

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM

VAZIRLIGI

TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO'JALIGINI

MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI

Fan: Gidravlika

Kafedra: "Gidravlika va gidroinformatika"

REFERAT

MAVZU: Oqimning asosiy gidravlik elementlari. Ideal suyuqliklarning harakat tenglamasi.

Bajardi: Oraboev A

Tekshirdi: Xodjiev A.K.

TOSHKENT 2018

Reja:

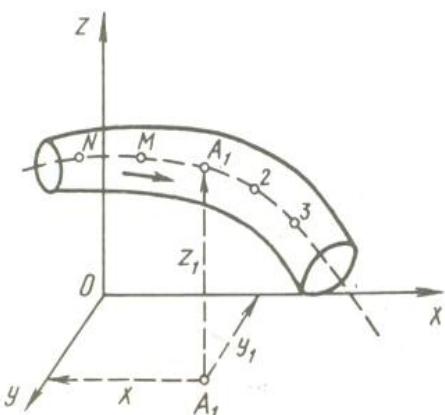
1. Traektoriya. Oqim chizig'i. Elementar oqim naychasi. Suyuqlikning to'liq oqimi.
2. Suyuqlik oqimining gidravlik elementlari. Oqimning ko'ndalang kesimi bo'yicha o'rtacha tezligi. Suyuqlik oqimining hajmiy sarfi.
3. Suyuqlik oqimining uzlusizlik tenglamasi.
4. Ideal suyuqliklar uchun harakat tenglamasi. Suyuqlik harakati uchun Eyler tenglamasi.

TAYANCH IBORALAR.

Gidrodinamika ta'rifi va uning asoslari, suyuqlik harakati tezligi va bosimining nuqta koordinatalariga bog'liqligi, tezlik maydoni, bosim maydoni, suyuqlikni barqaror va beqaror harakati, suyuqlik oqimining uzlusizlik tenglamasi, oqim chizig'i, oqim trubkasi va oqimcha modeli, Suyuqlik oqimining sarfi, suyuqlik oqimining o'rtacha tezligi.

Traektoriya. Oqim chizig'i. Elementar oqim naychasi. Suyuqlikning to'liq oqimi
Suyuqlikning harakat qonunlarini o'rganish uchun traektoriya, oqim chizig'i, elementar
oqim naychasi kabi tushunchalarni bilib olish kerak.

Traektoriya. Berilgan suyuqlik zarrachalarining vaqt o'tishi bilan bosib o'tgan yo'lining



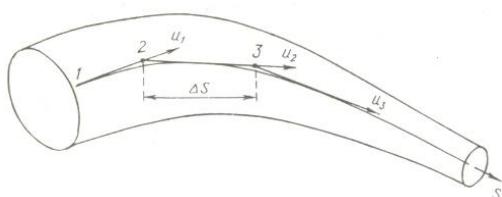
izi uning traektoriyasi deb ataladi. Ma'lum massadagi harakatdagi suyuqlikni olib, undagi biror zarrachani M bilan belgilaymiz, uning koordinatalari x, u, z , tezligi i va gidrodinamik bosimi r bo'lsin (1-rasm). Bu zarracha t_1 , vaqt ichida A_1 nuqtaga keladi, bu holda uning koordinatalari x_1, u_1, z_1 tezligi i_1 va gidrodinamik bosim r_1 bo'ladi. SHu M zarracha harakatini davom ettirsa, u 2, 3 va hokazo nuqtalardan o'tib, uning koordinatalari, tezligi va gidrodinamik bosimi o'zgarib boradi. M zarrachaning $A_1, 2, 3$ va keyingi o'tgan yo'lining izi uning traektoriyasi deb ataladi. Barqaror harakat uchun oqim tezligi va gidrodinamik bosim belgilangan A_1 nuqtada o'zgarmas,

