

**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

MAVZ: Suyuqlikning ikki xil harakati, Puozeley formulasi. Darsi formulasi.
Reynold kritik soni.

Bajardi: Xayitboev D

Tekshirdi: Xodjiev A.K.

Reja:

1. Suyuqlik harakatining ikki tartibi. Reynold kritik soni.

2. Suyuqliklarning laminar harakati.

- a) Tezlikning silindrik truba kesimi bo'yicha taqsimlanishi.
- b) Truba uzunligi bo'yicha bosimning pasayishi (Puazeyl formulasi).
- v) Oqimning boshlang'ich bo'lagi.

3. Suyuqliklarning turbulent harakati.

- a) Suyuqlik turbulent harakatining xususiyatlari.
- b) Tezlik va bosim pulsasiyalari.
- s) Tenglashtirilgan tensizliklarning kesim bo'yicha taqsimlanishi.
- d) Turbulent harakatda urinma zo'riqish.
- e) Darsi formulasi va uzunlik bo'yicha ishqalanishga yo'qotish koeffisienti (Darsi koeffisienti).
- yo) Truba devorining g'adir-budirligi. Absolyut va nisbiy g'adir-budirlilik.

TAYANCH IBORALAR:

Suyuqlikni laminar, turbulent harakati, Reynolds kriteriyasi, Reynolds soni gidrodinamik o'xshashlik nazariyasi, Puazeyl va D. Veysbax formulalari bosimli va bosimsiz harakatlar.

Suyuqlik harakatining tartiblari va gidrodinamik o'xshashlik asoslari

Amalda ko'p hollarda turli truboprovodlar sistemasini hisoblashga to'g'ri keladi. Bunday hisoblashlar ximiya, to'qimachilik, neft sanoatida, gidrotexnika inshootlarida va boshqa ko'pgina joylarda uchraydigan turli gidromashinalarning qismlari, vodoprovodlar, issiqlik almashtirgichlar kabi sistemalar uchun qo'llaniladi. Bu sistemalarni hisoblash ularda suyuqlikning qanday tezlikda va qanday sharoitda og'ishiga bog'liq. SHunga asosan suyuqliklar harakatining turli tartiblari tekshiriladi va harakat tartibiga qarab turlicha hisoblash ishlari olib boriladi.

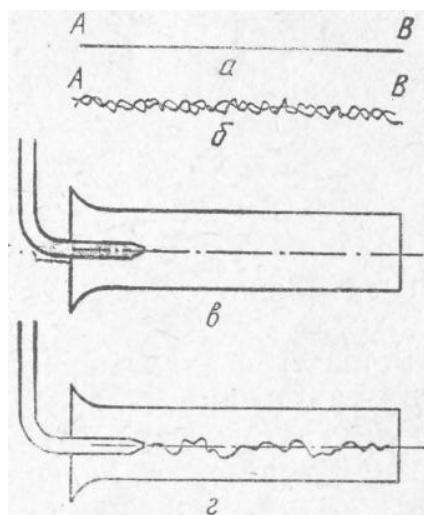
Suyuqlik harakatining ikki tartibi. Reynolde kritik soni

Ko'p hollarda truboprovodlardagi suyuqlik tekis harakatda bo'ladi, ya'ni tezlik oqim yo'nalishi bo'yicha o'zgarmaydi. Bu holda harakatning qanday bo'lishiga, asosan, ichki ishqalanish kuchi ta'sir qiladi. Bu holda uning ikki kesimidagi bosimlar farqi ishqalanish kuchining va geometrik balandliklar farqining katta yoki kichikligiga bog'liq bo'ladi. Bu kuchlarning ta'sirida truboprovodlardagi harakat tezligi har xil bo'lishi mumkin. Tezlikning katta-kichikligiga qarab suyuqlik zarrachalari batartib yoki betartib harakat qiladi. Bu harakatlar, odatda, asosan ikki tartibli harakatga ajratiladi: laminar harakat va turbulent harakat.

Laminar harakat vaqtida suyuqlik zarrachalari qavat-qavat bo'lib joylashadi va ular bir qavatdan ikkinchi qavatga o'tmaydi. Boshqacha aytganda, suyuqlik zarrachalari oqimlar harakatiga ko'ndalang yo'nalishda harakatlanmaydi va uni quyidagicha ta'riflash mumkin.

