

KENŐANYAGOK VIZSGÁLATA

Dr. Bárkai János

A kőolajból származó szénhidrogén alapú termékek fontos csoportja a kenőanyagoké. A motorhajtóanyagokhoz viszonyítva mennyiségük jelentősen kisebb, viszont a magasabb feldolgozottsági fok miatt áruk, ezáltal az általuk elérhető profit is magasabb. Az ásványolaj alapú kenőanyagok kiindulási anyagainak, az alapolajoknak az előállítása a finomítóban történik.

1. A mérés célja

A kenéstechnikai alapfogalmak, a kenőanyagok szerkezetének, tulajdonságainak és kiválasztási módszereinek megismerése. Az egyszerű vizsgálati módszerek elsajátítása.

2. A kenőanyagok feladata

- súrlódás csökkentése
- kopáscsökkentés
- súrlódási hő elvezetése
- szennyeződések eltávolítása

3. 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

4. Kenőolajok és tulajdonságaik

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.

A kenőolajok néhány fontos tulajdonsága:

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

4.1. 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:

$$N = \eta \cdot \frac{m}{m} \cdot m^2$$

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

Az SI mértérendszer 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 kenési hely szabja meg, hogy milyen viszkozitású olajt 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 energiatakarékos 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 kisebb viszkozitású olaj, mint a régebben gyártottba és ezért javít az erősen kopott jármű üzemi tulajdonságain a nagyobb viszkozitású olaj használata.

4.2. 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 viszkozitási-hőmérsékleti viselkedését két, önkényesen kiválasztott alapolaj sorozat viselkedéséhez hasonlítjuk.

4.2.1. A viszkozitási index

A fogalom bevezetésekor kiválasztották a viszkozitási változás szempontjából az akkor ismert legjobb és legrosszabb olajokat. A legjobb az, amelynek a legkevesbé 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 viszkozitási 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 viszkozitási-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 százas 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 százas 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 százas 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 mi 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 százas 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:

$$VI = \frac{L - U}{\underbrace{L - H}_D} \cdot 100$$

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 viszkozitárait (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 .

$$VI_E = \frac{10^N - 1}{0.00715} + 100$$

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

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

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

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

A képlet jelentését a 2. ábrán szemléltetjük.

4.2.2. 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 közelítően 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 többségébe a 40-es fokozatú olaj való. A 30-as fokozatú – kisebb viszkozítású, “energiatakarékos”, “könnyű futású” – olajat csak azokba az autókba szabad beletenni, amelyek gépkönyve ezt egyértelműen megengedi (finom illesztésekkel, kis tőrészekkel gyártott legújabb autók). Más járművekben használva elégtelen lesz a kenés és hamarabb tönkremegy a motor.

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 kocsi. Pl. gyakorlatlan vezető, aki még nagy gázadásokkal, fékezésekkel – a többi autó között cikázva – vezet. Elméletileg nagyobb viszkozítású 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 tuningolt autót széthajtjuk és eladjuk, vásárolni véletlenül sem vásárolunk olyat, amit tuningolva hajtottak. A tuning úgy viszonyul az autó egészségéhez, mint a sportolóéhoz a dopping. Növeli a teljesítményt az élettartam –és persze a környezetvédelem és a fogyasztás- rovására). 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 többnyire 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 szivattyúzatósági határhoz tartozó szivattyúzatósági határhőmérsékleteket definiál, tehát az olaj hidegfolyási tulajdonságát jellemzi. 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.

A gyakorlatban a szabvány által megadott hőmérsékletet 10 °C-nál nem célszerű jobban megközelíteni. Tehát pl. a 20W jelű olajhoz a táblázatban -20 °C tartozik, ezért -10 °C alatti környezeti hőmérsékleten nem kedvező használni, mert az olaj viszkozitása hideg állapotban túl nagy lesz, ezért indítási nehézséget és nagyobb kopást eredményez. 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 autónál 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 adott felületen nagyobb hőmennyiséget nagyobb hőmérsékleti különbség esetén tud felvenni. A magasabb hőmérséklet csökkenti az olaj viszkozitását, romlik a kenés és az olajszivattyú működési elvéből adódóan csökkenhet 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 viszkozitási indexű olajok közül, ami 100 °C-on a tartomány alsó részére esik, annak magasabb hőmérsékleten is kisebb lesz a viszkozitása, mint a tartomány felső részére esőnek (lásd 40-es fokozat két részre bontása 150 °C-on).

