

ANDIJON MASHINASOZLIK INSTITUTI

Gidropnevmoyuritmalar kafedrası

Suyuqlikning fizik xossalari mavzusidagi

REFERAT

**Bajardi: Mashinasozlik texnologiyasi fakulteti 2-bosqich, 113-guruh talabasi
Mexmonqulov X.**

Qabul qildi: A.Xojimatov

SUYUQLIKLARNING ASOSIY XOSSALARI

Режа

1. Suyuqlik to'g'risida asosiy tushunchalar
2. Suyuqliklarga ta'sir qiluvchi kuchlar
3. Suyuqliklarda bosim
4. Suyuqliklarning fizik xossalari
5. Sirt taranglik (kapillyarlik)

Suyuqlik to'g'risida asosiy tushunchalar

Juda kichik miqdordagi kuchlar ta'sirida o'z shaklini o'zgartiruvchi fizik jismlar suyuqliklar deb ataladi. Ular qattiq jismlardan o'z zarrachalarining juda harakatchanligi bilan ajralib turadi va o'quvchanlik xususiyatiga ega bo'ladi. Shuning uchun ular qaysi idishga quyilsa, o'shaning shaklini oladi.

Gidravlikada suyuqliklar ikki gruppaga: tomchilanuvchi (kapelnie) suyuqliklarga va gazsimon suyuqliklarga ajraladi. Suyuqlik deganda tomchilanuvchi suyuqlikni tushunishga odatlanilgan bo'lib, ular suv, spirt, neft, simob, turli moylar va tabiatda hamda texnikada uchrab turuvchi boshqa har xil suyuqliklardir.

Tomchilanuvchi suyuqliklar bir qancha xususiyatlarga ega:

- 1) hajmi bosim ta'sirida juda kam o'zgaradi va siqilishga qarshiligi juda katta;
- 2) harorat o'zgarishi bilan hajmi oz miqdorda o'zgaradi; .
- 3) cho'zuvchi kuchlarga deyarli qarshilik ko'rsatmaydi;
- 4) sirtida molekulalararo o'zaro qovushoqlik kuchi yuzaga keladi va u sirt taranglik kuchini vujudga keltiradi.

Tomchilanuvchi suyuqliklarning boshqa xususiyatlari to'g'risida keyinchalik yana to'xtalib o'tamiz.

Gazlar tomchilanuvchi suyuqliklardagiga nisbatan ham tezroq harakatlanuvchi zarrachalardan tashkil topgan bo'lib, ular bosim va temperatura ta'sirida o'z hajmini tez o'zgartiradi. Ularda cho'zuvchi kuchga qarshilik va qovushoqlik kuchi tomchilanuvchi suyuqliklarga nisbatan juda ham kam. Gazlar bilan gaz dinamikasi, termodinamika va aerodinamika fanlari shug'ullanadi.

Gidravlika kursi asosan tomchilanuvchi suyuqliklar bilan shug'ullanadi. Shuning uchun uni bundan buyon to'g'ridan-to'g'ri suyuqlik deb atayveramiz.

Suyuqliklar tutash jismlar qatoriga kiradi va muvozanat hamda harakat hollarida doimo qattiq jismlar (suyuqlik solingan idish tubi va devorlari, truba va kanallarning devorlari va boshqalar) bilan chegaralangan bo'ladi. Suyuqliklar gazlar (havo) bilan ham ma'lum chegara bo'yicha ajralishi mumkin. Bu chegara erkin sirt (svobodnaya poverxnost) deb ataladi.

Suyuqliklar siljituvchi kuchlarga sezilarli darajada qarshilik ko'rsatadi va bu qarshilik ichki kuchlar sifatida namoyon bo'ladi. Ularni aniqlash suyuqliklar harakatini tekshirishda muhim ahamiyatga egadir.

Suyuqliklarga ta'sir qiluvchi kuchlar

Suyuqliklarga ta'sir qiluvchi kuchlar qo'yilish usuliga qarab ichki va tashqi kuchlarga ajraladi:

ichki kuchlar - suyuqlik zarrachalarining o'zaro ta'siri natijasida vujudga keladi;

tashqi kuchlar - suyuqlikka boshqa jismlarning ta'sirini ifodalaydi (masalan, suyuqlik solingan idish devorlarining ta'siri, ochiq yuzaga ta'sir qilayotgan havo bosimi va h.k.).

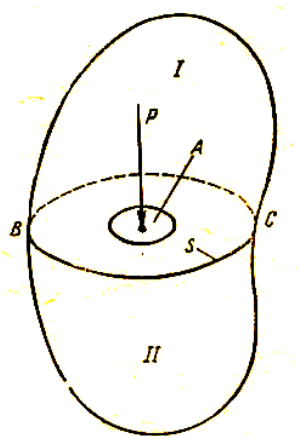
Ichki kuchlar siljituvchi kuchlarga qarshilik sifatida namoyon bo'ladi va *ichki ishqalanish* kuchi deyiladi. Tashqi kuchlarni yuza bo'yicha va hajm bo'yicha ta'sir qiluvchi kuchlar sifatida ko'rish mumkin. Shuning uchun suyuqliklarga ta'sir qiluvchi kuchlar yuza bo'yicha yoki hajm bo'yicha ta'sir qilinishiga qarab yuzaki va massa kuchlarga bo'linadi.

