

A.M. Arifjanov, Q.T. Raximov, A.K. Xodjiyev

GIDRAVLIKA



**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

O.M. Arifjanov, Q.T. Raximov, A.K. Xodjiyev

GIDRAVLIKA

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi oliy texnika o‘quv yurtlari talabalari uchun o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etgan

Тошкент 2016

***Ushbu o'quv qo'llanma O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining
2015 yil 21-avgustdagi "303"-sonli buyrug'iga asosan nashr qilishga ruxsat berilgan***

Royxatga olish raqami: 303-058

UDK – 621.22.01 (075.8)

O.M. Arifjanov, Q.T. Raximov, A.K. Xodjiyev

/ G I D R A V L I K A /

O'quv qo'llanma. – T.: TIMI. 2016: - 383 bet.

Ushbu o'quv qo'llanmada quvurlarda, kanallarda va gidrotexnik inshootlardagi gidravlik jarayonlar bayon etilgan va ularning gidravlik hisobi informatsion texnologiyalardan (EHMdand) foydalangan holda bajarish uslublari keltirilgan. Har bir b o'limi yangi masalalar va ularning yechimi bilan boyitilgan.

O'quv qo'llanma O'zbekiston Respublikasi oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan «Gidravlika» fani o'quv dasturi asosida yozilgan bo'lib, o'quv qo'llanma Gidravlika kursi rejalashtirilgan barcha bakalavriat yo'nalishlari va magistratura mutaxassisligi talabalari foydalanishlari uchun mo'ljallangan. O'quv qo'llanmada sohada erishilgan yangi fan yutuqlari ham o'z aksini topgan. O'quv qo'llanmadan soha mutaxassislari ham keng foydalanishlari mumkin.

T a q r i z c h i l a r :

E.J.Maxmudov

- TIMI qoshidagi Irrigatsiya va suv muammolari ilmiy tadqiqot instituti yetakchi ilmiy xodim, t.f.d., prof.

F.Baraev

- «GMTF» kafedra mudiri, t.f.d., prof.

KIRISH

Suyuqliklarning muvozanat va harakat qonunlarini o`rganuvchi hamda bu qonunlarni texnikaning har xil sohalariga tatbiq etish bilan shug`ullanuvchi fan gidravlika deb ataladi.

Gidravlika suyuqliklarda kuchlarning tarqalishi va uning harakat davomida o`zgarib borishi qonunlarini har xil qurilmalar va mashinalarni hisoblash hamda loyihalashga tatbiq etish bilan ham shug`ullanadi.

Gidravlika shuningdek, gidrotexnika, irrigatsiya, suv ta'minoti va kanalizatsiya, neft mexanikasi kabi bir qancha fanlarning asosi hisoblanadi. Insoniyat tarixining dastlabki davrlaridayoq suvdan foydalanish hayotda ma'lum o`rin egallagan. Arxeologik tekshirishlar odamlar juda qadim zamonlardan oq (eramizdan 4000-2000 yillar avval) turli gidrotexnika inshootlari qurishni bilganliklarini ko`rsatadi. Qadimgi Xitoyda, Misrda, Gretsiyada, Rimda, Markaziy Osiyoda va boshqa ibtidoiy madaniyat o`choqlarida kemalar, to`g`onlar, suv taminoti va sug`orish sistemalari bunyod etilganligi to`g`risida ma'lumotlar mavjud. Bu qurilmalarning qoldiqlari hanuzgacha saqlanib qolgan. Lekin u davrlarda bunday qurilish ishlari haqida hech qanday hisoblashlar saqlanmaganligi, ular faqat amaliy bilimlarga tayangan ilmiy nazariy asosga ega emas degan fikrga olib keladi.

Bizgacha yetib kelgan, gidravlikaga aloqador ilmiy ishlardan birinchisi Arximedning "Suzib yuruvchi jismlar haqida" asari bo`lsa, keyinchalik VIII-XI asrlarda Markaziy Osiyoda yashab ijod qilgan qator olimlarning asarlarida gidravlikaga oid masalalar o`z aksini topgan. Jumladan, buyuk vatandoshimiz Ahmad Farg`oniy (832-833 yillarda) Shom (Suriya) shimolidagi Sinjor dashtida Tadmur va ar-Raqqa oralig`ida yer meridian bir darajasining uzunligini o`lchashda qatnashdi. Yuqorida aytib o`tganimizdek, Ahmad Farg`oniy Nil daryosidagi suv sathini o`lchaydigan inshoot barpo etish uchun Misrning Qohira shahri yaqinidagi Fustat shahriga keladi. Ilmiy-texnik va me`moriy jihatdan g`oyat ulug`vor bu qurilma Nil daryosining Sayyolat ul-Rod mavzesida hozirga qadar saqlanib qolgan.

