

Technikai fluidumok I.

Kenőanyagok vizsgálata

(2014. szept.)

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

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 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:

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

dimenziója $Pa \cdot s$

Az SI mértékrendszer bevezetéséig a centipoise-t (cP) használták: ($1cP = 0,001Pa \cdot s = 1mPas$)

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 **gravitáció miatti** 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). $\left(1cSt = 1 \frac{mm^2}{s}\right)$

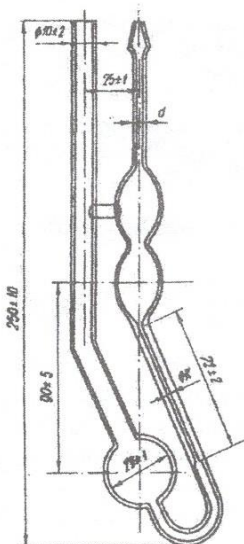
A dinamikai és a kinematikai viszkozitás mellett használnak még (bár egyre kevésbé) empirikus módszereket is, melyek „relatív viszkozitás” értékeket szolgáltatnak. Európában az Engler-féle módszer terjedt el. A vizsgálat során mérik, hogy a szabványos méretű Engler-féle viszkoziméterből egy adott hőmérsékleten 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, kerámia 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 orsókhöz 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, pontos illesztésekkel gyártott – autókba a kisebb viszkozitású olaj, mint a régebben gyártottba, és ezért javít az erősen kopott jármű üzemi tulajdonságain a nagyobb viszkozitású olaj használata.

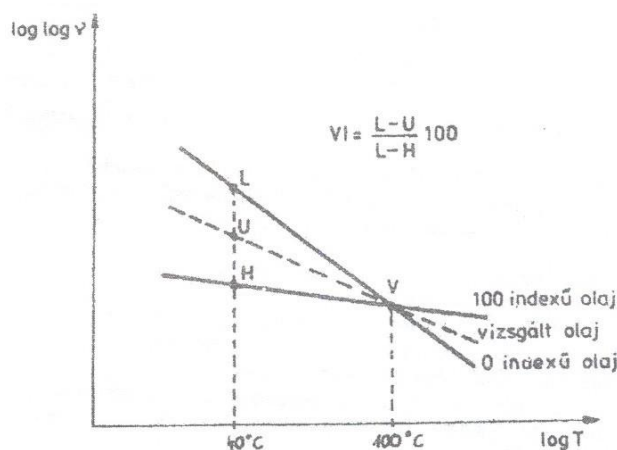
A kinematikai viszkozitás mérése a laboratóriumi gyakorlaton:

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 kapillárison engedik le és mérik a meghatározott térfogatú olaj lefolyási idejét. A lefolyási 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 tartja 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 éterrel vagy folteltisztító benzinnel, utána alkohollal, végül desztillált vízzel kiöblítjük, és levegő átszívással szárítjuk. Makacs olajos szennyeződés eltávolítására manapság jól használható a háztartási hideg zsíroló. 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 (két gömbnyi) 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 $0,05\text{ }^\circ\text{C}$ 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

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 közelítően 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 az API kiválasztotta a viszkozitás 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 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 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). „Beskálazzuk” 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 viszkozitásait (L és H a képletben) nem mérjük, hiszen azt egyszer lemérték, táblázatba foglalták. 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 találhatók. 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, 100 alatti indexű motorolaj már nincs. Ha a megadott képlettel kiszámolt VI > 100, akkor az ún. 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.

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. **A 40 °C-on mért kinematikai viszkozitás alapján történik az ISO fokozatba való besorolás.** A táblázat a laboratóriumban megtalálható. Az egyes fokozatokat jelentő tartományok sajnos nem csatlakoznak, így van olyan olaj, ami nem sorolható be, mert két fokozat közé esik.

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” viszkozítási fokozatokat definiált a 100 °C-os kinematikai viszkozitás alapján:

SAE viszkozítási fokozat (SAE J300 - 2013. év)	viszkozitás 100 °C-on, minimum (mm ² /s)	viszkozitás 100 °C-on, maximum (mm ² /s)	viszkozitás 150 °C-on, minimum (mPa·s)
16	6,1	8,2	2,3
20	6,9	9,3	2,6
30	9,3	12,5	2,9
40	12,5	16,3	2,9
50	16,3	21,9	3,7
60	21,9	26,1	3,7

Az új SAE 16-os fokozat 2013 áprilisában lépett érvénybe. Ez kissé konfúz helyzetet eredményezett, mert – mint látható – átfedés van az SAE 16 és az SAE 20 fokozatok között. Elismerik, hogy logikusabb lett volna SAE 15-nek nevezni, de azzal indokolták, hogy akkor az autós esetleg összekeverné az SAE 15W-vel. Az új fokozatra a Honda nyomban jelezte is, hogy alkalmazni fogja. Mint látható, a kisebb fokozat kisebb viszkozitásnak felel meg. Az öregebb autók túlnyomó többségébe a 40-es fokozatú olaj való. A 30-as fokozatú – kisebb viszkozítású, „energiatakarékos”, „könnyű futású” – olajat csak azokba az ezredforduló környékén, vagy az óta gyártott autókba szabad beletenni, amelyek gépkönyve ezt egyértelműen megengedi (finom illesztésekkel, kis túrésekkel 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 kisebb fokozat nem megfelelő. Ilyen ok lehet a szokásosnál nagyobb terhelés, olyan vezető, akinek a kezében gyorsabban megy tönkre a kocsija. 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 lökészerű 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 kipufogógázzal távozó elégtelen szénhidrogéneknek („műszaki vizsga”!). A 60-as fokozatú olajok pl. versenyeken használatosak. Az üzemi hőmérsékleten mért viszkozitás mellett nagyon fontos jellemzőjük a motorolajoknak a viszkozitás hőmérséklet szerinti változása. Ennek jellemzésére már láttuk a viszkozítási 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 viszkozításhoz, mint szivattyúzhatósági határhoz tartozó szivattyúzhatósági határ-hőmérsékleteket definiál, tehát az olaj hidegfolyási tulajdonságát jellemzi. A legelső verziójában 1952-ben kidolgozott és utoljára 2009-ben frissített szabványt rövidítve az alábbi táblázatban adjuk meg. A részletes táblázat a laboratóriumban megtekinthető.

A legfeljebb 60000 mPas-os viszkozításhoz 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-30 egy ma elterjedten 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 viszkozítása hideg állapotban túl nagy lesz, ezért indítási nehézséget és nagyobb kopást eredményez. Az adott nyári fokozaton belül természetesen annál nagyobb az olaj viszkozítási indexe, minél alacsonyabb a téli fokozat. A 0W-40 viszkozítási indexe közel van a 200-hoz. Ez nagyon jó minőségű olaj. A kisebb viszkozítási indexű olajok kőolajból szétválasztási műveletekkel előállíthatók (desztillációval az olajban benne lévő vegyületeket „válogatjuk szét”). A nagy viszkozítási 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 viszkozításra vonatkozik, ezért ez ma már nem helytálló. A szabvány első változatát 1911-ben (!) alkották meg, azóta többször változott, ezért többen a régebbi verziókat keverik a jelenleg érvényessel. Interneten terjedő tévhit, hogy a fokozat a környezeti hőmérsékletet jelenti. Ilyen alapon a 60-as olajat 60 °C-os környezeti hőmérsékleten kellene használni ☺ . A fokozat száma eredetileg egy akkor használatos viszkoziméterből való kifolyási időt jelentette másodpercben. A nagyobb fokozat helyett inkább 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, azaz nagyobb a téli fokozata. Természetesen azonos viszkozitási indexű olajok közül, ami 100 °C-on a tartomány alsó részére esik, annak magasabb hőmérsékleten is kisebb lesz a viszkozitása, mint ami a tartomány felső részére esik.