Yuzaki kuchlar – qaralayotgan suyuqlik hajmining sirtlariga ta'sir qiluvchi kuchlardir. Ularga bosim kuchi, sirt taranglik kuchi, suyuqlik solingan idish devorining reaksiya kuchlari, ichki ishqalanish kuchi kiradi. Ichki ishqalanish kuchlari suyuqlik harakat qilgan vaqtda yuzaga keladi va qovushoqlik xususiyatini yuzaga keltiradi (avvalgi paragrafqa qarang).

Massa kuchlar - qaralayotgan suyuqlik hajmining har bir zarrasiga ta'sir qiladi va uning massasiga proporsional bo'ladi. Ularga og'irlik va inersiya kuchlari kiradi.

Suyuqliklarda bosim

Suyuqliklarga ta'sir qiluvchi asosiy kuchlardan biri gidrostatik bosimdir. Uni tushuntirish uchun 1.1-rasmga murojaat qilamiz. Bu yerda muvozanat holatidagi suyuqlikning ixtiyoriy hajmi ifodalangan. Bu hajm ichida ixtiyoriy A nuqta olib, undan BS tekislikni o'tkazamiz. Natijada hajm ikki qismga ajraladi. BS sirtida A nuqta atrofida biror S yuza ajratamiz. hajmning I qismi orqali uning II qismiga BS yuza bo'yicha bosim kuchi beriladi.



1.1-rasm. Suyuqliklarda bosim tushunchasiga doir chizma.

Bu kuchning S yuzaga ta'sir qilgan qismini P bilan belgilaymiz.

Qaralayotgan S yuzaga ta'sir qiluvchi P kuch *gidrostatik bosim kuchi* yoki qisqacha *gidrostatik kuch* deyiladi. P kuch II qismga nisbatan tashqi kuch, butun hajmga nisbatan esa ichki kuch hisoblanadi. P kuchning S yuzaga nisbati bu yuzaning birlik miqdoriga ta'sir qiluvchi kuchni beradi va u o'rtacha gidrostatik bosim deb ataladi:

$$p_{o'r} = \frac{P}{S} \quad (1.1)$$

Agar S yuzani kichraytira borib, nuqtaga intiltirsak ($S \rightarrow 0$), $p_{o'r}$ biror chegaraviy qiymatga intiladi:

$$p = \lim_{S \rightarrow 0} \frac{P}{S}. \quad (1.2)$$

Bu qiymat A nuqtaga ta'sir qilayotgan bosimni beradi va u gidrostatik bosim deb ataladi. Umumiy holda gidrostatik bosim p bilan o'rtacha gidrostatik bosim $p_{o'r}$ teng emas. Ular bir-biridan kichik miqdorga farq qiladi.

Gidrostatik bosim N/m^2 bilan o'lchanadi.

Suyuqliklarning fizik xossalari

1. Solishtirma og'irlilik. Suyuqlikning hajm birligiga teng miqdorining og'irligi uning solishtirma og'irligi deb ataladi va grekcha γ harfi bilan belgilanadi. Yuqorida aytilgan ta'rifga asosan

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad (1.3)$$

bu yerda V - suyuqlik hajmi (birligi m^3), G – og'irligi (birligi N). Solishtirma og'irlilikning o'lchov birligi SI sistemasida

$$|\gamma| = \frac{|G|}{|V|} = \frac{N}{m^3}$$

texnik sistemada esa $\frac{kG}{m^3}$ - bo'lib, ular o'zaro quyidagicha begilangan:

$$1 \frac{kG}{m^3} = 9,80665 \frac{N}{m^3}$$

Solishtirma og'irlilik hajmi avvaldan ma'lum bo'lgan turli idishlardagi suyuqliklarning og'irligini o'lchash usuli bilan yoki areometrlar yordami bilan aniqlanadi.

Solishtirma og'irlilik bosimga va temperaturaga bog'liq bo'lib, ular o'rtasidagi munosabat ideal gazlar uchun quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\frac{p}{\gamma} = RT \quad (1.4)$$

bu yerda p - bosim ($\frac{N}{m^2}$), T - absolyut temperatura, R - gaz doimiysi

$$(R_{havo} = 287 \frac{J}{kG \cdot grad}, R_{me tan} = 518 \frac{J}{kG \cdot grad}),$$

Suyuqlik solishtirma og'irligining 4°C dagi suvning solishtirma og'irligiga nisbati uning nisbiy solishtirma og'irligi bo'ladi.