Shunisi qiziqki, aynan shu uskuna yordamida Misr aholisidan olinadigan yillik soliq miqdori belgilanib turilgan. Ya`ni, suv sathi ekinlarni sug`orish uchun qulay kelib, bir me`yorda oqsa, soliqning miqdori shunga qarab ko`tarilgan. Yoki suv sathi kamayib qurg`oqchilik boshlanadigan, aksincha suv ko`tarilib, ekinlarni yuvib ketishi mumkin bo`lgan vaqtlarda soliqlar miqdori kamaytirilishi mumkin edi. Bu Misr aholisining turmushi uchun adolatli qonunlardan biri hisoblangan.

Suyuqlik qonunlarining ochilishi eramizning XVI – XVII asrlaridan boshlandi. Bularga Leonardo da Vinchining suyuqliklarning o`zandagi va

quvurdagi harakati, jismlarning suzib yurishi va boshqalarga bog`liq ishlari, S. Stevenning idish tubiga va devorlariga ta'sir qiluvchi bosim kuchi, G. Galileyning jismlarning suyuqlikdagi harakati va muvozanati haqidagi ishlari, Ye. Torichellining suyuqliklarning kichik teshikdan oqib ketishi, B. Paskalning bosimning suyuqlik orqali uzatilishi to`g`risidagi, I. Nyutonning suyuqliklardagi ichki qarshiliklar qonuni va boshqa ishlar kiradi. Keyinchalik suyuqliklarning muvozanat va harakat qonunlari ikki yo`nalish bo`yicha taraqqiy qila boshladi. Bulardan biri tajribalarga asoslangan gidravlika bo`lsa, ikkinchisi nazariy mexanikaning mustaqil bo`limi sifatida taraqqiy qila boshlagan nazariy gidromexanika edi.

Nazariy gidromexanika aniq matematikaga asoslangan bo`lib, suyuqlik qonunlarini differentsial tenglamalar bilan ifodalash va ularni yechishga asoslanadi. Bu nazariy bilimlarning taraqqiy qilishiga XVII-XVIII asrlarda yashagan buyuk matematik-mexanik olimlar L.Eyler, D.Bernulli, M.Lomonosov, Lagranjlarning ilmiy asarlari asos bo`ldi. U vaqtdagi ishlar sof nazariy bo`lib, suyuqliklarning fizik xossalarini ideallashtirib ko`rilar va olingan natijalar harakat tarzlarini to`g`ri ifodalagani bilan tajriba natijalaridan juda uzoq edi. Shuning uchun bu ishlar gidromexanikaning taraqqiyotida aytarlik muhim rol o`ynamas edi va gidromexanika o`sha zamon texnikasi qo`ygan talabga javob bera olmas edi. XVIII-XIX asrlarda A.Shezi, A.Darsi, Bussinesk, Yu.Veysbax va boshqa olimlarning ishlari hozirgi zamonda gidravlika deb ataluvchi amaliy fanning asosi bo`ldi.

Gidravlika o`z xulosalarini suyuqlik harakatining soddalashtirilgan sxemalarini qarash asosida chiqaradi va odatda, nazariy tenglamalarga empirik koeffitsiyentlar kiritib, ularni tajribalar o`tkazish yo`li bilan aniqlaydi. Keyinchalik esa gidravlika bilan gidromexanika fani o`zaro yaqinlashib, bir-birini to`ldiruvchi fanga aylandi.

Hozirgi zamon gidravlikasi nazariyani tajriba bilan bog`lab, nazariy tekshirishlarni tajribada sinash, tajriba natijalarini esa nazariy asosda umumlashtirish yo`li bilan taraqqiy qilib boruvchi va o`z tekshirishlarida gidromexanikaning usullari hamda yutuqlaridan foydalanib boruvchi fandır.

Bu yo`nalishda Gidravlikaning taraqqiyotida quyidagi olimlarning muhim hissasi bor. Peterburg fanlar Akademiyasining a'zolari bo`lib, Rossiyada yashab, ijod etgan D. Bernulli va L.Eylerning gidromexanika fanining asoschilari sifatida yaratgan ishlanmalari, N.P.Petrovning gidrodinamik sirpanish nazariyasi, N.Ye.Jukovskiyning gidromexanikadagi muhim ishlari va quvurlardagi zarba nazariyasi, A.N.Krilovning kemalar nazariyasi, N.N.Pavlovskiyning suyuqliklarning filtratsiyasi nazariyasi, L.S.Leybenzonning yer osti gidromexanikasi va boshqa olimlarning ishlari dunyo faniga qo`shilgan buyuk

hissa bo`lib hisoblanadi, N.Ye.Jukovskiy, S.A.Shapligin va N.Ye.Koshinlar zamonaviy aerodinamika va gaz dinamikasining asoschilari bo`lib, bu fanlar hozir ham samolyot va raketalar harakatini o`rganishda katta rol o`ynaydi. Hozirgi zamon neft sanoati va texnikasida o`zbek olimi X.A.Raxmatulin asos solgan ko`p fazali muhitlar gidrodinamikasi muhim ahamiyatga ega ishlardan hisoblanadi .