Agar harakat fazosida biror A nuqta tanlab olsak, shu nuqtada albatta suyuqlikning biror zarrachasi bo'ladi. Harakat natijasida shu zarracha A nuqtadan siljib uning o'rnini boshqa zarracha egallaydi. Ikkinci zarracha ham A nuqtada to'xtab turmaydi va uning o'rnini uchinchi zarracha egallaydi va *hokazo*. Endi A nuqtaga birinchi kelgan zarracha harakatlanib, biror V nuqtaga AV chizig'i (1-rasm, a) bo'yicha kelsa, uning ketidan kelgan ikkinchi zarracha ham A nuqtadan V nuqtaga AV chizig'i bo'yicha kelsa, uchinchi zarracha ham aniq AV chizig'i bo'yicha yursa va A nuqtaga kelgan boshqa zarrachalar ham AV chizig'i orqali V nuqtaga kelsa, bunday harakat *laminar harakat* deyiladi. Ba'zi vaqtida laminar harakatning bunday tartibi *parallel oqimli* yoki *tik harakat* deb ataladi.

Laminar harakatni tajribada kuzatish uchun suyuqlik oqayotgan shisha trubanining boshlang'ich kesimiga shisha naycha orqali rangli suyuqlik keltirib qo'shib yuborsak, rang suyuqlikda aralashmasdan to'g'ri chiziq bo'yicha oqim ko'rinishida ketadi (1-rasm, v).



1-rasm Laminar va turbulent harakatga oid chizma.

Agar suyuqlikning tezligini oshirib borsak, harakat tartibi o'zgarib boradi. Tezlik ma'lum bir chegaradan o'tganidan kyoyin, zarrachalar kinetik energiyasi ko'paynb ketishi natijasida, ular ko'ndalang yo'nalishda ham harakat qila boshlaydi. Natijada zarrachalar o'zi harakat qilayotgan qavatdan qo'shi qavatga o'tib, energiyasining bir qismini yo'qotib, o'z qavatiga qaytib keladi. Oqim tezligi juda oshib ketsa, zarrachalar bir qavatdan ikkinchi qavatga tez o'ta boshlaydi. Natijada suyuqlik harakatining tartibi buziladi. Bunday harakat *turbulent harakat* deyiladi.

Yuqorida aytganimizdek, A nuqtadan o'tayotgan zarrachalarni ko'rsak, birinchi zarracha V nuqtaga tekis chiziq bilan emas, qandaydir egri-bugri chiziq bo'yicha keladi. Hatto u nuqtaga aniq kelmasligi mumkin. Birinchining ketidan kelayotgan ikkinchi zarracha ham A dan V ga egri-bugri chiziq bilan keladi. Lekin bu chiziq birinchi zarracha yurgan chiziqdan farq qiladi. Uchinchi zarracha esa A dan V ga uchinchi egri-bugri chiziq bilan keladi. SHunday qilib turbulent harakatda ixtiyoriy A nuqtadan o'tuvchi har bir suyuqlik zarrachasi V nuqtaga o'ziga xos egri chiziq bilan keladi (1.-rasm b), ba'zi zarrachalar V nuqtaga kelmasligi ham mumkin. YUqorida aytigan usul bilan trubada oqayotgan suyuqlik oqimining boshlang'ich kesimida rang qo'shib yuborsak, u tezlikning ma'lum bir miqdoridan boshlab egri chiziq bo'yicha ketadi (1-rasm, g). Tezlikni oshirishni davom ettirsak, rang suyuqlikda butunlay aralashib ketadi. Bundan ko'rindiki, suyuqlikning parallel oqimli tartibi buziladi. Suyuqlik harakatining bu ikki tartibini ingliz olimi O. Reynolds tajribada har tomonlama tekshirgan va natijalarini 1883 yilda e'lon qilgan. Reynolds suyuqliklar harakatining muhim qonuniyatini kashf qildi. Suyuqlik harakatini tezlikning oqim o'lchamiga ko'paytmasining qovushoqlik kinematik koeffisientiga nisbatidan iborat o'lchovsiz miqdor xarakterlar ekan. Bu miqdor olimning hurmatiga *Reynolds soni* deb ataladi va formulalarda N_e bilan belgilanadi. Silindrik trubalardagi oqim uchun Reynolds soni quyidagicha hisoblanadi:

$$R_e = \frac{v \cdot d}{\nu}. \quad (1)$$

Turli shakldagi nosilindrik trubalar va o'zanlardagi oqimlar uchun Reynoldsoni quyidagicha o'lchanadi:

$$R_e = \frac{v \cdot d_{\text{EKV}}}{\nu} = \frac{5vR}{\nu}, \quad (2)$$

bu erda d — trubaning ichki diametri; d_{EKV} — o'zan yoki nosilindrik trubaning ekvivalent diametri:

$$d_{\text{EKV}} = 4; \quad \text{gidravlik radius.}$$

Reynoldsoni aniqlashicha, yuqorida aytigan o'lchovsiz miqdorning kichik qiymatlarida laminar harakat bo'lib, uning oshib borishi natijasida u turbulent harakatga aylanadi. (1) dan ko'rindib turibdiki, Reynolds soni R_e oshishi uchun yo tezlik, yoki truba diametri ortish, yoki bo'lmasa qovushoqlik kinematik koeffisienti kamayishi kerak.

Suyuqlikning laminar harakatdan turbulent harakatga o'tishini Reynolds soni R_e ning ma'lum kritik miqdori bilan aniqlanadi va u Reynolds soni kritik soni deb atalib, $R_{e,kr}$ bilan belgilanadi. Bu son silindrik trubalar uchun $R_{e,kr}=2320$.

Agar oqimni juda sillik trubada, har kanday eng kuchsiz turtki va tebranishlardan holi bo'ljan sharoitda tekshirsak, Reynolds kritik soni 2320 dan ortiq, hatto bir necha marotaba ortiq bo'lishi mumkin. Lekin Reynolds soni ma'lum bir qiymatdan o'tganidan keyin harakat, qanday ehtiyyot choralar ko'rilmasisi, albatta turbulent bo'ladi. Bu son Reynolds yuqori kritik soni deb ataladi va $R_{e,kr,yu}=10000$ ga teng bo'ladi. Bu songa qiyos qilib, yuqorida keltirilgan kritik soi Reynolds quyisi kritik soni $R_{e,kr,q}=2320$ deb ataladi. Reynolds soni R_e dan kichik bo'lganda barqaror laminar harakat bo'ladi, u $R_{e,kr,yu}$ dan katta bo'lganda esa turbulent harakat barqarorlashgan bo'ladi. Agar Reynolds soni bu ikki miqdor o'rtaasida, ya'ni $R_{e,kr,q}>R_e>R_{e,kr,yu}$ bo'lsa, turbulent harakat beqaror bo'lib, bu holatni o'tkinchi tartib deyiladi. SHunday qilib, suyuqlik harakatida asosan ikki tartib laminar va turbulent tartib mavjud. Bu tushunchani yana aniqrok ifodalasak, u holda uch xil tartib mavjud bo'lib, ular Reynolds soniga bog'liq

- 1) laminar tartib $R_e < 2320$ da;
- 2) o'tkinchi tartib $2320 > R_e > 10000$ da;
- 3) barqarorlashgan turbulent tartib $R_e > 10000$ da.

Suyuqlik harakatini tekshirishda va turli gidrosistemalarni hisoblashda harakat tartibining kanday bo'lishiga qarab foydalilanligiyan formulalar va miqdorlar turlicha bo'ladi. SHuning uchun turli hisoblashlarni bajarishdan oldin harakatning laminar yoki turbulent tartibda ekanligini (1) formula yordamida aniqlab olish zarur bo'ladi.

Suyuqliklarda ichki qarshiliklar ham harakat tartibiga qarab har xil hisoblanadi. Tajribalarning ko'rsatishicha, laminar harakat vaqtida bosimning pasayishi o'rtacha tezlikning birinchi darajasiga

$H_{1-2} = k_L v$, turbulent harakatda esa uning $p.$ — darajasiga proporsional bo'ladi.

$$H_{1-2} = k_T v^n$$

bu erda K_L, K_T — laminar va turbulent harakat uchun proporsionallik koeffisientlari; n -daraja ko'rsatkichi; u 1,75 va 2 orasida o'zgaradi. Reynol'ds soni ortishi bilan daraja ko'rsatkichi p ortib boradi. Barqaror turbulent harakat bo'lganda $n=2$ bo'ladi.

