

ÕLIDE VISKOOSUSE VÕRDLEMINE

Ekspérimentaalse töö juhendi koostajad: Ülle Kikas, Krista Kupits ja Hanna Vahter
Tartu Ülikool, Teaduskool

TEADUSLIK TAUST

Üks õlisid eristav näitaja on nende viskoossus. Samal ajal kui erinevate õlide tihedused on üsna lähedased (0.8 – 0.9 g/cm³), võivad eri otstarbega õlide viskoossused palju erineda (vaata viskoossuste tabelit LISA 2).

Viskoossus on vedelike omadus avaldada vastupanu liikumisele, sh vedeliku kihtide liikumisele üksteise suhtes. Viskoossuse põhjuseks on molekulide hõõrdumine. Mida väiksem on vedeliku viskoossus, seda paremini ta voolab. Mesi on suurema viskoossusega kui vesi.

Viskoossuse määramiseks ja võrdlemiseks sobib **Stokes'i meetod**. Meetod võimaldab määrata vedeliku viskoossust selle järgi, kui kiiresti langeb vedelikus tuntud omadustega kuulike.

Kuulikese langemiskiirus ja vedeliku viskoossus on seotud valemiga:

$$v_{kuulike} = \frac{2g}{9} R_{kuulike}^2 \frac{\rho_{kuulike} - \rho_{vedelik}}{\mu},$$

kust nähtub, et kuulikese langemiskiiruse $v_{kuulike}$ ja vedeliku viskoossuse μ vahel on pöördvõrdeline sõltuvus. Erineva viskoossusega õlides on langemiskiirused erinevad, kusjuures viskoossuse suurenedes kuulikese langemiskiirus väheneb.

Rangelt võttes saame õlide viskoossusi võrrelda langemiskiiruse järgi siis, kui kasutame kõigis katsetes samasuguseid kuulikesi ning eeldame, et õlide tihedused on sarnased.

NB! Katses kasutatavaid õlisid tuleb hoida samal temperatuuril, sest õlide viskoossus väheneb soojendamisel märgatavalt.

TÖÖJUHEND

Töö eesmärk: uurida reostunud veeproovist eraldatud õlisarnast vedelikku, et selgitada õlireostuse võimalikku allikat. Katses tuleb võrrelda uuritava õliproovi viskoossust tuntud õlide viskoossusega. Teades reostusallikaid, kust õli võis veekogusse sattuda, saame viskoossuste sarnasuse põhjal välja selgitada kõige tõenäolisema õlireostuse allika.

Vajalikud vahendid:

- 3 tähistatud klaasilindrit (250 ml), millest ühes on TOIDUÕLI, teises MASINAÕLI ning kolmandas veeproovist eraldatud õlisarnane vedelik, ÕLIPROOV;
- stopper;
- kuulikesed (20 tk);
- joonlaud;
- veekindel marker.

Töö käik:

1. Joonista markeriga igale silindrile kaks joont nii, et need oleksid paralleelsed laua pinnaga. Alumine joon olgu 4–5 cm kõrgusel põhjast ning joontevaheline kaugus umbes 15 cm. Mõõda joontevahelised kaugused joonlauaga (kolm korda iga silindri jaoks), kirjuta saadud tulemused (Google) arvutifaili oma töölehele ja arvuta keskmine

Juhis õpetajale: valmistage ette Excel vm tabelarvutuse fail või paluge õpilastel see koostada, võttes eeskujuks Tabeli 1. Keskmiste arvutamiseks sisestage valemid vastavatele väljadele.

2. Kuulikese langemiskiiruse uurimine kolmes erinevas vedelikus:
 - a. Lase üks kuulike esimesse silindrisse. Käivita stopper, kui kuulike möödub ülemisest joonest ja vajuta stopper kinni, kui kuulike möödub alumisest joonest. Kuulikese langemist jälgi silmade kõrguselt, tabamaks täpselt hetke, mil kuulike joonest möödub;
 - b. Kirjuta kuulikese langemisaeg arvuti tabelisse;
 - c. Täpsema langemisaja leidmiseks korda samas vedelikus mõõtmist 5 korda järgmiste kuulikestega;
 - d. Tee mõõtmised kõigis kolmes õlis ja märgi kõik kuulikeste langemisajad arvutisse. Arvuta 5 mõõtmise keskmised (kasuta tabelisse sisestatud valemit või kirjuta ise valem arvutifaili vastavatele väljadele).
3. Sisesta arvuti tabelisse valemid kuulikese langemiskiiruse arvutamiseks kõigi kolme õli jaoks. Vajadusel küsi abi õpetajalt.

Tabel 1. Kuulikeste langemiskiiruste määramine

Uuritav aine	Joontevahelise vahemaa läbimise aeg, s					Keskmine vahemaa läbimise aeg, s	Joonte vahekaugus, cm			Keskmine vahekaugus, cm	Kuulikese langemiskiirus cm/s
	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_{keskm}	x_1	x_2	x_3	x_{keskm}	$v,$
TOIDUÕLI											
MASINAÕLI											
ÕLIPROOV											

- Võrdle tabeli põhjal õlide viskoossusi: millisel õlil oli kõige suurem ja millisel kõige väiksem viskoossus?
- Kumma tuntud õliga oli tiigiveest saadud õliproovi viskoossus sarnasem?
- Analüüsi viskoossuste võrdlemise põhjal, kas tiiki sattunud õlireostus oli toiduõli või masinaõli?

VEDELIKE JA ÕLIDE DÜNAAMILISED (ABSOLUUTSED) VISKOOSUSED

Vedelik	$(N\ s/m^2, Pa\ s)$	$(centipoise, cP)^*$
Atsetoon	0,000316	0,316
Etanool	0,001095	1.095
Veri	0,003 – 0,004	
Kastoorõli	0,650	650
Kloroform	0,00053	0,53
Glütseriin	0,950	950
Petrooleum	0,00164	1,64
Linaseemne õli	0,0331	33,1
Elavhõbe	0,00153	1,53
Piim	0,003	
Vesi	0,00089	0,89
Mootoriõli SAE 10	0,079**	79
Mootoriõli SAE 20	0,170**	170
Mootoriõli SAE 30	0,310**	310
Mootoriõli SAE 40	0,430**	430
Mootoriõli SAE 50	0,630**	630

$$1\ N\ s/m^2 = 1\ kg/(m\ s) = 1\ Pa\ s = 1000\ cP$$

*Sentipuaas (*cP*) on viskoossuse ühik CGSE süsteemis

** temperatuuril 20°C

Allikad:

https://www.engineeringtoolbox.com/absolute-viscosity-liquids-d_1259.html ja

https://www.engineeringtoolbox.com/dynamic-viscosity-motor-oils-d_1759.html