

**Q.T. Raximov, A.K. Xodjiyev, T.U. Apakxujayeva,  
Z.I. Ibragimova, M.Y. Otaxonov, D.Sh. Allayorov**

# **GIDRAVLIKA**



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

---

**Q.T. Raximov, A.K. Xodjiyev, T.U. Apakxujayeva, Z.I. Ibragimova,**  
**M.Y. Otaxonov, D.Sh. Allayorov**

# **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 2019**

***Ushbu o‘quv qo‘llanma institut Ilmiy Kengashining “31” oktyabr 2019 yilda bo‘lib o‘tgan 3-sonli majlisida ko‘rib chiqilgan va nashr etishga ruxsat berilgan.***

*Ro‘yxatga olish raqami: 5.38.24*

**UO‘T – 621.22.01 (075.8)**

**Q.T. Raximov, A.K. Xodjiyev, T.U. Apakxujayeva, Z.I. Ibragimova,  
M.Y. Otaxonov, D.Sh. Allayorov**

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

**O‘quv qo‘llanma. – T.: TIQXMMI. 2019: - 236 bet.**

Ushbu o‘quv qo‘llanmada quvurlarda va gidrotexnik inshootlardagi gidravlik jarayonlar bayon etilgan va ularning gidravlik hisobini bajarish uslublari keltirilgan. Har bir bo‘limi yangi masalalar va ularning yechimi bilan boyitilgan.

O‘quv qo‘llanma Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Ilmiy Kengashi tomonidan tasdiqlangan «Gidravlika» fani o‘quv dasturi asosida yozilgan bo‘lib, «Gidravlika» kursi rejalashtirilgan 5311000 – «Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish» bakalavriat ta‘lim yo‘nalishi 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 :**

X. Fayziyev

-Toshkent Arxetektura va Qurilish instituti  
«Zamin va poydevorlar gidrotexnik  
inshootlar» kafedresi professori, t.f.d.

I. Axmedxodjayeva

-«Gidravlika va gidroinformatika» kafedresi  
prof., t.f.n.

© Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti  
(TIQXMMI), 2019 y.

## 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, Y.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, Y.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.Y.Jukovskiy, S.A.Shapligin va N.Y.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.

## X BOB. GIDRAVLIKANING ALOHIDA MASALALARI (MAXSUS KURS)

### SUYUQLIKNING BEQAROR HARAKATI

Suyuqliklar harakat qilayotgan vaqtida uning tezligi va bosimi, odatda, vaqtga bogʻliq boʻlib, bunday harakatni beqaror harakat deb atagan edik. Xususiyl holda vaqt oʻtishi bilan harakat barqarorlashib tezlik va bosim vaqtga bogʻliq boʻlmay qoladi. Yuqorida koʻrib oʻtilgan suyuqlikning quvurlardagi harakatlari va teshiklardan oqishiga koʻrilgan misollar barqaror harakatlarning asosiy masalalari qatoriga kiradi. Lekin har qanday harakat holatini oʻzgarishi beqaror harakatni vujudga keltiradi. Bir harakat holatidan ikkinchisiga oʻtish asta-sekin yoki keskin oʻzgarish bilan sodir boʻlishi mumkin. Masalan, biror idishdagi suyuqlik teshik orqali oqqanda vaqt davomida bosimning oʻzgarib borishi natijasida tezlik va sarfning ham oʻzgarishi harakat holatining asta-sekin oʻzgarib borishiga misol boʻlsa, quvurlarda joʻmraklarni yoki oʻzanlarda toʻsiqlarning keskin ochib-yopilishi vaqtidagi oʻzgarishi harakat holatining keskin oʻzgarishiga misol boʻladi. Bunday harakat vaqtida inertsia kuchlari asta-sekin yoki keskin oʻzgarib boradi. Barqaror harakat vaqtida esa inertsia kuchining oʻzgarishi sezilarsiz boʻlib, harakat holatiga deyarli taʼsir qilmaydi. Shuning uchun barqaror harakat bilan beqaror harakatni nazariy tekshirish birinchi holda inertsia kuchining oʻzgarishi hisobga olinmasligi ikkinchi holda bu oʻzgarish hisobga olinishi bilan farqlanadi.

Ideal va real suyuqliklar barqaror harakatining umumiy tenglamalari (3.25) va (3.28) koʻrinishda yoziladi. Turbulent harakat uchun esa (3.28) tenglama umumlashtirib hosil boʻlgan tenglamani Reynolds tenglamasi deyiladi.

Barqaror harakat uchun uzilmaslik tenglamasi boʻyicha oqimchani ixtiyoriy ikki kesimidagi sarflari oʻzaro teng ekanligi koʻrsatilgan edi. Barqaror harakat uchun esa bu qonun vaqtning biror aniq qiymatida toʻgʻri boʻlib, vaqt oʻtishi bilan tezlik oʻzgarganidek, sarf ham oʻzgarib boradi. Shuningdek, vaqt davomida oqim chizigʻi ham, elementar oqimcha ham oʻzgarib boradi. Bu holda 10.1-rasmda tasvirlangan sxema elementar oqimchanning biror aniq vaqtdagi holatiga toʻgʻri keladi deb hisoblaymiz. Agar 1-1 va 2-2 kesimlar orasidagi masofa cheksiz kichrayib borib,  $dl$  uzunlikni qabul qilsa, u holda (3.12) tenglamani quyidagicha yoza olamiz.

$$q_1 - q_2 = 0 \text{ yoki } dq = 0 \quad (10.1)$$

Bu tenglamada chap tomondagi ifoda sarfdan olingan toʻliq diferentsial boʻlib,  $q$  vaqt va yoʻl boʻyicha oʻzgarib borгани uchun, matematikada quyidagicha ifodalanadi.

$$\frac{\partial q}{\partial t} dt + \frac{\partial q}{\partial l} dl = 0. \quad (10.2.)$$

Hosil boʻlgan tenglamaning ikki tomoni  $dt$  ga boʻlamiz va tezlikning taʼrifidan  $u = \frac{dl}{dt}$  ekanligini hisobga olib, ushbu koʻrinishda yozamiz:

$$\frac{\partial q}{\partial t} + u \frac{\partial q}{\partial l} = 0. \quad (10.3.)$$

Bu hosil qilingan tenglama beqaror harakat elementlar oqimchasi uchun uzilmaslik tenglamasidir. Barqaror harakatdagi kabi beqaror harakat uchun ham oqimning uzilmaslik tenglamasini yozish mumkin:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + g \frac{\partial Q}{\partial l} = 0. \quad (10.4)$$

Beqaror harakatni tekshirish juda murakkab boʻlib, biz ikki soddalashtirilgan xususiy hol ustida toʻxtalib oʻtamiz.