Respublikamiz iqtisodiyotining barcha sohalarida amalga oshiralayotgan islohotlarning muvaffaqiyatida, jumladan irrigatsiya va melioratsiya, sug`orish tizimi, kimyo sanoati, qishloq xo`jaligi, mashinasozlik sanoati va texnikaning bir qancha sohalarida gidravlikaning ahamiyati beqiyosdir.

IV BOB. SUYUQLIK HARAKATINING TARTIBLARI VA GIDRODINAMIK O`XSHASHLIK ASOSLARI

Amalda ko`p hollarda turli quvurlar sistemasini hisoblashga to`g`ri keladi. Bunday hisoblashlar kimyo, 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 oqishiga bog`liq. Shunga asosan suyuqliklar harakatining turli tartiblari tekshiriladi va harakat tartibiga qarab turlicha hisoblash ishlari olib boriladi.

4.1. Suyuqlik harakatining ikki tartibi. Reynolds kritik soni

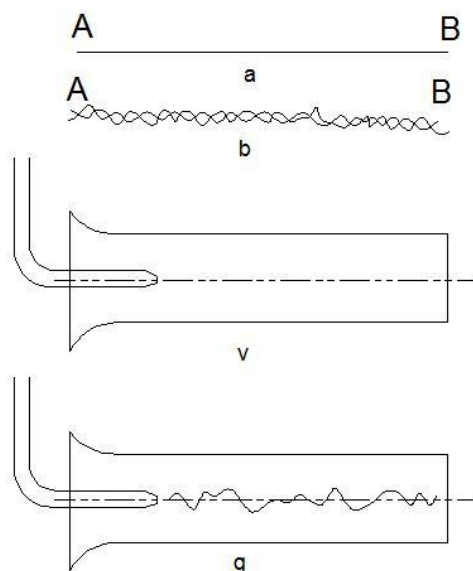
Ko`p hollarda quvurlardagi suyuqlik tekis harakatda bo`ladi, ya'ni tezlik oqim yo`nalishi bo`yicha o`zgarmaydi. Bu holda harakatning qanday bo`lishiga, asosan, ichki ishqalanish kuchi ta'sir qiladi. Bu holda uning ikki kesimidagi bosimlar farqi ishqalanish kuchining va geometrik balandliklar farqining katta yoki kichikligiga bog`liq bo`ladi. Bu kuchlarning ta'sirida quvurlardagi 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. Ikkinchi zarracha ham A nuqtada to`xtab turmaydi va uning o`rnini uchinchi zarracha egallaydi va hokazo. Endi A nuqtaga birinchi kelgan zarracha harakatlanib, biror B nuqtaga AB chizigi (4.1-rasm, a) bo`yicha kelsa, uning ketidan kelgan ikkinchi zarracha ham A nuqtadan B nuqtaga AB chizig`i bo`yicha kelsa, uchinchi zarracha ham aniq AB chizig`i bo`yicha yursa va A nuqtaga kelgan boshqa zarrachalar ham AB chizig`i orqali B nuqtaga kelsa, bunday harakat *laminar harakat* deyiladi. Ba'zi vaqtda laminar harakatning bunday tartibi *parallel oqimli* yoki *tinch harakat* deb ataladi.

Laminar harakatni tajribada kuzatish uchun suyuqlik oqayotgan shisha quvurning 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 (4.1-rasm, v).

Agar suyuqlikning tezligini oshirib borsak, harakat tartibi o'zgarib boradi. Tezlik ma'lum bir chegaradan o'tganidan keyin, zarrachalar kinetik energiyasi ko'payib ketishi natijasida, ular ko'ndalang yo'nalishda ham harakat qila boshlaydi. Natijada zarrachalar o'zi harakat qilayotgan qavatdan qo'shni 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.