A hajtóműolajokra (sebesség váltó) külön fokozatokat definiált az SAE. A 70W, 75W, 80W, 85W-hez rendre -55, -40, -26, -12 °C-ot rendel (150000 mPas), míg a 80, 85, 90, 110, 140, 190, 250 –hez minimum 7,0; 11,0; 13,5; 18,5; 24,0; 32,5; 41,0 cSt-t 100 °C-on mérve (2005 évi állapot).

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, fékpadi 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, ami többnyire utal rá, hogy a szabvány mindenkori állapota szerinti osztályt jelenti. A vizsgált jellemzők közül néhány: mosóhatás, diszpergáló képesség, oxidációval szembeni ellenállás, kopásállóság, stb. **Az API kétféle kategóriát különböztet meg: benzinmotorokra („S”) és dízel haszongépjárművekre („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 SJ olaj gyengébb minőségű, mint az SL. Jelenleg már csak az SJ (2001-ig gyártott autókhoz), SL (2004-ig) és SM fokozatú minősítés kérhető, a többi érvényét veszítette. SI és SK fokozat nem létezik. Jelenleg már kaphatók SM fokozatú olajok is a kereskedelemben, bár az SL a leggyakoribb. 2010-ben definiálták az SN fokozatot, amely az E85-ös tüzelőanyagra vonatkozó tesztekkel is előír. Jobb a katalizátorral, tömítőanyagokkal való összeférhetősége, az üzemanyag takarékoság, a turbófeltöltő védelem és a dugattyú tisztasága. A dízel haszongépjárművekre vonatkozó fokozatok: CF, CF-2 ('94), CG-4 ('95), CH-4 ('98), CI-4 (2002), CJ-4 (2006). A többi elavult, hatályon kívül helyezve.

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.

Jelenleg van születőben a PC-11 (proposed category 2011) nevű szabvány a nagy terhelésű dízel járművekre és a GF-6 nevű a személyautókra. Várhatóan az elkövetkező években kerülnek bevezetésre. Ezzel párhuzamosan több gyártó is dolgozik saját új szabványon.

A dízel autókra jelenleg érvényes legújabb API kategória a CJ-4 (2006). Viszont 2006 óta jelentős változás történt a teherautók gyártásában is: többek között változott a felhasznált fémek összetétele, tulajdonságai és nőtt a dugattyút terhelő nyomás. Változtak a CO₂ kibocsátásra vonatkozó szabályok, növekedett a biodízel aránya, emelkedett az üzemi hőmérséklet. Javítani kell a kopás elleni védelmen, csökkenteni kell a párolgást, növelni kell a nyírési és oxidációs stabilitást. Ezek jelenleg a fejlesztések fő irányvonalai, ezekhez kell igazítani a most kidolgozás alatt álló szabványokat is. Hasonló a helyzet a személyautók terén is.

A viszkozitási tulajdonságok mellett a kenőolajok fontos tulajdonsága a lobbanáspont. Mérése kenőolajoknál „nyílt terű” lobbanáspont mérő készülékkel történik. Lobbanásponton azt az 1013 millibar 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 elégésekor 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 (koks) %-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 tördelődnek, 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 csapágykopásra utal.

Olaj 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, kopáscsökkentők**
- **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 ütősszerű nagy terhelések esetén jótékony hatású. Az adalékok típusa és mennyisége függ a használatától is. Egy gyakorlott vezető esetén pl. nincsenek olymértékű lökősszerű terhelések, mint az ügyetlen (az ő szóhasználatuk szerint „sportos”) vezetők esetén. Általánosan használt adalékanyagok a grafit, a molibdén-diszulfid és a cink vegyületek. A gyárak komoly, hozzáértő szakember gárdával, nagy költséggel tesztelik, 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 kedvezőtlen bele többet tenni. Ennek ellenére számos olajadalék kapható a kereskedelemben. A jelenleg ügyeletes csodaszerek mind a kenőolaj gyártása során is alkalmazott adalékok: többsége grafit, molibdén-diszulfid, cinkvegyület (pl. alkil-ditiofoszfát-cink), mikrokerámia (pl. bór-nitrid), vagy finom eloszlású puhafém (pl. réz). Alkalmazásuk csak akkor nem káros, ha a használó pontosan tudja, hogy az ő autóhasználatában 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 egyes 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, állítólag időnként még le is pattogzva.). Adalék nélkül nincs motorolaj, de a túladalékolás sem jó. Olyan, mint a só az ételben: nélküle ehetetlen, de attól nem lesz finomabb, ha a szükségesnél még egy kanállal többet tesz a tányéromba. A mai legjobb minőségű olajok gyakran nem az adalékanyagok típusában különböznek a gyengébb minőségűtől, hanem azok **arányát** állítják be **pontosan, kísérletek alapján**. A járulékos adalékolás ezt az arányt borítja fel.

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 **habzágátló hatású**.

5. Konzisztens kenőanyagok

Azokra a kenési helyekre, ahova a folyékony kenőanyag nem megfelelő, mert nem maradna meg a kenési helyen, hanem elfolyyna (pl. autónál futómű gombsuklók, 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 szerves anyag (pl. a bentonit nevű agyagásvány), de legtöbbször **szappanokat** használnak erre a célra. Jó minőségű gépszír készíthető alumínium vegyület használatával (alumínium komplex zsírok).

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 molibdén-diszulfid. Ezen kívül 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 is 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 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 tömegű 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.

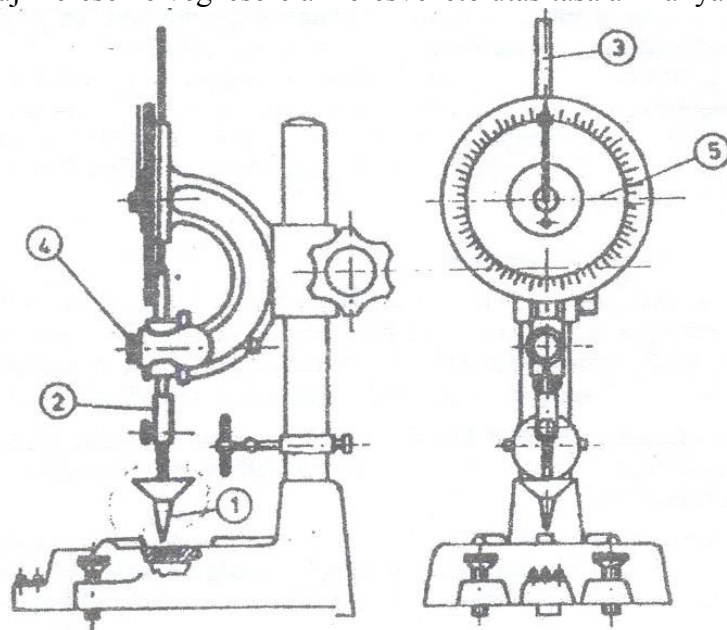
A gyakorlaton használthoz **hasonló** penetrométer rajza a 3. ábrán látható. A laboratóriumi készülék a fényképeken látható.