1) deformatsiyalanmaydigan quvurdagi siqilmaydigan suyuqlikning harakati. Bu holda harakat holati asta-sekin oʻzgarib borishi hisobiga olinadi, lekin quvur deformatsiyasidan hosil boʻladigan kuchlar boʻlmaydi.

2) gidravlik zarba masalasi boʻlib, bunda quvur deformatsiyalanadi, lekin soddalashtirish harakat holatining keskin oʻzgarishi va quvur kesimining oʻzgarmasligi bilan ifodalanadi. Beqaror harakatining umumiy masalalari yechish shu turdagi harakatlarga bagʻishlangan maxsus kurslarda koʻrilib, koʻp hollarda (3.25), (3.28) yoki Reynolds tenglamalar sistemalarini yechish bilan bogʻliq.

### **10.1. Siqilmaydigan suyuqlikning deformatsiyalanmaydigan quvurlarda inertsiya bosimi hisobga olingan beqaror harakati**

Beqaror harakatni tekshirish uchun avval bu harakatga Bernulli tenglamasini chiqaramiz. Buning uchun kinetik energiyaning oʻzgarishi qonunidan foydalanamiz. Beqaror harakatda tezlik va bosim yoʻl boʻyicha ham, vaqt boʻyicha ham oʻzgargani uchun (3.39) tenglamadagi kinetik energiyaning  $dt$  vaqtida oʻzgarishi quyidagicha yoziladi:

$$d\left(\frac{mu^2}{2}\right) = \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{mu^2}{2}\right)dt + \frac{\partial}{\partial l}\left(\frac{mu^2}{2}\right)dl \quad (10.5)$$

Barqaror harakatda elementlar oqimchani ifodalovchi 9.1-rasmdagi sxema beqaror harakat uchun elementlar oqimchani biror aniq vaqtdagi holatni ifodalasin. Bu rasmdagi 1-1 va 2-2 kesimlar orasida masofani cheksiz kichraytirib borib,  $dl$  ga intiltirsak, (3.39) tenglama yuqoridagi oxirgi munosabatni hisobga olgan holda quyidagicha yoziladi:

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{mu^2}{2}\right)dt + \frac{\partial}{\partial l}\left(\frac{mu^2}{2}\right)dl = \sum Pdl \quad (10.6)$$



Siqilmaydigan suyuqlik uchun massa o'zgarish bo'lgani sababli oxirgi tenglik ushbu ko'rinishda yoziladi:

$$m \left[ \frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{u^2}{2} \right) dt + \frac{\partial}{\partial l} \left( \frac{u^2}{2} \right) dl \right] = \sum P dl \quad (10.7)$$

tenglamaning ikki tomonini  $dt$  ga bo'lamiz va  $\frac{\partial l}{\partial t} = u$  ekanligini nazoratga olsak

$$mu \frac{\partial u}{\partial t} + mu \frac{\partial u}{\partial l} u = \sum Pu$$

yoki

$$m \frac{\partial u}{\partial t} + mu \frac{\partial u}{\partial l} = \sum P \quad (10.8)$$

bo'ladi. 3.41 tenglamaga asosan

$$m = \rho q dt \quad (10.9)$$

(3.41) ga asosan 1-1 va 2-2 kesimlarga ta'sir qiluvchi bosim kuchlari bajargan ishlarning yig'indisi

$$A_1 - A_2 = (p_1 - p_2) g dt$$

bo'ladi yoki 1-1 va 2-2 kesimlar orasidagi masofa cheksiz kichik ekanligini nazoratga olsak va

$$p_1 - p_2 = -dp = -\frac{dp}{dl} dl$$

desak, u holda

$$A_1 - A_2 = -\frac{dp}{dl} q dl dt \quad (10.10)$$

suyuqlikning 1-1 kesimdan 2-2 kesimga o'tishida og'irlik kuchining bajargan ishi

$$A_3 = Q(z_1 - z_2) = \gamma q dt (z_1 - z_2) \quad (10.11)$$

yoki

$$A_3 = -\gamma q dt dz = -\gamma \frac{dz}{dl} l dl dt$$

ko'rinishda ifodalanadi.

Endi (10.9), (10.10) va (10.11) munosabatlarni hisobga olgan holda (10.7) tenglamani quyidagicha yoza olamiz:

$$\rho q dt \left[ \frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{u^2}{2} \right) dt + \frac{\partial}{\partial l} \left( \frac{u^2}{2} \right) dl \right] = -\frac{\alpha p}{\partial l} q dl dt - \gamma \frac{dz}{dl} q dl dt$$

Bu tenglama (10.8) dagi ko'rinishga keltirilsa,

$$\rho q dt \left( \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial l} \right) = -\frac{\partial p}{\partial l} q dt - \gamma \frac{dz}{dl} q dt$$

bo'ladi. Oxirgi tenglamaning ikki tomoni  $\gamma q dt$  ga bo'lib, quyidagi ko'rinishda ifodalaymiz:

$$\frac{1}{g} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{u}{g} \frac{\partial u}{\partial l} = -\frac{1}{\gamma} \frac{dp}{dl} - \frac{dz}{dl}$$

Ba'zi o'zgarishlardan so'ng esa beqaror harakat uchun Bernulli tenglamasini differentsial ko'rinishda olamiz:

$$\frac{1}{g} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial l} \left( \frac{u^2}{2g} \right) + \frac{1}{\gamma} \frac{dp}{dl} + \frac{dz}{dl} = 0 \quad (10.12)$$

Bu tenglamani oralaridagi masofa chekli  $l$  ga teng bo'lgan ikki kesim uchun integrallasak

$$\int_{u_2}^{u_1} \frac{1}{g} \frac{\partial u}{\partial t} dl + \int_{u_2}^{u_1} d \left( \frac{u^2}{2g} \right) + \int_{p_2}^{p_1} \frac{dp}{\gamma} + \int_{z_2}^{z_1} dz = 0$$

va hosil bo'lgan tenglamani chekli oraliqdagi kesimlar uchun yozsak, u holda beqaror harakat uchun Bernulli tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$\frac{u_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{u_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{1}{g} \int_{u_2}^{u_1} \frac{\partial u}{\partial t} dl$$

Bu tenglamaning o'ng tomonidagi integral inertiya bosimi deb ataluvchi miqdordir:

$$h_{in} = \frac{j}{g},$$

bu yerda

$$j = \frac{1}{l} \int_{u_1}^{u_2} \frac{\partial u}{\partial t} dl$$

$u_1$  va  $u_2$  ni  $\frac{\partial u}{\partial t}$  ning birinchi va ikkinchi kesimlardagi qiymatlari bilan ifodalasak,

Bernulli tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$\frac{u_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{u_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_{in} \quad (10.14)$$

Bernulli tenglamasini oqim uchun yozsak, u holda tezlikning qiymatlarini uning o'rtacha qiymatlari bilan almashtirib yozamiz

$$\frac{\alpha_1 \mathcal{G}_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha_2 \mathcal{G}_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_{in} \quad (10.15)$$

Beqaror harakatning Bernulli tenglamasini real suyuqliklar uchun ushbu ko'rinishda yozamiz:

$$\frac{\alpha_1 \mathcal{G}_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha_2 \mathcal{G}_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_{1-2} + h_{in} \quad (10.16)$$

Shuni nazarda tutish kerakki,  $h_{in}$  ni birinchi va ikkinchi kesimlardagi inertiya kuchlari bajargan solishtirma ishlarning farqini ko'rsatadi.