4.1. rasm. Laminar va turbulent harakatga oid chizma

Yuqorida aytganimizdek, A nuqtadan o'tayotgan zarrachalarni ko'rsak, birinchi zarracha B 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 B ga egri-bugri chiziq bilan keladi. Lekin bu chiziq birinchi zarracha yurgan chiziqdan farq qiladi. Uchinchi zarracha esa A dan B ga uchinchi egri-bugri chiziq bilan keladi. Shunday qilib turbulent harakatda ixtiyoriy A nuqtadan o'tuvchi har bir suyuqlik zarrachasi B nuqtaga o'ziga xos egri chiziq bilan keladi (4.1-rasm, b), ba'zi zarrachalar B nuqtaga kelmasligi ham mumkin. Yuqorida aytilgan usul bilan quvurda oqayotgan suyuqlik oqimining boshlang'ich kesimida rang qo'shib yuborsak, u tezlikning ma'lum bir miqdoridan boshlab egri chiziq bo'yicha ketadi (4.1-rasm, g). Tezlikni oshirishni davom ettirsak, rang suyuqlikda butunlay aralashib ketadi. Bundan ko'rinadiki, 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 qovushqoqlik kinematik koeffitsiyentiga nisbatidan iborat o'lchovsiz miqdor

xarakterlar ekan. Bu miqdor olimning hurmatiga *Reynolds soni* deb ataladi va formulalarda Re bilan belgilanadi. Silindrik quvurlardagi oqim uchun Reynolds soni quyidagicha qisoblanadi:

$$Re = \frac{\rho d v}{\mu} \quad (4.1)$$

Turli shakldagi nosilindrik quvurlar va o`zarlardagi oqimlar uchun Reynolds soni quyidagicha o`lchanadi:

$$Re = \frac{\rho d_{ekv} v}{\mu} = \frac{4\rho R v}{\mu} \quad (4.2)$$

bu yerda d – quvurning ichki diametri; d_{ekv} – o`zan yoki nosilindrik quvurning ekvivalent diametri; $d_{ekv} = 4R$; R – gidravlik radius.

Reynolds aniqlashicha, yuqorida aytilgan o`lchovsiz miqdorning kichik qiymatlarida laminar harakat bo`lib, uning oshib borishi natijasida u turbulent harakatga aylanadi. (4.1) dan ko`rinib turibdiki, Reynolds soni Re oshishi uchun yo tezlik, yoki quvur diametri ortish, yoki bo`lmasa qovushqoqlik kinematik koeffitsiyenti kamayishi kerak. Suyuqlikning laminar harakatdan turbulent harakatga, o`tishini Reynolds soni Re ning ma'lum kritik miqdori bilan aniqlanadi va u Reynolds soni kritik soni deb atalib, Re_{kr} bilan belgilanadi. Bu son silindrik quvurlar uchun $Re_{kr}=2320$.

Agar oqimni juda silliq quvurda, har qanday eng kuchsiz turtki va tebranishlardan holi bo`lgan 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 ehtiyot choralari ko`rilmasin, albatta turbulent bo`ladi. Bu son Reynolds yuqori kritik soni deb ataladi va $Re_{kr,yu}$ – 10000ga teng bo`ladi. Bu songa qiyos qilib, yuqorida keltirilgan kritik son Reynolds quyi kritik soni $Re_{kr,q} = 2320$ deb ataladi. Reynolds soni $Re_{kr,q}$ dan kichik bo`lganda barqaror laminar harakat bo`ladi, u $Re_{kr,yu}$ dan katta bo`lganda esa turbulent harakat barqarorlashgan bo`ladi. Agar Reynolds soni bu ikki miqdor o`rtasida, ya'ni $Re_{kr,q} > Re > Re_{kr,yu}$ 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 aniqroq ifodalasak, u holda uch xil tartib mavjud bo`lib, ular Reynolds soniga bog`liq:

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

Suyuqlik harakatini tekshirishda va turli gidrosistemalarni hisoblashda harakat tartibining qanday bo`lishiga qarab foydalaniladigan formulalar va miqdorlar turlicha bo`ladi. Shuning uchun turli hisoblashlarni bajarishdan oldin

harakatning laminar yoki turbulent tartibda ekanligini (4.1) 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

$$H_{1-2} = k_L \mathcal{G},$$

turbulent harakatda esa uning n – darajasiga proporsional bo`ladi.

$$H_{1-2} = k_T \mathcal{G}^n$$

bu yerda K_L, K_T – laminar va turbulent harakat uchun proporsionallik koeffitsiyentlari; n - daraja ko`rsatkichi; u 1,75 va 2 orasida o`zgaradi. Reynolds soni ortishi bilan daraja ko`rsatkichi n ortib boradi. Barqaror turbulent harakat bo`lganda $n = 2$ bo`ladi.