2. Solishtirma hajm. Suyuqlikning og'irlik birligidagi miqdorining hajmi solishtirma hajm deyiladi va hajmni og'irlikka bo'lish yo'li bilan aniqlanadi:

$$\nu = \frac{V}{G} \quad (1.5)$$

(1.1) va (1.3) formulalardan ko'rinib turibdiki:

$$\gamma \cdot \nu = 1 \text{ yoki } \nu = \frac{1}{\gamma}$$

Solishtirma hajmning o'lchov birligi SI sistemasida:

$$|\nu| = \frac{|V|}{|G|} = \frac{m^3}{N}$$

Solishtirma hajm ham solishtirma og'irlik kabi bosim va temperaturaga bog'liq bo'lib, u (1.4) ning boshqa ko'rinishi

$$p\nu = RT \quad (1.6)$$

orqali ifodalanadi.

3. Zichlik. Suyuqlikning hajm birligiga to'g'ri kelgan tinch holatdagi massasi uning zichligi deb ataladi. Bu ta'rifga asosan

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (1.7)$$

bunda M - suyuqlikning massasi (birligi $\frac{N \cdot s^2}{m}$).

Zichlikning o'lchov birligi quyidagicha aniqlanadi:

$$|\rho| = \frac{M}{L^3} = \frac{N \cdot s^2}{m^4}.$$

Ba'zan nisbiy zichlik tushunchasi kiritiladi. Suyuqlik zichligining suvning 4°C issiqlikdagi zichligiga nisbati uning nisbiy zichligi bo'ladi. (1.7) va (1.3) lardan ko'rinib turibdiki, zichlik bilan solishtirma og'irlik o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$\rho = \frac{\gamma}{g} \quad (1.8)$$

u holda nisbiy zichlik va nisbiy solishtirma og'irliklar o'zaro quyidagicha bog'lanadi:

$$\rho_{nisb.} = \frac{M_{suyuq}}{M_{suv}} = \frac{G_{suyuq}}{G_{suv}} = \gamma_{nisb.} \quad (1.9)$$

Zichlik temperaturaga bog'liq bo'lib, odatda, temperatura ortishi bilan kamayadi. Bu o'zgarish neft mahsulotlari uchun quyidagi munosabat orqali ifodalanadi:

$$\rho_t = \frac{\rho_{20}}{1 + \beta_t(t - 20)} \quad (1.10)$$

bunda t- temperatura (birligi °C), β_t – hajmiy kengayish temperatura koeffisienti; ρ_{20} – suyuqlikning 20°C dagi zichligi.

Suvning zichligi bu qonundan mustasno boʻlib, uning zichligi eng katta qiymatga 4°C (aniqrogʻi 3,98°C) da ega boʻladi. Uning issiqligi bundan oshsa ham, kamaysa ham zichligi kamayib boradi.

4. Suyuqliklarning issiqlikdan kengayishi. Yuqorida aytib oʻtilganidek, zichlik issiqlik oʻzgarishi bilan oʻzgarib boradi. Bu esa oʻz-oʻzidan issiqlik oʻzgarishi bilan hajmning oʻzgarishini koʻrsatadi. Suyuqliklarning bu xususiyatini gidravlik mashinalarni hisoblash va turli masalalarni hal qilish vaqtida nazarga olish zarur boʻladi.

Suyuqlikning issiqlikdan kengayishini kolbaga solingan suyuqlikning qizdirilganda hajmi koʻpayishi, suyuqlik toʻldirilib germetik yopib qoʻyilgan boshqa va sisternalarning quyosh nurida qolganda yorilib ketishi, toʻldirilgan idishdagi suyuqlikning sirtidan oqib tushishi kabi hodisalarda juda koʻp uchratish mumkin.

Suyuqliklarning bu xususiyatidan foydalanib suyuqlik termometrlari va boshqa turli sezgir oʻlchov asboblari yaratiladi. Suyuqliklarning isitilganda kengayishini ifodalash uchun hajmiy kengayish temperatura koeffisiyenti degan tushuncha kiritilib, u β_t bilan belgilangan.

1-jadval. Suvning hajmiy kengayish temperatura koeffisienti β_t 1/grad

Bosim, MN/m ²	t° c				
	1-10	10- 20	40-50	60-70	90—100
0,1	0,000014	0,000150	0,000422	0,000556	0,000719
9,8	0,000043	0,000165	0,000422	0,000548	0,000714
19,6	0,000072	0,000183	0,000426	0,000539	
49,0	0,000149	0,000236	0,000429	0,000523	0,000661
88,3	0,000229	0,000294	0,000437	0,000514	0,000621

Birlik hajmdagi suyuqlikning temperaturasi 1°C ga oshirilganda kengaygan miqdori uning *hajmiy kengayish temperatura koeffisiyenti* deyiladi va quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\beta_t = \frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta t}, \quad (1.11)$$

bunda $\Delta V = V - V_c$ – qizdirilgandan keyingi va boshlangʻich hajmlar farqi; $\Delta t = t - t_0$ – temperaturalar farqi;

$$[\beta_t] = \frac{1}{grad};$$

β_t juda kichik miqdor boʻlib, u suv uchun $t = 20^\circ\text{C}$ da $\beta_t = 2 \cdot 10^{-4} \frac{1}{grad}$, mineral moylar uchun $\beta_t = 7 \cdot 10^{-4} \text{ 1/grad}$; simob uchun $\beta_t = 18 \cdot 10^{-5} \text{ 1/grad}$.