Agar olingan tenglamalarni quvurlar sistemasiga qo‘llasak, u holda ikki kesim orasidagi ishqalanish va mahalliy qarshiliklarga bo‘lgan sarf va inertsiya qarshiligiga bo‘lgan sarfni hisoblab yozamiz:

$$\frac{\alpha_1 g_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha_2 g_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \sum h + \sum h_m \quad (10.17)$$

Inertsiya bosimi quvurlarda kranlar va turli asta-sekinlik bilan ochib-yopiladigan hollarda shu ochib-yopilishning suyuqlik harakatiga ko‘rsatgan qarshiliklari sifatida namoyon bo‘ladi. Gidravlik mashinalar, gidrouzatkich va gidrouzatmalarda esa porshenlar harakati vaqtida hosil bo‘ladigan o‘zgarishlar ham inertsiya bosimi yordamida hisobga olinadi.

Misol uchun ikki idish biror quvur orqali tutashtirilgan bo‘lib, quvurga tutashtirilgan porshen harakat qilayotgan bo‘lsin. Bu holda birinchi idishdagi suyuqlik sathi (0-0) kesim bilan quvurdagi biror 1-1 kesim uchun yozilgan Bernulli tenglamasi quyidagicha bo‘ladi.

$$\frac{p_0}{\gamma} + z_0 = \frac{g_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + \lambda \frac{l}{D} \frac{g^2}{2g} + \frac{j}{g} l \quad (10.18)$$

Quvurdagi 2-2 kesim bilan ikkinchi idishdagi suyuqlik sathi 3-3 kesim uchun yozilgan Bernulli tenglamasi esa quyidagicha yoziladi:

$$\frac{p_2}{\gamma} = \frac{p_3}{\gamma} + z_3 + \lambda \frac{l}{D} \frac{g^2}{2g} + \frac{j}{g} l \quad (10.19)$$

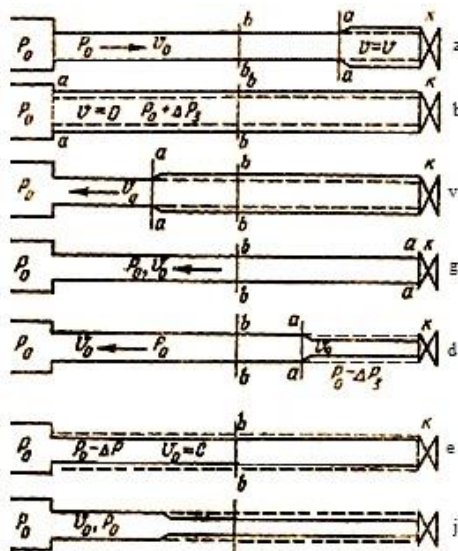
Bu yerda inertsiya bosimi porshenning musbat yoki manfiy tezlikni oshiruvchi yoki susaytiruvchi yo‘nalishda harakat qilishiga qarab musbat yoki manfiy ishora bilan olinadi.

## 10.2. Gidravlik zarba hodisasi

Quvurlarda gidravlik zarba hodisasi deformatsiyalanuvchi quvurlardagi kam siqiluvchi suyuqlikning tezligi yoki bosimi keskin o‘zgarganda hosil bo‘ladigan tebranma harakatdan iboratdir. Bu hodisa tez sodir bo‘lib, bosimning keskin ortishi va kamayishi bilan xarakterlanadi. Bosimning bunday o‘zgarishi suyuqlikning va quvur devorlarining deformatsiyalanishi bilan bog‘liqdir.

Gidravlik zarba ko‘p hollarda jo‘mrak yoki oqimning boshqaruvchi biror boshqa qurilmaning tez ochilishi yoki yopilishi natijasida sodir bo‘ladi. Unga boshqa hodisalar ham sabab bo‘lishi mumkin. Quvurlardagi gidravlik zarbani birinchi marta prof. N.E. Jukovskiy nazariy asoslagan va tajribada tekshirib ko‘rgan va uning “O gidravlicheskom udare” nomli asarida (1899 y) e‘lon qilingan. Suyuqlik  $V_0$  tezlik va  $p_0$  bosim bilan harakat qilayotgan quvurning oxiridagi kran jo‘mrak “J” bir onda yopilsin deylik (10.1-rasm, a). U holda kranga (yopilgandan so‘ng) birinchi yetib kelgan suyuqlik zarrachalarning tezligi so‘nib

ularning kinetik energiyalari quvur devorlarining va suyuqlikni deformatsiyalash ishiga aylanadi. Bu yerda gidravlikaning avval ko‘rilgan bo‘limlaridagi kabi suyuqlik siqilmaydi deb hisoblamay, uning siqilishi oz miqdorda bo‘lsa ham hisobga olishga to‘g‘ri keladi, chunki shu siqilish katta va chekli miqdordagi zarba bosimi  $\Delta p_3$  ni vujudga keltiradi. Shunday qilib, jo‘mrak oldida hosil bo‘lgan  $\Delta p_3$  qo‘shimcha bosimga mos ravishda quvur devorlari cho‘zilib, suyuqlik siqiladi. Jo‘mrak oldida to‘xtatilgan suyuqlik zarrachalariga qo‘shni bo‘lgan zarrachalar ham yetib keladi va ularning ham tezliklari so‘nadi. Natijada bosim ochish chegarasi ( $a-a$  kesim) jo‘mrakdan ta‘minlovchi idish tomonga, zarba to‘lqinining tezligi deb ataluvchi  $a$  tezlik bilan siljib boradi. Bosimi  $\Delta p_3$  ga o‘zgargan sohaning o‘zi esa zarba to‘lqini deb ataladi. Bu to‘lqin idishga yetib borganda esa, suyuqlik butun quvur bo‘yicha to‘xtagan va siqilgan bo‘lib, quvur devorlari esa butunlay cho‘zilgan bo‘ladi. Bosimning zarbali ortishi  $\Delta p_3$  esa quvur bo‘yicha butunlay tarqalgan bo‘ladi. (10.1-rasm, b). Lekin quvurdagi suyuqlik teng vaznli holatda bo‘lmaydi. Bosimlar farqi  $\Delta p_3$  ta‘sirida suyuqlik quvurdan idishga oqa boshlaydi. Bu oqim idishning bevosita oldida turgan zarrachalardan boshlanib, uning chegarasi ( $a-a$  kesim, teskari yo‘nalishda) kran tomonga  $a$  tezlik bilan harakat qiladi va ketida tiklangan  $p_0$  bosimli  $V_0$  tezlikka ega suyuqlik oqimini qoldiradi (10.1-rasm, v). Suyuqlik va quvur devorlari elastik deb qaralib,  $p_0$  bosimi tiklanishi bilan o‘z holiga qaytadi. Deformatsiya ishi qayta kinetik energiyaga aylanib, suyuqlik yana avvalgi  $V_0$  tezligiga ega bo‘ladi va teskari yo‘nalishda oqa boshlaydi. Suyuqlik ustuni ana shu tezlik bilan oqishda davom