4.2. Hidrodinamik o`xshashlik asoslari. Hidrodinamik hodisalarni modellash

Texnikada gidravlik qurilmalarini yaratish yoki tabiatdagi biror voqeani tekshirish uchun laboratoriya sharoitida uning kuchaytirilgan modellarida tajribalar o`tkaziladi va bu tajribalar natijasiga qarab asosiy qurilma yoki hodisa haqida xulosa chiqariladi. Modellarini yasash va ularda olingan natijalarni rostakam nusxaga o`tkazish uchun model bilan rostakam hodisani bir-biri bilan bog`lovchi qonuniyatlarni bilish zarur bo`ladi. Rostakam nusxa bilan model o`rtasidagi bu qonuniyatlarni o`xshashlik qonuniyatlari deb ataladi va ularni o`xshashlik va modellash nazariyasi tekshiradi.

Ikki fizik jarayon o`xshash bo`lishi uchun uning barcha parametrlari ma'lum bir munosabatda bo`lishi kerak va bu munosabatlar turli parametrlar uchun turlicha bo`ladi.

Ikki xil voqeani bir-biriga o`xshash bo`lishi uchun birinchidan uning geometrik parametrlari o`xshash bo`lishi, ikkinchidan kinematik va dinamik parametrlari o`xshash bo`lishi kerak.

Misol uchun suvning tabiatda va texnikada kuzatilayotgan harakatda kavitatsiya hodisasi mavjud bo`lsa, uning modelida geometrik va kinematik o`xshashlik bo`lishidan tashqari xuddi shunday kavitatsiya hodisasi mavjud bo`lishi kerak. Hodisalarning o`xshashligi fizik o`xshashlik, vaqt o`xshashligi chegaraviy shartlarni o`xshashligini ham o`z ichiga olish kerak. Bular ikki o`xshash hodisalar uchun bir ismli miqdorlarning nisbatlari bir xil qiymatga ega bo`lishini taqozo qiladi. Masalan, bir hodisa uchun uzunlik o`lchamlari $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ bo`lsin ,

birinchiga o`xshash ikkinchi hodisaning uzunlik o`lchamlari esa $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$ bo`lsin. U holda agar

$$\frac{L_1}{l'_1} = \frac{L_2}{l'_2} = \frac{L_3}{l'_3} = \frac{L_n}{l'_n} = const \quad (4.3.)$$

bo`lsa bu hodisalar geometrik o`xshash bo`ladi. Xususan, l_1, l_2, \dots, l_n quvurning uzunligi, diametiri, tezlik yoki boshqa parametrni o`lchanayotgan nuqtaning koordinatalari va hokazo bo`lishi mumkin. Yuqorida aytilgan hodisalar uchun tezlik o`lchamlari $\vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_3, \dots, \vartheta_n$ va $\vartheta'_1, \vartheta'_2, \vartheta'_3, \dots, \vartheta'_n$ bo`lsin.

Agar

$$\frac{\vartheta_1}{\vartheta'_1} = \frac{\vartheta_2}{\vartheta'_2} = \frac{\vartheta_3}{\vartheta'_3} = \frac{\vartheta_n}{\vartheta'_n} = const \quad (4.4.)$$

bo`lsa, bu hodisalar kinematik o`xshash bo`ladi. Xususan $\vartheta_1, \vartheta_2, \dots, \vartheta_n$ o`lchash olib borilayotgan nuqtalardagi tezliklardir.

Mazkur ikki hodisa uchun:

$$\frac{t_1}{t'_1} = \frac{t_2}{t'_2} = \frac{t_3}{t'_3} = \dots = \frac{t_n}{t'_n} = const \quad (4.5.)$$

bo`lsa, ularda vaqt o`xshashligi mavjud .

Yuqorida keltirilgan (4,3), (4,4) va (4,5) nisbatlarning tengligini ifodalovchi o`zgarmas miqdorlar *o`xshashlik doimiysi* deb ataladi va uzunlik uchun α_l tezlik uchun α_v vaqt uchun at belgilar bilan belgilanadi. Shuningdek tezlanish uchun α_a zichlik uchun α_ρ qovushqoqlik uchun α_μ va hokazo o`xshashlik doimiylarini kirtish mumkin. O`xshashlik nazariyasida yuqorida keltirilgan o`xshashlik doimiylari ikki o`xshash hodisa uchungina bo`lmay, bir qancha o`xshash hodisalar uchun bo`lsa, u holda ular *o`xshashlik aniqlovchisi* deyiladi. O`xshashlik aniqlovchilarning o`xshashlik doimiysidan yana bir farqi ular bir qancha turli o`lchamlar kombinatsiyasining nisbati sifatida qurilishi mumkin.