shuning uchun boshqa bir N zarracha ketidan shu A_1 nuqtaga kelsa, u erda xuddi M zarracha kabi tezlikka, o'sha gidrodinamik bosimga (ham miqdori va ham yo'nalishi jihatidan) ega bo'ladi. A_1 nuqtadan keyingi 2, 3 nuqtalarda tezlik va gidrodinamik bosim o'zgarmagandek, A_1 nuqtadan keyin ham N zarracha 2, 3 nuqtalarda o'sha M zarracha traektoriyasi bilan harakat qiladi. SHunday qilib, barqaror harakatda suyuqlik zarrachalari uzoq vaqt ichida o'zgarmas traektoriya chizig'i yo'nalishida harakatlanadi. Beqaror harakatda esa zarrachaning i tezligi ham, uning miqdori ham, yo'nalish bo'yicha o'zgargani uchun uning traektoriyasi vaqt o'tishi bilan tinimsiz o'zgaradi. SHuning uchun yuqorida ko'rsatilgan beqaror harakatda N zarrachaning traektoriyasi birinchi M zarracha traektoriyasi bo'yicha, ya'ni $A_1, 2, 3$ chizig'i yo'nalishida harakatlanmaydi.

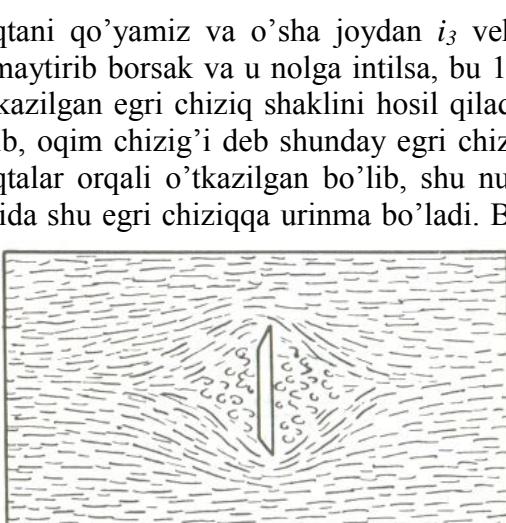
Oqim chizig'i. Buni o'rganish uchun barqaror va beqaror harakatlarni qarab chiqamiz.

Barqaror harakatda oqim chizig'i vaqt o'tishi bilan o'zgarmas traektoriyani anglatib, shu yo'l uzunligi bo'yicha suyuqlik zarrachalari birin-ketin harakatlanadi. Misol uchun 1-rasmidagi $N-M-A_1-2-3$ chizig'ini olaylik.

Beqaror harakatda biz biror suyuqlik massasining harakatini kuzatib turibmiz deylik (2-rasm). SHu massaning ixtiyoriy nuqtasidagi tezlikning ham miqdori, ham yo'nalishi har xil. Bu suyuqlik massasining ichida ixtiyoriy 1 nuqqa olib, t vaqt ichida shu nuqtadagi i_1 tezlikning miqdorini va yo'nalish vektorini ko'ramiz. Bu vektor ustiga 1-nuqtadan juda kichik ΔS * masofa oraliqda - nuqtani olib, uning i_2 tezligini, o'sha t vaqt ichidagi vektorini ko'ramiz. Keyin 2-vektorning yo'nalishi bo'yicha 2-nuqtadan juda kichik ΔS masofa oralig'ida 3-nuqtani qo'yamiz va o'sha joydan i_3 vektor tezligini ko'ramiz va hokazo. Agar ΔS oraliqni kamaytirib borsak va u nolga intilsa, bu 1, 2, 3 va hokazo siniq chiziqlar berilgan 1 - nuqtadan o'tkazilgan egri chiziq shaklini hosil qiladi. Bu egri chiziq oqim chizig'i deb ataladi. SHunday qilib, oqim chizig'i deb shunday egri chiziqa aytildiki, u harakatdagi suyuqlik ichidagi qator nuqtalar orqali o'tkazilgan bo'lib, shu nuqtalardagi o'tkazilgan tezlik vektorlari berilgan vaqt ichida shu egri chiziqa urinma bo'ladi. Bu erda oqim chizig'i va traektoriya tushunchalarining farqini ajrata bilish kerak. Traektoriya faqat suyuqlik zarrachasining bir aniq vaqt ichida bosib o'tgan yo'lining izini ko'rsatadi.