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 helyezük
- 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 fékeződjen 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 indítógombját 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 mérőkúp-tengely 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

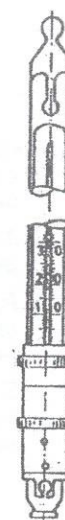
figyelembe azok a mérések, melyek az átlagtól 3 %-nál jobban eltérnek. Ezeket az értékeket új méréssel kell pótolni. Az új mérések elvégzésére a mérésvezető utasítása az irányadó.



A penetrométer rajza.

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

3. ábra



4. ábra

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 fényképeken 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-kal emelkedjék. A cseppenés bekövetkezte után a lángot elzárjuk, a hőmérőt kivesszük, és hűlni hagyjuk. Csak kihűlés után tisztítjuk ki a hőmérőt. Mérés után a gáz föcsapot is elzárjuk!

A laboratóriumban többféle zsírminta látható.

6. 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 molibdén-diszulfid.** Korszerű szilárd kenőanyagok egyes kerámiák, mint például a bórnitrid. Ahogyan a szén kristályosodhat a nagyon kemény gyémánt, vagy a puha grafit formájában, a bórnitrid is kristályosodhat nem csak kemény, hanem a puha hexagonális kristályrács formában is. Ez utóbbi korszerű szilárd kenőanyag. Egyes szilárd kenőanyagok kenőzsírokban töltőanyagként is használatosak nagy terhelésű helyeken. A molibdén-diszulfid 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. Tengelyek tömítéseként (pl. szivattyúknál) használnak tömítő zsinórt, aminek kenési feladatát is el kell látni. (Csúszik a tengelyen) Ez is szilárd kenés.

A laboratóriumban szilárd kenőanyagra látható példák: bronzból, grafitból csapágy perselyek, teflon spray (folyékony vivőanyag + teflon por), teflon tartalmú lánckenő folyadék, molibdén-diszulfid paszta. (A fekete molibdén-diszulfid paszta ruhán csúnya nyomot hagy!). Kerékpár, motorkerékpár lánccának a kenésére nem használható olaj vagy gépszír, mert belerakodik a homok, ami erősen koptat. A lánckenő anyagnak száraz tapintásúnak kell lenni. Tömítő zsinórként Chetra zsinórok tekinthetők meg.

Egyre terjed a nagy keménységű, nagy kopásállóságú kerámiák szerkezeti anyagként (csapágy) történő használata. Korszerű csapágygolyóként használatos például a fekete színű szilícium-nitrid és a fehéres színű cirkónium-dioxid. Jellemzőjük a nagy keménység miatt a jó kopásállóság, üvegszerű felületük miatt nagyon kicsi súrlódás, valamint a jó hőállóság, vegyszerállóság. A profi versenykerékpároknál használatos csapágy golyói a homoknál is keményebbek. Annak ellenére, hogy ezeknek a csapágyaknak egyes típusai akár kenés nélkül is hosszabb ideig használhatók („önkenőek”), elterjedésükkel új feladatot jelenthet majd ezek kenése, de ezt itt csak megemlítjük.

7. Szilikon termékek

A mesterségesen előállított kenőanyagok csoportjában egyre 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. Műanyag alkatrészekhez is jó kenőanyag. Ha a nagy szilárdságú műanyagok jobban elterjednek (kevlár, szénszál), gyaníthatóan ezekhez is a szilikonolaj fog legjobban beválni, bár ezeket kompozit formában alkalmazzák. (Kevlár és szénszál minta a laborban megtekinthető szál, szövet, szalag, ill. kevlár szövettel erősített műanyag mintadarabok formájában. Szakitószilárdságuk a legjobb acélokéval vetekszik, súlyuk töredéke az acélénak. Pl. versenyautókhöz, repülőgépekhez, golyóálló mellényhez, jó minőségű sisakhoz stb. használatosak. A laborban lévő vágás-biztos (ként árult) munkavédelmi kesztyű is kevlárból készült. A rajta lévő lyuk jelzi, hogy egy késsel kipróbáltam © .)

Vannak a szilikonolajnak hátrányos tulajdonságai is pl.: kevés az oldószere, olajjal nem elegyedik, üvegen homályosodást okozhat. Egészen kis mennyiségű szilikonolaj szennyezés is elcsúfítja az újra fényezést (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.

8. 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. Ezért ne égessük el kályhákban szilárd tüzelőanyaghoz keverve

annak ellenére, hogy jó a fűtőértéke. Persze amíg telente tucatjával fagynak meg Magyarországon emberek, mert nincs pénzük tüzelőre, ez nehezebben kivitelezhető. Akinek a megfagyás vagy a környezet szennyezés között kell választania, nem kétséges, hogy melyiket választja. Ha nem elég magas hőmérsékleten (1000 °C fölött) égetjük el, számos környezet-károsító anyag keletkezik. Keletkezhet 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. Néha itt is torzulásokat okoznak az üzleti érdekek. Előfordult már a világban – valahol ☹ – hogy olyan, dioxinnal szennyezett húst semmisítették meg, amiből fél húsboltnyit kellett volna felfalni, hogy annyi dioxin jusson a szervezetbe, mint egy doboz cigaretta elszívása esetén. Mégsem a – jó magán és költségvetési bevételhozó – cigarettát semmisítették meg, hanem az élelmiszert, annak ellenére, hogy emberek éheznek. Természetesen az olajra is igaz, hogy az igazi környezetvédelem nem a megsemmisítés, hanem az újra hasznosítás. Lenne. A fáradt olaj fizikai - 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 épp környezetvédelemre hivatkoznak. Egyik megdöbbentő példája ennek, hogy egyes országokban a forgalomból végleg kivont jármű motorját (is) állapotától függetlenül meg kell semmisíteni (a forgalmi engedély leadásakor a bontásra leadási igazolást be kell mutatni), nem építhető be egy rosszabb állapotú, több kenőolajat elégető, tehát a környezetet jobban szennyező másik autó motorja helyett. „Dobd el, és vegyél újat”. Az, hogy az új gyártása és a jelenlegi – még használható, javítható – eszköz megsemmisítése több környezet károsítást okoz, mint a régi használata, senkit nem érdekel. Az üzlettel ez ellentétes. Természetesen a környezetvédelemre hivatkozva, de a költségvetési érdekeket szolgálva. Hasonlóan ellentmondásos a helyzet bizonyos (☺) országokban a gépkocsik kipufogógázával kapcsolatosan. Egy megfelelően karbantartott piros címkes autósokkal (!!!!!) kevésbé szennyezi a környezetet, mint egy füstölő, (chip)tuningolt autó. Különböző adminisztratív intézkedések mégsem a műszaki vizsgánál használt műszer által mutatott tényleges értékekhez kapcsolódnak. A füstölő tuning autó előnyösebb elbírálás alá esik, mint egy ténylegesen jobb értékeket produkáló autó. Persze lehetne „szakszervizzel” javíttatni a kocsik környezetvédelmi tulajdonságait, de akkor már többre kerül a papír (a nagy úr) mint a tényleges érték. A tuning műhelyek azt mondják, hogy az ő (és csakis az ő ☺) módszerükkel nem fogyaszt többet az autó, nem szennyezi jobban a környezetet, mert ők az autók gyártási különbségeinek korrigálásával érnek el pl. 20%-os teljesítmény javulást. Aki azt a blódit elhiszi, hogy ma az autógyárak 20% szórással gyártják az autókat, annak valószínűleg nincs (és nem is lesz) mérnöki diplomája. Aki a (chip)tuning lényegét meg akarja érteni, az végezzen egy próbaszámítást: adott mennyiségű levegőhöz adjon annyi benzint, hogy a C tartalom CO₂-vé égjen el, illetve annyit, hogy csak CO-vá. A keletkezett gáz mólszámából, nyomásából, hőmérsékletéből egyértelműen láthatja, hogy mit jelent a benzin túladagolás, mit javít, mit ront. Növeli a teljesítményt és a fogyasztást, de a környezet szennyezését is. A tényleges tuning persze nem a chiptuning. A beáramló levegő + tüzelőanyag mennyiségének a növelésével, a hozzá kapcsolódó szerkezeti változtatásokkal érdekes, izgalmas, képességfejlesztő játékot játszhatunk. Gazdasági haszna persze negatív, mert olcsóbb lenne egy nagyobb teljesítményű autót vásárolni, de akkor nem érezzük a saját munka örömét („Én meg tudtam csinálni”, az „én meg tudtam fizetni” helyett). Ezzel a kompresszió viszony is nő, javítva a motor számos paraméterét, de rontva a környezetszennyezési tulajdonságokat.