Alapvetően más szemléletű osztályozása a motorolajoknak a teljesítményszint szerinti osztályozás. Több szervezet osztályozása is használatos. Legjelentősebb az API (American Petroleum Institute – Amerikai Kőolajipari Intézet) és az európai ACEA (Association des Constructeurs Européen d’Automobiles – Európai Autótervezők Szövetsége) által alkalmazott minősítés. A specifikációkat számos laboratóriumi, fékpadai vizsgálathoz rendelik, melyek a kenőolaj minőségének értékelésére szolgálnak. Az osztályozást időnként aktualizálják, így

egyes – korábban létezett – fokozatok törlésre kerülnek, és újakat vezetnek be. A fokozat után (néha) kötőjellel feltüntetik az évszám utolsó számjegyeit, hogy a szabvány mikori állapota szerinti osztályt jelenti. A vizsgált jellemzők közül néhány: mosóhatás, diszpergáló képesség, oxidációval szembeni ellenállás, kopásállóság.

Az API kétféle kategóriát különböztet meg: benzinmotorokra (“S”) és dízel haszongépjárművekre (“C”).

Mindekét 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 elvértve SG fokozatú olaj még kapható. SI és SK fokozat nem létezik. A dízel haszongépjárművekre vonatkozó fokozatok: CF, CF-4, CG-4, CH-4, CI-4

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. A jelenleg érvényes kategóriák:

- Benzin és diesel motorokra összevontan: A1/B1-04, A3/B3-04, A3/B4-04, A5/B5-04. Eredetileg az A betű a benzin üzemű, míg a B betű a diesel motorokra vonatkozott, de utólag összevont kategóriákat hoztak létre.
- Részecskecsapda és katalizátor összeférhető személygépkocsi 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 gyártó által megadott kategóriáktól felfelé el lehet térni, ami esetleg jobb motortisztaságot és kopásvédelmet biztosít, de lefelé semmiképp.

4.3. Lobbanáspont

A viszkozitási tulajdonságok mellett a kenőolajok fontos tulajdonsága a lobbanáspont. Mérése kenőolajoknál “nyílt terű” lobbanáspont mérő készülékkel történik. Lobbanásponton azt az 1013 milibar 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.

4.4. Dermedéspont

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

4.5. Hőállóság

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

vájatát. Ez esetben a tüzelőanyag elégekor 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 szénszerű anyag (kocsz) %-os mennyisége.

4.6. Használt kenőolajok vizsgálata

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 csapadék kopásra utal.

4.7. Kenőolaj adalékok

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

Néhány adalék típus

- Viszkozitás- és viszkozitásiindex 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 az ütőerős nagy terhelések esetén jótékony hatású. Az adalékok típusa és mennyisége függ a használatától is. Egy gyakorlott vezető esetén pl. nincsenek oly mértékű lökéserős terhelések, mint az ügyetlen (az ő szóhasználatuk szerint "sportos") vezetők esetén. Általánosan használt adalékanyagok a grafit, a molibdéndiszulfid és a cink vegyületek. A gyárak komoly, hozzáértő szakember gárdával, nagy költséggel

tesztelik, hogy melyik adalék milyen mennyiségű használata célszerű általános használat esetén.

Járulékos (házi) 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 kedvezőtlen bele többet tenni. Ennek ellenére számos oljadalék kapható a kereskedelemben. 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 pontosan tudja, hogy az ő autóhasználata miben tér el az átlagostól és ehhez milyen adalék javasolható növelt mennyiségben, 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 az adalék nagyon komoly hasznot hozott. A kereskedőknek és a gyártóknak. Viszont komoly károkat okozott az autótulajdonosoknak. (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 pattogozva.).

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.

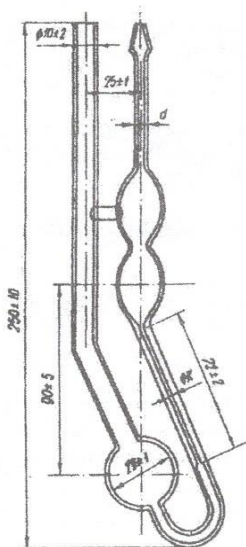
Az egyéb adalékok közül a szilikonolajat említjük meg, ami **nagyon kis** mennyiségben az olajhoz adagolva habzástgátló hatású.