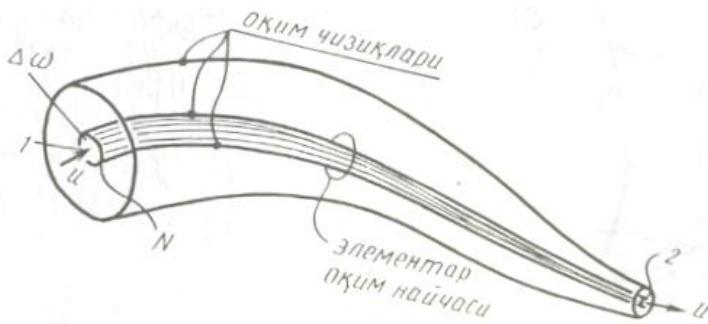


3-rasm. * Bu elementar juda kichik ΔS masofa t vaqt ichida olingan nuqtalardagi o'rtaleshtirilgan i tezlik vektorlarining miqdorlariga teng.



Oqim chizig'i esa biror elementar Δr vaqt ichida oqim xarakteristikasini beradi, shu oqim chizig'a ustida yotgan har xil suyuqlik zarrachalarini bog'lovchi bo'lib, o'sha zarrachalarni shu daqiqaqadagi tezliklarining yo'naliishini ko'rsatadi. Barqaror harakatda suyuqlik zarrachalarining traektoriyasi va oqim chizig'i bir xil bo'ladi (bir-birining ustiga tushadi). Beqaror harakatda esa, traektoriya va oqim chizig'i bir xil bo'lmaydi (bir-birining ustiga tushmaydi). Oqim chizig'ini va traektoriyani laboratoriyyada suyuqlik harakati vaqtida kuzatish mumkin. Buning uchun harakat qilayotgan suyuqlikka mayda zarracha, suvdan boshqacha modda (jism) yoki suyuqlik (u suv ichida erimasligi kerak, uning zichligi tajriba o'tkazilayotgan suyuqliknинг zichligiga teng bo'lishi shart) yuborib, uning harakat traektoriyasi kinosurat yoki fotosuratga olish yordamida aniqlanadi. Kinoga olayotganda, qisqa vaqt ichida ko'p miqdorda harakatlanuvchi zarrachalarning bosib o'tgan yo'llari olingan rasmida ko'rinish turgan oqim chizig'i bo'ladi. 3-rasmdagi plastinkada oqib o'tayottan suyuqlik oqim chizig'i holati ko'rsatilgan. Agar kinoga olayotganda uzoq vaqt ichida kam miqdorda harakatlanuvchi suyuqlik zarrachalarini rasmga tushirilsa, u holda rasmdagi uzun izlar zarrachalarning o'tgan yo'lining izini, ya'ni uning traektoriyasini ifodalaydi.

Elementar oqim naychasi. 4-rasmda ko'rsatilgan suyuqlik oqimi ichida 1-nuqtani tayinlab, u nuqta atrofida elementar $\Delta\omega$ kichik maydonchani ajratamiz, bu $\Delta\omega$ maydoncha N chegara chizig'i bilan chegaralangan. SHu $\Delta\omega$ maydoncha N chizig'i bilan chegaralangan maydon atrofidagi hamma nuqtalardan oqim chizig'ini o'tkazamiz. Bu holda hajmiy bir to'da oqim chizig'ini olamiz, u bizga elementar oqim naychasiini beradi. Bundan kelib chiqadiki, *elementar oqim naychasi suyuqlik oqimining bir qismi bo'lib, u harakat qilayotgan suyuqlik ichida berk N chegara chizig'idagi nuqtalar orqali o'tkazilgan oqim chiziqlari bilan chegaralangan.*



Barqaror harakat uchun elementar oqim naychasi quyidagi uch xossaga ega.