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” (értsd: butuska) 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, bizonyítási lelki kényszerüknek engedve. 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, mert a környezetbe jutva sokkal gyorsabban bomlik le.

9. Mérési feladatok

Kenőolaj vizsgálat

- Minden hallgató (vagy kisebb csoport) kap egy kenőolaj és egy kenőzsír mintát
- Meg kell határozni **ugyan annak** 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 kapillár viszkoziméterbe és be van helyezve a termosztátba. Ha van elég idő, esetleg lehetőség

van arra, hogy a hallgató a saját kocsiójából 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 (aki a saját megszokott stopperes karóráját, telefonját akarja használni, az készítse elő)
- Mind 40, mind 100 °C-on 3 mérést végzünk (ha a mérésvezető más utasítást nem ad) 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.
- Meg kell határozni a laborban található táblázatból a mintánk ISO fokozatát a 40 °C-os viszkozitás alapján.
- Ha a 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.
- Az olaj viszkozitásának hőmérséklet szerinti változását ábrázolni kell egy logaritmus abszolút hőmérséklet (kelvin) – log log viszkozitás – diagramban.
- Meg kell határozni a diagramról leolvasva (ha motorolaj) az SAE téli fokozatát.
- Le kell olvasni egy – a mérésvezető által megadott – hőmérsékleten a viszkozitást.
- Az egyes csoportok feladatai eltérhetnek, mindig a mérésvezető útmutatása az irányadó.

Gépszír vizsgálat

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

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, diagram készítése stb.

A mérés megkezdésének előfeltétele a megfelelő felkészültség, amit beszámolóval ellenőrzünk.

A mérést követő számolás végén egyénileg osztályozott beszámolót kell írni a mérésből, a hozzá kapcsolódó elméletből és a számításokból (valamint jegyzőkönyvet lehet beadni). Kiemelten fontos számítások a viszkozitás és viszkozitási index kiszámítása (elve és végrehajtása számpéldán, interpolációval is), diagram készítése, használata.

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, mert az ahhoz szükséges matematikát még nem tanulták. Közelítéssel élünk, pl. hogy az átlag számításánál 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 valaki már tanulta a matematikai alapját, korrekt hibaszámítást is végezhet. 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 laborra szükséges ismerni a kelvin és celsius hőmérsékleti skálát, átszámításokat, a logaritmust, a logaritmussal való számolást. A különböző mértékegységekben megadott viszkozitások átszámítását, a mértékegységek átváltását, pl. a m-mm, m²-mm², perc-másodperc átszámolást, az 1N=1kgm/s², 1 Pa=1N/m² összefüggést.

A laborra szükséges hozni: milliméter papírt, vonalzót, tollat, ceruzát, radírt, logaritmus számolásra is alkalmas számológépet.

10. Tűz- és munkavédelem

A laborban enyhén tűzveszélyes mintákkal dolgozunk. Lobbanáspont mérésnél a szemünk és a minta között a fülke üvege legyen, vagy használjunk szemüveget. Ha meggyullad a minta, lefedéssel kell eloltani. A forró mintát ne vegyük ki, mert könnyen a forró homokfürdőbe borul. Várjuk meg, míg kihül. Nagyobb tömegű olaj csak a 100 °C-os viszkoziméterben van, de az szilikonolaj, ami nem tűzveszélyes. A labort a bejáraton, az MD feliratú másik laborba vezető ajtón és a labor sarkában lévő vészkijáraton keresztül lehet elhagyni. Vészzuhanyok a laborasztalok végénél, tűzoltó készülékek, pokrócok a falon találhatóak. Esetleges üvegtörés esetén ne nyúljunk a törött üveghez! A vágás-biztos munkavédelmi kesztyűvel se! Azonnal szóljunk a mérésvezetőnek.

11. Egy mintaszámolás rövidítve:

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 (a viszkoziméterre van írva) (mm ² /s ²)		0,1084	0,8310
mért	t1	125,92	99,98
lefollyási	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)/(L-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.