5. Suyuqliklarning siqilishi. Gidravlik hisoblash ishlarida suyuqliklarni siqilmaydi deb hisoblash kerak, deb aytib oʻtgan edik (bu yerda tomchilanuvchi suyuqlik nazarda tutiladi).

Lekin texnikada va tabiatda ba'zi hollarda bosim juda katta bo'ladi. Bunda agar suyuqlikning umumiy hajmi ham katta bo'lsa, hajm o'zgarishi sezilarli miqdorda bo'ladi va uni hisobga olish kerak.

Suyuqliklarning siqilishini hisobga olish uchun *hajmiy siqilish koeffitsiyenti* degan tushuncha kiritiladi va u β_p bilan belgilanadi (ba'zida β_v bilan ham belgilanadi). Birlik hajmdagi suyuqlikning bosimini bir birlikka oshirganda kamaygan miqdori hajmiy siqilish koeffitsienti deyiladi va u quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\beta_p = -\frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta p} \quad (1.12)$$

bunda $\Delta p = p - p_0$ – o'zgargan va boshlang'ich bosimlar farqi; β_p ham β_t kabi juda kichik miqdor bo'lib, suv uchun $t = 20^\circ\text{C}$ da $\beta_p = 4,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{MN}$ (MN - meganyuton = $10^6 \text{ N} \approx 10 \text{ at}$), mineral moylar uchun $\beta_p = 6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{MN}$; shuning uchun ham ko'p hollarda siqilishni hisobga olinmaydi.

2-jadval. Suvning hajmiy siqilish koeffitsiyenti $\beta_p \cdot 10^4 \text{ m}^2/\text{N}$

t, °C	Bosim, Mn/m ³				
	0,5	1,0	2,0	3,9	7.9
0	0,00000540	0,00000537	0,00000531	0,00000523	0,00000515
5	0,00000529	0,00000523	0,00000518	0,00000508	0,00000493
10	0,00000523	0,00000518	0,00000508	0,00000498	0,00000481
15	0,00000518	0,00000510	0,00000503	0,00000488	0,00000470
20	0,00000515	0,00000505	0,00000495	0,00000481	0,00000460

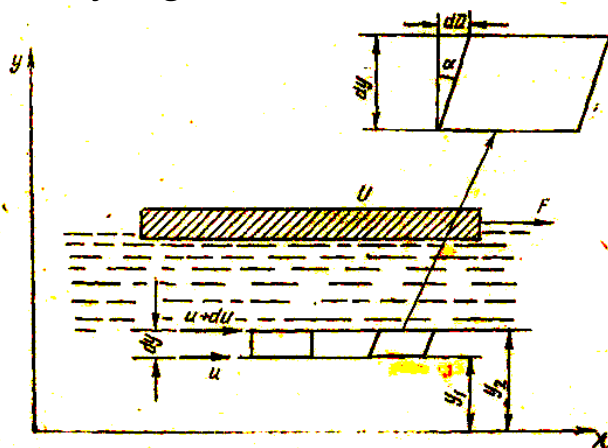
Suyuqliklardagi ishqalanish uchun Nyuton qonuni. Qovushoqlik

Qovushoqlik hodisasi suyuqliklarning harakati vaqtida yuzaga keladi va harakatlanayotgan zarracha harakatiga qarshilik sifatida namoyon bo'ladi. Bu qarshilikni yengish uchun ma'lum miqdorda kuch sarflash kerak bo'lib, qovushoqlik qancha kuchli bo'lsa, sarflash kerak bo'lgan kuch ham shuncha ko'p bo'ladi. Qovushoqlik darajasini qovushoqlik koeffitsienti deb ataluvchi kattalik bilan ifodalanadi va u ikki xil koeffitsiyent orqali aniqlanadi hamda aniqlanish usuliga qarab dinamik va kinematik qovushoqlik koeffitsiyentlariga bo'linadi.