5. A kinematikai viszkozitás mérése a laboratóriumi gyakorlaton

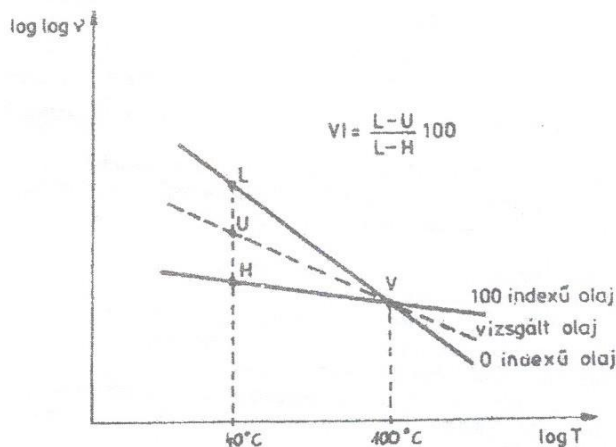
A kinematikai viszkozitás mérésére szolgálnak az ún. kapilláris viszkoziméterek, amelyek segítségével az olaj viszkozitását az ásványolajipar által nemzetközileg használt és elfogadott kinematikai viszkozitási egységben ($\text{mm}^2/\text{s}=\text{cSt}$) lehet meghatározni. A mérés elve, hogy szabványos berendezésben, adott hőmérsékleten az olajat megfelelő nyomáson, kapillárison engedik át és méri 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 kapilláris 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 °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 helyezük 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 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

6. Konzisztens kenőanyagok

Azokra a kenési helyekre, ahova a folyékony kenőanyag nem megfelelő, mert nem maradna meg a kenési helyen, hanem elfolya (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 kenőolaj alapú konzisztens kenőanyagok, amelyeknél a folyósságot valamilyen konzisztencia növelő, sűrítő anyag adagolásával megszüntették. A sűrítő anyag lehet szintén ásványolaj termék (pl. cezerin), lehet szervesetlen 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)

- kopásgátlás
- 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.

7. A gépszírok vizsgálata a laboratóriumi gyakorlaton

7.1. 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.

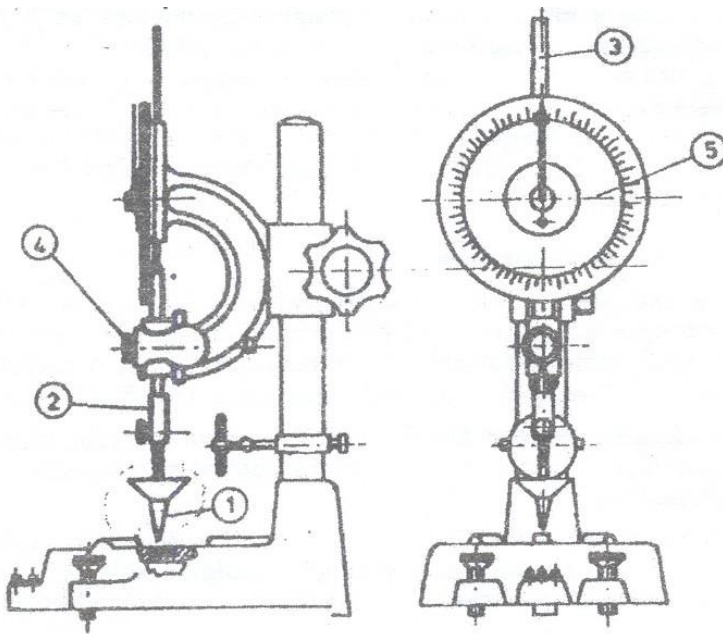
A gyakorlaton használthoz **hasonló** penetrométer rajza a 3. ábrán látható. A laboratóriumi készülék a fényképeken látható.

A penetráció meghatározása:

- A készülékhez tartozó edénykét a vizsgálandó zsírmintával levegőzárványtól mentesen megtöltjük
- A minta felületét spatulával simára 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 elsimítjuk. 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 körlap

3. ábra



4. ábra

7.2. 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 félgömböszerű 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 fenékeremmel 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.

8. 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 szervetlen, 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!).

9. 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.

10. 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, pl. 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, vedd 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, csak viszonylag kevesen nem. { © Egyes vélemények szerint az utakon azok az emberek a feltűnni vágyó, csikorgó gumikkal, nagy hangerővel közlekedő vezetők, akiknek az élet bizonyos más – itt nem részletezendő – területein teljesítménybeli, vagy egyéb gondjuk, problémájuk, hiányérzetük van, amit a volán mellett próbálnak ellensúlyozni. Mindenki

önmaga ítélje meg az utakon látott vezetőkről, hogy így van-e! Én úgy látom – elnézve őket -, hogy van benne valami! ☺ }

Környezetvédelmi szempontból előnyös a növényi eredetű olajok használata. A laboratóriumban látható növényi olaj alapú motorolaj.

