

O`zbekiston Respublikasi
Oliy va O`rta maxsus ta`lim vazirligi

Toshkent Avtomobil- Yo`llar Instituti

Fizika kafedrası

Tasdiqlayman
№ 6, 14-yanvar 2011 yil.
K.T.F. ilmiy – uslubiy kengashi
raisi t.f.n. dots. Misirov Sh.Ch.

F I Z I K A

Ma`ruza matni

Toshkent-2011y

Ma`ruza matni kafedraning 6.01.2011 yil majlisida (bayonnoma № 17) muxokama qilindi va KT (TVIT, YeUTT), TVIT – 5521200 YeUTT-5521100, EEE- 5521300, AMM -5850100, SERVIS-5811400 KTYKMFT-5520700 TTE va TL yo`nalishidagi bakalavr talabalar hamda kafedra proffessor-o`qituvchilari foydalanishi uchun tafsiya etildi.

TUZUVCHI: dots. Toshxo`jaev T.K.

Taqrizchi

dots. Zikrillayev X.F.

SUYUQLIKLARNING XOSSALARI.

Reja.

1. Suyuqlikning harakteri. Muvozanat tenglamasi.
2. Siqilmas suyuqlik gidrostatikasi. Bernulli tenglamasi.
3. Yopishqoq suyuqlik gidrodinamikasi. Stoks va Puazeyl formulalari.

Tayanch soʻz va iboralar: Ideal suyuqlik, oqim, bosim, paskal, muvozanat holat, gidrostatik bosim, statik bosim, dinamik bosim, statsionar oqim, laminar, turbulent, Reynolds soni.

Suyuqlikning harakteri. Muvozanat tenglamasi. Suyuqlik va gazlar oʻzlarining xususiyatlari boʻyicha qattiq jismlardan tubdan farq qiladi. Suyuqlikning egallagan xajmi oʻzgarmas kattalikdan iborat boʻlib, suyuqlik oʻziga hos tayinli shaklga ega emas, u oʻzi turgan idish shaklini oladi.

Har qanday gaz oʻziga hos shakl va xajmga ega emas. Gazning shakli va xajmi oʻzi egallab turgan ixtiyoriy koʻrinishdagi idishning shakli va butun xajmi bilan belgilanadi. Agar biror idishga solingan suyuqlikning ixtiyoriy ΔS yuziga ΔF kuch bilan taʼsir etsak, bu taʼsir quyidagi formula bilan harakterlanuvchi bosimni

ifodalaydi.

$$P = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta S}$$

Demak bosim yuza birligiga taʼsir etuvchi kuchni ifodalar ekan. SI da bosim birligi qilib paskal (Pa) qabul qilingan, $1\text{Pa}=1\text{N/m}^2$. Xajm kuchlari boʻlmagan sharoitda muvozanat holatdagi suyuqlikning istalgan joyi uchun

$$\Delta p / \Delta \ell = 0$$

shart qanoatlantirilishi lozim. Bundan $p=\text{const}$ degan hulosa kelib chiqadi. Demak, suyuqlikning bir xil balandlikdagi nuqtalarida bosim bir xil qiymatga ega boʻladi. Suyuqliklarni harakatlanishi ogʻish deb, harakatlanayotgan suyuqlik zarralarining toʻplamini oqim deb yuritiladi.

Ikki turli balandlikdagi suyuqlikning bosimlari P_1 va P_2 bir-biridan farq qiladi. Bu farq shu balandliklar orasida yotgan va koʻndalang kesimi birga teng boʻlgan suyuqlik vertikal ustunining ogʻirlik kuchiga teng, yaʼni

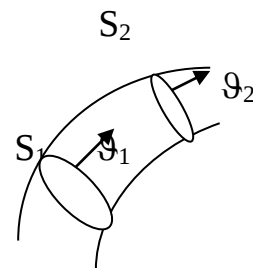
$$P_2 = P_1 + \frac{\rho V g}{S} = p_1 + \rho g h$$

Demak $p_2 = p_1 + \rho g h$

Bunda, ρ -suyuqlik zichligi, h -balandliklar farqi, $p g h = \rho g$ - gidrostatik bosim.

Siqilmas suyuqlik gidrostatikasi. Bernulli tenglamasi. Suyuqlikning oqim chiziqlari bilan chegaralangan

qismi **oqim nayi** deb ataladi. Suyuqlik S_1 va S_2 kesimga ega bo'lgan trubada oqayotgan bo'lsin. Agar suyuqlik siqilmas bo'lsa, ya'ni uning zichligi hamma yerda bir xil bo'lib o'zgarmasa, u holda S_1 va S_2 kesimlar orasida suyuqlik miqdori o'zgarmaydi.



Demak, vaqt birligi ichida S_1 va S_2 kesimlar orqali oqib o'tuvchi suyuqlik miqdori bir xil ya'ni o'zgarmas bo'lishi kerak.