1. Birinchi xossasi. Oqim chizig'i barqaror harakat bo'lganda vaqt o'tishi bilan o'zining shaklini o'zgartirmagan uchun (1-rasm) elementar oqim naychasing shakli ham vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi.

2. Ikkinchi xossasi. Elementar oqim naychasing sirtini oqim chiziqlari tashkil etgani uchun suyuqlik zarrachalari birin-ketin uning uzunligi bo'yicha surilib yurar ekan, u holda naycha sirti orqali suyuqlik tashqaridan ichkariga (ya'ni qaralayotgan elementar oqim naychasing ichiga tashqaridan, boshqa oqim naychaside) o'tishi mumkin emas. Xuddi shunday ichkaridan tashqariga ham chiqishi mumkin emas, chunki oqimning tezlik vektorlari har doim oqim chizig'iga urinma holda bo'ladi.

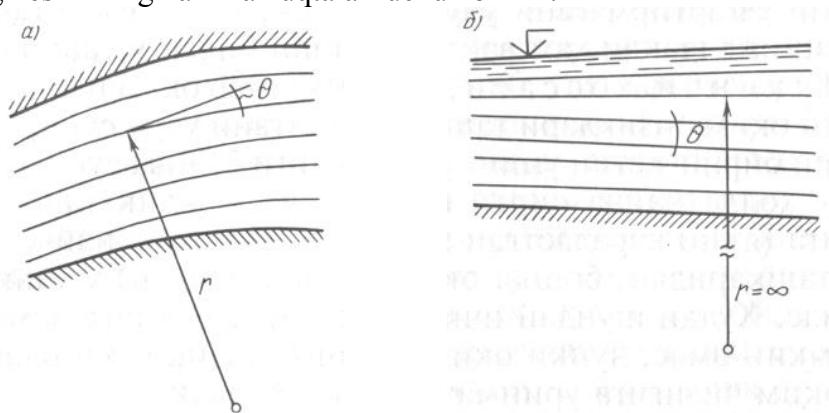
3. Uchinchi xossasi. Oqim tezligi i va gidrodinamik bosim r miqdorlari elementar oqim naychasing ko'ndalang kesimi $\Delta\omega$ maydonchasing har bir nuqtasi uchun bir xil, ya'ni $\Delta\omega$ maydonchasi bo'yicha $i=$ sonst, $r=$ sonst deb hisoblash mumkin, chunki bu elementar maydoncha nihoyatda kichik bo'lib, nolga intiladi. Ma'lumki, $\Delta\omega$ elementar maydoncha nolga intilganda, maydonchaning o'rnida nuqta hosil bo'ladi. U holda bu $\Delta\omega$ maydonchada i va r maydonchaning perimetri bo'yicha o'zgarmas deb olinadi. SHuni aytib o'tish kerakki, elementar oqim naychasing uzunligi bo'yicha i tezlik va r bosimning mio'dorlari, umuman olganda o'zgarishi mumkin.

Suyuqliknинг to'liq oqimi. Suyuqliknинг to'liq oqimi deb, amalda qattiq devor bilan chegaralangan tizimda harakat qilayotgan suyuqlik hajmiga (massasiga) aytildi. Masalan, quvur, kanal, daryo va boshqa o'zanlarda harakatlanayotgan suv. Boshqacha qilib aytganda, har xil tezlikda harakatlanuvchi suyuqliknинг to'liq oqimi — elementar oqim naychalarining yig'indisidan tashkil topadi. Bunday ma'noda tushuntirish gidrodinamikada nazariy jihatdan su-

yuqlik harakatlarini o'rganish va ularning natijalarini amalda qo'llash qulayligi jihatidan asosiy rol o'yaydi.