Dinamik qovushoqlik koeffitsient. Suyuqlikni katta yuzaga ega bo'lgan idishga solib, uning yuziga biror plastinka qo'ysak va bu plastinkani ma'lum bir kuch bilan torta boshlasak, suyuqlik zarrachalari plastinka sirtiga yopishishi natijasida harakatga keladi (1.2-rasm). Agar plastinkaning qo'yilgan F kuch ta'sirida olgan tezligi U bo'lsa, u bilan yonma-yon turgan zarrachalar ham U tezlikka ega bo'ladi. Idishning pastki devori harakatga kelmagani sababli uning sirtidagi zarrachalar harakat qilmaydi. Shunday qilib, suyuqlikning qalinligi bo'yicha xayolan bir qancha yupqa qatlamlar bor deb faraz qilsak, har bir qatlamda zarrachalar tezligi har xil bo'lib, u plastinkadan pastki devorga tomon kamayib

boradi. Harakat ixtiyoriy qatlamga, uning ustida joylashgan boshqa qatlam zarrachalari orqali beriladi. Bu harakat suyuqlik qatlamlarining deformatsiyalanishiga olib keladi. Agar suyuqlik ichida pastki sirti idishning harakatsiz devoridan y_1 masofada, ustki sirti esa y_2 masofada bo'lgan qatlamni ko'z oldimizga keltirsak, yuqorida aytilgan sabablarga asosan uning pastki sirtida tezlik u_1 yuqorigi sirtida esa u_2 bo'ladi. Shunday qilib, olingan qatlamning qalinligi $\Delta y = y_2 - y_1$ bo'yicha suyuqlik tezligi $(u_2 - u_1) = \Delta u$ miqdorga o'zgaradi, ya'ni qatlamning yuqorigi sirti pastki sirtiga nisbatan siljib qoladi va qatlam 1.2-rasmda ko'rsatilgandek deformatsiyalanadi. Siljish burchagini α deb belgilasak, siljish kattaligi $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta u}{\Delta y}$ bo'ladi. Qatlam qalinligini cheksiz kichraytirib

differensial belgilashga o'tsak, u holda yuqoridagi nisbat tezlik gradienti $\left(\frac{du}{dy}\right)$ ni beradi. Agar suyuqlik sirtidagi plastinkaga qancha ko'p kuch qo'ysak, siljish shuncha ko'p bo'ladi. Bu narsa qo'yilgan kuch bilan tezlik gradienti orasida qandaydir bog'lanish mavjudligini ko'rsatadi.



1.2- rasm. Qovushoqlik tushunchasiga doir chizma

Shunday qilib, suyuqliklardagi ichki ishqalanish kuchi tezlik gradientiga bog'liq ekanligini tushunish mumkin.

1686 y. I. Nyuton ana shu bog'lanishni chiziqli bog'lanishdan iborat degan gipotezani oldinga surdi. Bu gipotezaga asosan suyuqlikning ikki harakatlanuvchi qatlamlari orasidagi ishqalanish kuchi F qatlamlarning tegib turgan sirti (S) ga va tezlik gradientiga to'g'ri proporsional, ya'ni:

$$F = \pm \mu S \frac{du}{dy} \quad (1.13)$$

Proporsionallik koeffitsiyenti μ qovushoqlik dinamik koeffitsienti deb qabul qilingan. Nyuton gipotezasi keyinchalik N. P. Petrov tomonidan nazariy asoslab berildi. Albatta, hisoblash ishlarini osonlashtirish uchun ishqalanish kuchining birlik yuzaga to'g'ri kelgan miqdori yoki gidravlikada urinma zo'riqish (ishqalanish kuchidan zo'riqish) deb atalgan miqdorga o'tish zarur bo'ladi. Bu miqdorni grekcha τ harfi bilan belgilanadi:

$$\tau = \frac{F}{S} = \pm \mu \frac{du}{dy} \quad (1.14)$$

bu yerda musbat va manfiy ishora tezlik gradientining yo`nalishiga qarab tanlab olinadi.

Prof. K.Sh. Latipovning ishlarida urinma zo`riqish ikki tashkil etuvchining yig`indisidan iborat deb qarash zarurligi ko`rsatildi:

$$l_p = \mu \frac{du}{dy} - \int \lambda_p (1 - \varphi_2) u dy + B \quad (1.14a)$$

bu yerda $\lambda_p = (1 - \varphi_2)$ – bir qavatdan ikkinchi qavatga molekulalarning o`tishini bildiruvchi koeffisiyentdir.

(1.14) formuladan ko`rinadiki, ishqalanish kuchidan zo`riqish tezlik gradientiga (yoki umumiyroq qilib aytganda tezlikning normal bo`yicha hosilasi) ga to`g`ri proporsionaldir.

Qovushoqlik koeffisiyentining birligi SI da quyidagicha:

$$[\mu] = \frac{[\tau]}{[du]} = \frac{N \cdot s}{m^2}$$

SGS sistemasida esa $\frac{\text{dina} \cdot s}{m^2}$ bilan o`lchanadi. Bu birlik Puaz (PZ) deb ham ataladi.

Koeffisiyent juda kichik bo`lganda santipuaz (spz) va millipuaz (mpz) larda ham o`lchanishi mumkin.

Kinematik qovushoqlik koeffisiyent. Hidravlikadagi ko`pgina hisoblash ishlarida μ ning ρ ga nisbati bilan ifodalanuvchi va kinematik qovushoqlik koeffisiyenti deb ataluvchi miqdordan foydalanish qulaydir. Bu miqdor grekcha ν harfi bilan belgilanadi:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (1.15)$$

ν ning SI dagi birligi $\frac{m^2}{s}$, SGS sistemasida $\frac{sm^2}{s}$ yoki stoks (st) bilan ifodalanadi.