$$N = \frac{\log(130,2) - \log(83,34)}{\log(13,63)} = 0,1707787$$

$$VI_E = \frac{10^{0,1707787} - 1}{0,00715} + 100 = 167,3$$

Kerekítve: 167

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

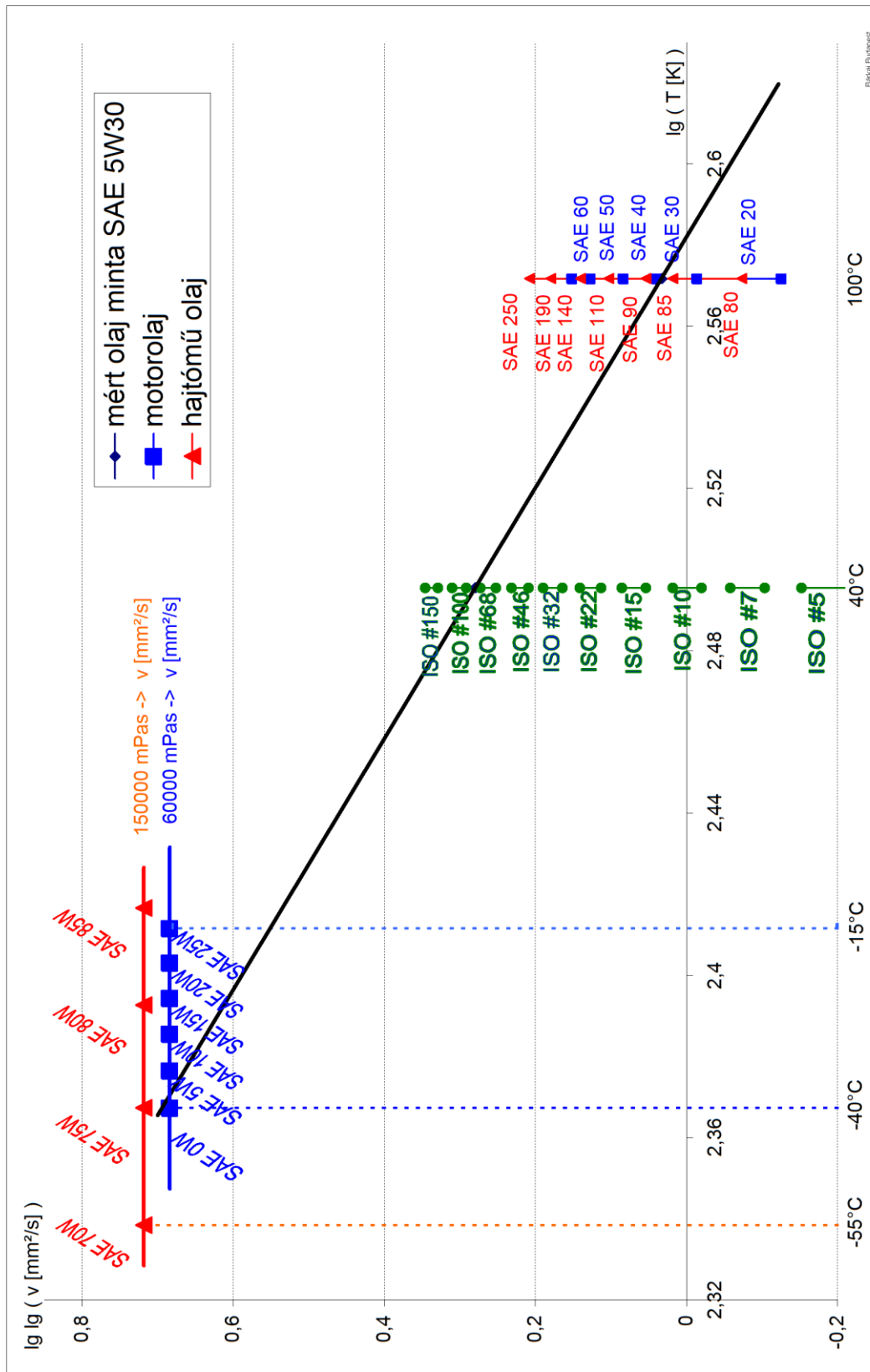
Az olaj VI-je 100 fölötti, ezért valószínűsíthető (de nem biztos), hogy motorolaj a mintánk.

Ha motorolaj, akkor az SEA 40-es fokozatba esik (12,5 mm²/s és 16,3 mm²/s közé).

A viszkozitás kettős (tízes alapú) logaritmusát az abszolút hőmérséklet (kelvin) logaritmusának függvényében ábrázoljuk. Berajzoljuk a két mérési pontot (40 és 100 °C először átszámolandó kelvinre). A két pontot egyenessel összekötjük. Behúzzuk a 60000 mPas-os értékhez tartozó vízszintes egyenest (átszámolás mértékegységekkel részletezve!!!!). Megkeressük a mért pontokat összekötő egyenessel a metszéspontot és ezt a vízszintes tengelyre vetítve, meghatározzuk a téli fokozatot. A diagramot úgy készítjük el, hogy kitöltse a teljes diagram-papírt. Ennek alapján határozzuk meg, hogy hol legyen a tengelymetszet. A diagram tengelyeinek a beszkálázása olyan osztással történjék, hogy kényelmesen le tudjuk olvasni (pl. a 2,4; 2,5 vastag vonalra essen). A skálázás legyen a lehető legpontosabb. Figyeljünk oda, hogy a logaritmusok kiszámítása során a felhasznált értékes jegyek száma igazodjon az ábrázolási lehetőséghez.

Beugró mintakérdések:

- Newton törvény, képlettel is, szavakban is. Viskozitási mértékegységek és egymásba átszámításuk, számpéldával is.
- Milyen esetekben használunk kis, ill. nagy viszkozitású kenőolajat?
- Szilárd kenőanyagok
- Kenőzsírok. Összetétel, alkalmazás, minősítés.
- Adott egy kenőolaj viszkozitása 40 és 100 °C-on. Számoljuk ki a viszkozitási indexét!
- Adott három kenőolaj viszkozitása 40 és 100 °C-on. Közülük egyik 0 viszkozitási indexű, egy 100-as indexű, egy pedig egy ma használatos motorolaj. Azonosítsuk őket és számoljuk ki a motorolaj viszkozitási indexét!
- Két olaj viszkozitása 100 °C-on megegyezik és adottak a viszkozitásaik 40 °C-on. Melyiknek magasabb a viszkozitási indexe? Melyiknek alacsonyabb a téli fokozata?
- Mit nevezünk a viszkoziméter műszerállandójának, mi a mértékegysége?
- Egy kapillár viszkoziméterrel egy 12 mm²/s viszkozitású olaj átfolyási idejére 60 másodpercet mértünk. Mennyit mérnénk egy 15 mm²/s viszkozitású olaj esetén?
- SAE fokozatok. Milyen szempontok alapján?
- API minősítés
- Mi a szintetikus kenőolaj?
- Mi a lobbanáspont?
- Conradson-szám
- Olaj adalékok
- Milyen információ nyerhető a fáradt olajok elemanalíziséből?
- Szilikon termékek
- Kenőanyagok és a környezetvédelem



ISO és SAE fokozatok motorolajra és hajtómű olajra. Egy minta olaj viszkozitásának a változása a hőmérséklettel

Technikai fluidumok II.

Vízvizsgálat

A víz, mint nyersanyag

A víz széles körű felhasználása kedvező kémiai és fizikai tulajdonságainak és annak a ténynek köszönhető, hogy a természetben nagy mennyiségben fordul elő.

Az élet és az ipari tevékenység is megköveteli bizonyos mennyiségű és meghatározott minőségű víz jelenlétét. Bár Földünk felszínét több mint kétharmad részben borítja víz, ipari és kommunális célokra alkalmas mennyisége mégis viszonylag csekély. A Föld vízkészletének alig több mint 2 %-a édes víz és ennek is tekintélyes hányadát a sarkvidéki jégtakarók és gleccserek alkotják. Így a ténylegesen felhasználható mennyiség a vízkészletnek csak mintegy 0,3 %-a. Különös gondot okoz a víz a legnagyobb népsűrűségű országokban, ahol egyre költségesebb a megfelelő mennyiségű és minőségű víz biztosítása.

A víz a természetben állandó körforgásban van. A tengerből elpárolgott víz a légkörbe jut, ahonnan csapadék alakjában részben ismét a tengerbe, részben visszapárolgás révén – még mielőtt lehullhatna – újra a légkörbe kerül, részben pedig a szárazföldre hull. A szárazföldön a csapadék egy része, az éghajlattól függően közvetlenül elpárolog, másik része lefolyik a patakok és folyók medrébe, harmadik része pedig beszívárog a talajba. Ez utóbbi rész főleg a növényzet párologtatása révén, ismét a légtérbe kerül, illetve forrást vagy medret találva, a tengerbe tér vissza. A víz természeti körforgása a Föld vízkészletének rendszeres megújulása, a víz újratermelésének természeti folyamata.

