

5-LABORATORIYA ISHI

SUYUQLIKNING ICHKI ISHQALANISH KOEFFITSIYENTINI STOKS USULI BILAN ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar: balandligi $80 \div 100 \text{ sm}$ li shisha tsilindr, sekundometr, qovushqoqligi katta bo'lgan suyuqlik, $0,5 \div 1 \text{ mm}$ radiusli po'lat sharcha, mikrometr.

Ishning maqsadi: Suyuqlikning qovushqoqlik koeffitsiyentini tajriba yo'li bilan aniqlash va uning molekulyar mexanizmi bilan tanishish.

ISHNING NAZARIYASI

Agar harakatlanuvchi suyuqlikning har xil qatlamlari har xil tezlik bilan harakat qilsa, u holda qatlamlar orasida ichki ishqalanish kuchlari ta'sir qiladi. Tajriba ko'rsatadiki, ichki ishqalanish kuchi yuzaning s kattaligiga va tezlikning $\frac{d\mathcal{G}}{dn}$ gradientiga proporsionaldir, ya'ni:

$$f = \eta s \frac{d\mathcal{G}}{dn} \quad (13.1)$$

Bundagi η – ichki ishqalanish koeffitsienti yoki dinamik qovushqoqlik deb ataluvchi proporsionallik koeffitsienti. Bu yerda tezlik gradienti suyuqlik harakati yo'nalishiga perpendikulyar yo'nalgandir. Agar $\frac{d\mathcal{G}}{dn} = 1$ va $s = 1$ ga teng desak, (13.1) formuladan η –ning fizikaviy ma'nosi kelib chiqadi.

Ichki ishqalanish koeffitsienti son jihatdan qatlamlar orasidagi tezlik gradienti bir birlikka teng bo'lganda ularning bir birlik yuzasiga ta'sir etuvchi ishqalanish kuchini xarakterlaydi.

SGS sistemasida qovushqoqlik birligi qilib, $\eta = 1 \text{ din} \cdot 1 \text{ sek} / 1 \text{ sm}^2 - \text{puaz} (Pz)$ olinadi. Puaz shunday qovushqoqlikka tengki, unda tegib turgan qatlamlarning har bir cm^2 yuzasiga tezlikning 1 sm ga $1 \text{ sm} / \text{sek}$ gradiyenti 1 dina kuchni yuzaga keltiradi. Puazdan 100 marta kichik birlik – santipuaz. Texnikada qovushqoqlik ko'proq stokslarda yoki undan 100 marta kichik santistokslarda ifodalanadi. ρ zichlik, η dinamik qovushqoqlik va ν kinematik qovushqoqliklar orasida quyidagi bog'lanish mavjud:

$$\mathcal{G} = \frac{\eta}{\rho} \quad (13.2)$$

XBS da kinematik qovushqoqlikning birligi $|\nu| = M^2 / \text{cek}$

Gazlarda qovushqoqlik temperatura ortishi bilan ortsa, suyuqliklarda esa, aksinga kamayadi. Dinamik qovushqoqlikni aniqlashning bir necha metodlari mavjud. Shundan stoks usulini ko'rib chiqamiz.

Stoks usuli suyuqlikning qovushqoqligini uning ichidagi biror jismning harakatini kuzatish orqali aniqlashga asoslangandir. Biror suyuqlik ichidan m massali va r radiusli metall sharchaning P og'irlik kuchi ta'siridagi harakatini olib qaraylik. Bu holda sharchaga P dan tashqari, yana 2 ta kuch ta'sir etadi. Ulardan biri sharchaga suyuqlikning ichki ishqalanish kuchi F_η , ikkinchisi suyuqlikka botirilgan sharchani yuqorigi itaruvchi F_A –Arximed kuchi. F_η –ichki ishqalanish kuchi. Stoks qonuniga ko'ra, suyuqlik ichida harakatlanayotgan jism o'lchamiga, uning ϱ tezligiga va suyuqlikning η qovushqoqligiga proporsional bo'lib, uning son qiymati quyidagiga teng:

$$F_\eta = 6\pi r\varrho \cdot \eta \quad (13.3)$$

Agar sharchaga qo'yilgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi nolga teng bo'lsa, sharchaning suyuqlik ichidagi harakati tekis bo'lib, unga nisbatan suyuqlikning harakati laminar bo'ladi. Hozirgi misolda sharchaning harakati vertikal yo'nalishda bo'lganligidan, unga qo'yilgan barcha kuchlar vektorlari uning markazidan o'tuvchi to'g'ri chiziq bo'ylab joylashib, tekis harakat shartiga ko'ra, ularning vektor yig'indisi nolga teng bo'ladi, ya'ni:

$$\vec{P} + \vec{F}_A + F_\eta = 0 \quad (13.4)$$

yoki P og'irlik kuchi yo'nalishiga proektsiyalarda

$$\vec{P} - \vec{F}_A - F_\eta = 0 \quad (13.5)$$

(13.5) dagi F_A Arximed kuchi

$$F_A = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_0 g \quad (13.6)$$

tenglikdan og'irlik kuchi

$$P = mg = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_0 g \quad (13.7)$$

topiladi. Bu yerda $m = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_0$ –sharcha hajmida siqib chiqarilgan suyuqlikning massasi, ρ_0 –suyuqlikning zichligi. (13.3)ga, (13.5) va (13.7) tengliklarning kombinatsiyasidan qovushqoqlikning

$$\eta = \frac{2r^2(\rho - \rho_0)}{9\varrho} \cdot g \quad (13.8)$$

hisoblash formulasini topamiz. Bu yerda ρ –metall sharchaning zichligi, ϱ –uning suyuqlikda tushish tezligi.

Laboratoriya sharoitida (13.8) formula bo'yicha η ni hisoblashda, ϑ ni aniq o'lchash qiyin. Shuning uchun birining qovushqoqligi ma'lum, ikkinchisini esa noma'lum bo'lgan ikki xil suyuqlik olib, ularda geometrik va fizikaviy parametrlari bir xil bo'lgan ikkita metall sharchaning bir xil balandlikdan tushish vaqtlari o'lchanadi va $\vartheta = \frac{h}{t}$ (h – suyuqlikda sharchaning tushish balandligi, t – tushish vaqti) munosabatdan foydalanib, (13.8) formuladan

$$\eta_x = \eta_o \frac{\rho - \rho_x}{\rho - \rho_0} \cdot \frac{t_x}{t_0} \quad (13.9)$$

ifoda olinadi. Bu yerdagi η_x qovushqoqligi aniqlanishi kerak bo'lgan suyuqlikning ρ_x zichligi, η_o, ρ_0 jadvaldan olinadi. Qovushqoqligi noma'lum suyuqlikda ρ zichlikka ega bo'lgan sharchaning tushish vaqti t_x va uning etalon suyuqlikda tushish vaqti t_0 lar sekundomerlarda o'lchanadi.

ASBOBNING TAVSIFI

Uzunligi 100 smdan kam bo'lmagan va diametri 3 sm li tsilindrik shisha idishning (13.1–rasm) A va B sathiga belgilar qo'yiladi. Bu tsilindrik idish taglikka mahkamlanib, uni taglik vintlari va shovun yordamida vertikal o'rnatiladi. Tsilindr ichiga sig'adigan uzun C ilgak ish bajarilayotganda idish ichiga tushurib qo'yiladi, u sharlarni qaytarib olishga mo'ljallangan.

ISHNING BAJARISH TARTIBI

1. Tajriba etalon suyuqlik uchun bajariladi.
2. Silindrsimon shisha idishga tekshiriladigan suyuqlik sathi yuqoridagi belgidan $5 \div 8 \text{ sm}$ baland qilib qo'yiladi.
3. Termometrdan uy temperaturasi aniqlanadi. Uy temperaturasiga mos kelgan ρ_0 yozib olinadi.
4. Chizg'ich bilan $AB = l$ o'lchanadi. Mikrometrda sharchaning r radiusi o'lchanadi va jadvaldan ρ yozib olinadi.
5. Sekundomerni olib, metall sharcha suyuqlik sathining o'rtasiga tashlanadi. Sharcha yuqorigi belgidan o'tayotgan paytda sekundomer yurgiziladi. Sekundomerning ko'rsatishi sharchaning l masofani bosib o'tishi uchun sarflangan t_x vaqtni o'lchaydi.

6. Qovushqoqligi noma'lum suyuqlik uchun ρ_x jadvaldan olinadi, t_x sekundomerdada o'lchanadi. (13.9) formula yordamida silindrning qovushqoqlik koeffitsienti hisoblanadi.

7. Olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi.

Jadval–13.1.

No	$g;$ m/c^2	$\rho;$ kg/m^2	$\rho_0;$ kg/m^3	$r;$ m	$t_0;$ c	$t_x;$ c	$\eta \cdot x;$ <i>pauz</i>	$\eta \cdot x;$ <i>pauz</i>	$\frac{\Delta\eta}{\eta} \cdot 100\%$
1									
2									
O'rt									

LABORATORIYA ISHI BO'YICHA SAVOLLAR

1. Ichki ishqalanishning molekulyar mexanizmini tushuntiring.
2. Qovushqoqlik koeffitsienti deb nimaga aytiladi?
Uning birliklarini ayting.
3. Qovushqoqlik turlarini ayting va uni o'lchash usullarini tushuntiring.
4. Qovushqoq suyuqliklarning harakati qanday bo'ladi?