Masalan,

$$\frac{\vartheta_1 l_1 v_1}{\vartheta'_1 l'_1 v'_1} = \frac{\vartheta_2 l_2 v_2}{\vartheta'_2 l'_2 v'_2} = \dots = \frac{\vartheta_n l_n v_n}{\vartheta'_n l'_n v'_n} = const$$

Agar o`xshashlik aniqlovchisi oddiy o`lchamlar nisbati bilan ifodalansa, ular *simplekslar* deyiladi. Agar o`xshashlik aniqlovchisi o`lchamlar murakkab kombinatsiyalarining nisbati sifatida ifodalansa, u holda *o`xshashlik kriteriyalari* deyiladi. Misol sifatida Nyuton ikkinchi qonunini ko`ramiz. Birinchi hodisa uchun u

$$F_1 = m_1 \frac{d\vartheta_1}{dt_1} \quad (4.6.)$$

Ikkinchi hodisa uchun esa

$$F_2 = m_2 \frac{d\mathcal{G}_2}{dt_2} \quad (4,7)$$

Ikkinchi hodisa uchun o`xshashlik doimiylari a_f , a_m , a_v , a_t larni kiritsak, (4.7) birinchi hodisa parametrlari orqali quyidagicha ifodalanadi.

$$\alpha_f F_1 = \alpha m_1 \frac{\alpha d}{\alpha t} m_1 \frac{d\mathcal{G}_1}{dt_1}$$

yoki

$$\frac{\alpha_f \alpha_t}{\alpha_m \alpha_v} F_1 = m_1 \frac{d\mathcal{G}_1}{dt_1} \quad (4,8)$$

(4.6.) bilan (4.8) lar ikki o`xshash hodisalar uchun yozilganligi sababli ular bir xil bo`lishi kerak. Buning uchun o`xshashlik doimiylaridan tashkil topgan quyidagi o`zgarmas miqdor birga teng bo`lishi kerak.

$$C = \frac{\alpha_f \alpha_t}{\alpha_m \alpha_v} = 1$$

bundan

$$\frac{\frac{F_1 t_1}{m_1 \mathcal{G}_1}}{\frac{F_2 t_2}{m_2 \mathcal{G}_2}} = 1 \quad \text{ёки} \quad \frac{F_1 t_1}{m_1 \mathcal{G}_1} = \frac{F_2 t_2}{m_2 \mathcal{G}_2}$$

Bu munosabat bir necha o`xshash hodisalar uchun umumlashtirsak, quyidagi o`xshashlik aniqlovchisini olamiz

$$Ne = \frac{Ft}{m\mathcal{G}} = const$$

bunga *Nyuton mezon*i deyiladi.

Gidrodinamik o`xshashlikni quyidagi kriterial miqdorlar aniqlaydi .

*Struxal mezon*i yoki *gomoxronlik mezon*i

$$Sh = \frac{l}{\mathcal{G}t} \quad (4.9.)$$

*Reynolds mezon*i

$$Re = \frac{\mathcal{G}l}{\nu} \quad (4.10)$$

*Eyler mezon*i

$$Eu = \frac{p}{\rho \mathcal{G}^2} \quad (4.11)$$

*Frud mezon*i

$$Fr = \frac{\mathcal{G}^2}{gl} \quad (4.12.)$$

Bu kriterial miqdorlar yuqorida keltirilgan usulni Nave-Stoks tenglamasiga qo`l-lash yo`li bilan olinadi.

Birinchi hodisa uchun Nave-Stoks tenglamalar sistemasidan birinchi tenglamani yozamiz:

$$\frac{\partial u_x}{\partial t} + u_x \frac{\partial u_x}{\partial x} + u_y \frac{\partial u_x}{\partial y} + u_z \frac{\partial u_x}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left(\frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u_x}{\partial z^2} \right) + g \cos \alpha_x, \quad (4.13)$$

bu yerda $g \cos \alpha$ og'irlik kuchining O_x o'qidagi proyeksiyasi. Bu tenglamaga (4.7) va (4.8) lardagi kabi o'xshashlik doimiysini kiritsak, u quyidagi ko'rinishga keladi

$$\frac{\alpha_v}{\alpha_t} \frac{\partial u_x}{\partial t} + \frac{\alpha_v^2}{\alpha_1} \left(u_x \frac{\partial u_x}{\partial x} + u_y \frac{\partial u_x}{\partial y} + u_z \frac{\partial u_x}{\partial z} \right) = -\frac{\alpha_p}{\alpha_\rho \alpha_1} \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\alpha_y \alpha_v}{\alpha_1^2} \nu \left(\frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u_x}{\partial z^2} \right) + \alpha_g g \cos \alpha_x$$

tenglamaning ikki tomoni $\frac{\alpha_v^2}{\alpha_\rho}$ ga bo'lsak, u quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\frac{\alpha_e}{\alpha_v \alpha_e} \frac{\partial u_x}{\partial t} + U_x \frac{\partial u_x}{\partial x} + U_y \frac{\partial u_x}{\partial y} + U_z \frac{\partial u_x}{\partial z} = -\frac{\alpha_p}{\alpha_\rho \alpha_v^2} \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\alpha_v}{\alpha \nu \alpha_1} \nu \left(\frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u_x}{\partial z^2} \right) + \frac{\alpha_g \alpha_1}{\alpha_v^2} g \cos \alpha_x, \quad (4.14)$$