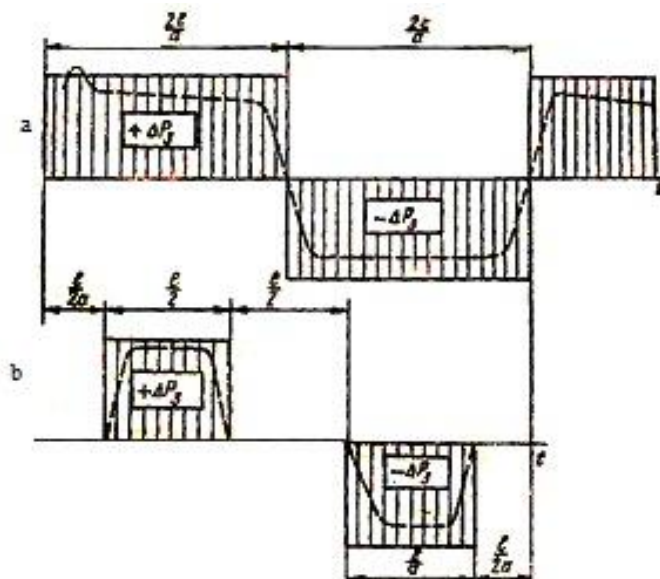
**10.1 rasm. Gidravlik zarba hodisasini tushuntirishga doir chizma**

etib, jo‘mrakdan uzilishga intiladi (10.1-rasm, g). Natijada krandan idishga  $a$  tezlik bilan harakat qiluvchi manfiy zarba to‘lqini vujudga keladi va u bosimni  $p_0$  ga kamaytirib, quvur devorini toraytirib, suyuqlikni kengaytiradi (10.1-rasm, d).

Suyuqlikning kinetik energiyasi esa yana deformatsiya ishiga aylanadi, lekin bu ish endi manfiy bo‘ladi. Bu harakat davom etib borib, manfiy zarba to‘lqini ham idishgacha yetib keladi (10.1-rasm, e). Musbat zarba to‘lqinidagi kabi bu holat ham teng vaznli bo‘lmaydi va natijada quvurda yana bosim tiklana boshlaydi, suyuqlik esa  $V_0$  tezlikka erishadi (10.1- rasm, j). Idishdan qaytgan zarba to‘lqini jo‘mrakka yetib borishi bilan jo‘mrak yopilgandagiga o‘xshash hodisa yana vujudga keladi. Shundan so‘ng butun sikl takrorlanadi.

N. E. Jukovskiy tajribalarida bunday siklning 12 marta takrorlanishi qayd qilingan, lekin har bir navbatdagi siklda, ishqalanish kuchi va energiyaning idishdagi suyuqlikka o‘tishi natijasida  $\Delta p_3$  kamayib borgan. Gidravlik zarbaning vaqt davomida o‘tishi 9.2-rasmda diagramma ko‘rinishida tasvirlangan (10.2-rasmdagi a) diagrammada jo‘mrak bir onda yopilgan deb qarab, jo‘mrakning oldidagi  $k$  nuqtadagi bosimning nazariyadagi o‘zgarishi  $\Delta p_3$  tutash chiziq bilan tasvirlangan. Quvurning o‘rtasidagi  $v$  nuqtaga zarba bosimi  $\frac{l}{2a}$  vaqtga kechikib keladi va to‘lqinning bu nuqtadan idishga borib qaytib kelgunicha, ya’ni  $\frac{l}{2a}$  vaqt saqlanib turadi. So‘ng  $v$  nuqtada bosim  $p_0$  ga tiklanadi (ya’ni  $\Delta p_3 = 0$ ) va shu holda teskari to‘lqin yetib kelguncha,  $\frac{l}{d}$  vaqt saqlanadi (10.2-rasm, b).

Bu haqiqiy bosim grafigi emas. Bundan tashqari, tebranish so‘nib boradi, ya’ni uning amplitudasi energiyaning sarf bo‘lish hisobiga kamayib boradi.



**10.2-rasm. Gidravlik zarbada bosimning vaqt davomida o‘zgarishi**

### 10.3. To'g'ri zarba uchun N. E. Jukovskiy formulasi

Gidravlik zarba vaqtida bo'ladigan o'zgarishlarni va zarba kuchini hisobga olish uchun zarba bosimi  $\Delta p_3$  ning qiymatini aniqlash kerak. Buning uchun zarba bosimi ostida suyuqlikning siqilgan holi uchun harakat miqdorining o'zgarishi haqidagi teoremani qo'llaymiz. Shu maqsadda quvurdagi suyuqlikning elementar masofaga  $dt$  vaqtda siljishini ko'ramiz (10.3-rasm). Buning uchun biror vaqtda quvurdagi suyuqlikning jo'mrak oldidagi  $\Delta l$  bo'lagi zarba ta'sirida siqilgan bo'lsin. U holda suyuqlikka idish tomonidan  $P_1 = p_0 \omega$  bosim kuchini, kran tomonidan esa  $P_2 = (p_0 + \Delta p_3) \omega$  kuchi  $dt$  vaqt ta'sir qiladi. Suyuqlikning zarba yetib kelmagan qismining harakat miqdori  $\rho \omega V_0 dx$  zarba ta'siri ostidagi qismining harakat miqdori  $\rho \omega Q dx$  bo'ladi. Shunday qilib, ko'rilayotgan holda harakat miqdorining o'zgarishi haqidagi teorema qo'llanganda muvozanat tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$(p_0 + \Delta p_3) \omega dt - p_0 \omega dt = \rho \omega g_0 dx \quad (10.20)$$