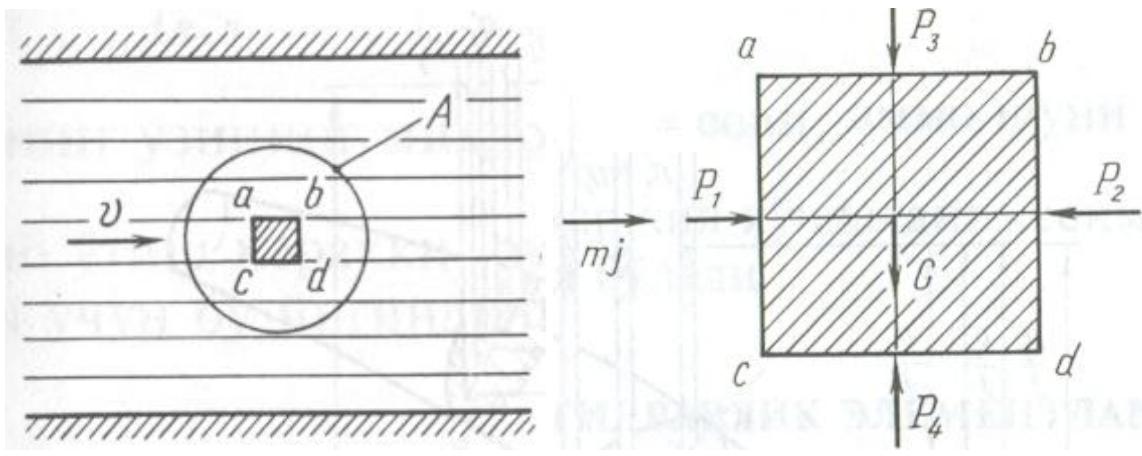
Tekis o'zgaruvchan harakat. Qator elementar oqim naychalaridan tuzilgan suyuqlikning to'liq oqimini o'rganayotganda, asosan elementar oqim naychalarining bir-biriga parallel bo'limganligi sababli, oqimning nazariy izlanishlarda murakkablashganligini aytib o'tish maqsadga muvofiq. SHunday ekan, uni soddalashtirish uchun gidrodinamikada tekis o'zgaruvchan harakat tushunchasi kiritiladi. Suyuqlikning harakatida oqim naychalari o'zlarining yo'nalishlari bo'yicha bir-biridan juda kichik θ burchak va juda kichik egrilik, ya'ni juda katta burilish radiusi r ni hosil qiladigan harakati, suyuqlikning tekis o'garuvchan harakati deyiladi (5-rasm). Suyuqliklarning bunday harakati suyuqlik oqim naychalari taxminan bir-biriga parallel bo'lgan holda, diametri o'zgarmas bo'lgan quvurlar, uzunligi bo'yicha ko'ndalang kesimi o'zgarmas bo'lgan kanallarda, daryolarning ayrim uchastkalarida uchraydi. Tekis o'zgaruvchan harakat bo'lgan paytda suyuqlik oqimi o'zining quyidagi xossasi bilan xarakterlanadi:

- 1) suyuqlik oqimining ko'ndalang kesimi tekis va oqimning o'qiga normal bo'ladi;
- 2) suyuqlik oqimining ko'ndalang kesimi tekisligida gidrodinamik bosimning taqsimlanishi gidrostatikaning asosiy qonuniga bo'ysunadi;
- 3) solishtirma potensial energiya (ya'ni suyuqlikning birlik og'irligiga nisbatan olingan potensial energiyasi) ixtiyoriy gorizontal taqqoslash $0—0$ tekisligiga nisbatan olingan bo'lib, oqim ko'ndalang kesimining hamma nuqtalari uchun bir xil.



5-rasm.