Spravochniklarda va texnik adabiyotda uning kichik o`lchovlari ham (santistoks - sst) uchraydi. $1 m^2/s = 10^4 st = 10^6 sst$.

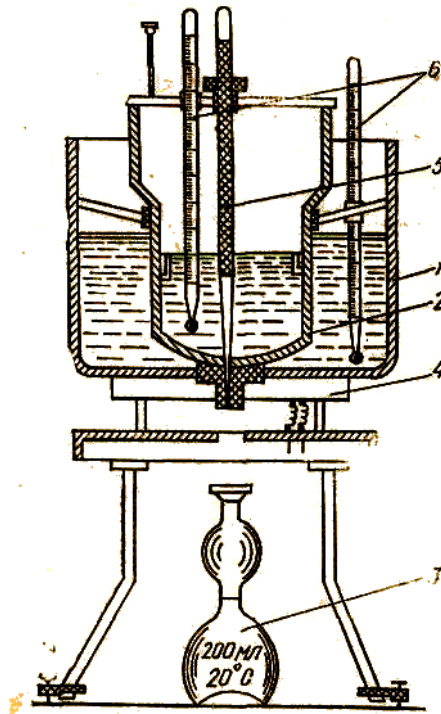
Qovushoqlik koeffisiyentini aniqlash uchun viskozimetr deb ataluvchi asbob qo`llaniladi. Suvga nisbatan yopishqoqligi katta bo`lgan suyuqliklar uchun Engler viskozimetri qo`llaniladi (1.3-rasm). U birining ichiga ikkinchisi joylashgan 1, 2 ikki idishdan iborat bo`lib, ular orasidagi bo`shliq, suv bilan to`ldiriladi. Ichki idish 2 ning sferik tubiga diametri 3 mm li naycha kavsharlangan, u tiqin 5 bilan berkitilgan bo`ladi.

Ichki idishga tekshirilayotgan suyuqlik quyilib, uning temperaturasi ikki idish oralig`idagi suvni qizdirish yo`li bilan zarur bo`lgan temperaturagacha yetkaziladi. Tekshirilayotgan suyuqlik temperaturasi termometr 6 yordamida o`lchab turiladi. Suyuqlik zarur temperatura t` gacha qizigandan so`ng tiqin ochiladi va sekundomer yordamida $200 sm^3$ suyuqlik 3 oqib chiqqan vaqt belgilanadi. Xuddi shunday tajriba $t = 20^\circ C$ da distillangan suv bilan ham o`tkaziladi. Tekshirilayotgan suyuqlikning $t = 20^\circ C$ dan oqib chiqqan vaqtlarining nisbati qovushoqlikning shartli graduslari yoki Engler graduslarini bildiradi:

$$^0 E = \frac{T_{suyuqlik} t}{T_{suv \cdot t=20^\circ C}}.$$

Engler gradusidan m^2/s ga o'tish uchun Ubbelode formulasi qo'llaniladi:

$$\nu = \left(0,0731^{\circ E} - \frac{0,0631}{^{\circ E}} \right) 10^{-4} \quad (1.16)$$



1.3-rasm. Engler viskozimetri.

Qovushoqlikni aniqlash uchun kapillyar viskozimetr, rotasion viskozimetr, stoks viskozimetri va boshqa turli viskozimetrlar ham qo'llaniladi.

Qovushoqlik suyuqliklarning turiga, temperaturasiga va bosimiga bog'liq. Jadvallarda har xil suyuqliklarning qovushoqlik miqdori keltirilgan. Temperatura ortishi bilan tomchilanuvchi suyuqliklarning qovushoqligi kamayadi, gazlarning qovushoqligi ortadi. Suyuqliklar qovushoqligining temperaturaga bog'liqligini umumiy tenglama bilan ifodalab bo'lmaydi.

Har xil hisoblash ishlari bajarilganda, ko'pincha, quyidagi formulalardan foydalaniladi.

Havo uchun

$$\nu = (0,132 + 0,000918t + 0,00000066t^2) \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/s \quad (1.17)$$

Suv uchun

$$\nu_t = \frac{0,0177}{1 + 0,0337t + 0,000221t^2} \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/s \quad (1.18)$$

Gidroyuritmalarda qo'llanuvchi turli mineral moylar uchun temperatura 30°C dan 150°C gacha ($^{\circ}\text{E}$ 10 gacha) bo'lganda

$$\nu_t = \nu_{50} \left(\frac{50}{t} \right)^n \quad (1.19)$$

Bu yerda ν_t, ν_{50} – tegishli temperaturada va 50°C da kinematik qovushoqlik koeffitsienti; t - temperatura, $^{\circ}\text{C}$ da; n - daraja ko'rsatkichi; uning miqdori quyidagi jadvalda $^{\circ}\text{E}_{50}$ ning turli miqdorlari uchun keltirilgan:

3-jadval

$^{\circ}\text{E}_{50}$	1.2	1,5	1.8	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Π	1,39	1,59	1,72	1,79	1,99	2,13	2,24	2,32	2,42	2,49	2,52	2,56

Turli suyuqliklarning qovushoqligi boshlang'ich qovushoqlik va temperaturasi qarang turlicha o'zgaradi. Ko'pchilik suyuqliklarning qovushoqligi bosim ko'tarilishi bilan ortadi. Mineral moylarning qovushoqligi bosimning 0-50 MN/m² chegarasida taxminan chiziqli o'zgaradi va quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\nu_p = \nu_0(1 + k_p p), \quad (1.20)$$

bu yerda ν_p va ν_0 – tegishli bosimda va atmosfera bosimida kinematik qovushoqlik koeffitsiyenti, p – qovushoqlik o'lchangan bosim, MN/m²; k_p – eksperimental koeffitsient, uning miqdori gidroyuritmalarni hisoblashda yuqorida aytilgan chegarada 0,03 ga teng deb qabul qilinadi.

Sirt taranglik (kapillyarlik)

Suyuqlik sirtidagi molekulalarning o'zaro tortishish kuchi ma'lum bir kuchlanish holatini vujudga keltiradi. Bu hodisa *sirt tarangligi* deb ataladi va kapillyar idishlarda egri mensk vujudga keltiradi. Sirt egriligi botiq yoki qavariq shaklda bo'ladi, bu shakl esa idish devori bilan suyuqlik molekulalari orasidagi o'zaro ta'sir kuchiga bog'liq.

Sirt taranglik kuchi Laplas formulasi bilan ifodalanadi:

$$P = \sigma \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right), \quad (1.21)$$

bu yerda σ – sirt taranglik koeffitsiyenti; r_1, r_2 – bosh egrilik radiuslari.

O'xshash kapillyar idishlar uchun:

$$P = \frac{2\sigma}{r} \quad (1.22)$$

Suyuqliklar sirtining (ko'tarilish va pasayish) balandligi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$h = \frac{k}{d}, \quad \text{mm} \quad (1.23)$$

bu yerda d - idish diametri; k – o'zgarmas kattalik bo'lib, suv uchun +30, spirt uchun +10, simob uchun -10.

4-jadval.

Ba'zi suyuqliklari uchun sirt taranglik koeffitsiyenti

Suyuqliklarning nomi	$\sigma, \frac{N}{m}$
Suv	0,073
Spirt	0,0225
Benzin	0,029
Gliserin	0,065
Simob	0,490

Sirt taranglik kuchi aniq o'lchov asboblarning kapillyar naychalarini, filtratsiyani hisoblash masalalarida va boshqa gidravlik hisoblashlarda kerak

bo`ladi. Ko`pchilik gidravlik masalalarda esa uning qiymati juda kichik bo`lgani uchun hisobga olinmaydi.

Suyuqlik to`yingan bug`ining bosimi

Suyuqlikning berilgan temperaturada erkin bug`lanishi va uning bug`lari yopiq idishdagi bo`shliqni to`yinish holatigacha to`ldirish uchun kerak bo`lgan bosim suyuqlik to`yingan bug`ining bosimi deb ataladi.

Shunga asosan suyuqlik to`yingan bug`ining bosimi bug`ning yopiq idish ichida suyuqlik bilan muvozanatlashgan holatiga tegishli barqarorlashgan bosimdir. Bu bosim suyuqliklardan yuqori temperaturada foydalanish mumkinligini va ularning turli gidravlik qurilmalar, gidrosistemalardagi kavitatsiya xossasini aniqlash uchun foydalaniladi. Suyuqliklarning bug`lanishi sirt bo`yicha ham, uning butun hajmi bo`yicha bug` pufakchalari hosil bo`lishi (qaynashi) yo`li bilan ham yuz berishi mumkin. Bunda ikkinchi hol, xohlagan temperaturada yuz beradigan sirt bo`yicha bug`lanishdan farqli ravishda, faqat ma`lum temperaturada, ya'ni to`yingan bug` bosimi suyuqlik sirtidagi bosimga teng bo`ladigan temperaturada yuz beradi. Bosim ortishi bilan qaynash temperaturasi ortadi, kamayishi bilan esa kamayadi.

Bir jinsli suyuqliklarda to`yingan bug` bosimi har bir temperatura uchun bir xil miqdorga ega bo`ladi, suyuqlik va bug`ning miqdoriy nisbatiga bog`lik bo`lmaydi.

Suyuqlik aralashmalarida esa suyuqlik tarkibidagi turli molekulalarning o`zaro ta'siri bug`lanishni qiyinlashtiradi. Bu holda aralashma bug`larida yengil bug`lanuvchi suyuqlik bug`larining nisbati, uning ayrim holatidagi bug`lariga qaraganda ko`proq bo`ladi. Bu holda umumiy bug` bosimi partsial bug` bosimlar yig`indisiga teng.