Suyuqliklarning laminar harakati

Tezlikning silindrik truba kesimi bo'yicha taqsimlanishi

Qovushoq suyuqliklar trubada laminar harakat qilganda uning oqimchalari bir-biriga parallel harakat qiladi. Truba devorlari esa unga yopishib qolgan suyuqlik zarrachalari bilan qoplanadi. SHunday qilib, truba devoridagi suyuqlik zarrachalarining tezligi nolga teng. Suyuqlikning devorga yopishgan qavatidan keyingi qavati esa suyuqlik zarrachalari bilan qoplangan- truba devori ustida sirpanib boradi,- Agar truba ichidagi suyuqlikni hayolan cheksiz ko'p yupqa qavatlariga ajratsak, u holda har bir qavat o'zidan oldingi qavat sirtida siljib boradi. YUqorida aytilganga ko'ra truba devori sirtidagi qavatning tezligi nolga teng bo'lib, truba o'qiga yaqinlashgan sari tezlik oshib boradi. O'qda esa tezlik maksimal qiymatga ega bo'ladi. SHuning uchun truba ichidagi ishqalanish kuchi N'yuton qonuni bilan ifodalanadi:

$$\tau = -\mu \frac{du}{dr}$$

Truba ichida uzunligi l va radiusi r bo'lgan elementar naycha ajratib olamiz (2-rasm). Bu naychaning yuzalari dS bulgan 1-1 kesimi bo'yicha r_1 bosim, 2-2 bulgan kesimi bo'yicha esa r_2 bosim ta'sir qilsin. Radiusi R bo'lgan tekshirilayottan trubadagi harakat gorizontal va tekis bo'lsin. U holda elementar naychaga ta'sir qilayotgan kuchlar

1-1 kesimdagi bosim kuchi

$$P_1 = p_1 dS,$$

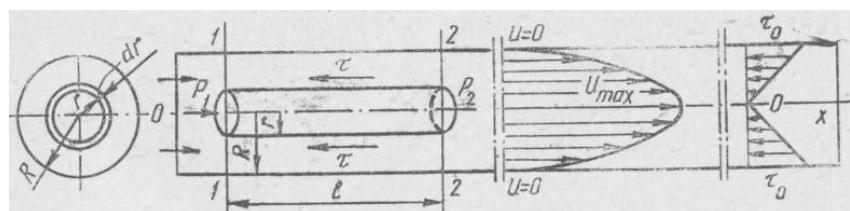
2-2 kesimdagi bosim kuchi

$$P_2 = p_2 dS,$$

ishqalanish kuchi

$$T = \tau 2\pi r l = -\mu 2\pi r l \frac{du}{dr}$$

dan iborat.



2- raem. Laminar harakatda tezlikning truba kesimi bo'yicha taqsimlanishi.

U holda elementar naychaning muvozanat shartidan quyidagini yoza olamiz:

$$P_1 - P_2 - T = 0 \quad (3)$$

Elementar naycha kesimi $dS = \pi r^2$ ekanligini nazarda tutib, (3) dan quyidagi tenglamani keltirib chiqaramiz:

$$\pi r^2 p_1 - \pi r^2 p_2 + \mu 2\pi r l \frac{du}{dr} = 0$$

Bu tenglamadan ushbu differensial tenglamani keltirib chiqaramiz:

$$\frac{du}{dr} = -\frac{r}{2\mu l} \frac{p_1 - p_2}{l} \quad (4)$$

Oxirgi tenglamaning o'zgaruvchilarini ajratamiz

$$du = -\frac{p_1 - p_2}{2\mu l} r dr$$

va chap tomonini u dan 0 gacha, o'ng tomonini esa g dan R gacha integrallab, tezlik uchun munosabat keltirib chiqaramiz:

$$u = -\frac{p_1 - p_2}{4\mu l} (r^2 - R^2) \quad (5)$$

hosil qilingan tenglama parabola tenglamasi bo'lib, u tezlikning silindrik truba kesimi bo'yicha taqsimlanishini ko'rsatadi. (5) dan ko'rinish turibdiki, trubadagi harakat tezligi $g = 0$ da maksimumga erishadi

$$u_{\max} = \frac{p_1 - p_2}{4\mu l} R^2 \quad (6)$$

Demak, silindrik trubada laminar harakat tezligi ko'ndalang kesimda parabola qonuni bo'yicha taqsimlangan bo'ladi. Tezlikning maksimal qiymati esa trubaning o'qi bo'yicha yo'nalgan bo'ladi. Endi trubada oqayotgan suyuqlikning sarfini topamiz. Eni dr ga teng bo'lgan halqa bo'yicha oqayotgan (2-rasm) elementar sarf quyidagiga teng bo'ladi:

$$dQ = 2\pi r dr u.$$

Oxirgi tenglikka (5) dan tezlikning formulasini qo'ysak, quyidagini olamiz:

$$dQ = -2\pi r \frac{p_1 - p_2}{4\mu l} (r^2 - R^2) dr.$$

Bu holda o'rtacha tezlikni shunday topamiz:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi R^2} = \frac{\pi R^4 (p_1 - p_2)}{8\mu l \pi R^2} = \frac{p_1 - p_2}{8\mu l} R^2 \quad (7)$$