11. Mérési feladatok

11.1. Kenőolaj vizsgálat

- Minden hallgató (vagy kisebb csoport) kap egy kenőolaj és egy kenőzsír mintát
- Meg kell határozni **ugyanannak** a kenőolajnak a viszkozitását 40 °C-on és 100 °C-on.
- A 40 °C ill. 100 °C fokra beállított viszkozimétereket használjuk
- A mérés gyorsabb lebonyolítása érdekében előfordul, hogy valamelyik minta már előre bele van töltve a kapilláris viszkoziméterbe és be van helyezve a termosztátba. Ha van elég idő, esetleg lehetőség van arra, hogy a hallgató a saját kocsiából hozott mintát mérje. (Kb. 1 dl). Ez esetben a bemérést és a műszer tisztítását a hallgatónak kell elvégezni.
- Minden hallgató kap egy stoppert és egy gumicsövet, amivel elvégzi a mérést
- Mind 40, mind 100 °C-on 3 mérést végzünk és az átlag lefolyási idővel számolunk.
- Kiszámoljuk a minta viszkozitási indexét. Ehhez helyben ki kell számolni a 100 °C-os viszkozitást, mert az L és H értékeket tartalmazó szabványt a laborból elvinni tilos.
- Ha a viszkozitási index 100 fölötti, akkor ki kell számolni a kiterjesztett viszkozitási indexet is. Ez várhatóan nagyobb lesz, mint az aránnyal számolt index.
- Ha vizsgált olaj motorolaj, be kell sorolni a 100 °C-os viszkozitás alapján SAE nyári fokozatba.
- Ha a motorolaj flakonja rendelkezésre áll, fel kell jegyezni az SAE, API, ACEA és autógyártói besorolásokat.

11.2. Gépszír vizsgálat

- A kiadott kenőzsír penetrációjának meghatározása
- Ugyanazon kenőzsír minta folyás- és cseppenés-pontjának a meghatározása

11.3. A helyszínen kiadott feladatok

A mérésvezető oktató a felsoroltakon kívül a mérés során szabja meg az egyéb feladatokat. Ilyenek pl. az egyes minták tulajdonságainak összehasonlítása, a mért értékek alapján a minta azonosítása irodalmi adatokból, stb.

A jegyzőkönyv tartalmazza:

- A mérés elvének rövidített leírását
- Az összes mért adatot
- Az összes számított adatot a részletszámításokkal együtt
- Az összes használt készülék rajzát. (A ténylegesen használt készülék rajzát kérjük, mert az egyes készülékek részben különböznek az itt lerajzoltaktól. Az a feladat, hogy a hallgató le tudja rajzolni a használt készüléket, szemrevételezéssel. A rajz legyen arányos, működőképes, érthető, legyen látható belőle a készülék működésének az elve. A fényképeken a ténylegesen használt készülékek láthatók.)

A mérés során minden műszert olyan pontossággal olvasunk le, amilyen pontossággal lehet. A számítások során a számított értékeket a tényleges pontosságra kerekítve adjuk meg. A tényleges pontosságot meghaladó tizedesek megadása **hiba!** A pontosságot mindig a konkrét méréseink alapján határozzuk meg. (Nem alkalmazunk egzakt matematikai statisztikai módszereket a pontosság meghatározására, hanem közelítéssel élünk, pl. hogy átlag számításnál annyi jegyet adunk meg, hogy a megadott átlag utolsó jegye tér el az egyes mérések értékeitől, a szorzat, összeg, hányados esetén annyi értékes jegy kerül megadásra, ahány értékes jegyre pontos a pontatlanabb adat. Az értékes jegy nem tizedes jegyet jelent!. Pl. a 0.000123 három, a 12.345 öt értékes jegy. Ha egy mérés során az utolsó értékes jegy nulla, az nem hagyható el, hiszen jelzi a pontosságot. Pl. mérésnél a 0.123 és a 0.1230 nem ugyanaz!

A jegyzőkönyvet lehetőleg kézzel kérjük elkészíteni. Számítógépes jegyzőkönyv csak a mérésvezető **előzetes** engedélye esetén fogadható el. Ebben az esetben a mérésvezető oktató által megadott e-mail címre elektronikusan is el kell küldeni a jegyzőkönyvet – egységesen word formátumban, az ábrákat külön is jpg formátumban –, hogy programmal össze lehessen hasonlítani a már beadott és az adatbázisban szereplő jegyzőkönyvekkel. Ha elektronikusan nem érkezik meg, vagy egyes részei már más jegyzőkönyvekben fellelhetők, a jegyzőkönyv nem fogadható el. Az ábráknak számítógéppel készített jegyzőkönyv esetén is saját kezű rajzról szkenneltnek kell lenni.

