy is fogalmazni, hogy nem száradó olaj. Ennek nagyon nagy jelentősége van olyan kenési helyeken, ahol a kenőanyag nem cserélhető, nem pótolható. Pl. egy számítógép winchester tárolóját nem szedhetjük szét azért, hogy a tengely csapágyazását újra olajozzuk. Pedig ásványolajjal kenve, az egy idő után "besűrűsödne", cserére szorulna. Inkább szilikonolajat használnak. Ugyanígy levegővel érintkező más helyeken is előnyös a használata: pl. műszerek, ajtózárok, stb.

Vannak hátrányos tulajdonságai is pl.: kevés az oldószere, olajjal nem elegyedik, üvegen homályosodást okozhat. Egészen kis mennyiségű szilikonolaj szennyezés is elcsúfítja az újrafestést (összefut a festék). A sok jó tulajdonsága ellenére motorolajként sajnos nem használható: a motorolajból valamennyi mindenképpen feljut a hengerben a dugattyú fölé az égéstérbe és ott elég. A szilikonolaj égése során szilíciumdioxid (hétköznapi nevén homok) keletkezik. A henger sem jó, ha homokos, mert erősen koptató hatású. A laboratóriumban találkozunk szilikonolajokkal.

7. Környezetvédelem

A kenőanyagok egy idő után elhasználódnak, cserére szorulnak. Vigyázni kell, hogy ne jussanak ki a környezetbe, szennyezve azt. Össze kell gyűjteni a "fáradt" olajat és égetőműbe kell eljuttatni. A kenőolajok nehezen, sok maradékkal, füsttel égnak. Ha nem elég magas hőmérsékleten (1000 °C fölött) égetjük el, számos környezet károsító anyag keletkezik. Keletkezik az utóbbi években nagyon figyelt dioxin is. A dioxinok nagyon erősen mérgező vegyületek. Az égetőművek véggázaiban a megengedett mennyiség 0.1 nanogram/m³. Ez rendkívül kis mennyiség. (A dohányfüst dioxintartalma ezt meghaladja). Természetesen itt is igaz, hogy az igazi környezetvédelem nem a megsemmisítés, hanem az újra hasznosítás. A fáradt olaj kémiai kezeléssel jelentős részében hasznosítható anyaggá (pl. gázolaj) alakítható. Sajnos jelenleg még csak a megsemmisítésnél tartunk. Gazdasági szempontból a gyártóknak kedvezőbb a "ne javítsd, dobd el, semmisítsd meg, vegyél újat" szemlélet, de a környezetvédelemmel ez éppen ellentétes akkor is, ha esetleg környezetvédelemre hivatkoznak. Egyik megdöbbentő példája ennek, hogy egyes országokban a forgalomból végleg kivont jármű motorját állapotától függetlenül meg kell semmisíteni, nem építhető be egy rosszabb állapotú, több kenőolajat elégető, tehát a környezetet jobban szennyező másik autó motorja helyett. Természetesen a

környezetvédelemre hivatkozva, de a költségvetési érdekeket szolgálva. A valódi környezetvédelemtől még messze vagyunk.

Ha a környezetet kímélni akarjuk, akkor úgy kell vezetnünk, hogy járművünkben ne kelljen a szükségesnél gyakrabban olajat cserélnünk. (A szükséges cserével viszont ne próbáljunk spórolni, mert az árt a motornak!). A környezetet kímélő vezetés = ésszerű logikus vezetés, kerülve azokat az **értelmetlen**, agresszív, "sportos" manővereket, melyek felesleges, hirtelen gyorsításokkal és fékezésekkel járnak. Ezt meg lehet tanulni, az emberek jelentős része képes rá.