(7) va (6) munosabatlarni solishtirib, trubada laminar harakat vaqtida o'rtacha tezlik bilan maksimal tezlik orasidagi munosabatni topamiz:

$$v = \frac{u_{\max}}{2} \quad (8)$$

Demak, silindrik trubada laminar harakat vaqtida o'rtacha tezlik maksimal tezlikdan ikki marotaba kichik ekan.

Truba uzunligi bo'yicha bosimning pasayishi (Puazeyl formulasi)

Endi trubada oqayotgan suyuqlik energiyasining ishqalanishni engishga sarflanishini tekshiramiz. Avval truba kesimi bo'yicha ishqalanish kuchining taqsimlanishini ko'ramiz. Buning uchun N'yyuton qonuni formulasiga tezlik formulasi (5.3) ni qo'yamiz. U holda

$$\tau = -\mu \frac{du}{dr} = \frac{p_1 - p_2}{2l} \cdot r. \quad (9)$$

Bu formuladan ko'rinish turibdiki, ishqalanish kuchi truba o'qida nolga teng bo'lib, uning o'qidan devorlariga qarab chiziqli ortib boradi va devor sirtida eng katta qiymatga erishadi (2-rasm) tenglamada silindrik trubadagi uzunlik bo'yicha gidravlik yo'qotishni ishqalanish kuchi orqali berilgan edi. Endi bu formulaga (9) munosabatni qo'ysak.

$$H_e = \frac{p_1 - p_2}{\gamma 2l} R \frac{2Rl}{\pi R^2} = \frac{p_1 - p_2}{\gamma}$$

Kesimlardagi bosim farqi ($R1 - R2$) ni (5.6) formuladan o'rtacha tezlik orqali ifodalasak:

$$p_1 - p_2 = \frac{2\mu l}{R^2} v = \frac{32 \mu l}{D^2} v$$

va gidravlik yo'qotish formulasiga qo'ysak, quyidagi munosabatni olamiz:

$$H_l = \frac{8\mu l}{\gamma D^2} v. \quad (10)$$

U holda gidravlik qiyalik uchun formula chiqarish qiyin emas. Buning uchun (5.9) ning ikki tomonini ga bo'lamiz

$$\frac{H_l}{l} = \frac{32\gamma}{gD^2} v \quad (11)$$

va oxirgi tenglikni quyidagicha yozamiz:

$$J = \frac{2 \cdot 32\gamma}{gD^2 D v} v^2 = \frac{64\gamma}{v D^2 g D} v^2.$$

Silindrik trubalar uchun Reynolds soni

$$R_e = \frac{vD}{\gamma}$$

ko'rinishda yozilgani uchun

$$J = \frac{64}{R_e 2\gamma D} v^2.$$

Demak, laminar harakat vaqtida gidravlik qiyalik va bosimning pasayishi Reynolds soniga bog'liq ekan. $\frac{64}{R_e}$ ko'rinishdagi miqdorni gidravlikada λ bilan belgilanadi:

$$\lambda = \frac{64}{R_e} \quad (12)$$

va ishqalanish qarshiligi koeffisienti deb ataladi. U holda znergyyaning yo'qolishi va gidravlik qiyalik uchun quyidagicha Darsi — Veysbax formulasini olamiz:

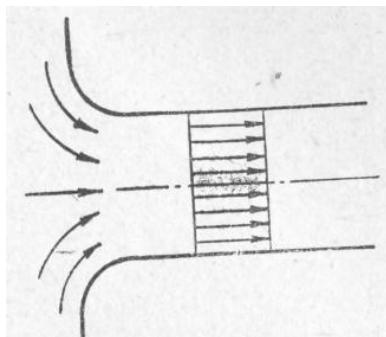
$$H_e = \lambda \frac{l}{D} \frac{v^2}{2g},$$

$$J = \lambda \frac{l}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}. \quad (13)$$

SHunday qilib, laminar harakat vaqtida truba uzunligi bo'yicha bosimning pasayishi va gidravlik qiyalik solishtirma kinetik energiyaga chiziqli bog'liq ekan.