A víz ipari felhasználása szempontjából kedvező tulajdonsága nagy fajhője, párolgáshője és olvadáshője, így viszonylag kis mennyiségével nagy hőmennyiséget szállíthatunk akár hűtési, akár fűtési célra anélkül, hogy hőmérséklete jelentősen megnövekedne, illetve csökkenne. Aránylag kis forráspontja gőzfejlesztési, energiaátalakítási szempontból az adott technikai körülmények között kedvező. Emellett olcsó és nem tűzveszélyes. Hátránya, hogy a szabadban lévő csövekben, berendezésekben a fagy károkat és zavarokat okozhat, továbbá, hogy a fémek, különösen a fémvas és ötvözetei, korróziójának egyik legfontosabb okozója.

A természetben előforduló és a gyakorlatban felhasznált nyers vagy előkészített vizek tulajdonképpen igen híg oldatoknak vagy szuszpenzióknak tekinthetők. Ez a körülmény a kémiaiilag tiszta vízre vonatkozó, jellemző fizikai és kémiai állandókat többé-kevésbé módosítja. Kémiai értelemben tiszta víz a természetben nem található.

A vízben lévő idegen anyagokat három csoportba osztjuk

- oldott gázok,
- oldott sók,
- lebegő szennyezések.

Oldott gázok

A víz levegővel érintkezve abból gázokat old ki. Pl.: oxigén, nitrogén, a szén-dioxid, kén-dioxid, a nitrozus gázok stb. Az oxigén és a szén-dioxid különösen a vas korróziós folyamatában nagyon káros. Eltávolításuk a felhasználás jellegétől függően szükséges lehet.

Oldott sók

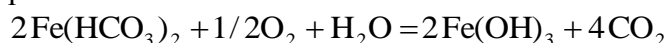
A talaj mindig tartalmaz vízzoldható sókat.

A víz szén-dioxid tartalma megnöveli a víz oldó hatását. A karbonátos kőzeteket a víz gyakorlatilag nem oldja, a szén-dioxid tartalmú víz azonban az alábbi megfordítható reakciókban, hidrogén-karbonát képződés mellett igen:



Oldja továbbá a vas- és mangántartalmú, valamint a szilikátos kőzeteket is.

Az oldódás során keletkező vas(II)-hidrogén-karbonát csak oxigénmentes talajvízben lehet jelen, mivel oxigénnel érintkezve elbomlik és barna csapadék, vas(III)-hidroxid formájában kiválik, amit pl. vízvezeték javítás során tapasztalhatunk:



Felszíni vizek ezért oldott állapotban vasat nem tartalmaznak.

A talajvízben a fehérjék és egyéb nitrogéntartalmú szerves anyagok bomlásából származó ammónia először nitríté, majd nitráttá oxidálódik. Nitrit-tartalomtól a közelmúltban, nitrát-tartalomtól pedig régebben történt szerves szennyezésre lehet következtetni. Az ammónia- és nitrit-tartalmú víz fogyasztásra nem alkalmas, mert valószínű, hogy az egyéb szennyező anyagoknak sem volt módjuk oxidálódni. Szennyeződésként szerves anyagokat is tartalmazhat a víz oldott állapotban. A víz szervesanyag-tartalmát a szerves anyagok oxidálásához szükséges oxigén mennyiségével szokás jellemezni.

Jelentős lehet a víz különféle ipari eredetű szennyeződése is (pl. mosószerek, fenol stb.), és nagy gondot okozhat a túlzott műtrágyahasználat miatt a felszíni vizekbe jutó hatóanyagok (NH_3 , NO_2 , P_2O_5 , K_2O) mennyisége is. A nitrogén- és foszforvegyületek felhalmozódása a felszíni vizekben – különösen az állóvizekben – a növényi élet túlburjánzásához vezet.

Lebegő szennyeződések

A szilárd lebegő szennyezések ásványi, növényi és állati eredetűek, illetőleg ipari szennyeződések lehetnek. Eltávolításuk szűréssel lehetséges.

A víz keménysége

A vízben oldott kalcium- és magnézium-sók bizonyos körülmények között a többi sótól eltérően viselkednek. **A vízben oldott kalcium- és magnézium-sókat keménységet okozó sóknak nevezzük.** A kemény, tehát nagyobb mennyiségű kalcium- és magnézium-sót tartalmazó vízben a szappan nem habzik, csak akkor, ha már minden kalcium- és magnézium-só lekötődött, oldhatatlan, kalcium- és magnézium-szappan formájában. Az erre fordított szappanmennyiség a mosás szempontjából elvesz, a keletkezett csapadék pedig lerakódik a textíliák rostjai közé, és azokat szennyezi. A keménységet okozó sók okai a kazánkő-képződésnek is, ami rontja a kazánok fűtőfelületének hőátadását. A kazánkő a nyomás alatt levő szerkezeti anyagok túlhevülését, és ez által szilárdságcsökkenést s így robbanásveszélyt okoz. A csővezetékek vízkövesedése keresztmetszet-csökkenést, sőt dugulást, tehát cirkulációs zavart okoz. A kazán falára lerakódott kazánkőréteg hővezető képessége a kazán lemezénél 15–20-szor rosszabb. Ez természetesen rontja a kazán hatásfokát, és a tüzelőanyag pazarláshoz vezet. Közepes teljesítményű, közepes nyomású kazánban 1 mm karbonát-szilikát összetételű kazánkőréteg 3–5 % kazánhatásfok-csökkenést is okozhat.

A rossz hőátadás miatt helyileg túlmelegedett kazánfalhoz a kazánkőréteg megrepedése folytán víz kerülhet, ami robbanásszerűen elgőzölög, hirtelen megnöveli a gőznyomást, amitől a kazánfal szétszakadhat.

A kalcium-hidrogén-karbonát és a magnézium-hidrogén-karbonát az egyéb kalcium- és magnézium-sókhöz képest melegítés hatására eltérően viselkedik. A hidrogén-karbonátok az imént felírt (1) és (2) megfordítható reakció alsó nyíl irányában történő lejátszódásával, szén-dioxid felszabadulása mellett karbonátokká alakulnak és ezért csekélyebb oldhatóságuk következtében, szilárd alakban kiválnak (lásd a kémiai egyensúlyok eltolása) A kalcium-hidrogén-karbonát és a magnézium-hidrogén-karbonát által okozott keménységet karbonát-keménységnek nevezzük, jele: KK. A többi kalcium- és magnézium-só (pl. MgSO_4 , CaCl_2) a nemkarbonát-keménységet képezi, jele: NKK. A nemkarbonát-keménység melegítés hatására nem változik. A karbonát keménységet tehát a hidrogén-karbonátok okozzák! Ezt változó keménységnek, míg a nemkarbonát-keménységet állandó keménységnek is szokták nevezni.