Bu tenglikdan

$$\Delta p_3 \omega dt = \rho \omega g_0 dx$$

Yoki

$$\Delta p_3 = \rho g_0 \frac{dx}{dt} \quad (10.21)$$

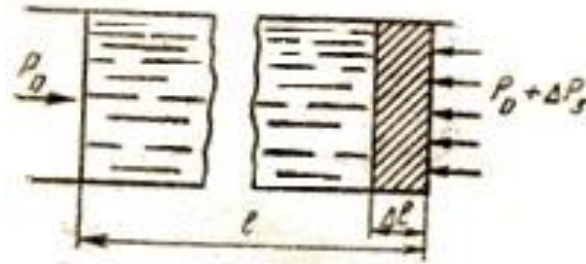
Bu yerda zarba to'lqinining tarqalish tezligi.

$$\alpha = \frac{dx}{dt} \quad (10.22)$$

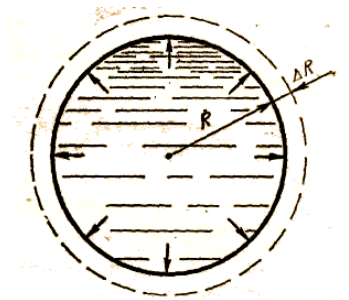
dan iborat va oxirgi tenglama quyidagicha yoziladi:

$$\Delta p_3 = \rho V_0 \alpha \quad (10.23)$$

Bu formula N. E. Jukovskiy formulasidir. Undan ko'rinadiki, gidravlik zarba bosimi suyuqlikning zichligi, tezligi va shu suyuqlikda to'lqin tarqalishi tezligiga proporsional bo'lib, ularning ko'paytmasiga teng. Agar suyuqlikda to'lqin tarqalish tezligini aniqlasak, tezlikni o'lchab (zichlik jadvallardan ma'lum), (10.23) formula yordamida zarba bosimini topa olamiz. Shuni aytish kerakki,  $\alpha$  suyuqlikning va quvurning elastiklik xossalariga bog'liq. Bu bog'liqlikni aniqlash uchun quvurdagi suyuqlik kinetik energiyasining deformatsiyaga sarf bo'ladigan ishga aylanishini tekshiramiz. Radiusi  $R$  bo'lgan quvurdagi suyuqlikning kinetik energiyasi quyidagiga teng:



**10.3 rasm. Gidravlik zarba uchun N.E. Jukovskiy formulasini chiqarishga doir chizma**



**10.4 rasm. Gidravlik zarba vaqtida quvur devorining cho`zilishi**

$$\frac{m g_0^2}{2} = \frac{1}{2} \pi R^2 l \rho g_0^2 \quad (10.24)$$

Quvurni deformatsiyalashga ketgan ish  $A_1$  kuchning cho`zilishga ko`paytmasining yarmiga teng. Deformatsiya ishini zarba kuchining  $\Delta R$  (10.4-rasm) yo`lga sarf bo`lgan ish sifatida topamiz:

$$A_1 = \frac{1}{2} \Delta p_3 2\pi R l \Delta R \quad (10.25)$$

Guk qonuniga asosan

$$\sigma = E \frac{\Delta R}{R} \quad (10.26)$$

Bu yerda  $\sigma$ -quvur devoridagi normal zo`riqish, u quvurning qalinligi  $\delta$  va zarba kuchi  $\Delta p_3$  bilan quyidagicha bog`langan:

$$\sigma = \frac{\Delta p_3}{\delta} R \quad (10.27)$$

Bu munosabatlardan foydalanib quvurni deformatsiyalash ishini quyidagicha yozamiz:

$$A_1 = \frac{\Delta p_3^2 \pi R^3 l}{\delta E} \quad (10.28)$$

Endi quvurdagi suyuqlikni  $\Delta l$  masofadagi (9.3-rasm) siqish ishi  $A_2$  ni topamiz. Bunda siqilgan suyuqlik sarfi  $\omega \Delta l$  desak,

$$A_2 = \frac{1}{2} \omega \Delta l \Delta p_3 = \frac{\pi R^2}{2} \Delta l \Delta p_3 \quad (10.29)$$

Guk qonuniga o'xshash, suyuqlikning chiziqli cho'zilishi zarba kuchi bilan quyidagicha bog'langan:

$$\Delta p_3 = K \frac{\Delta l}{l}$$

bu yerda  $K$  – suyuqlikning elastiklik moduli. U holda

$$A_2 = \frac{1}{2} \frac{\Delta p_3^2 \pi R^3 l}{K} \quad (10.30)$$

Kinetik energiya  $A_1$ , va  $A_2$  ishlarning yig'indisiga teng, ya'ni

$$\frac{1}{2} \pi R^2 \rho g_0^2 = \frac{\Delta p_3^2 \pi R^3 l}{\delta E} + \frac{\Delta p_3^2 \pi R^2 l}{2K} \quad (10.31)$$

Bu tenglamani  $\Delta p_3$ , ga nisbatan yechsak

$$\Delta p_3 = \rho g_0 \frac{1}{\sqrt{\frac{\rho}{K} + \frac{2\rho R}{\delta E}}} \quad (10.32)$$

N. E. Jukovskiy formulasini umumiyroq ko'rinishda topdik.

(10.32) ni (10.23) bilan solishtirsak, suyuqlikda to'liqin tarqalish tezligi uchun quyidagi formulani olamiz:

$$\alpha = \frac{1}{\sqrt{\frac{\rho}{K} + \frac{2\rho R}{\delta E}}} \quad (10.33)$$

Bu miqdorning o'lchovi tezlik o'lchoviga tengdir. Uning fizik ma'nosini aniqlash uchun quvurni deformatsiyalanmaydigan (ya'ni  $E = \infty$ ) deb qaraymiz. U holda ildiz ostidagi ikkinchi had nolga aylanadi va

$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{\rho}} \quad (10.34)$$

bo'lib qoladi. Oxirgi formula zichligi  $\rho$  va elastiklik moduli  $K$  bo'lgan bir jinsli suyuqlik uchun tovush tezligidan iboratdir. Shunday qilib, quvurlarda gidravlik zarba to'liqinining tarqalish tezligi (10.33) formula yordamida hisoblanadi. Bu tezlik suv uchun 1435 m/s, benzin 1116 m/s, yog'lar uchun 1400 m/s deb taxminiy hisoblash mumkin. Albatta, quvurning materialiga qarab u ko'proq yoki kamroq bo'ladi.