Oqimning boshlang'ich bo'lagi

YUqorida aytib o'tilgan harakat qonunlari trubadagi barqarorlashgan laminar oqimlar uchun to'g'ridir. Haqiqatda esa, trubaga endi kirgan suyuqlik boshlang'ich kesimdan boshlab ma'lum masofa o'tgandan keyingina laminar harakatga doir bo'lgan parabolik qonun bo'yicha taqsimlangan bo'ladi.



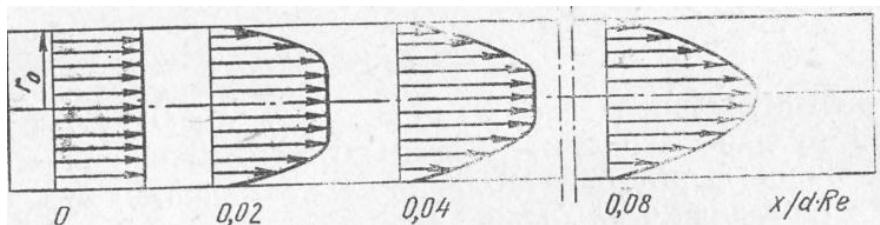
3-raem. Naycha kirishidagi tezlik taqsimotiga doir

Laminar harakatning trubada rivojlanishini quyidagicha tasavvur kilish mumkin. Hajmi juda katta idishdan suyuqlik trubaga kirsin va truba kirish qismining chekkalari yaxshilab dumaloqlangan bo'lsin. Bu holda boshlang'ich kesimda tezlik deyarli o'zgarmas bo'ladi. Bu qonun faqat *chevara* (yoki devoroldi) *qatlam*. deb ataluvchi devor ustidagi yupqa qavatdagina buziladi. Bu qavatda suyuqlikning devorga yopishishi natijasida tezlik keskin kamayib, devorda nolga tenglashadi. SHuning uchun knrish qismida tezlik chizig'i to'g'ri chiziq kesmasi (3- rasm) bilan aniq ifodalanadi.

Kirish qismdan uzoqlashgan sari devorlardagi ishqalanish kuchi ta'sirida chevara qatlamga yaqin qavatlarda harakat sekinlashib boradi va natijada bu qatlamning qalinligi oshib boradi, harakat esa sekinlashib boradi, Oqimning ishqalanish kuchi hali ta'sir qilmagan markaziy qismi esa bir butun harakat qilishni davom ettiradi, ya'ni boshqacha aytganda markaziy

qavatlarda tezlik deyarli bir xil bo'lgani holda (Oqayotgan suyuqlikning harakat miqdori o'zgarmas bo'lgani uchun) chegara qatlamda tezlik kamaygani sababli yadroda tezlik oshadi.

SHunday qilib, trubaning o'rta qismida (yadroda) tezlik oshib boradi, devor yaqinida o'sib boruvchi chegara qatlamda kamayadi. Bu jarayon chegara qatlam oqim kesimini butunlay egallab olmaguncha va yadro butunlay yo'q bo'lib ketguncha davom etadi (4-rasm).



4-raem. Laminar harakatning trubada rivojlanib borishiga doir chizma.

SHundan keyin oqimning rivojlanishi tugab, tezlik chizig'i odatdag'i laminar oqimga xos parabolik shaklni qabul qiladi. Trubaning boshlang'ich kesimidan doimiy parabolik tezlik vujudga kelguncha bo'lgan bo'lagi laminar harakatning *boshlang'ich bo'lagi* deb ataladi. Bu bo'lakning uzunligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

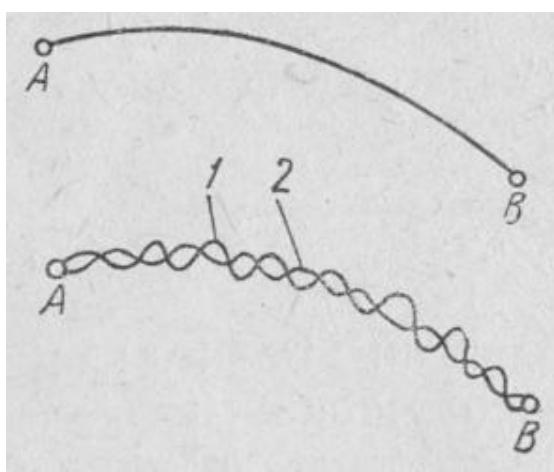
$$L_{bosh} = 0,028 R_e D \quad (14)$$

Bu formuladan ko'rindaniki, boshlang'ich bo'lak Reynolds soniga va trubaning diametriga proporsional ekan. Gidrotexnika kursida bu masalani nazariy usul bilan hal qilingan bo'lib, olingan formulalar tajribadagi qiymatlarga juda yaqin keladi.