A karbonát-keménység és nemkarbonát-keménység összege az összes keménység, jele: ÖK

A keménység mértékének kifejezésére az SI mérték-rendszerben a vízben oldott sók koncentrációját mol/dm^3 -ben adják meg, de használják a keménységi fok fogalmát is. Legelterjedtebb a német keménységi fok, jele: nk° 1 német keménységi fok annak a víznek a keménysége, melynek 1 literében 10 mg kalcium-oxiddal egyenértékű kalcium-vagy magnézium-só van oldva, azaz ugyanannyi „db” kalcium (magnézium) ion van benne mintha – kémiai reakciókkal – 10 mg kalcium-oxidot oldanánk egy liter vízben. Ezekon kívül szokás a vízben oldott sókat, beleértve a keménységet okozó sókat is, milligramm/liter vagy az ezzel azonos „parts pro million”=ppm („egy rész oldott anyag a millió résznyi oldatban”) koncentrációegységben is megadni.

Pl. a lágy víz keménysége: 0–1,25 mol/l (0–7 nk°), a nagyon kemény víz keménysége 5,4 mol/l (30 nk°) feletti.

A víznyerés forrása szerint lehetnek felszíni vizek (folyóvíz, tó, tározó, tengervíz, csapadékvíz), felszín alatti vizek (talajvíz, rétegvíz, karsztvíz).

Vízelőkészítés:

- A víz lebegőanyag tartalmának eltávolítása: ülepités, derítés, szűrés. A derítés elve, hogy a vízben vegyszerek hozzáadásával jól ülepedő, nagy felületű pozitív töltésű csapadékot hoznak létre (pehelyesítés), mely a vízben szuszpendált apró szemcséjű, negatív töltésű lebegő anyagot megkötí, és vele együtt könnyen ülepedik.
- Gáztalanítás
fizikai módszerekkel: szellőztetés, termikus (forráspont környékére hevítés)
kémiai módszerekkel: szén-dioxid eltávolítása (mész-kötőrmelékkel, kalcium-hidroxiddal)
oxigén eltávolítására: redukáló szerekkel
- vas, mangán, szilikát, olaj eltávolítása
- fertőtlenítés: oxidációs módszerekkel, klórt és aktív klórt tartalmazó vegyületek, ill. ózon segítségével történhet, de használják az ultrabolya fényel, vagy ultrahanggal való besugárzást, vagy a pasztörözésnek nevezett hőkezelést is.
- vízlágyítás (lásd következő fejezet)

Vízlágyítás

Az ipari felhasználás során talán a legfontosabb víz-előkészítési módszer.

A keménységet okozó sók káros hatásának megakadályozására két mód lehetséges:

- a keménységet okozó sók eltávolítása (vízlágyítás),
- a keménységet okozó sók kiválásának megakadályozása.

A vízlágyításra az eljárásoknak szintén két csoportja ismeretes. Az egyik módszer lényege, hogy a keménységet okozó sókat oldhatatlan csapadék formájában eltávolítják a vízből (csapadékos vízlágyítás). A másik módszer szerint a kalcium- és magnézium-ionokat keménységet nem okozó ionokkal cserélik fel (ioncserélő vízlágyítás).

A keménységet okozó sók kiválásának megakadályozására olyan vegyszert (pl. nátrium-hexametafoszfátot) adagolnak a vízhez, amely a keménységet okozó sókat nem távolítja el, csak megakadályozza a kicsapódásukat.

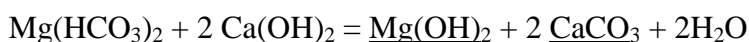
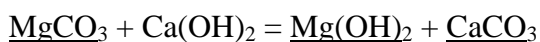
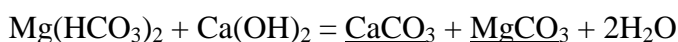
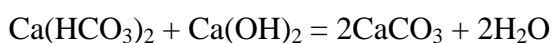
Csapadékos vízlágyítás

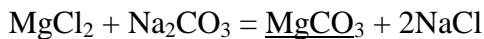
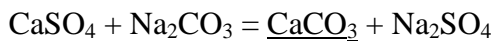
Termikus vízlágyítás

A keménységet okozó sók (változó-keménység) csapadék alakjában történő eltávolításának legegyszerűbb módja a termikus vízlágyítás. Ehhez vegyszer sem szükséges, mert az oldhatatlan csapadék hő hatására válik ki. A korábban felírt (1) és (2) reakcióegyenletek (jobbról balra lejátszódásakor) alakul át a kalcium- és magnézium-hidrogén-karbonát alig oldható kalcium- és magnézium-karbonáttá. Ez a módszer csak a karbonátkeménység csökkentésére használható.

Meszes (mész-szódás) vízlágyítás

Klasszikus csapadékos vízlágyítási eljárás a meszes és a mész-szódás eljárás. Kalcium-hidroxid és nátrium-karbonát hatására képződnek az oldhatatlan kalcium és magnézium vegyületek. Az alapreakciók a következők:





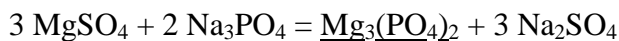
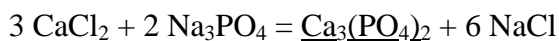
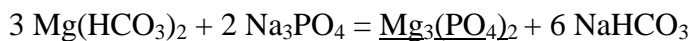
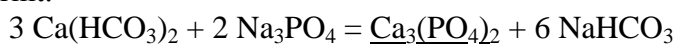
Látható, hogy a mész ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) a karbonát-keménység és a magnézium-sók okozta keménység, a szóda (Na_2CO_3) pedig a nemkarbonát-keménység lágyításához szükséges. A víz keménységi viszonyainak és a kalcium- és magnézium-sók arányának ismeretében a reakcióegyenletek alapján megállapítható a lágyításhoz szükséges vegyszer mennyisége.

Ugyancsak mész szükséges az esetleg jelenlevő szabad szén-dioxid lekötéséhez is a $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \underline{\text{CaCO}_3} + \text{H}_2\text{O}$ egyenlet értelmében.

Trinátrium-foszfátos vízlágyítás

Jó hatásfokú lágyítószer a trinátrium-foszfát, ismertebb nevén trisó. Segítségével a víz 0,2–0,5 nk° keménységűre lágyítható, amely a vegyszeres lágyítási módszerek közül a legjobb eredményt szolgáltatja.

A trinátrium-foszfát egyaránt reagál a karbonát- és a nemkarbonát-keménységet okozó kalcium- és magnézium-sókkal. A lágyítás során oldhatatlan kalcium- és magnézium-foszfát keletkezik, a következő reakció szerint.



A csapadékképződés a mész-szódás és egyéb csapadékos eljárások esetén magasabb hőmérsékleten kedvezőbb, a víz maradék keménysége alacsonyabb.

A csapadékos lágyítási eljárások hatásfoka a képződött csapadék oldhatóságától függ. A trisós lágyítás hatásfoka jobb, mint a mész-szódás lágyítása, mert a kalcium- és magnézium-foszfát oldhatósága kisebb, mint a mész-szódás lágyításban keletkező csapadékoké, de a trisó drágább, mint a mész, illetve a szóda. A csapadékos vízlágyítással teljesen keménységmentes vizet nem lehet előállítani, mert minden csapadék bizonyos mértékig oldódik. A teljes lágyítás csak ioncserével valósítható meg.