Függelék

F.1. Mintaszámolás

A kapott olajmintának lemérjük a viszkozitását mind 40, mind 100 °C-on. A mérési adatok vastag betűvel szedve:

minta száma (a minta üvegére van írva)	72	72	
hőmérséklet (°C)	100	40	
viszkoziméter műszerállandója (mm ² /s ²) (a viszkoziméterre van írva)	0.1084	0.8310	
mért	t1	125.92	99.98
lefolyási	t2	125.49	100.54
idők	t3	125.79	100.35
(sec.)			
t átlag (sec)	(t1+t2+t3)/3	125.73	100.29
viszkozitás (mm ² /s)			
t átlag * műszerállandó		13.6295	83.34099
viszkozitás kerekítve			
(Az átlagot egy szorzatból számoljuk, ezért annyi értékes jegyre kerekítjük, ahány értékes jegyű a kisebb pontosságú tényező. Jelen esetben a 0.1084 és a 0.7309 négy értékes jegyű)		13.63	83.34

A felhasználandó szabvány egy részlete:

Kinematikai viszkozitás 100 °C-on (mm ² /s = cSt)	L (mm ² /s = cSt)	H (mm ² /s = cSt)
13,0	231,9	121,5
13,1	235,0	122,9
13,2	238,1	124,2
13,3	241,2	125,6
13,4	244,3	127,0
13,5	247,4	128,4
13,6	250,6	129,8
13,7	253,8	131,2
13,8	257,0	132,6
13,9	260,1	134,0
14,0	263,3	135,4

A 100 °C-on mért viszkozitás alapján keresünk a táblázatból L és H értéket, a 40°C-os viszkozitás pedig az U a képletben.

A 13.63 nincs a táblázatban, csak a 13.6 és a 13.7 , ezért interpolálni kell:

A (13.7-13.6)=0.1-hez tartozó L különbség : (253.8-250.6)=3.2 akkor 0.01-hez tartozó különbség =3.2/10 =0.32

0.03-hoz tartozó különbség= 3*0.32=0.96 , kerekítve egy tizedesre =1.0

Tehát a 13.63-hoz tartozó L érték = 250.6+1.0= 251.6 mm²/s

Hasonlóan a H érték= 129.8+(131.2-129.8)/10*3 = 129.8+0.4=130.2 mm²/s

Az U értéke a mért 83.34 mm²/s

A viszkozitási index = (L-U)/(I-H)*100=(251.6-83.3)/(251.6-130.2)*100 =138.63

A viszkozitási indexet egész számra kerekítve kell megadni, tehát VI=139

A kiszámolt VI>100, ezért kiterjesztett indexet is kell számolni.

$$N = \frac{\log(130.2) - \log(83.34)}{\log(13.63)} = 0.1707787$$

$$VI_E = \frac{10^{0.00715} - 1}{0.00715} + 100 = 167.3$$

Kerekítve: 167

Látható, hogy a kiterjesztett index számolási képlet nagyobb indexet eredményezett.

Az olaj VI-je 100 fölötti, ezért valószínűsíthető (de nem biztos), hogy motorolaj a mintánk.

Ha motorolaj, akkor az SEA 40-es fokozatba esik (12.5 és 16.3 közé)

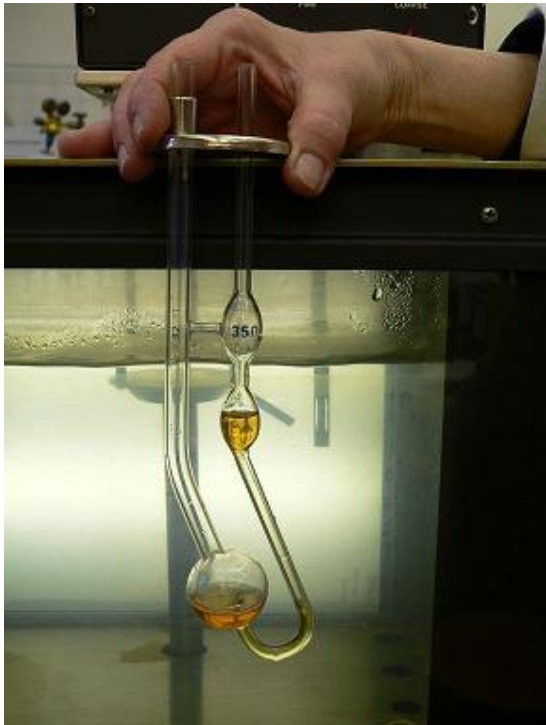
F.2. Fényképek



Penetrométer



Termosztát kapilláris viszkoziméterrel



Kapilláris viszkoziméter



Cseppénspont mérő készülék