## 10.4. Teskari gidravlik zarba haqida tushuncha

Agar jo‘mrak to‘liq yopilmasa va suyuqlikning tezligi butunlay so‘nmasa hamda u  $v_0$  dan  $v$  ga kamaysa, bunda chala gidravlik zarba hosil bo‘ladi. Bunday zarba uchun N. E. Jukovskiy formulasi quyidagicha yoziladi:

$$\Delta p_3 = \rho(g_0 - g)\alpha \quad (10.35)$$

Bu formula jo‘mrakning bir onda (juda tez) yopilmagan holi uchun to‘g‘ri bo‘ladi. Agar jo‘mrakning yopilish vaqtini  $t_\delta$  desak va gidravlik zarbaning jo‘mrakdan idishga borib, undan qaytib kelish vaqtini  $t_0$  desak, u holda

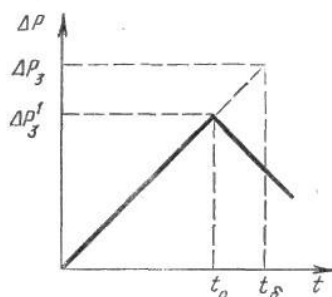
$$t_\delta < t_0$$

bo‘lganda kranning yopilishi oniy bo‘lgan deb qarash mumkin. Bunda  $t_0$  *gidravlik zarbaning fazasi* deyiladi, zarbaning o‘zini esa *to‘g‘ri gidravlik zarba* deyiladi.  $t_\delta > t_0$  bo‘lganda esa teskari gidravlik zarba deyiladi va zarba to‘liqini kran butunlay yopilib ulgurmasidan oldin idishdan qaytib jo‘mrakka yetib keladi. Tabiiyki bu holda bosimning ortishi  $\Delta p_3$  to‘g‘ri zarba holdagi  $\Delta p_3$  ga qaraganda kichik bo‘ladi.

Agar oqim tezligi jo‘mrak yopilishiga qarab kamayib boradi, bosim esa vaqt bo‘yicha chiziqli ortadi deb hisoblasak (9.5-rasm), u holda

$$\frac{\Delta p'_3}{\Delta p_3} = \frac{t_0}{t_\delta}$$

munosabat o‘rinli bo‘ladi. Bundan:



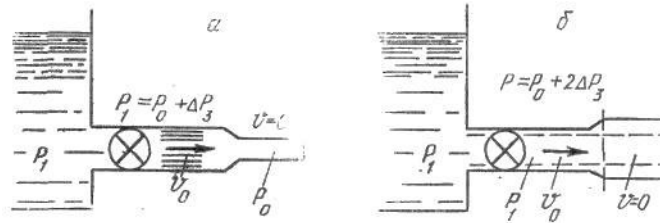
$$\Delta p'_3 = \Delta p_3 \frac{t_0}{t_\delta} = \rho g_0 \alpha \frac{2l}{\alpha t_\delta} = \frac{2\rho V_0 l}{t_\delta} \quad (10.36)$$

### 10.5-rasm. To‘g‘ri va noto‘g‘ri zarbada bosimning ortishi

Shunday qilib, teskari gidravlik zarba bosimi  $\Delta p'_3$  to‘g‘ri gidravlik zarba bosimi  $\Delta p_3$  dan farqli ravishda quvurning uzunligiga bog‘liq,  $\alpha$  tezlikka bog‘liq emas.

Tupiksimon quvurlarda zarba bosimi ikki baravar ortib ketadi. Bu hodisani 10.6-rasm yordamida tushuntiramiz. Boshlang‘ich bosimi  $p_0$  bo‘lgan suyuqlikka to‘la quvur katta  $p_1 = p_0 + 2\Delta p_3$  bosimli bo‘lgan quvurdan jo‘mrak yordamida ajratilgan bo‘lsin. Jo‘mrak ochilishi bilan quvurda bosim  $\Delta p_3 = p_1 - p_0$  miqdorga

keskin ortadi, quvurdagi suyuqlikning tezligi esa noldan  $v_0$  ga ortadi. Buning natijasida hosil boʻlgan zarba toʻlqini  $a$  tezlik bilan quvurning ikkinchi uchi tomonga qarab harakat qiladi (10.6-rasm, a).



### 10.6-rasm Notoʻgʻri gidravlik zarbani tushuntirishga doir chizma

N. E. Jukovskiy formulasidan:

$$g_0 = \frac{\Delta p_3}{\rho a}$$

Zarba toʻlqini tupiksimon quvurning oxiriga kelganda butun quvur boʻyicha bosim  $\Delta p_T$  ga ortadi, tezlik esa quvur oxirigacha  $v_0$  qiymatga ega boʻladi. Suyuqlik bundan nariga oqa olmagan uchun uning tezligi soʻnib, kinetik energiyasi, yangi qoʻshimcha zarba toʻlqinining hosil boʻlishiga sabab boʻladi. Yangi zarba toʻlqinining bosimi ham, N. E. Jukovskiy formulasiga asosan  $\Delta p_3 = \rho g_0 a$  boʻlib, quvurdagi bosimning umumiy oshishi  $2\Delta p_3$  ga teng boʻladi (10.6-rasm, b), suyuqlikning tezligi esa  $v = 0$  boʻladi.

Quvurning ikkinchi uchida yana bir idish boʻlsa (bu kuch gidrosilindrlarida boʻladi), u holda ikkinchi zarba toʻlqini kichikroq boʻlib, bosimning umumiy ortishi  $2\Delta p_3$  dan kichik boʻladi.

Ikkinchi idish hajmi juda katta boʻlsa, ikkinchi zarba toʻlqini deyarlik boʻlmaydi. Zarba bosimining ikki baravar ortish holi kuch gidrosilindrlarini yuqori bosimli suyuqlikka keskin tutashtirilgan hollarda sodir boʻladi, bunga sabab gidrosilindrdagi suyuqlik miqdori (porshen silindr tubiga taqalgan boʻladi) juda kam boʻlib, tupiksimon quvurga oʻxshagan boʻladi. (10.23) formula bir qancha taxminlardan foydalanib chiqarilgan, yaʼni suyuqlik va quvur deformatsiyasiga Guk qonuni oʻrinli, ishqalanish kuchi va boshqa turlardagi energiyaning tarqalishi yoʻq, quvur kesimida tezlik bir tekis tarqalgan deb qabul qilinadi. Tajribalar koʻrsatishicha, agar suyuqlikda havo pufakchalari aralash boʻlmasa va  $p_0$  bosim juda katta boʻlmasa, yuqorida aytilgan taxminlarga qaramay N. E. Jukovskiy formulasi amaliy hisoblashlarga juda yaqin keladi. Boshlangʻich bosim katta boʻlganida  $\Delta p_3$  ning (10.23) formula yordamida hisoblangan qiymatidan tajriba natijalari 10—20% dan koʻp ortiq boʻladi. Bunga sabab katta boʻlgan suyuqlikning elastiklik moduli  $K$ , demak,  $a$  tezlik ortadi. Bundan koʻrinadiki, Guk qonunidan chetga chiqish, yaʼni deformatsiyaning chiziqiligi buzilishi sodir boʻladi. Hozirgi

vaqtda gidrosistemalarda tez ishlaydigan boshqarish uskunalari (elektromagnit joʻmraklar va h.) qoʻllanishi sababli, ularning ishga tushish vaqti juda qisqa (taxminan 0,008—0,002 s) boʻlib,  $\Delta p_3$  juda katta qiymatlar (bir nasha va hatto oʻnlarcha  $\text{mH/m}^2$ ) ga erishadi. Bosimning bunday ortishi gidrosistemalar ayrim boʻlaklarining ishdan chiqishiga sabab boʻladi. Bundan tashqari, gidravlik zarbada bosim impulslari butun gidrosistema boʻyicha tarqalib, uning ayrim boshqaruv qurilmalari (bosim relesi, gidroqulflar va h.) ning toʻsatdan ishlay boshlashiga sabab boʻladi. Bunday hollarda gidravlik zarbaga qarshi kurash usullaridan foydalanish kerak boʻladi.