Ikki hodisa o'xshash bo'lsa, ularni ifodalovchi tenglamalar bir xil bo'ladi. Ikki hodisa o'xshashligidan (4.13) va (4.14) tenglamalar bir xil bo'lishi kerakligi kelib chiqadi. Bundan ko'rinadiki

$$1) \frac{\alpha_t}{\alpha_v \alpha_1^2} = 1; 2) \frac{\alpha_p}{\alpha_\rho \alpha_v^2} = 1; 3) \frac{\alpha_v}{\alpha_\nu \alpha_1} = 1; 4) \frac{\alpha_g \alpha_1}{\alpha_v^2} = 1.$$

Birinchi kombinatsiyadagi o'xshashlik doimiylarini o'z o'rniga qo'ysak

$$\frac{\frac{l_1}{l_2}}{\frac{g_1 t_1}{g_2 t_2}} = 1, \text{ ya'ni } \frac{l_1}{g_2 t_1} = \frac{l_2}{g_2 t_2}$$

Gidrodinamik o'xshash voqealar uchun Struxal mezoni bir xil bo'lishi kerak:

$$Sh = \frac{1}{g t} = const$$

Ikki kombinatsiyadan

$$\frac{\frac{p_1}{p_2}}{\frac{\rho_1 g_1^2}{\rho_2 g_2^2}} = 1; \frac{p_1}{\rho_1 g_1^2} = \frac{p_2}{\rho_2 g_2^2}$$

Demak, gidrodinamik o'xshash voqealar uchun Eyler mezoni bir xil bo'lishi kerak:

$$Eu = \frac{P}{\rho g^2} = const$$

Uchinchi kombinatsiyadan

$$\frac{\frac{v_1}{v_2}}{\frac{g_1 l_1}{g_2 l_2}} = 1; \frac{g_1 l_1}{v_1} = \frac{g_2 l_2}{v_2}$$

O`xshash voqealar uchun yuqoridagilardan tashqari Reynolds mezonini ham bir xil bo`lishi kerak:

$$Re = \frac{gl}{\nu} = const$$

To`rtinchi kombinatsiyadan

$$\frac{g_1 l_1}{g_2 l_2} = 1; \frac{g_1^2}{g_1 l_1} = \frac{g_2^2}{g_2 l_2}$$

Gidrodinamik hodisalar o`xshash bo`lishi Frud mezonining ham bir xil bo`lishini taqozo qiladi:

$$Fr = \frac{g^2}{gl} = const$$

Yuqorida ko`rib o`tilganlardan gidrodinamik o`xshashlik to`rtta tenglikni bajarilishi bilan ta'minlanadi. Bundan kelib chiqadiki, bu kriterial miqdorlar o`rtasida qandaydir munosabat mavjud bo`lib u

$$\varphi_1(Sh, Eu, Re, Fr) = 0 \quad (4.15)$$

ko`rinishda ifodalanadi.

Agar harakat barqaror bo`lsa u holda (4.15) ning o`rniga

$$\varphi_2(Eu, Re, Fr) = 0 \quad (4.16)$$

munosabatdan foydalanamiz.

(4.15) va (4.16) munosabatlar kriterial tenglamalar deb ataladi va Nave - Stoks tenglamasini yechib bo`lmaydigan hollarda ulardan foydalaniladi. Bu munosabatlarning Nave-Stoks tenglamasidan farqi shundaki, ular kriterial miqdorlar o`rtasidagi bog`lanishni noaniq ko`rinishda ifodalaydi. Nave-Stoks tenglamasi esa harakat parametrlari orasidagi bog`lanishni aniqlangan ko`rinishda beradi, lekin ko`p hollarda bu tenglamani yechish qiyin, ba'zan esa yechish mumkin emas.

Kriterial tenglamalardan foydalanish uchun tekshirilayotgan voqeaning modelini laboratoriya sharoitida yaratib, unda tajriba o`tkazamiz. Tajribadan olingan natijalarni esa (4.15) yoki (4.16) tenglamani aniqlangan ko`rinishga keltirish uchun foydalanamiz. Ko`p hollarda (4.16) tenglamani ham soddalashtirib, og`irlik kuchi harakatga kam ta'sir etadigan hollarga

$$\varphi_3(Eu, Re) = 0 \quad (4.17)$$

ko`rinishida qo`llaymiz. Oxirgi tenglama yuqori bosim ostida bo`ladigan hodisalar uchun yaqin keladi.