Ioncserélő vízlágyítás

A 0,1–0,2 nk°-nál lágyabb vizek előállítására ioncserélőket használnak. A gyakorlatban használt ioncserélő anyagok nagy molekulájú, polimerizációs eljárásokkal előállított műgyanták. Ezekben a gyantavázhoz kötött, töltéssel rendelkező fix centrumokhoz kötődnek különböző erősséggel a kicserélhető pozitív és negatív ellenionok. Az ioncsere során a vízben lévő kationok (kation cserélő gyanták esetén) kicserélődnek a gyanta felszínén megkötött hidrogén ionokkal. Anioncserélő gyanták esetén a gyanta a vízben lévő anionokat cseréli le hidroxil-ionokra (a víz teljes sótelenítésénél).

A kationcserélő gyantákat leggyakrabban hidrogén- vagy nátrium-ionnal telített formában, az anioncserélő gyantákat pedig hidroxid- vagy klorid-ionos formában alkalmazzák a vízkezelésben. Ha csak a víz lágyítása a cél, a kationcserélő gyanták nátriumra cserélik a kationokat.

Vízlágyítás során a lágyítandó vizet keresztül áramoltatjuk egy ioncserélő gyantával töltött oszlopon. Természetesen az ioncserélő gyanta kapacitása véges. Ha a gyanta összes hidrogén (anion-cserélő esetén hidroxil) ionja lecserelődött a vízből megkötött kationokra (anionokra), akkor ún. áttörés következik be, azaz hiába áramoltatunk tovább vizet a gyantán, az abból már nem képes a benne lévő sók (ionok) megkötésére. Ilyenkor regenerálásra van szükség, ami az előbbi eljárás fordítottja. Erős savat áramoltatva a kationcserélő-gyantán, a megkötött kationokat hidrogén-ionokra erős lúgot áramoltatva az anioncserélő-gyantán ismét hidroxil-ionokra cserélik az anionokat. Ezt követően az ioncserélő-gyanták a felesleges sav illetve lúg kimosása után ismét így ismét alkalmassá válnak az ioncserére.

Ionmentes víz előállítása fordított ozmózissal

Az ozmózis jelensége: ha két térrészt (sejtet), amelyekben különböző koncentrációjú oldat található, félig átteresztő membrán (sejtfal) választ el, amelyen keresztül az oldószer molekulák (esetünkben víz) szabadon,

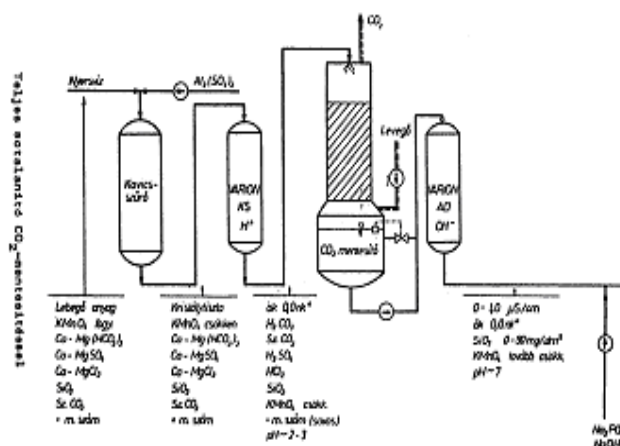
de az oldott anyag (hidratált ionok) nem tudnak áthaladni, a koncentráció-különbség a két oldat között csak az által egyenlítődhöz ki, ha az oldószer molekulák a kisebb koncentrációjú oldatból a nagyobb koncentrációjú oldatba diffundálnak. Emiatt a nagyobb koncentrációjú térben mindaddig nő a nyomás, amíg a megnövekedett nyomás miatt a nagyobb koncentrációjú térből a kisebb koncentrációjú térbe is ugyanannyi oldószer molekula diffundál át, mint az ellenkező irányba. Ebben az esetben a nagyobb koncentrációjú tér nyomását megnövelve az oldószer molekulákat a tisztább (alacsonyabb sókoncentrációjú) tér felé tudjuk átkényszeríteni (a folyamat megfordul) ezt nevezzük fordított ozmózisra alapuló sótalanításnak.

A fordított ozmózis elve alapján működő víztisztító berendezésben a kezelendő vizet egy félig átteresztő (természetes vagy mesterséges műanyag alapú) membránon az ozmózisnyomásnál nagyobb nyomással (a víz sótartalmától függően néhányszor tíz bar) átjuttatjuk, azaz a vizet a töményebb oldatból átpréseljük a tiszta víz oldalra. A membrán lehet sík, cső, spirális alakban feltekert zsák vagy kapilláris méretű szálcöveg.

Laboratóriumi mérési feladat

A gyakorlat során sorba kapcsolt erősen savas hidrogén-formájú kationcserélő és erősen bázikus hidroxil-formájú anioncserélő gyantával töltött oszlopok teljes sótalanító hatását vizsgáljuk ivóvíz mintákon. A mérőberendezés vázlatát a 1. ábrán mutatjuk be.

1. ábra. Teljes sótalanítás szén-dioxid mentesítéssel (általános séma)



A kationcserélő oszlop 1,8 cm átmérőjű, benne 6 cm³ erősen savas, magyar gyártmányú, H⁺-formájú kationcserélő gyanta (Varion KS), az azonos átmérőjű anioncserélő oszlopban pedig 8 cm³ erősen bázikus, magyar gyártmányú, OH⁻-formájú anioncserélő gyanta (Varion AD) töltetet helyeztünk el. A két oszlop közé a kationcserélő oszlopban keletkező széndioxid eltávolítására gáztalanító oszlopot kapcsoltunk. Az oszlopok után kötött folyamatosan működő átáramlási cellák segítségével mérjük az ioncserélő oszlopokról elfolyó víz fajlagos vezetőképességét és pH-ját. Az első leolvasás a mérés megkezdésétől számított 1 perc múlva történik, a továbbiakban pedig 5 percenként végezzük a leolvasásokat.

Az oszlopokat a vízben lévő sók megjelenéséig (áttöréséig) üzemeltetjük. Az áttörést az anioncserélő oszlop után elfolyt víz fajlagos vezetőképességének növekedése jelzi.

Beadandók: az átáramlott oldattérfogat függvényében felvett fajlagos vezetőképességi és pH-görbék egy diagramban (mindkét oszlop esetén), valamint a mérés értékelése (melyik oszlop tört át hamarabb, és miért?).

Beugró mintakérdések:

- Melyek a keménységet okozó sók? Melyik milyen keménységet okoz?
- Mit jelent a változó, az állandó illetve az összes keménység?
- Milyen szennyeződések tartalmazhat a víz?

- Milyen fontosabb kationok és anionok fordulnak elő a természetes vizekben?
- Miért szükséges a vízlágyítás?
- Vízelőkészítés
- Vízlágyítási módszerek felsorolása, rövid jellemzése
- Mivel végzik a mész-szódás vízlágyítást, mi az elve? (képletek nélkül)
- Trinátrium-foszfátos vízlágyítás elve
- Ioncserélő vízlágyítás
- A fordított ozmózissal történő ionmentesítés elve
- Víz keménységének a mértékegységei