Bu xossalarni isbotlaymiz. Tekis o'zgaruvchan harakatning birinchi xossasi to'g'ridan-to'g'ri shu tekis o'zgaruvchan xarakat tushunchasidan kelib chiqadi. Bu hol parallel yo'nalgan harakat turiga juda yaqin bo'lib, unda o'z-o'zidan ma'lumki, oqimning ko'ndalang kesimi tekis hamda oqim o'qiga tik bo'ladi. Tekis o'zgaruvchan harakatning ikkinchi xossasini quyidagicha isbotlash mumkin. Oqim naychalari bir-biriga nisbatan parallel harakat qilayotgan suyuqlik ichida nihoyatda kichik $a—b—s—d$ parallelepipedni ajratib olib, uning muvozanat holatini qarab chiqamiz. Biz ajratib olgan parallelepipedga ta'sir etayotgan va uni muvozanat holatida saqlab turuvchi kuchlar (parallelepipedning G og'irlik kuchi, parallelepipedga aloqasi bo'lgan, uni o'rabi turgan tashqi suyuqlik zarrachalarining R_1, R_2, R_3, R_4 bosim kuchlari, mj inersiya kuchi)ni o'rniga qo'ysak, shu qaralayotgan holat uchun yuqorida aytilgan birinchi xossaga asosan, bu mj kuch oqimning ko'ndalang kesimi yuzasiga normal yo'nalgan bo'ladi (6-rasm).



6-rasm.

Agar yuqorida keltirilgan kuchlarning vertikal o'qqa proeksiyasini olsak va uning muvozanat tenglamasini yozsak, u holda

$$P_3 + G = P_4 \quad (1) \quad \text{yoki} \quad P_4 - P_3 = G \quad (2)$$

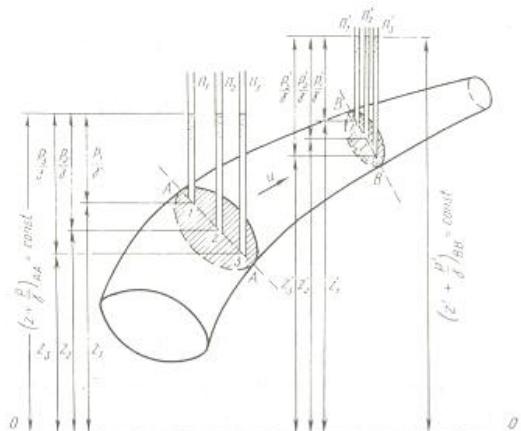
bundan, inersiya kuchi (1), (2) tenglamalarga kirmaganini ko'ramiz, demak, oqimning ko'ndalang kesimi maydonidagi nihoyatda kichik suyuqlik hajmining muvozanat holati shu tinch holatdagi suyuqlikdagi shunday kichik suyuqlik hajmining muvozanatidan farq qilmaydi. Bundan tekis o'zgaruvchan harakatdagi oqimning ko'ndalang kesimining maydoni bo'yicha gidrodinamik bosimning taqsimlanishi tinch holatdagi suyuqlikdagi gorizontall bosimning taqsimlanishidan farq qilmasligi ko'rinish turibdi. Uchinchi xossasi ikkinchi xossasining natijasidan kelib chiqadi. Gidrostatikadan ma'lumki (Gidrostatic bosim va uning xossalari mavzusiga qarang), nuqtadagi r gidrostatik bosim va uning o'mini aniqlovchi z vertikal koordinatasining yig'indisi o'sha nuqtaga nisbatan o'zgarmas bo'ladi (tinch holatdagi suyuqlikning butun hajmi bo'yicha):

$$\frac{P}{\gamma} + z = \text{const} \quad (3)$$

Tekis o'zgaruvchan harakat uchun oqimning faqat ko'ndalang kesimi maydoni bo'yicha gidrodinamik bosimning taqsimlanishi gidrostatic bosimning taqsimlanishi qonuniga bo'ysunadi:

$$\frac{P}{\gamma} + z = \text{const} \quad (\text{oqimning berilgan ko'ndalang kesimi maydoni bo'yicha}) \quad (4)$$

bu erda z - vertikal koordinata, ya'ni $O-O$ gorizontal taqqoslash tekislikka nisbatan harakatdagi suyuqlik ichida qaralayotgan nuqta joylashgan balandlik r — shu nuqtadagi gidrodinamik bosim.



7-rasm.