Shunday qilib, aralashmalar bug`langanda suyuq fazada yengil komponent kamayib boradi, ya'ni yengil komponent suyuq fazadagiga nisbatan bug` fazada ko`proq nisbatda bo`ladi.

Gazlarning suyuqlikda erishi. Kavitatsiya hodisasi haqida tushuncha

Tabiatda va texnikada suyuqlik unda havoning tarkibidagi gazlar oz miqdorda erigan holda uchraydi. Bosim ortishi yoki temperatura kamayishi bilan erigan gazlar miqdori ortadi va aksincha, bosim kamayganda yoki temperatura ortganda ularning miqdori kamayadi. Shuning uchun bosim kamayishi yoki temperatura ortishi bilan suyuqlikdagi erigan gazlarning bir qismi ajralib chiqib, pufakchalar hosil qiladi, ya'ni yuqorida aytilganga ko`ra bosim kamayganda suv ham bug`lanadi lekin yengil komponent sifatida erigan gazlar tezroq ajralib chiqib, pufakchalar hosil qiladi. Boshqacha aytganda - bu holat suyuqlikdagi bosimning undagi gazning to`yingan bug`lari bosimiga teng bo`lganida vujudga keladi. Gaz pufakchalari paydo bo`lishi bilan suyuqlikning tutashligi buziladi va tutash muhitlarga taalluqli qonunlar o`z kuchini yo`qotadi. Bu hodisa *kavitatsiya* deyiladi. Pufakchalar suyuqlik ichida past temperaturali yoki yuqori bosimli sohalar tomonga qarab harakat qiladi. Agar u yetarli darajadagi bosimga ega

bo'lgan sohaga kelib qolsa, yana erib ketadi (agar bug' bo'lsa, kondensatsiyalanadi). Erigan gaz o'rnida paydo bo'lgan bo'shliqqa suyuqlik zarrachalari intiladi va bo'shliq keskin yopiladi. Bu esa hozirgina bo'shliq bo'lgan yerda gidravlik zarbani vujudga keltiradi va natijada bu yerda bosim keskin ortib, temperatura keskin kamayadi.

Bunday gidravlik zarba va uni vujudga keltirgan kavitasiya hodisasi truba devorlari va mashinalarning suyuqlik harakat qiluvchi qismlarining buzilishiga olib keladi (kavitasiyaga qarshi kurash usullari to'g'risida keyinchalik to'xtalamiz).

Ideal suyuqlik modeli

Suyuqliklarning harakati tekshirilganda, odatda, hamma kuchlarni hisobga olib bo'lmagani uchun, ularning suyuqlik muvozanati yoki harakati holatiga ta'siri katta bo'lganlarini saqlab qolib, ta'siri kichiklarini tashlab yuboramiz. Shu usul bilan suyuqliklar uchun ideal va real suyuqliklar modeli tuziladi. Hozirgi vaqtda suyuqlik harakatini ifodalovchi umumiy tenglamalar juda murakkab bo'lib, uni yechishni osonlashtirish uchun yuqorida aytilgandek soddalashtirishlar kiritiladi. Bunday soddalashtirishlar esa suyuqliklarning fizik xossalariga chegara qo'yadi va bu suyuqliklar ideal suyuqliklar deyiladi. Ideal suyuqliklar absolyut siqilmaydigan, issiqlikdan hajmi o'zgarmaydigan, cho'zuvchi va siljituvchi kuchlarga qarshilik ko'rsatmaydigan abstrakt tushunchadagi suyuqliklardir.

Real suyuqliklarda esa yuqorida aytilgan xossalar mavjud bo'lib, odatda siqilishi, issiqlikdan kengayishi va hajm o'zgarishi juda kichik miqdorga ega. Shuning uchun bu soddalashtirishlar hisoblashda unchalik ko'p xato bermaydi. Ideal suyuqliklarning real suyuqliklardan katta farq qilishiga olib keladigan asosiy sabab, bu – siljituvchi kuchga qarshilik ko'rsatish xossasi, ya'ni ichki ishqalanish kuchi bo'lib, uning bu xususiyatini qovushoqlik degan tushuncha orqali ifodalaniladi. Shunga asosan ideal suyuqliklarni noqovushoq (nevyazkiy), real suyuqliklarni esa qovushoq suyuqlik deyiladi.

NAZORAT UCHUN SAVOLLARI

1. Gidravlika deb nimaga aytiladi?
2. Fanining rivojlanish tarixini tushuntirib bering.
3. Gidromashina qanday qurilma?
4. Suyuqlik deb nimaga aytiladi?
5. Suyuqlik to'g'risidagi asosiy tushunchalarni aytib bering.
6. Suyuqliklarning zichligi va solishtirma og'irligi deganda nimani tushunasiz?
7. Suyuqliklarning issiqlikdan kengayishini ayting.
8. Suyuqliklarning xajmiy siqilish koeffisientini tushuntirib bering.
9. Suyuqliklarning qovushqoqligi nima?
10. Ideal va real suyuqliklar orasidagi farq nimadan iborat?