1-rasm

$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 \quad (1)$$

Demak, siqilmas suyuqlik uchun trubaning istalgan kesimida

$$S \cdot v = \text{const} \quad (2)$$

Bu oqimning uzluksizlik tenglamasi bo'lib bunga asosan oqim nayining kesimi kichik bo'lsa siqilmas suyuqlik zarrachalari tezroq harakat qiladi va aksincha.

Suyuqliklar harakati tekshirayotganda ko'p hollarda suyuqlikning bir qismining boshqa qismlarga nisbatan harakati vaqtida ishqalanish kuchlari yuzaga kelmaydi deb hisoblash mumkin. Ichki ishqalanish (yopishqoqlik) batamom hisobga olinmaydigan suyuqlik **ideal suyuqlik** deyiladi.

Yerning tortishish maydonida statsionar oqayotgan ideal suyuqlik ichida ajratib olingan oqim nayini qarab chiqaylik (2- rasm).

Kuzatilayotgan suyuqlik miqdori oqim tufayli Δt vaqt ichida oqim nayi bo'ylab siljib, S_1^1 va S_2^1 kesimlar orasidagi xajmni egallaydi. Siljishda p_1 va p_2 bosim kuchlarining bajarilgan ishlari

$$A_1 = p_1 S_1 v_1 \Delta t \quad (3)$$

$$\text{va } A_2 = -p_2 S_2 v_2 \Delta t \quad (4)$$

va bunda siljish yo'nalishi kuch yo'nalishiga qarama-qarshidir.

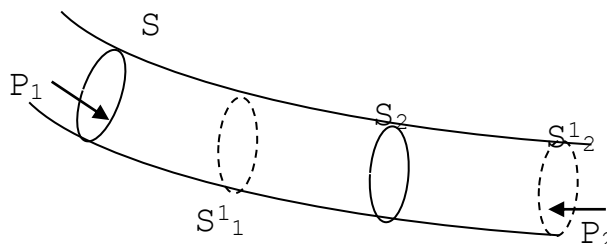
Oqimning uzluksizligini ifodalovchi $S_1 v_1 \Delta t = S_2 v_2 \Delta t = \Delta V$ tenglamani e'tiborga olib

suyuqlik miqdorini siljishida bajarilgan ishni quyidagicha yozamiz.

$$A = A_1 + A_2 = p_1 \Delta V - p_2 \Delta V \quad (5)$$

To'la energiyani o'zgarishini kinetik va potensial energiyalarning o'zgarishlaridan iborat deb, uni quyidagicha yozish mumkin.

$$\frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} + mgh_2 - mgh_1 = p_1 \Delta V - p_2 \Delta V$$



Bu tenglamani ΔV ga bo'lib va $\rho = m/V$ suyuqlik zichligi ekanligini e'tiborga qolib

$$\frac{\rho g_1^2}{2} + \rho g h_1 + p_1 = \frac{\rho g_2^2}{2} + \rho g h_2 + p_2 \quad (7)$$

ifodani hosil qilamiz.

(7) ifodani umumlashtirib quyidagi ko'rinishda yozish mumkin.

$$\frac{\rho g^2}{2} + \rho g h + p = \text{const}$$

Bu Bernulli tenglamasi bo'lib bunda, $\rho g^2/2$ - dinamik bosim, $\rho g h$ – og'irlik bosimi, p - statik bosim deb ataladi.

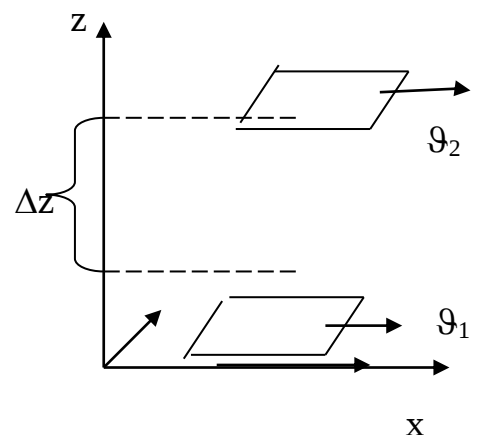
Bernulli tenglamasi ideal suyuqlikning statsionar oqimida ixtiyoriy ravishda tanlab olingan oqim chizig'ining istalgan nuqtalari uchun dinamik, og'irlik va statik bosimlarning yig'indisi o'zgarmas kattalikdan iborat ekanligini ko'rsatadi.

Yopishqoq suyuqlik gidrodinamikasi. Stoks va Puazeyl formulalari. Hamma real suyuqliklarning bir qatlami ikkinchi qatlamiga nisbatan ko'chganda ishqalanish kuchlari vujudga keladi. Bir - biridan Δz masofada bo'lgan ikki qatlam (1-rasm) mos

ravishda g_1 va g_2 tezliklar bilan oqyapti deb faraz qilaylik.