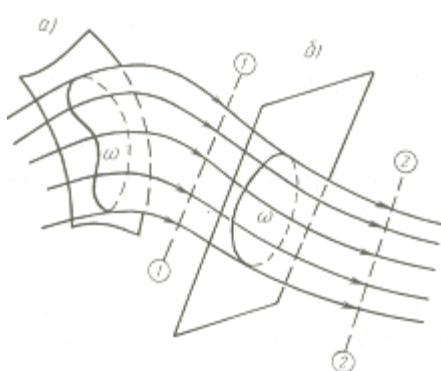
Xulosa qilib aytganda, tekis o'zgaruvchan harakatdagi oqimning ko'ndalang kesimining maydonidagi ixtiyoriy nuqtaga nisbatan $\frac{P}{\gamma}$ va z ning yig'indisi o'zgarmas bo'ladi (7-rasm),

masalan, $A-A$ ko'ndalang kesim uchun $\left(\frac{P}{\gamma} + z\right)_{A-A} = \text{const}$, $B-B$ ko'ndalang kesim $\left(\frac{P}{\gamma} + z\right)_{B-B}$

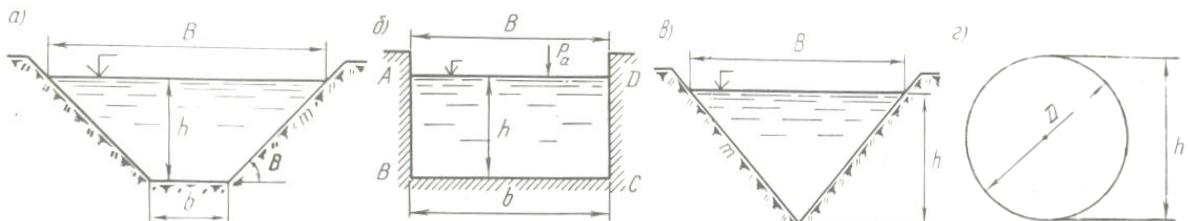
$= \text{const}$ va boshqa ko'ndalang kesimlar uchun, uning o'zining miqdori $\left(\frac{P}{\gamma} + z\right)_{P-P} = \text{const}$, ammo shuni aytib o'tish kerakki, oqimning har xil ko'ndalang kesimlari uchun bu yig'indilar har xil bo'ladi.

Suyuqlik oqimining gidravlik elementlari. Oqimning ko'ndalang kesimi bo'yicha o'rtacha tezligi. Suyuqlik oqimining hajmiy sarfi

Oqimning ko'ndalang kesimi maydonining gidravlik elementlari. Suyuqlik oqimining harakati o'r ganilayotganda oqimning ko'ndalang kesim maydonining quyidagi asosiy gidravlik elementlari nazarda tutiladi: oqimning ko'ndalang kesimi maydoni; o'zanning ho'llangan (ko'ndalang kesimi bo'yicha) perimetringin uzunligi; gidravlik radiusi va boshqalar.



suyuqlikning harakat yo'nali shiga normal bo'lgan oqimning tekis ko'ndalang kesimiga aytildi. Gidravlikada oqimning ko'ndalang kesimi maydoni shartli ravishda ω harfi bilan ifodalanadi.



9- rasmga nisbatan oqimning ko'ndalang kesimi maydoni:

a) trapesiya shaklidagi o'zan uchun

$$\omega = (b + th)h; \quad (5)$$

b) to'g'ri to'rburchak shaklli o'zan uchun

$$\omega = bh; \quad (6)$$

v) uchburchak shaklli o'zan uchun

$$\omega = \frac{Bh}{2}; \quad (7)$$

g) doira shakldagi o'zanlar (masalan, quvurlar) uchun bu quvurlarda suyuqlik harakati naporli bo'lgan holda

$$\varpi = \frac{\pi D^2}{4} \quad (8)$$

Ixtiyoriy shakldagi quvurlarda suyuqlik harakati napsiz bo'lsa, bunday quvurlar (drenaj quvurlari, tunnellar va boshqalar) kanallashtirilgan quvurlar deb ataladi. Bular gidravlik nuqtai nazardai ochiq o'zanlar qatoriga kiradi va ularning ko'ndalang kesim maydonlari shakllariga qarab yuqorida keltirilgan (5), (6), (7), (8) va boshqa formulalar yordamida hisoblanadi.