SUYUQLIKLARNING TURBULENT HARAKATI

Suyuqliklarning turbulent harakati tabiatda va texnikada keng tarqalgan bo'lib, gidravlik hodisalar ichida eng murakkablari qatoriga kiradi. Bu harakat juda ko'p tekshirilgan bo'lishiga qaramay hozirgacha harakatning turbulent turi uchun umumlashgan nazariya yaratilgan emas. SHuning uchun ham turbulent oqimlarni hisoblashda yarimempirik nazariyalardan foydalanish bilan bir qatorda, ko'p hollarda tajriba natijalari va empirik formulalardan foydalanishga to'g'ri keladi.

Suyuqlik turbulent harakatining xususiyatlari



Turbulent harakatda suyuqlikning har bir zarrachasi juda ham murakkab egri chiziqli traektoriya bo'yicha harakat qiladi va har qanday ikki zarrachaning traektoriyalari bir biriga o'xshamaydi. Buni ko'z oldimizga keltirish uchun biror A nuqtadan ketma-ket o'tayotgan zarrachalarning V nuqtaga (5-rasm) qanday traektoriya bo'yicha etib kelishini ko'z oldimizga keltiraylik. Laminar harakat vaqtida A nuqtadan chiqqan I zarracha biror silliq egri chiziq bo'yicha V nuqtaga kelsa, II zarracha ham, III zarracha ham va ulardan keyin keladigan barcha zarrachalar ham xuddi shu egri chiziq bo'yicha harakat qiladi.

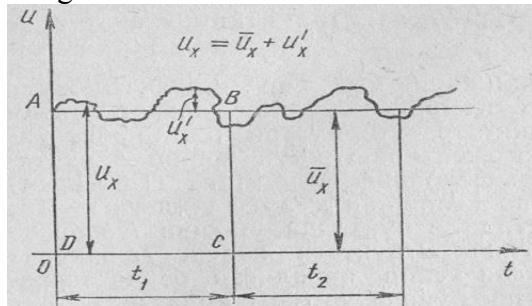
5-rasm. Turblent harakatning xususiyati

Turbulent harakat vaqtida esa A nuqtadan chiqqan birinchi zarracha murakkab egri-bugri chiziq bo'yicha V nuqtaga keladi. Ikkinci zarracha esa birinchi zarrachaning traektoriyasidan tamomila boshqacha bo'lgan ikkinchi egri-bugri chiziq bo'yicha keladi. SHunda ham u birinchi zarracha kelgan V nuqtaning aniq uziga kelmay, uning atrofidagi biror boshqa nuqtaga kelishi

mumkin. Uchinchi zarracha esa birinchi zarrachaning ham, ikkinchi zarrachaning ham traektoriyasiga o'xshamagan uchinchi egri-bugri chiziq bo'yicha kelib, avvalgi zarrachalar kelgan nuqtaning birortasiga ham kelmay, V nuqta atrofidagi boshqa bir nuqtaga keladi. Bu hodisa A nuqtadan o'tayotgan barcha zarrachalarga tegishlidir. SHunday qilib, turbulent harakat qilayotgan suyuqlik zarrachalarining harakatini biror formula bilan ifodalash g'oyatda mushkul ishdir. Lekin hamma zarrachalar bir tarafga A nuqtadan V nuqta tarafiga harakat qiladi. SHunga asosan bir qarashda betartib harakat qilayotgandek ko'ringan zarrachalar harakatida qandaydir umumiylilikni aniqlash mumkin. Hatto bu umumiylilikni faqatgina sifat o'xshashligi ko'rinishida emas, balki miqdori o'xshashligi ko'rinishida ham ifodalash mumkin. Ana shu o'xshashliklar asosida turbulent harakatning qonuniyatlarini yuzaga keltirib chiqariladi.