### 10.5. Gidravlik zarbani susaytirish usullari

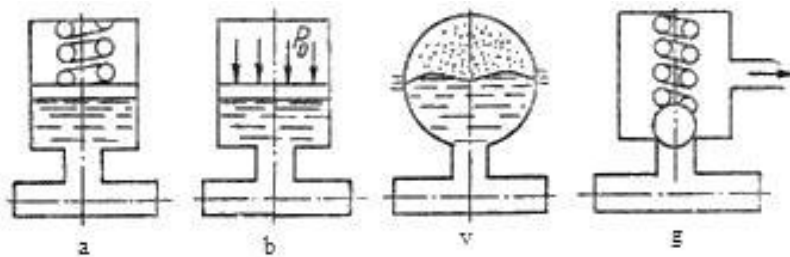
Gidravlik zarba taʼsirini susaytirish turli usullar bilan amalga oshiriladi.

**Birinchi usul** – joʻmrakning keskin ochilish yoki yopilish vaqti  $t$  ni uzaytirib,  $t > \frac{2l}{\alpha}$  ga yetkazish yoʻli bilan toʻgʻri gidravlik zarbani yoʻqotib,  $\Delta p_3$  ni kamaytirish. Bu ish, odatda, drosselli rele yordamida bajariladi. Odatda, joʻmrakning holati (ochiq yoki yopiq) oʻzgartirilganda suyuqlik quvurga rele orqali oʻtgan uchun uning sarfi (demak, tezligi) prujinali klapanlar yordamida asta-sekin oʻzgarib, maʼlum vaqtdan keyin kerakli qiymatga yetadi. Tajribalarning koʻrsatishicha, quvurlarni zarbasiz tutashtirish bosimning oʻzgarishi  $22 \text{ MH/m}^2$  atrofida va  $t \approx 0,1\text{s}$  boʻlganda ishonchli taʼminlanadi.

**Ikkinchi usul** quvurlarga gidravlik zarbani soʻndirgich (kompensator)lar oʻrnatish. Soʻndirgichlar quvurdagi suyuqlikka nisbatan yuqori siqiluvchanlik xususiyatiga ega boʻlgan elastik elementli idishlar boʻlib, turli konstruktiv tuzilishga ega (10.7-rasm). Eng koʻp tarqalgan soʻndirgichlar elastik elementi prujina (10.7-rasm, *a*) va gaz (10.7-rasm, *b*) boʻlgan porshenli, membranali (10.7-rasm, *b*) va klapanli (10.7-rasm, *g*) soʻndirgichlardir. Soʻndirgichlar, odatda, zarba tugʻdiruvchi (joʻmrak) yoki zarbadan himoyalovchi qism yoniga oʻrnatiladi. Ular yordamida zarba bosimining kamayishi soʻndirgichga suyuqlik oqimi bilan birga kelgan kinetik energiyaning elastik elementlar tomonidan yutilishi hisobiga amalga oshadi. Soʻndirgichning elastik elementi qancha koʻp deformatsiyalansa, yutilgan energiya ham shuncha koʻp boʻladi. Shuning uchun elastik elementning elastiklik xarakteristikasi imkon bergan chegarada mumkin boʻlgan deformatsiyaning oʻzgarishiga harakat qilish kerak boʻladi. Bu esa gazli soʻndirgichlarda gaz boʻlmasligini shunday tanlab olishni taqozo qiladiki, zarba toʻlqinining yutilishida

bosimning o'zgarishi minimal bo'lishi kerak. Amalda bunday so'ndirgichlarda gaz bo'lmasining hajmi quvurdagi suyuqlikning ikki sekundlik sarfiga teng qilib olinadi, boshlang'ich bosimi esa magistraldagi maksimal bosimdan ko'proq bo'lishi zarur.

Porshenli so'ndirgichlarning kamchiligi ularning inertligi bo'lib, bu porshenning massasi va ishqalanish kuchiga bog'liqligi va unga quvur bilan so'ndirgichni tutashtiruvchi kanaldagi suyuqlikning inertligi qo'shiladi. Bu kuchlar zarba to'lqinining so'ndirgich porsheniga ta'siri natijasida garmonik tebranish vujudga kelishiga sabab bo'ladi va natijada so'ndirgich hamda quvurdagi bosim tebranishi qo'shilib, kanaldagi bosim zarba bosimidan oshib ketishi



**10.8 - rasm. Turli so'ndirgichlar**

mumkin. Natijada so'ndirgich zarba energiyasini yutish o'rniga kuchaytirishi mumkin. Inertlikni kamaytirish maqsadida so'ndirgichni gaz va suyuqlikni ajratuvchi elastik membrana bilan ta'minlanadi (10.8-rasm, v). Yuqorida aytilganidek, so'ndirgichda tebranma harakatning bo'lish va zarba to'lqinining kuchayishiga quvur bilan so'ndirgichni tutashtiruvchi kanalning uzunligi va diametrining ta'siri bor ekanligi tajribalarda tekshirilgan. Shuning uchun kanalning uzunligini va diametrini to'lqinlarga kamroq ta'sir qiladigan qilib tanlab olinadi. Zarba to'lqinlarini klapanli so'ndirgichlar (10.8-rasm,g) yordamida ham susaytirish mumkin. Bu holda klapan va energiyani yutuvchi elastik elementlarining inertligini iloji boricha kamaytiriladi.

Klapanli susaytirgichga kirgan suyuqlikning elastik elementga ta'sirini kamaytirish va uning yaxshiroq ishlashini ta'minlash uchun suyuqlikning atmosferaga oqib ketishiga xizmat qiluvchi qismi bo'ladi.