IV bob bo'yicha nazorat savollari

1. Suyuqlik harakatinig tartiblari.
2. Suyuqlikning barqaror harakati uchun uzilmaslik tenglamasi
3. Laminar harakat tartibining xususiyatlari.
4. Reynolds soni.
5. Turbulent harakat tartibining xususiyatlari.

FOYDALANILGAN ADABIYOT

1. Bashta T. M., Rudnev S. S, Nekrasov B. I. va boshqalar, *Gidravlika i gidravlicheskiye mashini* M., "Mashinostroyeniye" 1980 g.1.
2. Latipov Q.SH. *Gidravlika , gidromashinalar va gidroyuritmalar.*- Toshkent: O'qituvchi, 1992 y.
3. Shtrenlixt D.V. *Gidravlika.* M., Energoatomizdat, 1992 g.
4. Kiselev P. G. *Gidravlika osnovi mexaniki jidkosti.* M., Energiya 1980 g.
5. Osipov P. Ye. *Gidravlika i gidravlicheskiye mashini,* M., "Lesnaya promishlennost, 1965 g.
6. Uginshus A. A. *Gidravlika i gidravlicheskiye mashini,* Xarkov, izd. Xarkovskogo Gosuniversiteta im. A. M. Gorkogo 1966g
7. Kostyushenko E.V.,Laptyev V.I., Xolodok L.A. *Praktikum po gidravlike I gidromxanizatsii selskoxozyaystvennix protsessov.*- Minsk urojay, 1991g.
8. Yufin A. P. *Gidravlika, gidravlicheskiye mashini i gidroprivodi* M., "Visshaya Shkola", 197 1965g
9. A.Arifjanov, I.Axmedxodjayeva, A.Fatxullayev. *Suv resurslari.*TIMI, 2008y.
10. Nekrasov B.B. *Zadachnik po gidravlike, gidromashinam i gidroprivodu-M „Visshaya shkola“.* 1995g.
11. Yesman I. G. *Nasosi.* Izd. Neftyanoy i Gorno-toplivnoy literaturi. M., 1954 g.
12. Tumarkin M. B. *Gidravlicheskiye sledyashie privodi* M., "Mashinostroyeniye", 1966 g.
13. Krivshyenko G.I., *Gidravlicheskiye mashini,* M., Energiya 1978 g.
14. Prokofyev V.N., Danilov Yu.A., Kondakov L.A., Luganskiy A. S., Syelin Yu. A. *Aksialno-porshnevoy reguliruyemiy privod,* M., "Mashinostroenie" M., 1969 g.
15. Geyyer V. G., Dumin V. S, Borsmenskiy A. G., Zorya A. N. *Gidravlika gidroprivod "Nedra"* M., 1970 g.
16. K.Sh. Latipov - *Suyuqliklarda ichki ishqalanish kuchlanishi haqida* UzSSR FA Axborotlari, texnika fanlari seriyasi, 1980 y. № 6. 43-47- bet.
17. K.Sh. Latipov - *Gidravlik qarshilik koeffitsiyentini aniqlashga doir.* UzSSR FA Doklidlari 1982 y. № 8; 16-19-bet.
18. Norkin P. K., Latipov K. Sh. *Gidrodinamicheskiye peredachi i ob'yemniy gidroprivod (konspekt lektsiy)* Izd-vo TashPI Tashkent - 1980 y.

MUNDARIJA

Kirish	4
IV bob. Suyuqlik harakatining tartiblari va gidrodinamik o`xshashlik asoslari	7
4.1-§. Suyuqlik harakatining ikki tartibi. Reynolds kritik soni	7
4.2-§. Gidrodinamik o`xshashlik asoslari. Gidrodinamik hodisalarni modellashtirish	10
FOYDALANILGAN ADABIYOT	16
MUNDARIJA	17

Arifjanov Oybek Muxammedjanovich
Rahimov Quдрat Toshbotirovich
Xodjiev Alisher Kuldoshevich

“GIDRAVLIKA”

/DARSLIK/

Ushbu o'quv qo'llanma O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2015 yil 21-avgustdagi “303”-sonli buyrug'iga asosan nashr qilishga ruxsat berilgan.

Ro'yxatga olish raqami: 303-058

Muharrir: **M. MUSTAFAYEVA**

Musahhih: **D. ALMATOVA**

Bosishga ruxsat etildi: 21.08.2015y. Qog'oz o'lchami 60x84 - 1/16

Hajmi ____ bosma taboq. ____ nussha. Buyurtma № ____

TIMI bosmaxonasida chop etildi.

Toshkent-100000. Qori Niyoziy ko'chasi 39 uy.