Tezlik va bosim pulsasiyalar

Turbulent harakat qilayotgan suyuqlik biror nuqtadagi tezligining koordinata o'klaridagi proeksiyalarini tekshiramiz. Misol uchun tezlikning oqim yo'naliishidagi proeksiyasi i_x bo'lsin. U holda i_x ning miqdori vaqt davomida ortib va kamayib boradi. Bu o'zgarishni grafik ko'rinishda ifodalasak, u 6- rasmida tasvirlangan grafikka o'xshaydi va tezlik i_x proeksiyasining pulsasiyasi deb ataladi. Tezlikning boshqa o'qlardagi proeksiyalari (u_u , i_g) uchun ham xuddi shunday pulsasiya grafiklari tuzish mumkin. SHunday qilib, tezlik pulsasiyasi uning biror yo'naliishidagi proeksiyasining vaqt davomida ortib va kamayib borish hodisasidan iborat. Uni tajribada tezlikni o'lchovchi asboblar yordamida (masalan, Pito trubkasidagi suyuqlik sathining o'zgarishini) kuzatish mumkin. Oqayotgan suvda suv o'tlari novdalarining to'xtovsiz tebranma harakat qilishi ham bizga pulsasiya hodisasini ko'rsatadi. Tezlikning oniy miqdori doimo o'zgarib turgani uchun gidrodinamikada *tenglashtirilgan tezlik* tushunchasi kiritiladi va u ancha uzoq vaqt ichida tezlik qabul qilgan qiymatlarning o'rtachasi bo'ladi.



6- raem, Tezlik pulsasiyasiغا doir chizma.

Tenglashtirilgan tezlik tushunchasini ko'z oldimizga keltirish uchun 6-rasmdan foydalanamiz. Grafikda tezlikning o'zgarishini to'liq xarakterlash uchun etarli bo'lgan t_1 vaqt intervalini olamiz va grafikda vaqt o'qiga parallel qilib, shunday AV chiziq o'tkazamizki, hosil bo'lagi $AVSD$ to'rtburchakning yuzi S_{AVSD} pulsasiya grafigining t_1 oraliqdagi bo'lagi bilan DS chizig'i orasidagi yuz $S_{A,V,SD}$ ga teng bo'lsin. U holda $AVSD$ to'rtburchakning balandligi tenglashtirilgan tezlikka teng bo'ladi va \bar{u}_x bilan belgilanadi.

Yuqorida aytib o'tilganlar turbulent harakatning beqaror harakat ekanligini ko'rsatadi. Agar biz pulsasiya grafigida t_1 interval davomida etarli darajada uzun t_2 interval olsak va bu interval bo'yicha tenglashtirilgan tezlikni topsak, t_2 davomida avvalgidek uchinchi interval olib yana tenglashtirilgan tezlikni topsak va bu ishni davom ettirib borsak-da, barcha intervallar uchun olingan tenglashtirilgan tezliklar teng bo'lsa, bunday harakat turbulent harakat uchun barqaror harakat bo'ladi.

Oqayotgan suyuqlikda biror elementar yuza ds olib, shu yuzadan vaqt ichida oqib o'tgan suyuqlikning hajmi dV ni aniqlasak, barqaror harakat vaqtidagi tenglashtirilgan tezlik quyidagicha aniqlanadi:

$$\bar{u} = \frac{dV}{\Delta t dS}. \quad (15)$$

6-rasmdan ko'riniб turibdiki, tenglashtirilgan o'rtacha tezlik oniy tezlikdan farq qilib, bu farqni hisoblaganda quyidagicha ifodalanadi.

$$u_x = \bar{u}_x + u'_x \quad (16)$$

Oniy va tenglashtirilgan tezliklar orasidagi farqlar manfiy yoki musbat bo'lishi mumkin va tezlik pul'sasiyasi deb ataladi. Ko'riniб turibdiki, tezlik pul'sasiyalarining etarli katta t_1 intervaldagи yig'indisi yoki integrali nolga teng bular ekan:

$$\sum u'_x \Delta t = 0 \text{ ёки } \int_0^t u'_x dt = 0.$$

Endi suyuqlikning oqimiga ko'ndalang yo'nalishdagi tezliklarini tekshirsak, bu tezliklar bilan oqimning bir tomoniga qancha suyuqlik harakat qilsa, ikkinchi tomoniga ham shuncha

suyuqlik harakat qiladi. Natijada suyuqlikning tenglashtirilgan tezligining yo'nalishi doimo oqim yo'nalishiga mos kelar ekan. SHuning uchun turbulent harakat uchun Bernulli tenglamasini yozar ekanmiz, bu tenglamadagi o'rtacha tezlik tenglashtirilgan tezlikning o'rtacha qiymatini bildiradi. Tezlik miqdori d

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.