**Uchinchi usul** – gidravlik zarba paydo bo'lishi kutiladigan quvurning uzunligini oshirish. Bu holda qarshilik kuchining hisobiga energiya kamayishi va zarba to'lqini davrining ortishi natijasida to'g'ri zarbani yo'qotish yo'li bilan zarba to'lqinining ta'siri kamaytiriladi

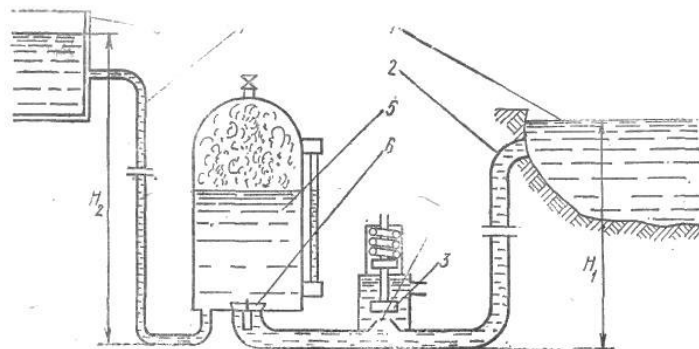
## 10.6. Gidravlik zarbadan amalda foydalanish

Texnikada ba'zi hollarda gidravlik zarbadan foydalanish ham mumkin. Masalan, gidravlik zarba energiyasidan suyuqliklarni yuqoriga ko'tarish uchun foydalaniladi. Shu maqsadda ishlatiladigan qurilma *gidravlik taran* deyiladi.

Gidravlik taranning tuzilishi juda sodda bo'lib, uning asosiy qismlari havo qalpog'i va xabarchi klapandan iboratdir (10.9- rasm).

Ta'minlovchi idish 1 dan quvur 2 orqali oqayotgan suyuqlik klapan 3 orqali oqayotgan bo'ladi.

Gidrotaran ish siklining bu davri tezlanish davri deyiladi. Klapan 3 ga kirishda oqimning kesimi torayib boradi (tirqish 4) va Bernulli printsipiga asosan suyuqlikning tezligi ortib, bosimi kamayib boradi. Natijada kesimning eng toraygan yerida bosim shunchalik kamayadiki, klapan 3 prujinaning qarshiligini yengib, tirqish 4 ni yopib qo'yadi. Bu yopilish bir onda (sekundning kichik ulushlarida) bo'lgani uchun sistemada gidravlik zarba tarqaladi. Gidravlik zarba bosimi ta'sirida klapan 6 ochilib, havo qalpog'iga suyuqlik zarb bilan kiradi va undagi havoni siqadi. Shu bilan birga zarba kuchi suyuqlikning bir qismini haydash quvuri 7 orqali qabul qiluvchi idish 8 ga chiqarib beradi. Gidrotaran ish siklining bu davri haydash davri deyiladi. Zarba bosimi havo qalpog'ida so'nib va quvurda ta'minlovchi idishdagi sath balandligi  $H_1$ , bilan ifodalanuvchi normal bosim tiklanadi yoki teskari zarba hosil bo'lib, quvurda bosim kamayadi. Natijada klapan 3 ochilib, gidrotaranda sikl yana takrorlanishi uchun sharoit vujudga keladi. Gidrotaranlarni hisoblashda foydali ish koeffitsiyentini aniqlash uchun Eytelveyn quyidagi formulani taklif qilgan



10.9-rasm. Gidravlik taran

$$\eta = 1,12 - 0,2 \sqrt{\frac{H_2 - H_1}{H_1}} \quad (10.37)$$

bu yerda  $H_1$ ,  $H_2$  - ta'minlovchi va qabul qiluvchi idishdagi suyuqlik sathining balandligi.

Ba'zida zarba bosimi  $\Delta p_3$  ni kamaytirishdan ko'ra sistemaning zaif qismlarining mustahkamligini oshirishni afzal ko'riladi.

### **X bob bo'yicha nazorat savollari**

1. Siqilmaydigan suyuqlikning deformatsiyalanmaydigan quvurlarda inertsiya bosimi hisobga olingan beqaror harakati
2. Hidravlik zarba hodisasi
3. To'g'ri zarba uchun N. E. Jukovskiy formulasi
4. Hidravlik zarbadan amalda foydalanish
5. Hidravlik taran.

## ILOVA

*Ilova, 1 - jadval*

Suvning kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti  $\nu$ ,  $\text{cm}^2 / \text{сек}$ , haroratga bog'liq xolda

$t^0$	$\nu$	$t^0$	$\nu$	$t^0$	$\nu$
1	0,017321	11	0,012740	22	0,009892
2	0,016740	12	0,012396	24	0,009186
3	0,016193	13	0,012067	26	0,008774
4	0,015676	14	0,011756	28	0,008394
5	0,015188	15	0,011463	30	0,008032
6	0,014726	16	0,011177	35	0,007251
7	0,014289	17	0,010888	40	0,006587
8	0,013873	18	0,010617	45	0,006029
9	0,013479	19	0,010356	50	0,005558
10	0,013101	20	0,010105	55	0,005147
				60	0,004779

## 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

<b>KIRISH</b>	4
<b>X BOB. GIDRAVLIKANING ALOHIDA MASALALARI (MAXSUS KURS) SUYUQLIKNING BEQAROR HARAKATI</b>	7
10.1-§. Siqilmaydigan suyuqlikning deformatsiyalanmaydigan quvurlarda inertsia bosimi hisobga olingan beqaror harakati	8
10.2-§. Hidravlik zarba hodisasi	11
10.3-§. To`g`ri zarba uchun N. E. Jukovskiy formulasi	13
10.4-§. Teskari gidravlik zarba haqida tushuncha	17
10.5-§. Hidravlik zarbani susaytirish usullari	19
10.6-§. Hidravlik zarbadan amalda foydalanish	21
<b>ILOVA</b>	23
<b>FOYDALANILGAN ADABIYOT</b>	24
<b>MUNDARIJA</b>	25

Rahimov Qudrat Toshbotirovich  
Xodjiev Alisher Kuldoshevich  
Apakxujayeva Tursunoy Ubaydullayevna  
Ibragimova Zaytuna Iskandarovna  
Otaxonov Maqsud Yusufovich  
Allayorov Davronjon Shamsiddin o‘g‘li

## **“GIDRAVLIKA”**

/ O‘QUV QO‘LLANMA /

*Ushbu o‘quv qo‘llanma institut Ilmiy Kengashining “31” oktyabr 2019 yilda bo‘lib o‘tgan 3-sonli majlisida ko‘rib chiqildi va nashr qilishga ruxsat berilgan.  
Ro‘yxatga olish raqami: 5.38.24*

*Muharrir: M. MUSTAFAYEVA*

*Musahhih: D. ALMATOVA*

---

*Bosishga ruxsat etildi: 2019 y. Qog‘oz o‘lchami 60x84 - 1/16*

*Hajmi 15 bosma taboq. 15 nusha. Buyurtma №\_\_\_\_\_*

*TIQXMMI bosmaxonasida chop etildi.*

*Toshkent-100000. Qori Niyoziy ko‘chasi 39 uy.*