$g_1 - g_2 = \Delta g$ bo'lsin. Bir qatlamdan ikkinchi qatlamga o'tganda tezlikning o'zgarish jadalligini ko'rsatuvchi $\Delta g / \Delta z$ kattalik **tezlik gradiyenti** deb ataladi. Ichki ishqalanish kuchi f tezlik gradiyentiga proporsional bo'ladi, ya'ni

$$f = \eta \frac{\Delta g}{\Delta z} \cdot \Delta s \quad (1)$$



Suyuqlikning tabiatiga bog'liq bo'lgan η kattalik suyuqlikning **ichki ishqalanish koeffitsiyenti** yoki **yopishqoqlik koeffitsiyenti** deyiladi, Δs -suyuqlik qatlamining tegish sohasini yuzi.

SI tizimida yopishqoqlik koeffitsiyenti o'lchov birligi

$$[\eta] = \frac{f}{\left[\frac{\Delta g}{\Delta z} \right] \cdot [\Delta s]} = \frac{N}{M^2 / s} = \frac{N}{M^2} \cdot s = Pa \cdot s = 10P \quad (Puaz)$$

Bunda P - puaz. Yopishqoqlik haroratga bog'liq bo'lib, harorat ko'tarilgan sari yopishqoqlik kamaya boradi.

Suyuqlikning biz ko'rgan oqimi, ya'ni suyuqlik aralashmasdan, bir-biriga nisbatan sirpanayotgan qatlamlarga ajralgan holda oqishi **laminar oqim** deyiladi. Laminar oqim statsionlar oqimdir.

Oqimning tezligi yoki ko'ndalang o'lchamlari o'zgarsa, oqish xarakteri keskin o'zgaradi. Suyuqlik intensiv ravishda aralasha boshlaydi. Bunday oqim **turbulent** oqim deyiladi. Idish devorlari yonida turbulent oqim tezligi laminar oqim tezligiga nisbatan kuchliroq, kesimning qolgan qismlarida esa kamroq o'zgaradi.

Ingliz olimi O. Reynolds oqim xarakteri uning nomi bilan yuritiladigan **Reynolds soni** Re ga bog'liq bo'lishini aniqladi.

$$R_e = \rho \mathcal{G} \ell / \eta \quad (2)$$

bunda η - suyuqlikning yopishqoqligi, ρ - suyuqlikning zichligi, $\mathcal{G}$ -suyuqlikning tezligi, ℓ - ko'ndalang kesim uchun xarakterli bo'lgan o'lcham, masalan kesimi kvadrat bo'lsa, kvadratning tomoni, dumaloq kesim bo'lsa, uning radiusi yoki diametri Reynolds soni ma'lum qiymatidan (kritik) kichik bo'lgan hollarda laminar oqim, R_e ning ma'lum qiymatidan (kritik qiymatidan) katta bo'lgan hollarda esa turbulent oqim kuzatiladi. Suvning truba bo'yicha oqimida R_e sonining kritik qiymati $R_{e\text{ kr}}=1200$.

Stoks qonuni. Jism yopishqoq muhit ichida harakat qilganda qarshilik vujudga keladi. $F = -6\pi\eta \cdot r \cdot \mathcal{G} \quad (3)$

Bu qonun Stoks qonuni deb ataladi.

Puazeyl formulasi. Silindr ko'rinishdagi trubada suyuqlik laminar oqayotgan bo'lsin. Trubaning ko'ndalang kesimi orqali bir sekund ichida oqib chiqadigan suyuqlikning V xajmi

$$V = \frac{\pi(p_1 - p_2)}{8\eta \cdot \ell} \cdot R^4 \quad (7)$$

Bu ifoda Puazeyl formulasi deb ataladi. Bu formuladan ko'rinadiki, bir sekund ichida trubadan oqib o'tayotgan suyuqlik xajmi trubaning boshlang'ich va oxirgi nuqtalaridagi bosimlar farqiga, truba radiusining to'rtinchi darajasiga to'g'ri proporsional hamda truba uzunligiga va suyuqlikning yopishqoqlik koeffitsiyentiga teskari proporsional ekan.

Nazorat savollari

1. Suyuqliklarning xarakterini tushuntiring.
2. Muvozanat tenglamasi nima.
3. Uzluksizlik tenglamasi.
4. Bernulli tenglamasi.
5. Ichki ishqalanish kuchlari. Ichki ishqalanish koeffitsienti.
6. Laminar va turbulent oqimlar. Reynolds soni.
7. Stoks qonuni. Puazeyl formulasi.

Adabiyotlar.

1. Ismoilov M., Xabibullayev P., Xaliulin M. Fizika kursi, «O`zbekiston» 2000 y.
2. Axmadjonov O. Fizika kursi II-qism, «O`qituvchi» 1988 y.
3. Savl`ev I.V. Umumiy fizika kursi, II-qism, 1998 y.
4. Trofimova T.I. Kurs fiziki , 1990 y.