2. O'zan ko'ndalang kesimining ho'llangan perimetri. Ho'llangan perimetr deb o'zanning ko'ndalang kesimi bo'yicha harakatdagi suyuqlik bilan ho'llangan perimetringin uzunligiga aytildi. O'zan ko'ndalang kesimining ho'llangan perimetri uzunligi χ harfi bilan ifodalanadi. Bu tushunchadan kelib chiqadiki, ochiq o'zanlar (kanal, daryo va boshqalar) uchun uning ko'ndalang kesimining ho'llangan perimetri o'zan ko'ndalang kesimlarining shakllariga bog'liq. Masalan, trapesiya shaklli (9 a-rasm) o'zan (kanal) uchun uning ho'llangan perimetringin uzunligi

$$\chi = AV + VS + SD; \quad (9)$$

to'g'ri to'rburchakli o'zan (kanal) uchun (9 b-rasm)

$$\chi = AV + VS + SD; \quad (10)$$

uchburchakli o'zan (kanal) uchun (9 v -rasm)

$$\chi = AV + VS; \quad (11)$$

doira shaklli o'zan (quvur) uchun (9 g-rasm)

$$\chi = \pi D; \quad (12)$$

YUqorida keltirilgan misollardan ko'rinaradiki, ochiq o'zanlarda (9-rasm) ularning ko'ndalang kesimlari bo'yicha ho'llangan perimetrlarining uzunligi χ o'zanlarning geometrik ko'ndalang kesimi bilan moslashmaydi. Naporli quvurlarda esa uning ho'llangan perimetri quvurning geometrik perimetri bilan moslashadi. SHunday qilib, ochiq o'zanlarda ularning ko'ndalang kesimi maydoni oqimning ko'ndalang kesimi maydonidan farq qiladi. SHuning uchun gidrotexnik inshootlarni gidravlik hisoblash paytida berilgan o'zandagi oqimning ko'ndalang kesimining maydoni bilan o'zanning ko'ndalang kesimi maydoni orasidagi farqqa katta e'tibor berish kerak.

3. Gidravlik radius. Oqimning ko'ndalang kesimi maydonining shu kesimdagagi o'zanning xo'llangan perimetriga nisbati gidravlik radius deb ataladi. Gidravlik radius R shartli belgi bilan ifodalanadi va quyidagicha yoziladi:

$$R = \frac{\omega}{\chi} \quad (13)$$

Gidravlik radiusning fizik ma'nosi. Bu gidravlik element o'zan ko'ndalang kesimining shaklini va o'zanning devorlari hamda tubining g'adir-budurliklarini (mikro-va makro shakllarini) qiyosan ifodalaydi, chunki ω va χ o'zanlardagi (uning devoridagi va tubidagi) notekisliklarning mikro- va makro shakllarini xarakterlovchi parametrlari hisoblanadi.

4. Suyuqlikning hajmiy sarfi. Suyuqlikning hajmiy sarfi deb, vaqt birligi ichida o'zanning berilgan ko'ndalang kesimidan o'tgan suyuqlik hajmiga aytildi. Gidravlikada suyuqlikning hajmiy sarfi Q bilan, elementar oqim naycha uchun.

ADABIYOTLAR.

1. Q.SH.Latipov “Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar” Toshkent. 1992y
2. Q.SH.Latipov, S.Ergashev.”Gidravlika va gidravlik mashinalar”. Toshkent. 1986y
3. A.YU.Umarov “Gidravlika” Toshkent. “O’zbekiston” 2002y
4. Doribnis V.F. “Gidravlika i gidravlicheskie mashiny”.M .1987 g.
5. SHtereilixt D.V. “Gidravlika”.M.1991 g.
6. Alam S.I.i drugie. Praktikum po mashinovedeniyu. M.Prosveshenne.1984 g.